



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA DE INFORMÁTICA**

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DE TÍTULO DE INGENIERO EN INFORMÁTICA**

**MECANISMO: PROYECTO TÉCNICO**

**TEMA:**

**APLICACIÓN MÓVIL DE REALIDAD AUMENTADA EN MODELADO  
3D ORIENTADA AL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA  
ANATOMÍA HUMANA**

**AUTOR:**

**WILMER ORLEY ZAMBRANO VERA**

**TUTOR:**


**MGTR. VÍCTOR JOEL PINARGOTE BRAVO**

**CALCETA, OCTUBRE DE 2021**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA


Yo Wilmer Orley Zambrano Vera, con cédula de ciudadanía 1716669450, declaro bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **Aplicación móvil de realidad aumentada en modelado 3D orientada al proceso enseñanza-aprendizaje de la anatomía humana** es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedo a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.

  
.....  
**WILMER ORLEY ZAMBRANO VERA**  
**CC: 1716669450**

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo Wilmer Orley Zambrano Vera, con cédula de ciudadanía 1716669450, autorizo a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **Aplicación móvil de realidad aumentada en modelado 3D orientada al proceso enseñanza-aprendizaje de la anatomía humana**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

  
.....  
**WILMER ORLEY ZAMBRANO VERA**  
**CC: 1716669450**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Víctor Joel Pinargote Bravo, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **Aplicación móvil de realidad aumentada en modelado 3D orientada al proceso enseñanza-aprendizaje de la anatomía humana**, que ha sido desarrollado por Wilmer Orley Zambrano Vera, previo a la obtención del título de Ingeniero en Informática, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



Firmado electrónicamente por:  
**VÍCTOR JOEL  
PINARGOTE  
BRAVO**

.....  
**MGTR. VÍCTOR J. PINARGOTE BRAVO**  
**CC: 1310867930**



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos APROBADO el Trabajo de Integración Curricular titulado: **Aplicación móvil de realidad aumentada en modelado 3D orientada al proceso enseñanza-aprendizaje de la anatomía humana**, que ha sido desarrollado por Wilmer Orley Zambrano Vera, previo a la obtención del título de Ingeniero en Informática, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



Firmado electrónicamente por:  
**LUIS CRISTOBAL  
CEDENO VALAREZO**

.....  
**MGTR. LUIS C. CEDEÑO VALAREZO**  
**CC: 1306246651**  
**PRESIDENTE**



Firmado electrónicamente por:  
**ALFONSO  
TOMAS LOOR**

.....  
**MGTR. ALFONSO T. LOOR VERA**  
**CC: 1311655938**  
**MIEMBRO**



**ANGEL ALBERTO  
VELEZ MERO**  
Firmado digitalmente.  
avelez@espam.edu.ec

.....  
**MGTR. ÁNGEL A. VÉLEZ MERO**  
**CC: 1308648565**  
**MIEMBRO**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A la Carrera de Computación por permitirme llenar mis expectativas cognitivas;

A mi tutor Mgtr. Víctor Joel Pinargote Bravo por su ayuda constante durante el proceso de desarrollo del trabajo de titulación;

A los miembros del tribunal por sus acertadas indicaciones para la culminación del proyecto, y

A los docentes de la Carrera de Computación, en especial a la Mgtr. Jessica Johanna Morales Carrillo por su oportuna asesoría en este proceso.

**WILMER ORLEY ZAMBRANO VERA**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi madre por su apoyo incondicional.

**WILMER ORLEY ZAMBRANO VERA**

## CONTENIDO GENERAL

CARATULA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
CONTENIDO DE TABLAS.....	xi
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN .....	xiv
PALABRAS CLAVE .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
KEY WORDS.....	xv
<b>CAPÍTULO I. GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.4. UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	5
1.5. BENEFICIARIOS .....	5
1.5.1. DIRECTOS.....	5
1.5.2. INDIRECTOS.....	5
<b>CAPÍTULO II. DIAGNOSTICO SITUACIONAL .....</b>	<b>6</b>
2.1. ANÁLISIS DE MATRIZ FODA.....	6
FODA.....	6

2.2. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA .....	7
2.3. ALTERNATIVAS DE ACCIÓN .....	7
CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE OFERTA Y DEMANDA.....	10
3.1. MERCADO META.....	10
3.1.2. SEGMENTACIÓN DE MERCADO .....	10
3.2. ANÁLISIS DE LA OFERTA .....	11
3.3. ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	13
3.4. MERCADO POTENCIAL .....	14
3.5. ANÁLISIS DE PRECIOS.....	16
CAPÍTULO IV. INGENIERÍA DEL PROYECTO .....	18
4.1. PROCESO DE FABRICACIÓN.....	18
4.2. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO/PROYECTO .....	19
4.2.1. DESARROLLO APP .....	19
4.2.2. PRUEBAS APP.....	32
4.3. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	42
4.4. COMPONENTES.....	42
4.4.1. ASPECTOS TÉCNICOS .....	42
4.4.2. SOFTWARES INSTALADOS.....	43
4.4.3. REQUERIMIENTOS DE HARDWARE .....	46
4.4.4. BLOQUEO DE LA PROPAGACIÓN DE EVENTOS TÁCTILES DE LOS ELEMENTOS UI AL MODELO 3D EN UNITY .....	47
4.4.4. CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO DE UNITY PARA ANDROID .....	49
4.4.5. ESTRATEGIAS DE APP MARKETING.....	52
4.5. MARCO LEGAL DEL PROYECTO .....	53
CAPÍTULO V. VIABILIDAD ECONÓMICA FINANCIERA.....	54
5.1. INVERSIÓN .....	54
5.1.1. INVERSIÓN FIJA TANGIBLE .....	54

5.1.2. INVERSIÓN FIJA INTANGIBLE .....	55
5.2. CALENDARIO DE INVERSIONES .....	55
5.3. FUENTE DE FINANCIAMIENTO .....	56
5.4. PROYECCIÓN DE INGRESOS/EGRESOS .....	56
5.4.1. PROYECCIÓN DE INGRESOS.....	58
5.4.1. PROYECCIÓN DE EGRESOS.....	59
5.5. PUNTO DE EQUILIBRIO .....	60
5.6. VALOR ACTUAL NETO.....	61
5.7. TASA INTERNA DE RETORNO .....	62
5.8. COSTO DE INVERSIÓN/BENEFICIO .....	63
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	64
5.1. CONCLUSIONES .....	64
5.2. RECOMENDACIONES.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	66
ANEXOS .....	72
ANEXO 1: MATRIZ DEL CUERPO HUMANO FEMENINO .....	73
ANEXO 2: MANUAL DE USO DE AR FEMALE ANATOMY .....	77
ANEXO 3: SCRIPTS.....	83
ANEXO 4: ENCUESTA DE COSTOS DE LA APLICACIÓN MÓVIL.....	95
ANEXO 5: PRUEBAS DE USABILIDAD .....	96
ANEXO 5-A: CLASE ONLINE DE LOS ESTUDIANTES ENCUESTADOS DE PRIMERO DE BACHILLERATO DEL ITSI CHONE .....	96
ANEXO 5-B: ENCUESTA DE USABILIDAD.....	97
ANEXO 6: ESTRATEGIAS DE APP MARKETING .....	102
FASE DE PRE LANZAMIENTO.....	102
FASE DE POST LANZAMIENTO .....	105

## CONTENIDO DE TABLAS

<b>Tabla 3.1.</b> Segmentación del mercado .....	10
<b>Tabla 3.2.</b> Servicios y ubicación de empresas dedicadas a la RA y diseño 3D .	12
<b>Tabla 3.3.</b> Comparativa de precios de apps de RA .....	16
<b>Tabla 4.1.</b> Listado de las partes del cuerpo femenino modeladas .....	21
<b>Tabla 4.1.</b> Medias y desviaciones típicas para las percepciones de usabilidad de la RA .....	35
<b>Tabla 4.2.</b> Planificación del proyecto .....	42
<b>Tabla 4.3.</b> Aspectos Técnicos .....	43
<b>Tabla 4.4.</b> Requerimientos de hardware de software instalados .....	46
<b>Tabla 5.1.</b> Inversión fija tangible .....	55
<b>Tabla 5.2.</b> Inversión fija intangible .....	56
<b>Tabla 5.3.</b> Calendario de inversiones .....	57
<b>Tabla 5.4.</b> Fuente de Financiamiento .....	57
<b>Tabla 5.5.</b> Proyección de ingresos a 5 años de la versión Premium .....	59
<b>Tabla 5.6.</b> Proyección de ingresos a 5 años de la versión Free .....	60
<b>Tabla 5.7.</b> Proyección de egresos a 5 años .....	60
<b>Tabla 5.8.</b> Punto de equilibrio por año de la aplicación móvil Premium ....	62
<b>Tabla 5.9.</b> Punto de equilibrio por año de eCPM de la aplicación móvil Free ...	62
<b>Tabla 5.10.</b> Proyección del total de ingresos a 5 años de las 2 versiones de la aplicación .....	63
<b>Tabla 5.11.</b> Flujo de caja a 5 años .....	63
<b>Tabla 5.12.</b> Valor actual neto .....	63
<b>Tabla 5.13.</b> Tasa interna de retorno .....	64
<b>Tabla 5.14.</b> Relación benéfica/costo .....	64

## CONTENIDO DE FIGURAS

<b>Figura 2.1.</b> Matriz FODA de la app móvil de RA .....	6
<b>Figura 3.1.</b> Áreas de aplicación de la RA en la educación .....	15
<b>Figura 3.2.</b> Resultados de la encuesta de costos .....	17

<b>Figura 4.1.</b> Escena Menú .....	19
<b>Figura 4.2.</b> Escena Información .....	19
<b>Figura 4.3.</b> Escena de la RA (con perspectiva de piel vs. partes internas del cuerpo) .....	20
<b>Figura 4.4.</b> Modelado del cuerpo femenino en 3D.....	21
<b>Figura 4.5.</b> Objetos hijos de la piel con disminución de vértices .....	22
<b>Figura 4.6.</b> Marcador .....	23
<b>Figura 4.7.</b> Agregamos imagen del marcador a la base de datos .....	23
<b>Figura 4.8.</b> Calidad del marcador y descarga de la base de datos .....	24
<b>Figura 4.9.</b> Elección de Android como plataforma de desarrollo .....	24
<b>Figura 4.10.</b> Instalación del SDK de Vuforia .....	25
<b>Figura 4.11.</b> Seleccionar Base de Datos e Image Target .....	25
<b>Figura 4.12.</b> Agregar licencia de uso de Bases de Datos Vuforia .....	26
<b>Figura 4.13.</b> Importar modelo 3D y agregarlo al Image Target .....	26
<b>Figura 4.14.</b> Agregar Mesh Collider a los objetos hijos de los ojos .....	27
<b>Figura 4.15.</b> Creación de la etiqueta ojos .....	27
<b>Figura 4.16.</b> Scripts de funcionalidad de los ojos .....	28
<b>Figura 4.17.</b> Botón mostrar y ocultar skin que contiene los ojos, piel y cabello .....	28
<b>Figura 4.18.</b> Botón ocultar objeto .....	29
<b>Figura 4.19.</b> Componentes para la animación y sonido de los botones .....	29
<b>Figura 4.20.</b> Botones del menú .....	30
<b>Figura 4.21.</b> Panel de transición para cargar escena de RA .....	30
<b>Figura 4.22.</b> Botón Iniciar con su configuración .....	31
<b>Figura 4.23.</b> Escena Información .....	31
<b>Figura 4.24.</b> Scripts necesarios para el funcionamiento de la aplicación .....	32
<b>Figura 4.25.</b> Scripts del complemento “Lean Touch” .....	32
<b>Figura 4.26.</b> Pruebas unitarias .....	33
<b>Figura 4.27.</b> Pruebas de flujo de control .....	33
<b>Figura 4.28.</b> Proporción de género de los encuestados .....	34
<b>Figura 4.29.</b> Resultados del ítem 1 .....	36
<b>Figura 4.30.</b> Resultados del ítem 2 .....	36
<b>Figura 4.31.</b> Resultados del ítem 3 .....	36



<b>Figura 4.32.</b> Resultados del ítem 4 .....	37
<b>Figura 4.33.</b> Resultados del ítem 5 .....	37
<b>Figura 4.34.</b> Resultados del ítem 6 .....	38
<b>Figura 4.35.</b> Resultados del ítem 7 .....	38
<b>Figura 4.36.</b> Resultados del ítem 8 .....	39
<b>Figura 4.37.</b> Resultados del ítem 9 .....	39
<b>Figura 4.38.</b> Resultados del ítem 10 .....	39
<b>Figura 4.39.</b> Resultados del ítem 11 .....	40
<b>Figura 4.40.</b> Resultados del ítem 12 .....	40
<b>Figura 4.41.</b> Resultados del ítem 13 .....	41
<b>Figura 4.42.</b> Resultados del ítem 14 .....	41
<b>Figura 4.43.</b> Resultados del ítem 15 .....	42
<b>Figura 4.44.</b> Complemento Lean Touch .....	45
<b>Figura 4.45.</b> Instalación de Unity Ads .....	46
<b>Figura 4.46.</b> Configuración del Canvas para un renderizado Screen Space- Camera .....	47
<b>Figura 4.47.</b> Escalado del modelo 3D a un tamaño proporcional al Canvas ....	47
<b>Figura 4.48.</b> Bloquear eventos de entrada táctil con el Mesh Collider de planos 3D .....	48
<b>Figura 4.49.</b> Orden secuencial de elementos para el bloqueo de eventos táctiles .....	48
<b>Figura 4.50.</b> Configuración inicial de compilación .....	49
<b>Figura 4.51.</b> Ajustar la aplicación a orientación vertical .....	50
<b>Figura 4.52.</b> Crear y guardar keystore .....	50
<b>Figura 4.53.</b> Establecer "Keystore Password" y datos "New Key Values"	51
<b>Figura 4.54.</b> Opciones de Minify .....	51
<b>Figura 4.55.</b> Generar archivo AAB .....	52
<b>Figura 5.1.</b> % de crecimiento de instalaciones de aplicación móviles (mundial) .....	58
<b>Figura 5.2.</b> % de crecimiento de instalaciones de aplicación móviles por país .	59

## RESUMEN

En el presente proyecto técnico se desarrolló una aplicación móvil de realidad aumentada en modelado 3D para dar soporte al proceso enseñanza-aprendizaje de la anatomía en el ámbito educativo. En donde se establecieron los objetivos específicos como fases metodológicas, el ciclo de vida para este modelo consta de, fase 1 **Desarrollo app**, con 5 etapas: determinar la estructura y contenido de la aplicación móvil, diseñar los objetos que conformarán el modelo 3D, configuración y aplicación de la herramienta de RA seleccionada, diseño y desarrollo de la aplicación en la plataforma seleccionada, escribir el código fuente requerido; y fase 2 **Pruebas app** con 3 etapas: pruebas unitarias, pruebas de flujo de control con las que se localizaron y eliminaron errores de la aplicación y las pruebas de usabilidad que se aplicaron a una muestra de 26 personas conformadas por estudiantes y docentes, en la que se estableció que la aplicación móvil de RA influye positivamente en el aprendizaje de la anatomía humana. Además, la mayoría de los participantes dieron una valoración global satisfactoria en relación con las funcionalidades de la aplicación móvil, con un nivel de confiabilidad de Alpha de Cronbach = 0.95.

## PALABRAS CLAVE

Unity3D, SDK Vuforia, realidad aumentada, aplicación móvil, enseñanza-aprendizaje, anatomía humana.

## **ABSTRACT**

In this technical project, a mobile application of augmented reality in 3D modeling was developed to support the teaching-learning process of anatomy in the educational field. Where the specific objectives were established as methodological phases, the life cycle for this model consists of phase 1 App development, with 5 stages: determining the structure and content of the mobile app, designing the objects that will make up the 3D model, configuration and application of the selected AR tool, design and development of the application on the selected platform, write the required source code; and phase 2 App tests with 3 stages: unit tests, control flow tests with which errors were located and eliminated from the application and usability tests that were applied to a sample of 26 people made up of students and teachers, where it was established that the AR mobile application positively influences the learning of human anatomy. In addition, most of the participants gave a satisfactory global assessment in relation to the functionalities of the mobile app, with a reliability level of Cronbach's Alpha = 0.95.

## **KEY WORDS**

Unity3D, Vuforia SDK, augmented reality, mobile application, teaching-learning, human anatomy.

# CAPÍTULO I. GENERALIDADES

## 1.1. ANTECEDENTES

El fuerte impacto global que las TIC ha tenido en la sociedad, ha requerido la adaptación de la educación tradicional a un contexto no habitual, variable y globalizado. En el entorno educativo se están incorporando nuevos mecanismos de aprendizaje que pretenden beneficiarse del potencial de las innovaciones tecnológicas que están surgiendo en la vida moderna, para propender a dar solución de las exigencias y necesidades motivacionales de los alumnos (Duarte, 2018; Sáez *et al.*, 2018).

La realidad tecnológica y educativa tienden a ir de la mano de la implementación de nuevas herramientas que permitan a los educandos a empoderarse de los contenidos curriculares de una manera fácil, lúdica y formativa. En este contexto una de las tecnologías que toma cada vez un mayor auge e importancia es la realidad aumentada (RA), que permite dar respuesta a los nuevos estilos de aprendizaje de los educandos (Cabero *et al.*, 2018; Almenara *et al.*, 2017).

Esta tecnología de RA presenta cuatro niveles (del 0-3) dependiendo del tipo de interactividad. Nivel 0: se proporciona información de la realidad por medio de código QR, nivel 1: basada en marcadores, reconoce patrones 2D y 3D, estos marcadores pueden ser dibujos, fotografías u otro diseño que normalmente deben imprimirse, nivel 2: emplea la geolocalización, nivel 3: usa dispositivos como las gafas de RA, que proporcionan un efecto inmersivo y personal sobre la realidad (Efrén *et al.*, 2021; E. Moreno, 2017).

El uso de la realidad aumentada se configura como una tecnología emergente potente y de vanguardia, con enormes posibilidades de aplicación en el terreno educativo, dado que, permite trasladar a escenarios formativos diferentes de los tradicionales e interaccionar con la realidad en tiempo real, todo ello gracias a los teléfonos inteligentes (Smartphones), los cuales poseen una alta presencia en el contexto mundial como medio de comunicación e interacción, pero en el entorno educativo son empleados como apoyo para el aprendizaje. (Sevillano y Vázquez, 2015; Paladines y Tettamanti, 2018; Osuna y Almenara, 2016).

La incorporación de contenidos de RA en el aula de clases tradicional, es una oportunidad trascendental para difundir el conocimiento, todo ello, acompañado de una formación adecuada del profesorado y estudiantes para aumentar sus habilidades digitales. El proponer actividades que incorporen las tecnologías que los jóvenes emplean diariamente en su vida cotidiana, muestra un cambio en las propuestas pedagógicas y los dota de recursos didácticos innovadores (Toledo y García, 2017; Pérez y Mesquida, 2017; Ruiz, 2019; Andrés *et al.*, 2019).

Por la creciente demanda de dispositivos móviles, se está produciendo un incremento en el desarrollo de aplicaciones de RA en diferentes ámbitos entre ellos el educativo. Sin embargo, en Latinoamérica la realidad aumentada aún dista de los avances tecnológicos, por lo que se da cierta renuencia a su implementación en la educación tradicional, debido a la falta de costumbre en su uso, cuesta entender la aportación que tendría en el estudiante (Figen, 2017; Urquiza *et al.*, 2016).

En Ecuador en áreas de estudio como la medicina entre otras, las aplicaciones móviles no tienden a ser usadas en el aula de clases para el desarrollo de habilidades. Las invenciones tecnológicas pueden ser aprovechadas en el entorno y proporcionar información adicional a los usuarios, eso es la realidad aumentada en acción: la integración de objetos 3D generados por computadora en el mundo real. A diferencia de la realidad virtual que es inmersiva en una realidad totalmente de computadora. Estas tecnologías están cambiando la manera en que interactuamos con el entorno al convertirla en un viaje fluido e interactivo (Castro y Paola, 2018; Santoyo *et al.*, 2019; Parsons, 2017).

Dentro de las aulas de clase surgen inconvenientes en el proceso enseñanza-aprendizaje a la hora de captar la atención del estudiante, donde es necesario mucho más que la transmisión verbal del conocimiento para despertar su interés y fortalecer estos saberes. Hechos que no son ajenos a la realidad de los estudiantes de las diferentes instituciones educativas del Ecuador en donde los alumnos no se sienten atraídos hacia los mecanismos de enseñanza tradicional.

Teniendo en cuenta los beneficios de la realidad aumentada en el ámbito educativo, se propuso en esta investigación, desarrollar una aplicación de realidad aumentada para la enseñanza y aprendizaje de la anatomía humana basada en marcadores.

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

A consecuencia de que TIC y la investigación científica se han transformado en una necesidad tanto en las instituciones privadas y públicas, el gobierno a la par con otras instituciones promueven su uso y desarrollo, con base en leyes regladas como el Art. 8 literal a, de la Ley Orgánica de Educación Superior en donde describe: “Aportar al desarrollo del pensamiento universal, al despliegue de la producción científica y a la promoción de las transferencias e innovaciones tecnológicas”; así como en su literal f, hace referencia a “Fomentar y ejecutar programas de investigación de carácter científico, tecnológico y pedagógico” (LOES, 2018).

Las nuevas generaciones desde su infancia están en contacto frecuente con las nuevas tecnologías, volviéndose una realidad natural para ellos, por lo que, el empleo adecuado de los recursos que ofrecen las TIC beneficia plenamente el proceso enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, conviene centrarse en las tecnologías emergentes que cambian tanto el rol del docente y promueven nuevas maneras de aprender de los educandos, generando tendencias, como es el caso de la realidad aumentada que impulsa el uso en el contexto educativo de dispositivos móviles, que es una herramienta que se ha postulado como clave en el aprendizaje en este nuevo siglo (Castellanos y Melo, 2018; Sánchez y Toledo, 2017; Luna *et al.*, 2019).

En la actualidad la realidad aumentada ha empezado a mostrar resultados positivos en el entorno educativo. Su implantación en los diferentes niveles académicos, se debe al creciente desarrollo de programas y aplicaciones de RA enfocadas al contexto educativo, en donde sus contenidos pedagógicos y didácticos se muestran de forma virtual para integrarlo a un medio real y enriquecerlo significativamente. Actuando como soporte para el docente mientras enseña a los alumnos, denotándose con ello, el beneficio de estas herramientas tecnológicas en la obtención de mejores resultados y facilitando el trabajo (Moreno *et al.*, 2017; Kapoor y Naik, 2020; Sandoval y Carvajal, 2016).

Tanto para docentes como para educandos las aplicaciones (apps) móviles educativos de RA pueden ofrecer herramientas de aprendizaje enriquecedoras y útiles, que permitan explorar el contenido visual con un mayor atractivo, empleando vídeos y animaciones. El uso de la RA mejora la visión espacial y facilita el

entendimiento de conceptos abstractos de difícil representación en 2D, así como la adaptación de esta tecnología a cualquier entorno cotidiano, acortando la distancia entre lo inimaginable y desconocido; lo que facilita la ejemplificación y comprensión de los contenidos curriculares fijados en los planes de estudio (Díaz, 2016; Gutiérrez *et al.*, 2016; Amaya y Santoyo, 2017; Astudillo, 2019).

Para los estudiantes la realidad aumentada es capaz de proporcionar un resultado de impacto en el proceso enseñanza-aprendizaje, puesto que cambia su percepción, al ver objetos tridimensionales vinculándolos con la realidad. La implementación de estas tecnologías representa dar respuesta a los requerimientos cognitivos que se plantean diariamente y al mejoramiento del accionar formativo de la comunidad educativa, con la puesta en práctica en de nuevas estrategias en los diferentes enfoques pedagógicos (Martínez y Fernández, 2018; Samaniego *et al.*, 2019).

Por consiguiente, la realidad aumentada justifica su uso en la educación, dado que, presenta ventajas respecto a los mecanismos de enseñanza tradicional, destacándose entre los factores más relevantes del uso de esta tecnología emergente: la interacción, el realismo, motivación e interés de los alumnos por aprender. Además de ser una solución tecnológica de bajo costo, que actúa como soporte del proceso enseñanza-aprendizaje, en la cual los discentes pueden acceder a escenarios fuera de los contextos tradicionales, interactuar en tiempo real con la realidad, captar de forma directa fenómenos u objetos poco frecuentes e imperceptibles y establecer comparativas desde otros puntos de vista (Montecé *et al.*, 2017; Almenara y Osuna, 2016).

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una aplicación móvil de realidad aumentada en modelado 3D para dar soporte al proceso enseñanza-aprendizaje de la anatomía en el ámbito educativo.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar una revisión bibliográfica de la realidad aumentada y de viabilidad técnica, operativa y económica.

- Analizar la integración de la realidad aumentada en el contexto educativo.
- Desarrollar la aplicación móvil de RA siguiendo los pasos de la metodología establecida con ayuda de las tecnologías y herramientas seleccionadas.
- Verificar el correcto funcionamiento de la aplicación móvil de RA a través de pruebas de control y corrección de errores.
- Implementar estrategias de aplicación marketing.

#### **1.4. UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

Este proyecto estuvo dirigido a los estudiantes de las instituciones educativas de nivel primario y secundario del Ecuador en todo su territorio.

#### **1.5. BENEFICIARIOS**

Con base en el objetivo definido en el presente proyecto se identificó como beneficiarios potenciales directos e indirectos a los siguientes:

##### **1.5.1. DIRECTOS**

Los beneficiarios directos fueron los estudiantes de un nivel primario y secundario, así como los docentes que se les provee de una herramienta didáctica novedosa para impartir sus clases.

##### **1.5.2. INDIRECTOS**

Los beneficiarios indirectos fueron los distritos educativos y los usuarios de la aplicación móvil, en general, que deseen aprender acerca de la anatomía humana.



## CAPÍTULO II. DIAGNOSTICO SITUACIONAL

### 2.1. ANÁLISIS DE MATRIZ FODA

El análisis FODA que se estableció mediante la matriz de la Figura 2.1, basó su desarrollo en el estudio del ámbito del mercado y posibilidades comerciales de las aplicaciones móviles de RA. En este análisis se procedió al estudio del entorno interno que hace mención de las fortalezas y debilidades de la aplicación y el entorno externo que se refiere a las oportunidades y amenazas del mercado.

El entorno interno tiene por finalidad identificar las características de la aplicación móvil de RA que pueden ser controlables, lo cual permitirá optimizar las fortalezas y controlar las debilidades. Comprenden capacidades de estudio como: gestión de talento humano, tecnológica, directiva, financiera y de mercado.

En el entorno externo tiene como propósito el estudio de las variaciones del mercado, las mismas que no son susceptibles de control, y está constituida por micro ambientes con factores como: clientes competidores, proveedores. Además de macro ambientes con factores de análisis como: cultural, político, competitivo, legal, social, tecnológico, económico.

FODA	
Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"><li>• Trabaja offline.</li><li>• Ofrece información práctica y cautivadora que se sobrepone a una escena del mundo real.</li><li>• Interacción en tiempo real.</li><li>• Soporte pedagógico.</li><li>• Aumenta el interés en el aprendizaje autónomo.</li><li>• Permite una experiencia física en 3D.</li><li>• Fácil de usar.</li><li>• Interacción táctil.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mercado de alto crecimiento.</li><li>• Venta de aplicación mediante las tiendas virtuales.</li><li>• Accesibilidad para el aprendizaje remoto.</li><li>• Tecnología emergente con gran potencial para su uso en educación.</li><li>• Variedad de software libres</li><li>• Creciente número de usuarios que usan Smartphone.</li></ul>
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"><li>• Costo de cómputo y consumo de recursos.</li><li>• Problemas de privacidad.</li><li>• Gran número de capas del modelo 3D.</li><li>• Requiere el uso de un marcador para usar la RA.</li><li>• Complejidad en el diseño y desarrollo.</li><li>• Sistemas operativos no compatibles con la aplicación.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desconocimiento de las personas en las aplicaciones móviles de RA.</li><li>• Políticas restrictivas de dispositivos electrónicos en la educación.</li><li>• La limitación tecnológica puede desviar el interés de potenciales usuarios.</li><li>• Fuerte dependencia de los canales de distribución.</li><li>• La brecha digital.</li></ul>

Figura 2.1. Matriz FODA de la aplicación móvil de RA

Fuente: el autor.

## 2.2. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA

La aplicación es compatible para dispositivos Smartphone con sistema operativo (SO) Android versión 7.0 y posteriores, en la que se detallan las partes de la anatomía humana en 3D a través de la tecnología de realidad aumentada. Se caracteriza por permitir crear las condiciones para un entorno mixto de educación, donde se combinan elementos virtuales en 3D con el mundo real e interacción en tiempo real, al tratarse de una herramienta novedosa capta el interés y motiva a los usuarios en el aprendizaje del cuerpo humano. La aplicación móvil está orientada al estudio de la anatomía femenina, volviéndola de esta manera una aplicación inclusiva, dado que, estos temas en su mayoría se los suele abordar desde la perspectiva del cuerpo masculino (Moreno *et al.*, 2017; Montecé *et al.*, 2017).

Esta aplicación móvil se la podrá descargar de la Google Play Store bajo el nombre de **AR Female Anatomy**, trabajará de forma offline y está pensada para tener una interfaz intuitiva y fácil de manejar. Para iniciar con la aplicación simplemente se direccionará la cámara del Smartphone hacia el marcador que es donde se posicionará el modelo del cuerpo humano femenino en 3D, al seleccionar de manera táctil cada una de las partes del cuerpo humano se mostrarán una etiqueta con su nombre en español e inglés y en el caso de los músculos en español y latín, y el objeto seleccionado se lo podrá ocultar con el uso del botón de ocultar.

También dispondrá de botones para ocultar y mostrar las partes del cuerpo de forma conjunta, los cuales se dividirán en los siguientes grupos: glándulas mamarias, sistema muscular, sistema esquelético, sistema nervioso, sistema circulatorio, sistema linfático, sistema respiratorio, sistema digestivo, sistema urinario, sistema reproductor y un grupo que contendrá la piel, ojos y cabello.

Adicionalmente se incluirán botones para, hacer capturas fotográficas del modelo 3D, reiniciar su posición, escalar y girar. Además, las acciones de seleccionar, escalar, girar y trasladar se las podrá realizar con el táctil de la pantalla.

## 2.3. ALTERNATIVAS DE ACCIÓN

El uso de las TIC en los últimos años ha mostrado una tendencia de constante crecimiento, y en el aula de clases son muchos y diversos los recursos educativos

que se emplean tales como: ordenadores, pizarras digitales interactivas, tablets, infocus, estas tecnologías sirven para captar la atención de los alumnos, proporcionando experiencias fundadas en el descubrimiento. Pero además están surgiendo tecnologías emergentes de vanguardia, una de ellas es la realidad aumentada que plantean un cambio significativo en los paradigmas de la educación tradicional, así como en el rol del docente y la manera de aprender de los educandos (Sánchez y Toledo, 2017; Vital, 2017).

En las instituciones educativas el uso de los Smartphones se ha convertido en algo cotidiano en los estudiantes, lo cual, en vez de un problema dentro del aula de clases, con la realidad aumentada se vuelve una fortaleza, ya que su empleo más común es en los dispositivos móviles que mediante la visión de computadora de su cámara, permite posicionar escenas y objetos virtuales en un entorno real, que en la práctica académica ayuda a acceder a objetos tridimensionales, que muchas veces su uso está restringido por las limitaciones económicas o la relación entre la cantidad de equipos hábiles y el número de alumnos matriculados. Esta tecnología constituye una nueva estrategia metodológica a emplearse en la gestión educativa (Kapoor y Naik, 2020; Astudillo, 2019; Samaniego *et al.*, 2019).

Esta tecnología emergente de RA actúa como un refuerzo positivo en el interés y motivación del alumno en asignaturas que normalmente resultan tediosas, puesto que facilita el aprendizaje mediante el contraste de fenómenos abstractos que se encuentran en el mundo real. En los dispositivos Smartphone se puede acceder a la realidad aumentada a través de marcadores y geolocalización (Ruiz, 2019).

La RA basada en marcadores, se basa en el reconocimiento de patrones 2D y de objetos 3D (como una mesa, un árbol, el cuerpo humano, etc.). Estos marcadores consisten en un diseño distintivo que normalmente debe imprimirse, en el cual, con la cámara del teléfono direccionada hacia el marcador, permite el posicionamiento del objeto sobre él. Hay algunos ejemplos de kit de desarrollo de software (en inglés, software development kit o SDK) que permiten el uso de marcadores, entre los más usados con licencia comercial y gratuita que soportan Android e iOS están: el SDK de Vuforia, SDK de Wikitude y SDK de EasyAR (Moreno, 2017).

La RA basada en geolocalización, reemplaza los marcadores por el uso de GPS y la brújula del móvil, en donde, el contenido de RA se superpone en un punto de interés, mediante el uso de localización y mapeo simultáneo. Este tipo de realidad aumentada posee un limitante en cuanto a los Smartphones que lo soportan. Entre los ejemplos de kit de desarrollo de software de esta tecnología tenemos a: ARCore creada por Google para dispositivos Android y ARKit creada por Apple para dispositivos iOS. (Sánchez y Toledo, 2017; Efrén *et al.*, 2021).

Con lo expuesto anteriormente, se analiza que la tecnología de realidad aumentada más conveniente para el desarrollo de la AR Female Anatomy, es la basada en marcadores, dado que es compatible con la gran mayoría de dispositivos Smartphone.

Sin embargo, aunque el uso de los marcadores son los que ofrecen el efecto de interacción con el mundo real, de forma alternativa se desarrolló la aplicación móvil pensada también para usarla sin el marcador, pero sin este efecto de RA.

## CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE OFERTA Y DEMANDA

### 3.1. MERCADO META

La realidad aumentada se proyecta como una herramienta educativa que permite mejorar significativamente los resultados del aprendizaje, aportando contenidos atractivos e interactivos, experiencias inmersivas, y flexibilidad, así como autonomía para los estudiantes. El contenido educativo de RA continuará diseminándose en los años venideros, abarcando un sinnúmero de temas y necesidades de aprendizaje de todos los grupos de edad. Según ABI Research, para el año 2023 el valor total de las soluciones de RA para educación rondará los 700 millones de dólares (IT Reseller, 2019).

Con lo antes expuesto, y dado que se muestra un crecimiento exponencial en el uso de esta nueva tecnología emergente, como lo es la realidad aumentada, se estableció como mercado meta a las instituciones educativas de nivel primario y secundario de todo el territorio ecuatoriano.

#### 3.1.2. SEGMENTACIÓN DE MERCADO

La segmentación de mercados se refiere a la división de un mercado total en segmentos más pequeños y homogéneos en cuanto a necesidades, deseos y comportamiento similares, cuyo fin es conocer realmente a los consumidores. Uno de los factores clave para el éxito de una empresa es su capacidad de segmentar convenientemente su mercado y de esta manera aplicar estrategias o mezclas de marketing diferenciadas (Bernal, 2017).

El mercado al cual está dirigida la aplicación móvil de RA del presente proyecto se muestra en la Tabla 3.1, empleando 4 criterios de segmentación.

Tabla 3.1. Segmentación del mercado

Criterios de segmentación	Variables	Cliente potencial
Geográfica	País	Ecuador
	Región	Sierra, costa, oriente, insular.
	Tipo de población	Rural, urbana.
	Tipo de clima	Frio, cálido.
Demográfica	Educación	Primaria, secundaria, superior, postgrado.

Criterios de segmentación	Variables	Cliente potencial
	Ocupación	Estudiante, docente.
	Ingresos	Bajo, medio, alto.
Conductual	Beneficios	-Ayuda a mejorar la formación de personas con impedimentos. -La información se torna mucho más interesante y visual. -Mejora el proceso enseñanza-aprendizaje. -Incrementa el interés del discente por aprender. -Fomenta el autoaprendizaje.
	Actitud	-Activos en el aprendizaje. -Positivismo.
Psicográfica	Estilo de vida	Moderno, con conciencia reflexiva.
	Valores	Responsable, abierto al cambio.

*Fuente: el autor.*

### 3.2. ANÁLISIS DE LA OFERTA

El análisis de la oferta tiene por objetivo determinar las condiciones y cantidades de un bien o servicio que se planea vender en el mercado. La oferta es la cantidad de productos que se ponen a disponibilidad del público consumidor (mercado) en determinadas cantidades, precios, tiempos y lugares. El análisis de la oferta posibilita valorar fortalezas y debilidades e incorporar estrategias para mejorar la ventaja competitiva (Lifeder, 2021).

La tecnología emergente de la RA, en el Ecuador empezó a explorarse desde el año 2010, mientras que, en Europa y Estados Unidos, ya eran tendencia. Empero, es notable el progreso que ha mostrado, con la puesta en escena de nuevas propuestas creativas promocionales, no dirigidas únicamente a marcas o productos, sino a ampliar su campo de trabajo en diferentes disciplinas, algunas empresas de Marketing se están renovando con el desarrollo de publicidad con RA. Los servicios que ofrecen son ideales para la activación de marca, sin embargo, es poco aplicada aún en el país (Bajaña *et al.*, 2017).

En Ecuador la realidad aumentada ha ido integrándose de manera progresiva, aunque si existen empresas que se encargan de la investigación y desarrollo multimedia en este ámbito. Las cuales poseen profesionales innovadores que garantizan una buena calidad y buenos precios en ámbito regional, estas empresas en su mayoría se

encuentra en la ciudad de Quito, pero también se pueden localizar en otras ciudades del país (Balladares, 2019).

Cabe destacar que son las universidades ecuatorianas en la etapa de exploración de esta tecnología emergente, las que constituyen otra fuente de impulso de iniciativas para introducir la realidad aumentada en propuestas de proyectos publicitarios y en el área de la educación (Bajaña *et al.*, 2017).

La tecnología de realidad aumentada gana terreno en el Ecuador. Cada vez hay más empresas que se suman al desarrollo de proyectos de RA, sobre todo para las áreas educativas y de marketing. [...]. Javier Oñate actual director de la empresa Camaleón Diseño Visual, expresa que, estas tecnologías emergentes hace unos años se valoraban como un privilegio de empresas con grandes capitales, dado que en ese momento eran plataformas de alto costo. Y en poco tiempo estos costos bajaron posibilitando que otras organizaciones empezaran a formar parte de estos campos y, por consiguiente, aumentará la demanda de empresas que requerían estos servicios (Rodríguez y Andrea, 2019).

En la Tabla 3.2 se enumeran algunas de las empresas dedicadas a la realidad aumentada y al diseño 3D en Ecuador.

**Tabla 3.2.** Servicios y ubicación de empresas dedicadas a la RA y diseño 3D

<b>Empresa</b>	<b>Servicios</b>	<b>Ubicación</b>
Camaleón Diseño Visual	- Realidad aumentada - Animación 2D y 3D - Web Apps - Mapping arquitectónico - Producción audiovisual	Quito
Wawa Technologies	- Realidad aumentada - Realidad virtual - Juegos Kinect - Desarrollo de Apps - Diseño web	Quito
Plan Below	- Realidad aumentada - Realidad virtual - Pantallas táctiles - Mapping	Guayaquil
Sais 3D	- Diseño y modelado 3D - Impresiones 3D	Quito Ambato
Maker Group	- Diseño de modelado 3D - Impresiones 3D	Quito Guayaquil Cuenca
Helguero 3D	- Diseño y modelado 3D - Impresiones 3D de imágenes medidas	Guayaquil

Empresa	Servicios	Ubicación
Pulpo	- Kits para la educación	Quito
	- Realidad Aumentada	
	- Realidad Virtual	
	- Apps móviles	
	- E-commerce	
Medium	- Software a la medida	Quito
	- Apps de realidad aumentada	
	- Aplicaciones web	
	- Aplicaciones móviles nativas	
	- Aplicaciones Híbridas	

*Fuente: Balladares, 2019*

De acuerdo con la información obtenida del portal Web Star of Service (2021) en la provincia de Manabí no existen empresas que ofrezcan servicios de realidad aumentada. Por lo que se puede determinar que en esta provincia no existe una oferta de esta tecnología emergente que esté consolidada y además se vislumbra un mercado con potenciales clientes.

### 3.3. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

El análisis de la demanda es la base de la cual se parte para la toma de decisiones de las empresas y de los clientes. Además, provee de un mayor entendimiento de los mercados de alta demanda para saber qué tipo de ofertas lanzar. También permiten conocer si los ingresos esperados posibilitaron la expansión de las operaciones comerciales (Torres, 2020).

La realidad aumentada empezó su índice de mayor demanda en el 2016, a raíz de que la empresa de videojuegos estadounidense Niantic, especializada en realidad aumentada lanzó Pokémon Go, su juego insignia. Volviéndose un fenómeno mundial con más de 15 millones de usuarios. Su popularidad se debía a que cumplía con la realización de los sueños de infancia de millones de usuarios, de capturar Pokémon tal como lo hacían en la serie (El Comercio, 2019).

Para el uso de la realidad aumentada se requiere del empleo de un teléfono inteligente, y naturalmente se puede llegar a concluir de manera precipitada que este tipo de herramientas no están al alcance de los educandos, pero la realidad es que la brecha tecnológica se está acortando, dado que, según los datos aportados por Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en el 2015, 3,084,886 ecuatorianos declararon tener un Smartphone casi cinco veces más que lo reportado en el 2011 cuando la cifra era de 522,640 (INEC, 2016)



Según la publicación estadística de Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) de julio de 2017, 46.4% de usuarios del Servicio móvil avanzado disponen de un Smartphone y de ellos 11 de cada 100 niños, de entre 5 y 15 años, posee un teléfono móvil activo, y de ellos 6 usan un Smartphone, también existen 8,1 millones de cuentas de internet móvil (ARCOTEL, 2017).

En lo concerniente a las estadísticas del 2019 se registró un aumento en la disponibilidad de dispositivos móviles inteligentes, alcanzando un 59,9% en todo el país, en donde el uso de estos dispositivos en el entorno urbano sobrepasa del rural (INEC, 2019).

Siguiendo este patrón de crecimiento, es claro determinar que estas cifras en la actualidad se han multiplicado aún más. Abriendo un campo de nuevas oportunidades, así como la demanda del sector de la educación por este tipo de tecnología de realidad aumentada.

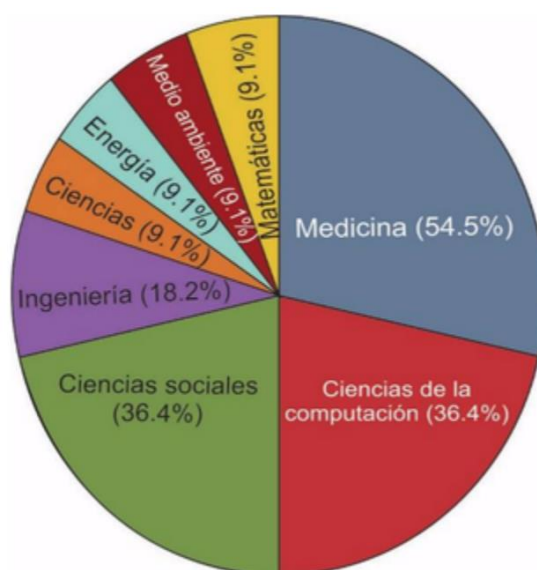
### **3.4. MERCADO POTENCIAL**

La realidad aumentada es una tecnología que propone una visión innovadora en la creación de contenidos, enriqueciendo la realidad con información relevante y detallada, que posee una enorme capacidad de adaptabilidad a la vida cotidiana. El desarrollo de RA se ha venido centrando en el marketing y el ocio, empero, en los últimos años se ha incursionado en la explotación de la RA en campos como el del turismo, la salud y educación, para este último se vislumbra un futuro prometedor dado que tiene el potencial para revolucionar el proceso enseñanza-aprendizaje, pues permite transmitir conceptos abstractos de manera visual mediante objetos 3D vinculados a la realidad, lo cual convierte al estudiante de un receptor pasivo a un protagonista activo del proceso de aprendizaje (Kucuk, 2020; Jaramillo *et al.*, 2018).

En los últimos años la popularidad de los dispositivos Smartphone, así como el desarrollo de las tecnologías de RA han presentado un constante crecimiento, sumada a esta tendencia se presentó un estímulo mayor para su uso, a raíz de la pandemia del Covid-19. Tomando en cuenta estas premisas se vislumbra que el crecimiento global de la realidad aumentada en el 2020 se estima en 10,7 mil millones

de dólares con una proyección para el 2027 de 23,6 mil millones de dólares (Dergarabedian, 2020).

En lo concerniente a las investigaciones realizadas sobre la realidad aumentada en la educación en todo el mundo como se muestra en la Figura 3.1, las áreas donde predomina su mayor aplicación son, medicina, ciencias sociales y ciencias computacionales y de manera secundaria en la ingeniería, ciencias, energía, medio ambiente y matemáticas. Por lo que la RA en el entorno educativo se ha convertido en una herramienta potencialmente relevante (Jaramillo *et al.*, 2018).



**Figura 3.1.** Áreas de aplicación de la RA en la educación  
Fuente: Datos tomados de Jaramillo *et al.* (2018).

Por otro lado, en lo que respecta al uso de sistemas operativos de los dispositivos Smartphone, los datos reflejan que Android posee el mayor número de usuarios que se estiman en un 70% e iOS con un 24% y el porcentaje restante es de otros SO. (Gottardo, 2021).

En consideración de todo lo expuesto, se estableció como Mercado Potencial al del sector de la educación, abarcando las áreas de Ciencias y de Medicina, dado que son áreas poco explotadas en el Ecuador, en lo que respecta a aplicaciones educativas de realidad aumentada.

La AR Female Anatomy se basó en marcadores y fue dirigida a SO Android. Sin embargo, analizando los datos, se proyecta que, para alcanzar nuevos mercados potenciales, es necesario ampliar el desarrollo de las aplicaciones móviles de RA a

otras áreas de la educación, así como para su uso en dispositivos con sistema operativo iOS y que empleen la RA con geolocalización.

### 3.5. ANÁLISIS DE PRECIOS

En este apartado se analizaron los costos que podría llegar a tener la AR Female Anatomy.

Con este propósito, se hizo una comparativa de precios de algunas aplicaciones de RA pago, disponibles en las tiendas de aplicaciones como se muestra en la Tabla 3.3.

**Tabla 3.3.** Comparativa de precios de aplicaciones de RA

Aplicación móvil RA	Características	Disparador	Precio USD
SkyView	Apuntando al cielo con la cámara muestra en RA planetas, estrellas etc.	geolocalización	1.57
Arloon Chemistry	Aprender clases de química en un laboratorio de RA.	marcador	2.99
Anatomy   The Human Body - Arllon	Aprender de forma interactiva el funcionamiento del cuerpo humano en RA	marcador	2.99
Arloon Geometry	Clases de geometría con polígonos en RA	marcador	2.99
Quiver	Permite ver dibujos de una serie de folios en RA, los folios vienen con la aplicación para ser impresos	marcador	5.66
MagicPlan	Al Clicar en diferentes puntos de una habitación crea un plano en RA.	geolocalización	9.99
Atlas de anatomía humana 2021: el cuerpo en 3D	Es un atlas de anatomía humana de RA en 3D.	marcador	29.54

*Fuente:* Datos tomados de la Tienda de aplicaciones: Google Play Store y Galaxy Store

Además, se efectuó una encuesta (ver Anexo 4) a 21 alumnos de primero de bachillerato y 5 docentes de la Unidad Educativa ITSI Chone. Para determinar las alternativas de costos más atractivas para los usuarios.

La misma que reveló que el 81% de los participantes consideran adecuado pagar USD 2,99 dólares, mientras que el 19% pagar el costo de USD 4,99 dólares, como se aprecia en la Figura 3.2.

¿Qué precio considera adecuado pagar por una app de realidad aumentada en 3D para el aprendizaje de la anatomía humana?

26 respuestas

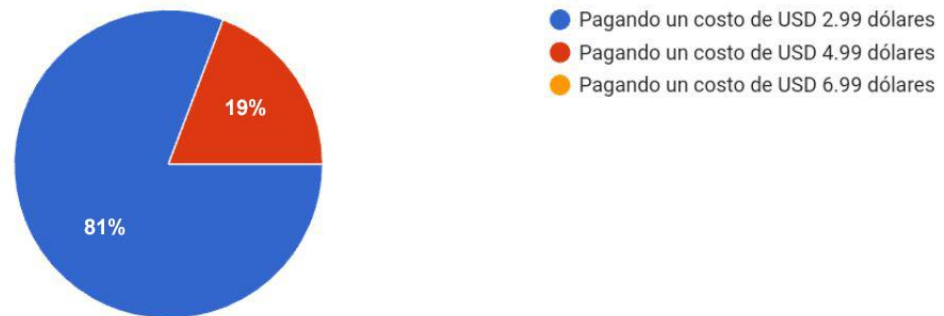


Figura 3.2. Resultados de la encuesta de costos

Fuente: <https://docs.google.com/forms>

Con base en el análisis comparativo de la Tabla 3.3 y la encuesta de costos realizada a estudiantes y docentes del ITSI Chone, se planteó aplicar un modelo de negocios con una estrategia de precios que se dividió en 2 tipos:

- **Aplicación móvil Premium (pago)**

El costo de la app se dará por un precio individual de descarga de la tienda de aplicaciones Google Play Store de USD 2.99 dólares. Se decidió optar por un precio reducido para tener mayor competitividad con aplicaciones que tienen más tiempo y posicionamiento en el mercado.

- **Aplicación móvil Free (gratuita) con publicidad**

La descarga de la aplicación se hará de forma gratuita de la tienda de aplicaciones Play Store, pero esta estará monetizada a través de la incrustación de la publicidad de empresas, que pueden ser a manera de banner, anuncio o vídeo. Este tipo de modelo los ingresos varían según el tiempo que se muestre publicidad (Gómez y Cecilia, 2021).

La AR Female Anatomy Free, además de contener publicidad, no se le incluyó el sistema muscular ni la perspectiva de piel vs. partes internas del cuerpo, con un tamaño de almacenamiento de 158 MB, mientras que la AR Female Anatomy Premium pesa 169 MB por ser una versión más completa y ambas están disponibles para el SO Android v. 7.0 y posteriores en la tienda de aplicaciones Google Play Store.

# CAPÍTULO IV. INGENIERÍA DEL PROYECTO

## 4.1. PROCESO DE FABRICACIÓN

Para llevar a cabo este proyecto de titulación que permitió desarrollar la aplicación AR Female Anatomy orientada al proceso enseñanza-aprendizaje de la anatomía humana, se establecieron los objetivos específicos tres y cuatro como fases metodológicas, el ciclo de vida para este modelo consta de 2 fases:

**Desarrollo app.** - que comprenden 5 etapas:

- **Determinar la estructura y contenido de la aplicación móvil**, aquí se definió el número de interfaces realizadas, así como la forma visual y el contenido de cada una de ellas.
- **Diseñar los objetos que conformarán el modelo 3D**, en esta etapa se modelan cada una de las partes del cuerpo en 3D, mediante el software de código libre Blender 2.8.
- **Configuración y aplicación de la herramienta de RA seleccionada**, se diseñó el marcador y en la pág. Web de Vuforia se creó la base de datos del image target que contiene los datos necesarios para usar el marcador de RA; en el software de desarrollo Unity 3D versión 2019. 4.1f1 se realizó la configuración del proyecto y del SDK de Vuforia requerido para utilizar el marcador.
- **Diseño y desarrollo de la aplicación en la plataforma seleccionada**, aquí se diseñó y desarrolló la aplicación
- **Escribir el código fuente requerido**, se complementó la aplicación móvil con el código fuente en lenguaje C# para darle su funcionalidad, empleando el editor de código Visual Studio Code 1.56.2

**Pruebas app.** - que comprende 3 etapas:

- **Pruebas unitarias**, comprobó el código por unidad.
- **Pruebas de flujo de control**, se buscó errores lógicos en la aplicación.
- **Pruebas de usabilidad**, se testeó a los estudiantes y docentes del ITSI Chone para determinar la facilidad de uso entre otras dimensiones.

## 4.2. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO/PROYECTO

### 4.2.1. DESARROLLO APP

#### DETERMINAR LA ESTRUCTURA Y CONTENIDO DE LA APLICACIÓN MÓVIL

La AR Female Anatomy se realizó en Unity 3D, en este software al espacio donde se crean los elementos de la interfaz de usuario (UI) y los objetos del juego, se los denomina “escenas”, para la aplicación se desarrollaron 3 escenas. La primera escena es la del “Menú” como se muestra en la Figura 4.1, que contiene el “botón de iniciar” que permite ir a la “escena de la RA”, el “botón información” que lleva a una escena con el mismo nombre y el “botón salir” para finalizar la aplicación.



Figura 4.1. Escena Menú

Otra escena es la de Información, que contempla un resumen instructivo de uso de la aplicación, dos links de descarga del marcador, la URL de la página Web AR Female Anatomy y un botón para retornar al menú, como se muestra en la Figura 4.2.



Figura 4.2. Escena Información

Por último, tenemos la escena de la RA, que es donde se interactúa con el modelo 3D del cuerpo humano femenino, tal como se observa en la Figura 4.3, que contiene botones para mostrar y ocultar las diferentes partes anatómicas, que comprenden: piel, ojos, cabello, glándulas mamarias, sistema muscular, sistema esquelético, sistema nervioso, sistema circulatorio, sistema linfático, sistema respiratorio, sistema digestivo, sistema urinario y el sistema reproductor.

También otros botones, para capturar instantáneas, de escalado, para ocultar individualmente los objetos al ser seleccionados, reiniciar posición del modelo, para girar y para retornar al menú; además el “touch” (táctil) de la pantalla permite seleccionar, escalar, girar y trasladar el modelo; cada vez que se seleccione una parte del cuerpo mostrará una etiqueta con el nombre de este. Dicha escena requerirá el uso del marcador para posicionar automáticamente el modelo 3D y ofrecer el efecto de interacción con el entorno, sin embargo, se podrá usar sin el marcador, pero sin este efecto de interacción, simplemente presionando todos los botones de mostrar.

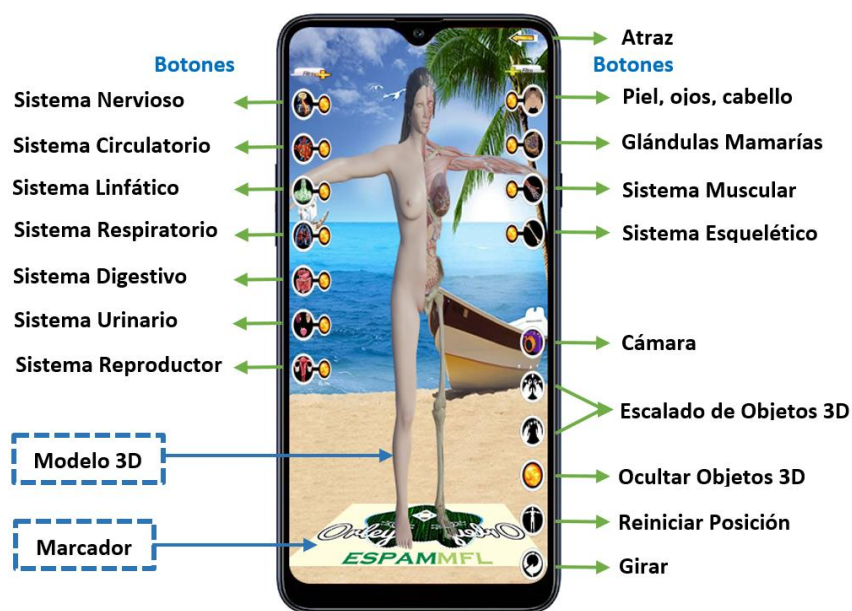


Figura 4.3. Escena de la RA (con perspectiva de piel vs. partes internas del cuerpo)

## DISEÑAR LOS OBJETOS QUE CONFORMARÁN EL MODELO 3D

En el diseño de las partes del cuerpo humano femenino en 3D se empleó el software Blender 2.8. Para este proceso se utilizaron planos de cada una de las partes del cuerpo humano en los ejes x, y, z, con los cuales se pudo modelar los objetos tridimensionales con sus diferentes texturas e iluminación.

- **Modelado del cuerpo femenino**

En la Tabla 4.1 se detalla el listado de las partes del cuerpo femenino modeladas, así como el número de modelos y el total de objetos por cada uno de ellos.

**Tabla 4.1.** Listado de las partes del cuerpo femenino modeladas

Nombre	n° Modelo 3D	n° de objetos por cada modelo
Sistema esquelético	80	228
Sistema muscular	140	412
Glándulas mamarias	2	4
Sistema nervioso	5	6
Sistema circulatorio	3	3
Sistema linfático	5	517
Sistema respiratorio	6	8
Sistema digestivo	13	18
Sistema urinario	5	8
Sistema reproductor	5	7
Cabello, ojos y piel	3	4
<b>TOTAL</b>	<b>267</b>	<b>1,215</b>

La Figura 4.4 muestra el modelado 3D de la anatomía femenina, en donde las partes del cuerpo del lado derecho como el izquierdo por ser iguales se les dio la misma denominación (ver Anexo 1) y en total se diseñaron 267 modelos 3D, que al sumar los objetos creados en cada modelo nos da la cantidad de 1,215.

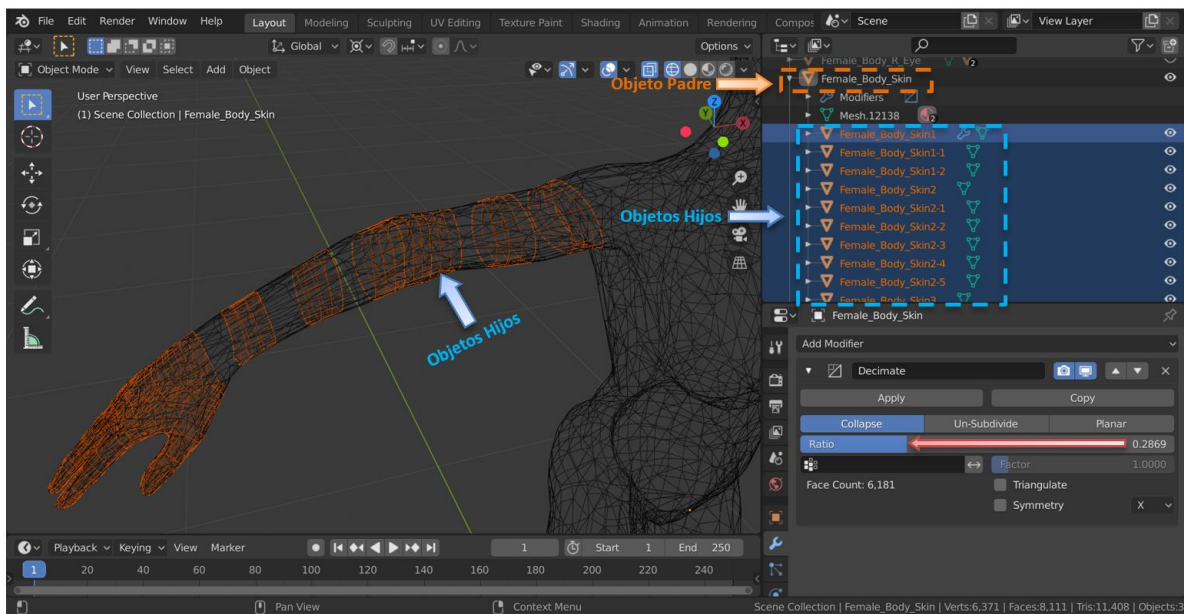


**Figura 4.4.** Modelado del cuerpo femenino en 3D



- **Agregar objetos hijos a cada modelado**

Por cada objeto modelado se crearon objetos hijos con su misma forma, pero disminuyendo sus vértices con la “ratio” del modificador “Decimate”, tal como se observa en las Figuras 4.5, teniendo como finalidad construir los “Colliders” (componente que determina la forma de un objeto para detectar colisiones físicas) alrededor de la maya de estos objetos, mediante el “Mesh Collider” de Unity, que tiene gran precisión en la detección de colisiones.



**Figura 4.5.** Objetos hijos de la piel con disminución de vértices

Una vez culminado el diseño del modelo del cuerpo femenino en 3D, se los exporto en formato FBX para ser utilizado en Unity 3D e integrado con el SDK de Vuforia.

## **CONFIGURACIÓN Y APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE RA SELECCIONADA**

### **Diseño del marcador**

Para que la realidad aumentada funcione se necesita de un “marcador”, que la aplicación detecta y en la que se posiciona el modelo 3D, este diseño se realizó en el software Adobe Photoshop CS6. El marcador consiste en un logotipo personalizado como se observa en la Figura 4.6, el cual reúne las características de aleatoriedad y de contraste de zonas brillantes, que posibilita una mayor cantidad de puntos reconocibles en la imagen por la librería de RA de Vuforia.



Figura 4.6. Marcador

## Crear base de datos en Vuforia

Una vez diseñado el marcador se empleó la herramienta online de Vuforia (<https://developer.vuforia.com/>) para crear la base de datos.

Lo primero es obtener una licencia de Vuforia, para lo cual se indica el motivo para el cual se está desarrollando. Después se crea la base de datos y se procede a agregar la imagen del marcador, así como se muestra en las Figuras 4.7.

Figura 4.7. Agregamos imagen del marcador a la base de datos

Finalmente, se descargó la base de datos para luego ser importado a Unity 3D como se ve en la Figura 4.8. Las 5 estrellas indican que el marcador posee la mejor calidad, lo que ofrece una mayor estabilidad al momento de rastrear la RA.

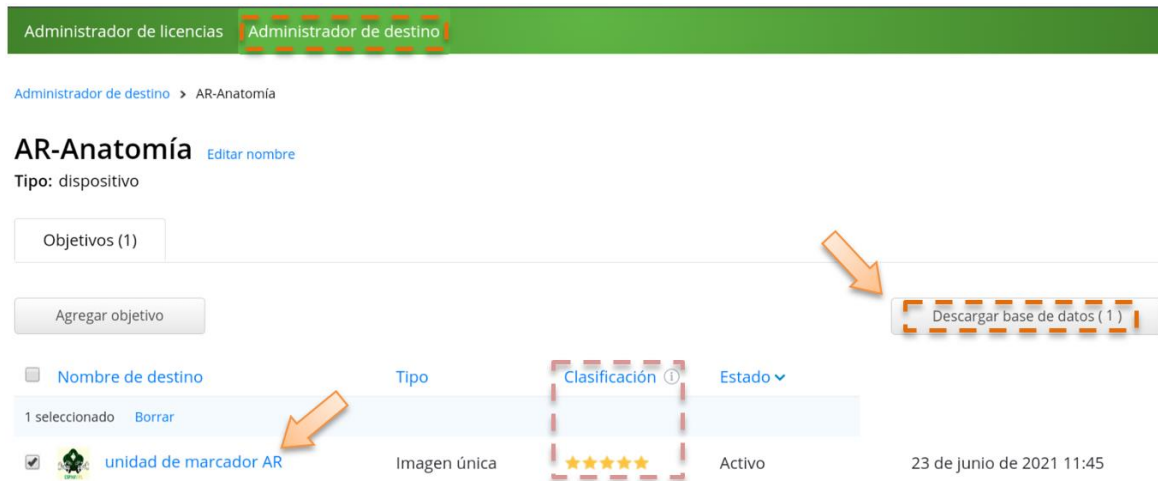


Figura 4.8. Calidad del marcador y descarga de la base de datos

## Configuración de Unity 3D con Vuforia

Una vez creado el proyecto en Unity 3D, se eligió Android como plataforma de desarrollo como se muestra en la Figura 4.9.

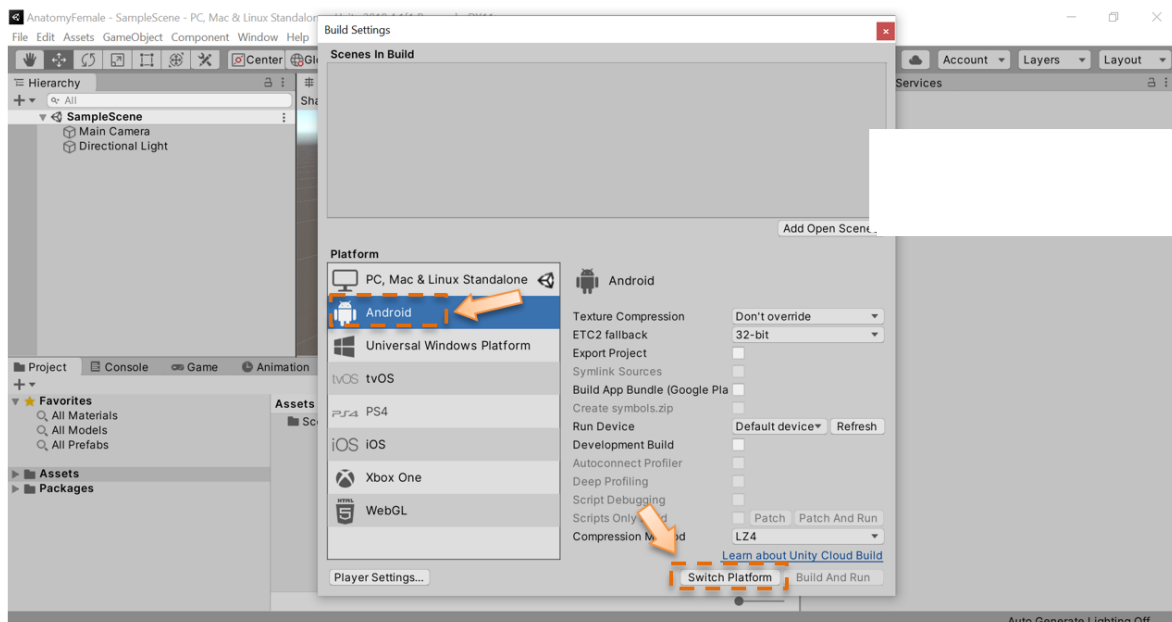


Figura 4.9. Elección de Android como plataforma de desarrollo

En Package Manager se instaló el SDK de Vuforia como se ve en la Figura 4.10

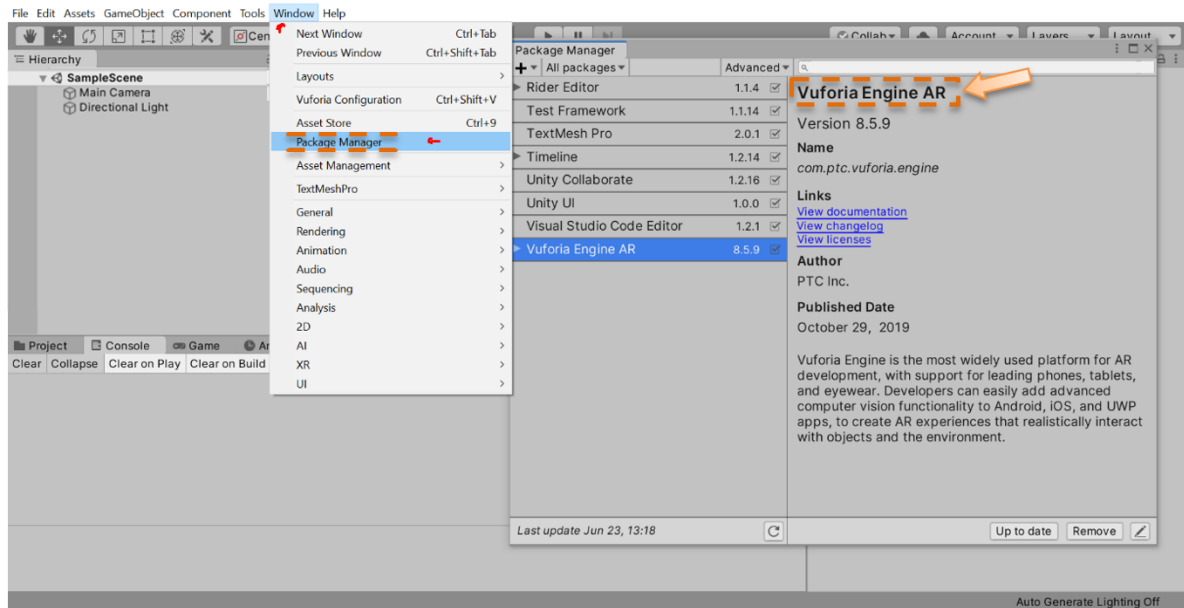


Figura 4.10. Instalación del SDK de Vuforia

Se guardó la escena con el nombre de Female; luego en la “ventana de Jerarquías” se procedió a eliminar la cámara principal que viene por defecto creando una nueva de cámara de RA (AR Camara) y se agregó un “Image Target” al cual en la “ventana del Inspector” se le seleccionó la base de datos previamente importada y la imagen del marcador como se aprecia en la Figura 4.11.

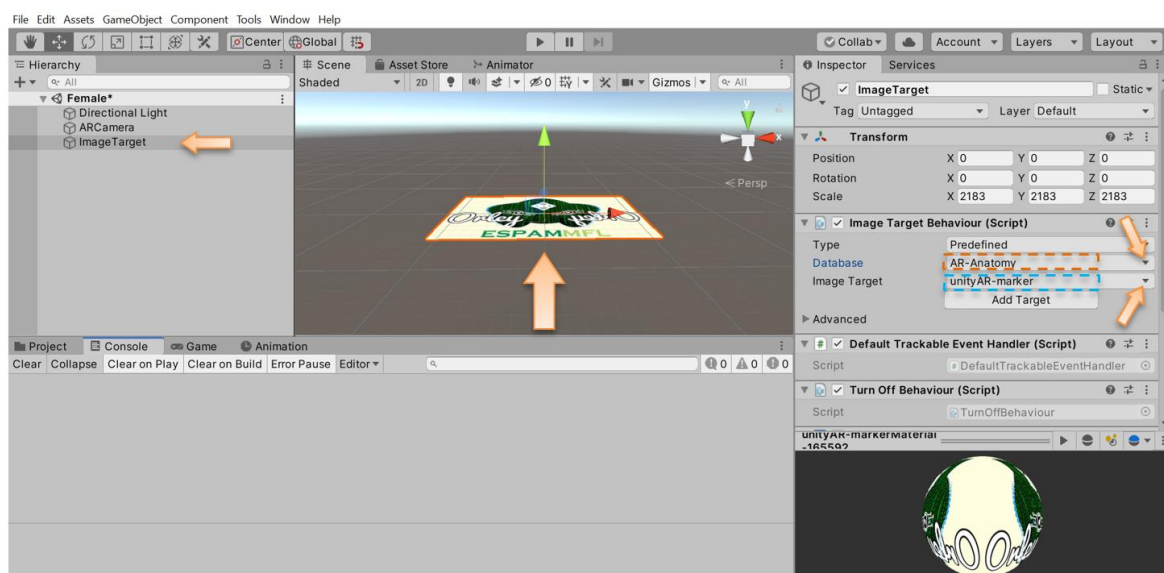


Figura 4.11. Seleccionar Base de Datos e Image Target

En Ar Camara se agregó la licencia para usar la base de datos Vuforia, la cual se observa en la Figura 4.12.

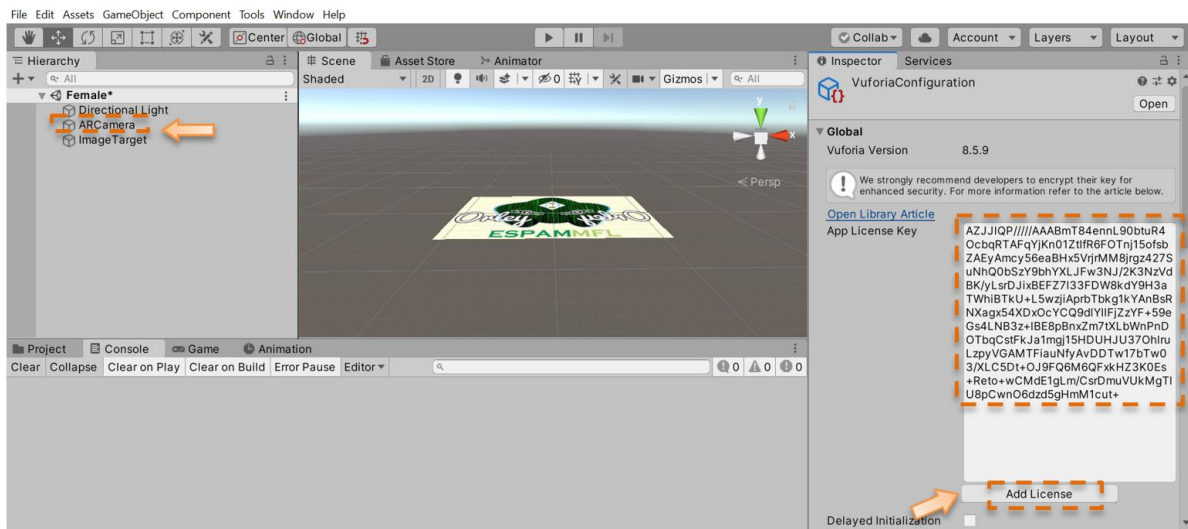


Figura 4.12. Agregar licencia de uso de Bases de Datos Vuforia

Por último, se importó el modelo de anatomía 3D (female.fbx), y se lo agregó como hijo del Image Target para posicionarlo sobre el marcador como se ve en la Figura 4.13.

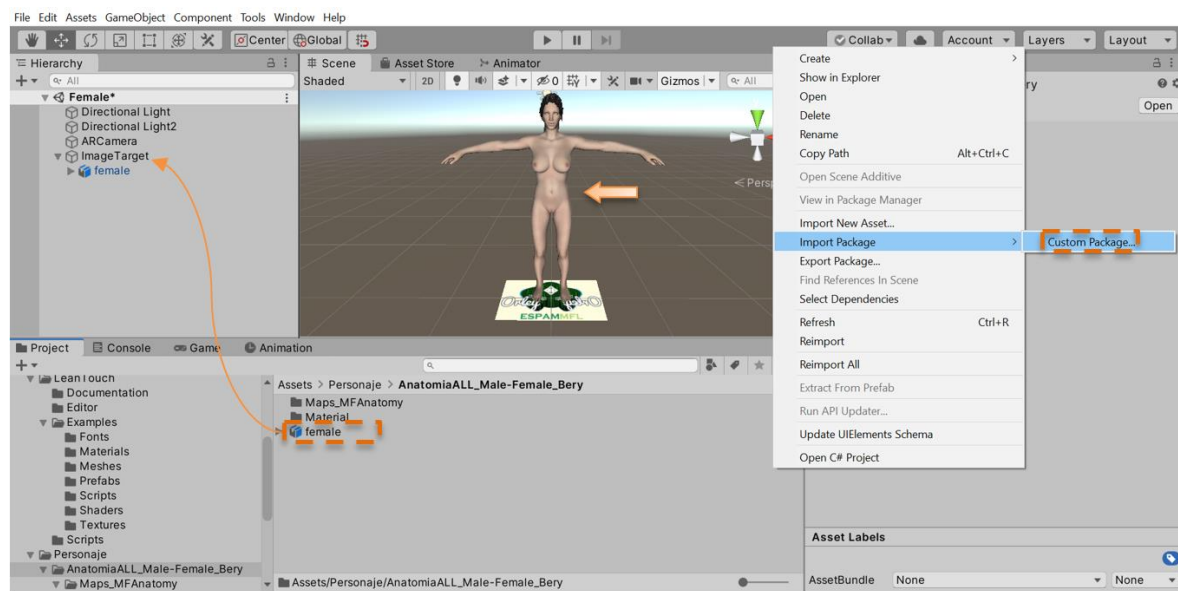


Figura 4.13. Importar modelo 3D y agregarlo al Image Target

## DISEÑO Y DESARROLLO DE LA APLICACIÓN EN LA PLATAFORMA SELECCIONADA

### Escena del modelo 3D de RA

En esta etapa se procedió a agregar los “Mesh Collider” a cada objeto hijo, esto se hizo para todas las partes del cuerpo. En el caso de los ojos como se ve en la Figura 4.14, se agregaron dos Mesh Collider dado que solo tiene dos objetos hijos y se les activó el “Is Trigger”.

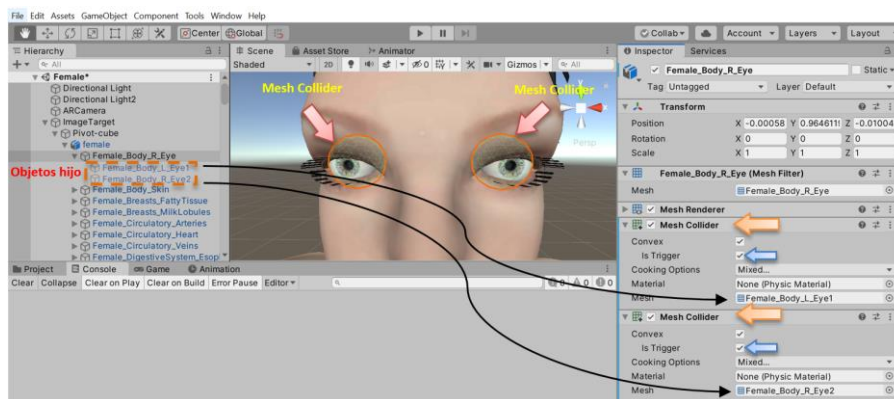


Figura 4.14. Agregar Mesh Collider a los objetos hijos de los ojos

Todos los elementos UI como: Image, Raw Image, Text, etc., van a estar contenidos dentro de un objeto UI del tipo “Canvas”. Para implementar las etiquetas de cada parte del cuerpo, se creó un Canvas que se lo colocó dentro de un “GameObject” estableciéndose así como el objeto hijo, la etiqueta tiene imagen de fondo y dentro de este, dos textos y una imagen para el borde. Luego a la etiqueta se la arrastró al proyecto convirtiéndola en un “Prefab” y se la elimina de la ventana de Jerarquías, como se muestra en la Figura 4.15. Este proceso se hace para todas las etiquetas.

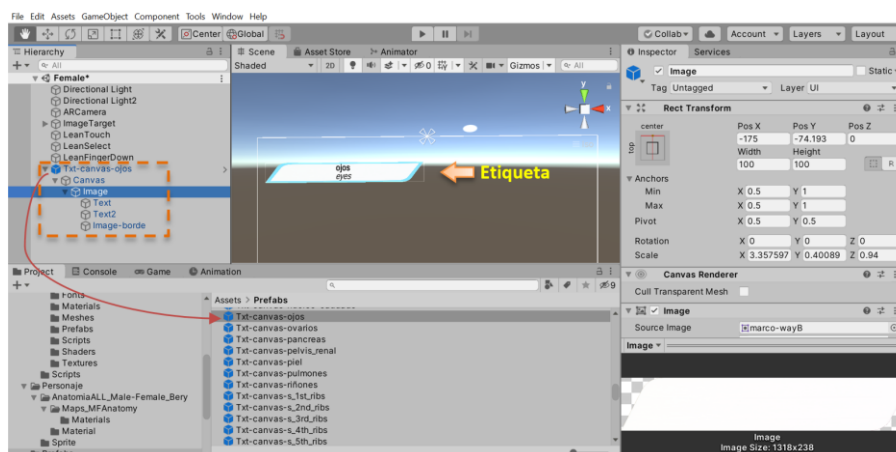


Figura 4.15. Creación de la etiqueta ojos



Se añadió a cada parte del cuerpo (objetos padre) los scripts que posibilitan dar funcionalidad a los botones, tales como mostrar y ocultar los objetos, además una función que permite que al momento de seleccionar el objeto cambie de color, mostrado a las ves una etiqueta y al deseleccionar vuelva al color de su material por defecto y se desvanezca la etiqueta, a este script se le asigna el color del material con el que viene por defecto, un nuevo material con diferente color y el Prefab de la etiqueta creada anteriormente, como se ve en la Figura 4.16.



Figura 4.16. Scripts de funcionalidad de los ojos

Se generó un nuevo Canvas que contendría los botones de la interfaz y cada uno de estos tendría un elemento UI tipo Image. Primero se creó al “botón para mostrar Skin”, al que se le agregó tres eventos “OnClick ()” y en ellos se asignó los objetos ojos, piel y cabello y el script correspondiente. También se creó el “botón para ocultar Skin”, que al igual que el anterior, a los eventos OnClick () se le asignaron los mismos objetos, pero con el script para deshabilitarlos, como se aprecia en la Figura 4.17.

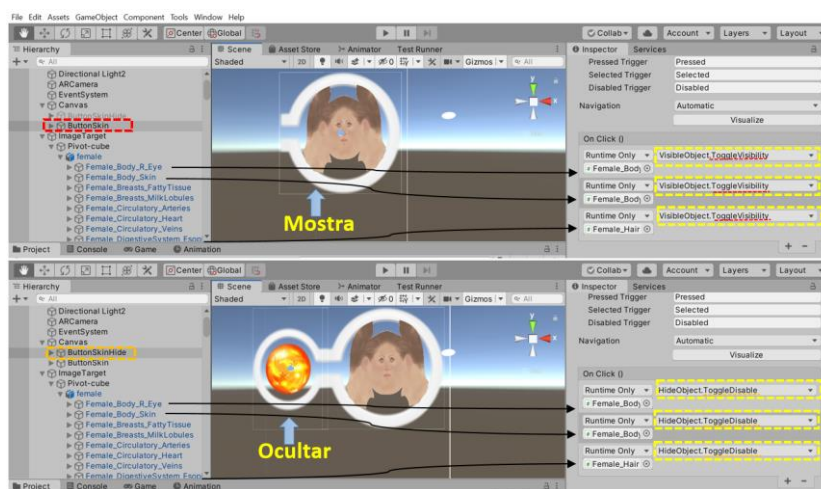


Figura 4.17. Botón mostrar y ocultar skin que contiene los ojos, piel y cabello

Con el mismo proceso se continuó creando los botones de: glándulas mamarias, sistema muscular, sistema esquelético, sistema nervioso, sistema circulatorio, sistema linfático, sistema respiratorio, sistema digestivo, sistema urinario y el sistema reproductor.

Otro botón relevante es el “botón ocultar individualmente” Figura 4.18, al cual en su evento OnClick () se le asigna el script y método requerido para ocultar individualmente los objetos una vez seleccionados.

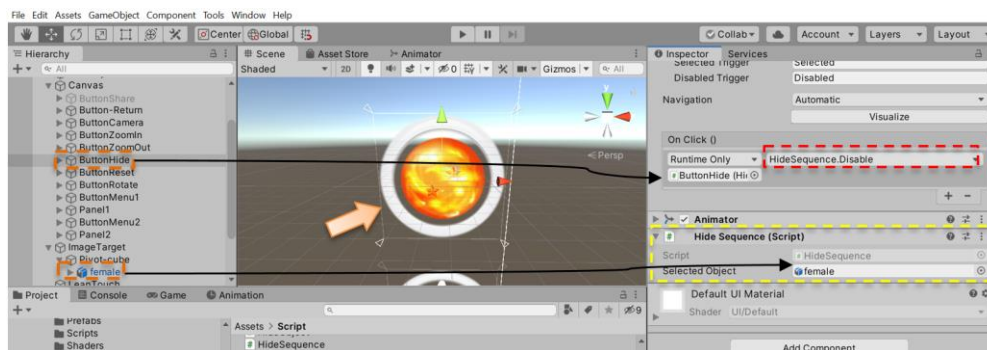


Figura 4.18. Botón ocultar objeto

También se crea el **botón cámara** que permite tomar instantáneas del modelo, **botón aumentar zoom**, **botón reducir zoom**, **botón Reset** que sirve para reiniciar la posición del modelo a su postura inicial y **el botón de giro**.

A todos los botones se les incluye el componente “Animation”, que se configuró para dar una animación de 1 segundo a la imagen, aumentando ligeramente su tamaño cuando son presionados. Y además se añade el componente “Audio Source” que en conjunto con un script le da un sonido corto a los botones, como se ve en la Figura 4.19.

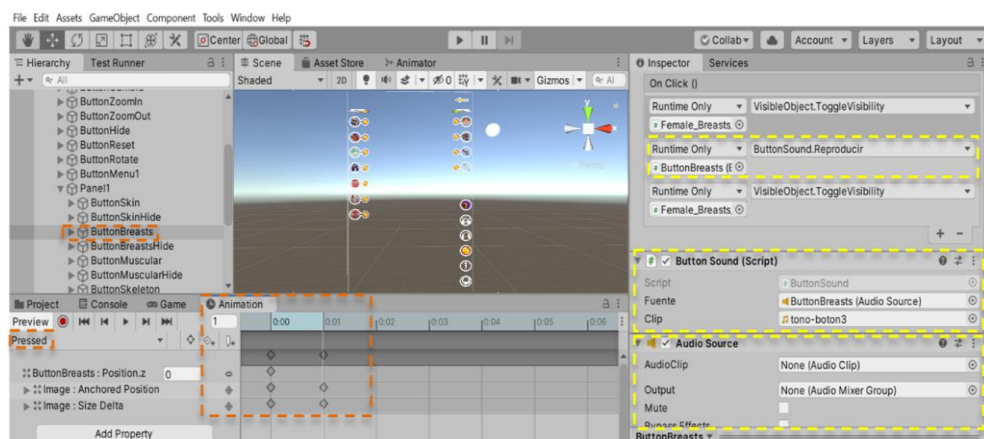


Figura 4.19. Componentes para la animación y sonido de los botones



## Escena Menú

Para el desarrollo de la “escena Menú” en la ventana de Jerarquías se creó un Canvas con tres botones como se aprecia en la Figura 4.20, al “botón de Información” en el evento OnClick () se elige el script que da la funcionalidad para cargar o cambiar a otra escena y en el “botón Salir” a su evento se le añade el script para finalizar la aplicación.

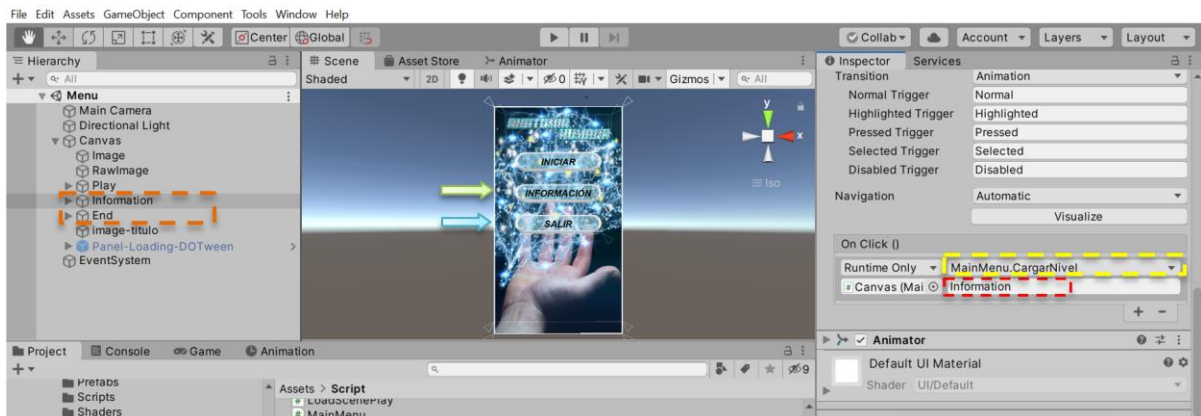


Figura 4.20. Botones del menú

Dentro del Canvas se creó un “Panel” para que sirva como transición al cargar la escena de RA como se ve en la Figura 4.21, el cual tiene un fondo oscuro y los elementos UI tipo Image, Text y Slider, este Panel se lo deshabilita para ser habilitado por código en el momento que se presione el “botón Iniciar”.

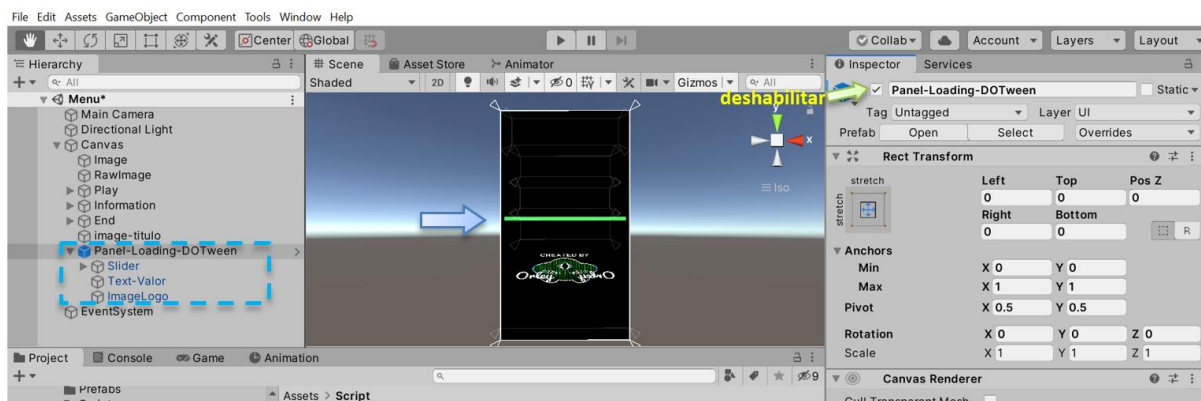


Figura 4.21. Panel de transición para cargar escena de RA

En el botón Inicial se le agrega el script correspondiente, al cual se le asignó el Panel, el Text y el Slider. Y en el evento OnClick () se añade el mismo script con el método para cargar nivel, tal cual se aprecia en la Figura 4.22.

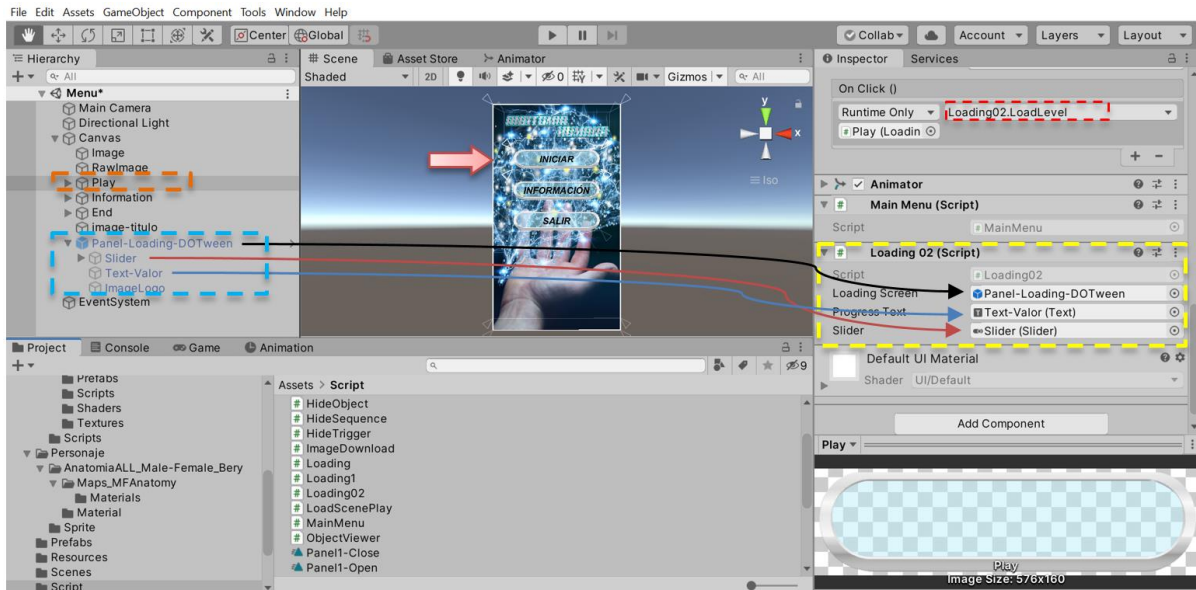


Figura 4.22. Botón Iniciar con su configuración

## Escena Información

La Figura 4.23 muestra la “escena Información”, en la cual también se creó un Canvas con elementos UI básicos (Raw Image, Text y Button) en donde se elaboró un instructivo resumido para el uso de la aplicación e incluye 2 link de descarga del marcador y la URL de la pág. Web de la aplicación, para ello en el evento OnClick () se elige el script requerido. Además, se creó un botón para retornar al menú.

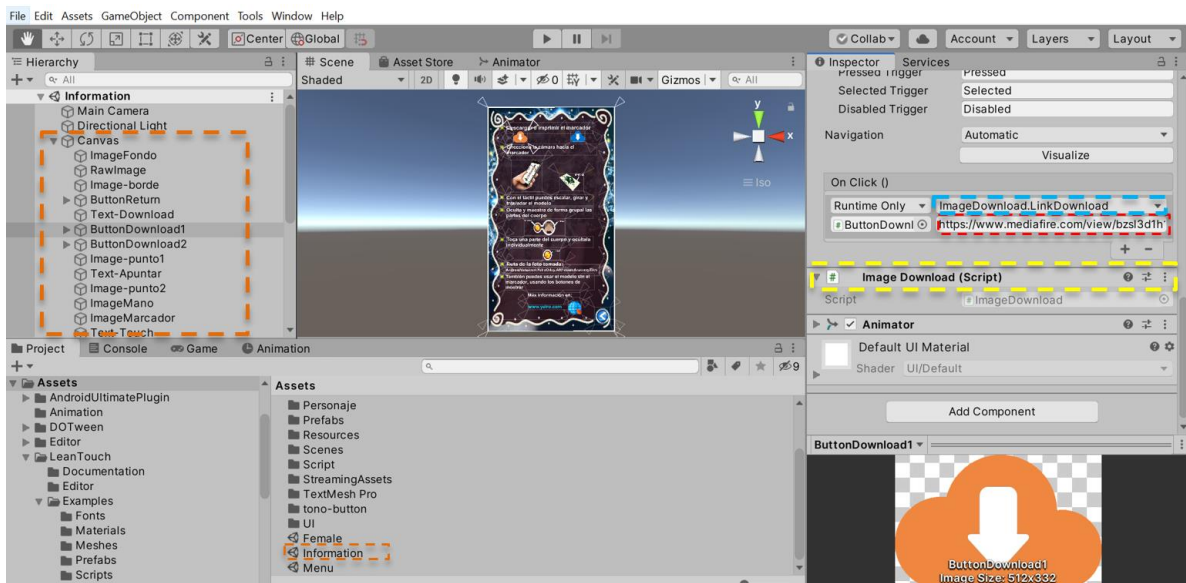


Figura 4.23. Escena Información

## ESCRIBIR EL CÓDIGO FUENTE REQUERIDO

Esta etapa se la llevó a cabo empleando el editor de código Visual Studio Code 1.56.2 usando el lenguaje de programación C# (ver Anexo 3). En la Figura 4.24 se muestran los scripts utilizados para el funcionamiento de la AR Female Anamy.

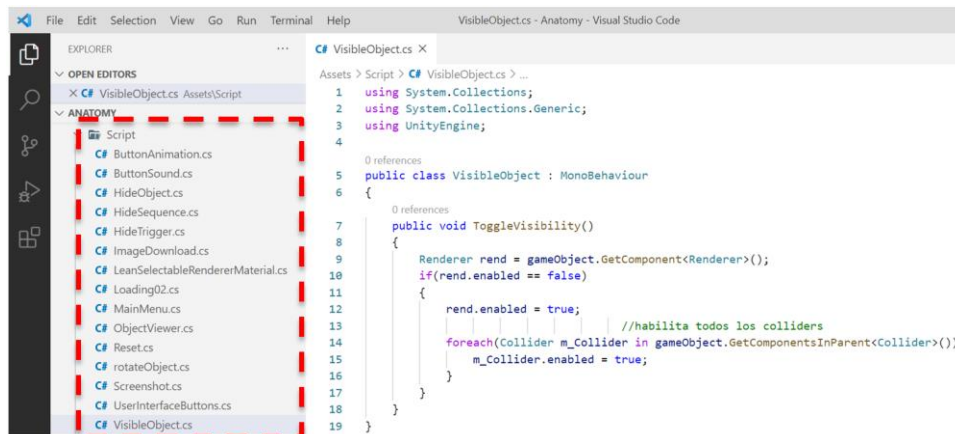


Figura 4.24. Scripts necesarios para el funcionamiento de la aplicación

Para poder usar la pantalla de forma táctil y realizar las acciones de selección, traslado, escalar y rotación vertical del modelo 3D, se descarga de la “Asset Store” de Unity el complemento gratuito “Lean Touch”, como se aprecia en la Figura 4.25, el mismo que se lo adaptó al proyecto para su óptimo funcionamiento.

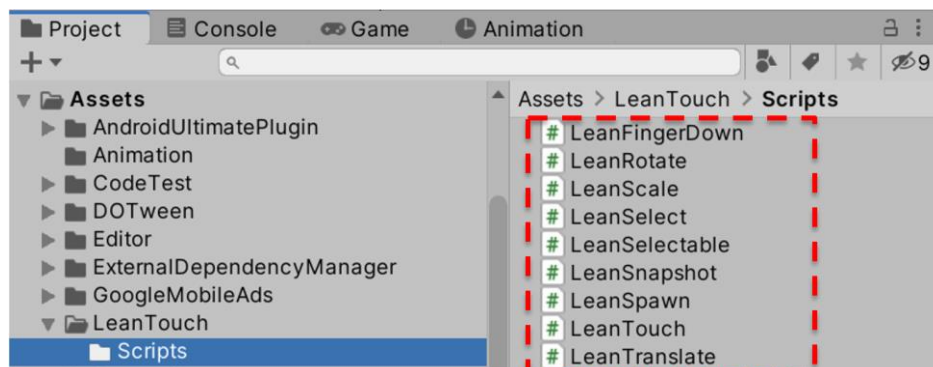


Figura 4.25. Scripts del complemento “Lean Touch”

### 4.2.2. PRUEBAS APP

#### PRUEBAS UNITARIAS

Las pruebas unitarias se las realizó en Unity 3D mediante la herramienta Test Framework que posibilita realizar pruebas estándar, con el uso de la biblioteca NUnit. Las pruebas se las efectuó a los botones, el touch y el sonido y se ejecutaron en modo

edición (Edit Mode) dado que permite el acceso al código del editor, en las que se hicieron comparativas de sus resultados y de los cuales se devolvieron los resultados esperados. Con estas pruebas se determinó el buen funcionamiento de los scripts como se aprecia en la Figura 4.26 donde se manifiesta la aprobación de las pruebas.

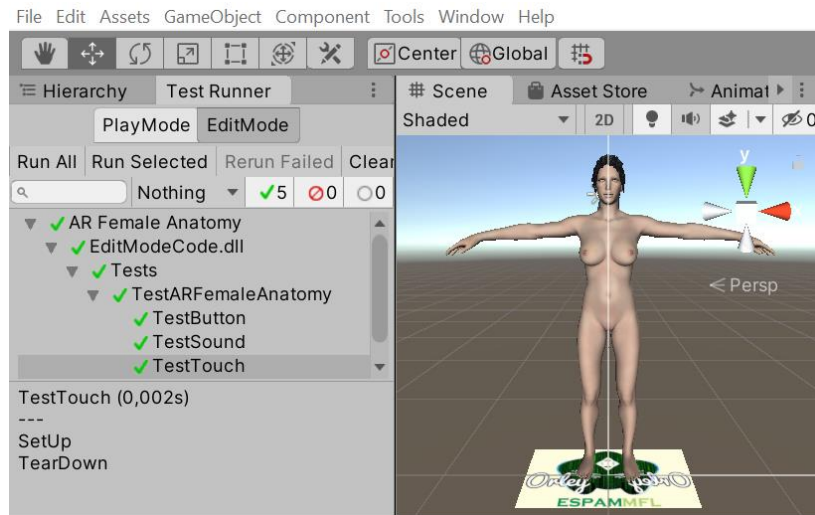


Figura 4.26. Pruebas unitarias

## PRUEBAS DE FLUJO DE CONTROL

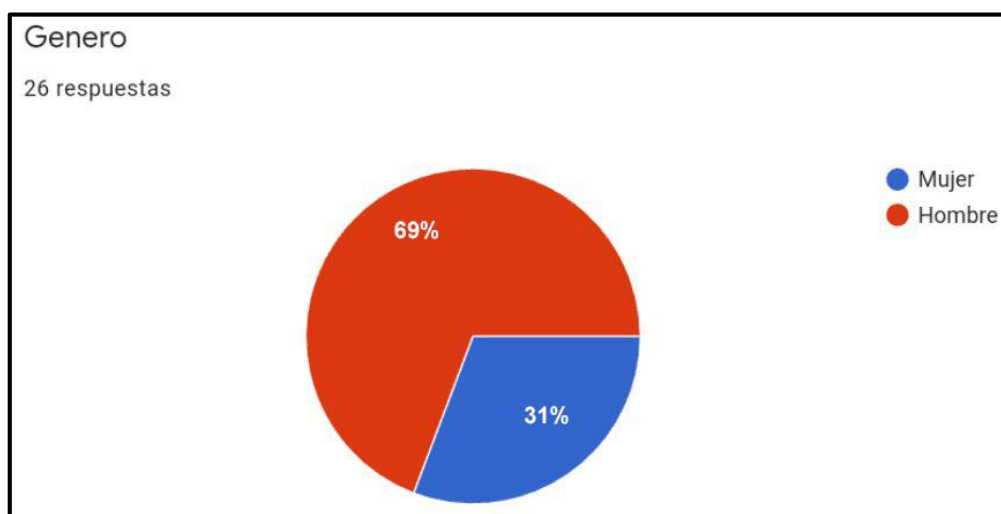
Las pruebas de flujo de control también se las realizó con el Test Framework de Unity 3D con la integración de la biblioteca Nunit. Para estas pruebas se recorre las escenas en un entorno de ejecución para un análisis del adecuado funcionamiento de la aplicación, esta ejecución se la realizó en modo juego (Play Mode) que permite el uso del código en corrutinas para lo cual se requiere de ensambladores referenciados a Nunit. A través de estas pruebas se pudo valorar la obtención de resultados positivos en la ejecución de los scripts y escenas como se muestra en la Figura 4.27.



Figura 4.27. Pruebas de flujo de control

## PRUEBAS DE USABILIDAD

Estas pruebas se efectuaron con la finalidad de obtener una evaluación del grado en que la aplicación móvil reúne los criterios de usabilidad esperados. La valoración se realizó de forma virtual (ver Anexo 5-A), por causa de la pandemia del Covid-19, a una muestra de 26 personas conformada por estudiantes y docentes de la Unidad Educativa ITSI Chone, en una proporción de 31% de mujeres y 69% de varones, como se muestra la Figura 4.28, en el caso de los docentes todos eran varones.



**Figura 4.28.** Proporción de género de los encuestados  
Fuente: Datos tomados de <https://docs.google.com/forms>

El proceso implicó, la descarga de la AR Female Anatomy Free que se encontraba en fase de pruebas internas en la Google Play Store antes de su publicación, así como el uso de la aplicación por parte de los participantes y la posterior evaluación mediante un cuestionario (ver Anexo 5-B), comprendido por 15 ítems que ofrecían cinco opciones en una escala tipo Likert: 1 muy de acuerdo, 2 de acuerdo, 3 indiferente, 4 en desacuerdo, 5 muy en desacuerdo, y para su adecuado análisis estaba conformado por 5 dimensiones: UP utilidad percibida, FU facilidad de uso percibido, D disfrute percibido, A actitud de uso y IU intención de uso. Con nivel de confiabilidad de Alpha de Cronbach = 0.95.

Con base en el cuestionario realizado a 21 alumnos de primero de bachillerato y 5 docentes de la institución, se obtuvo como respuesta que el uso de la aplicación AR Female Anatomy Free facilitó la comprensión de la temática de anatomía humana y mejorar su aprendizaje. Como criterios de valoración se tomó la media ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar (DE), como se aprecia en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Medias y desviaciones típicas para las percepciones de usabilidad de la RA

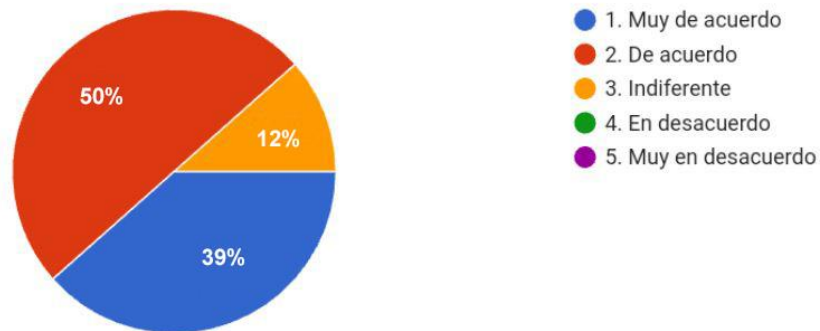
Ítems por dimensión del cuestionario		Media	Desv. Est.
<b>UP</b>	<b>Utilidad percibida</b>	<b>1.673</b>	<b>0.072</b>
UP1	Aprendo mejor anatomía humana cuando uso la aplicación de realidad aumentada	1.731	0.667
UP2	Los contenidos 3D de la app me ayudan a reconocer mejor las partes del cuerpo	1.462	0.647
UP3	El uso de la app de RA aumenta mis ganas de aprender anatomía humana	1.923	0.796
UP4	La app de RA es más llamativa que un documento con imágenes de anatomía	1.577	0.758
<b>FU</b>	<b>Facilidad de uso percibido</b>	<b>1.590</b>	<b>0.059</b>
FU1	La app de RA es fácil de usar	1.462	0.706
FU2	El nivel de dificultad para usar la app de RA fue baja	1.654	0.745
FU3	El uso de app de RA es muy intuitivo	1.654	0.629
<b>D</b>	<b>Disfrute percibido</b>	<b>1.731</b>	<b>0.008</b>
D1	Resulta muy entretenido usar la app de RA	1.692	0.679
D2	La app de RA me permite aprender y divertirme	1.808	0.694
D3	Me gusta usar la app de RA para aprender	1.692	0.679
<b>A</b>	<b>Actitud de uso</b>	<b>1.673</b>	<b>0.009</b>
A1	Me llenó de motivación por aprender anatomía humana con la app de RA	1.808	0.634
A2	Considero una buena idea usar la app de RA para aprender anatomía humana	1.538	0.647
<b>IU</b>	<b>Intención de uso</b>	<b>1.654</b>	<b>0.081</b>
IU1	Me gustaría volver a usar la app de RA para aprender más de anatomía humana	1.692	0.679
IU2	Voy a recomendar a mis amigos/as que usen esta app de RA	1.808	0.801
IU3	Me gustaría usar la RA para aprender sobre otros temas	1.462	0.647

En la primera dimensión del cuestionario los encuestados percibían un alto nivel de utilidad de la RA, con una media de 1.67. Y estos resultados obtenidos por los ítems revelaron que alumnos y docentes: <<Aprenden mejor anatomía humana cuando usan la aplicación de realidad aumentada>> ( $X=1.73$ ) con un 39% que estaban muy de acuerdo y un 50% de acuerdo, Figura 4.29, <<Los contenidos 3D de la app les ayudaron a reconocer mejor las partes del cuerpo>> ( $X=1.46$ ) con un 62% que estaban muy de acuerdo y un 31% de acuerdo, Figura 4.30, <<El uso de la app de RA aumentaron sus ganas de aprender anatomía humana>> ( $X=1.92$ ) con un 27% que estaban muy de acuerdo y un 54% de acuerdo, Figura 4.31, <<La app de RA les resulto más llamativa que un documento con imágenes de anatomía>> ( $X=1.58$ ) con un 58% que estaban muy de acuerdo y un 27% de acuerdo, Figura 4.32.



Aprendo mejor anatomía humana cuando uso la aplicación móvil de realidad aumentada

26 respuestas

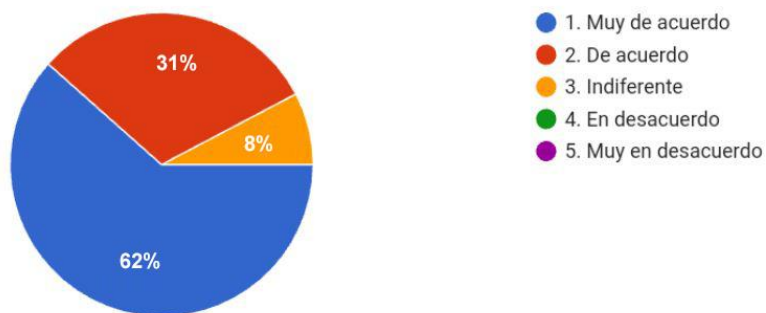


**Figura 4.29.** Resultados del ítem 1

Fuente: Datos tomados de <https://docs.google.com/forms>

Los contenidos 3D de la app móvil de RA me ayudan a reconocer mejor las partes del cuerpo

26 respuestas

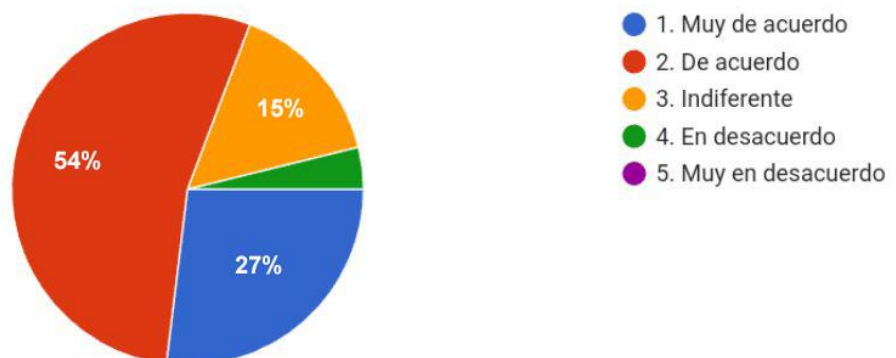


**Figura 4.30.** Resultados del ítem 2

Fuente: Datos tomados de <https://docs.google.com/forms>

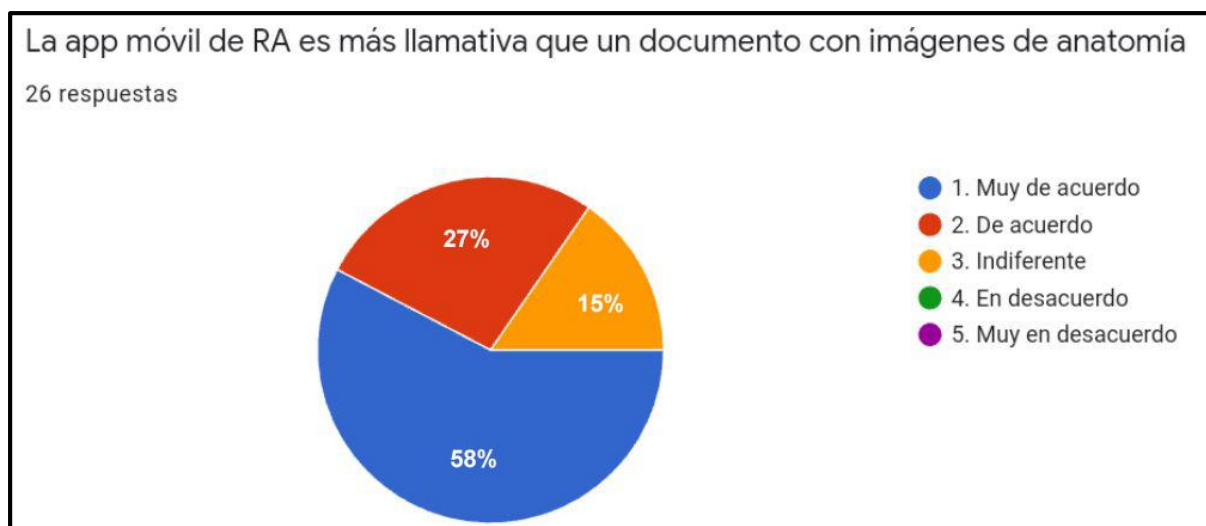
El uso de la app móvil de RA aumenta mis ganas de aprender anatomía humana

26 respuestas



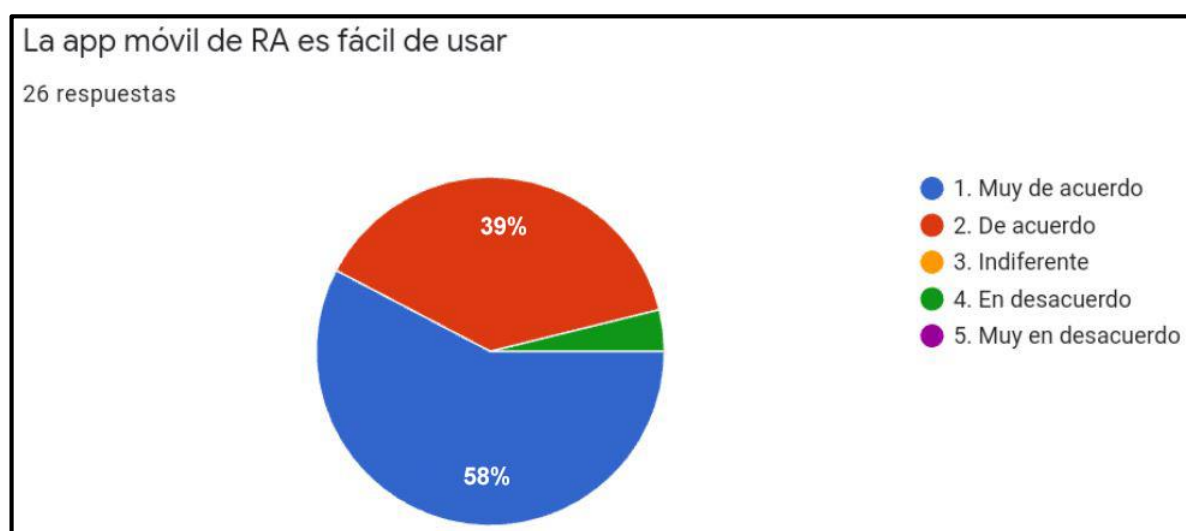
**Figura 4.31.** Resultados del ítem 3

Fuente: Datos tomados de <https://docs.google.com/forms>



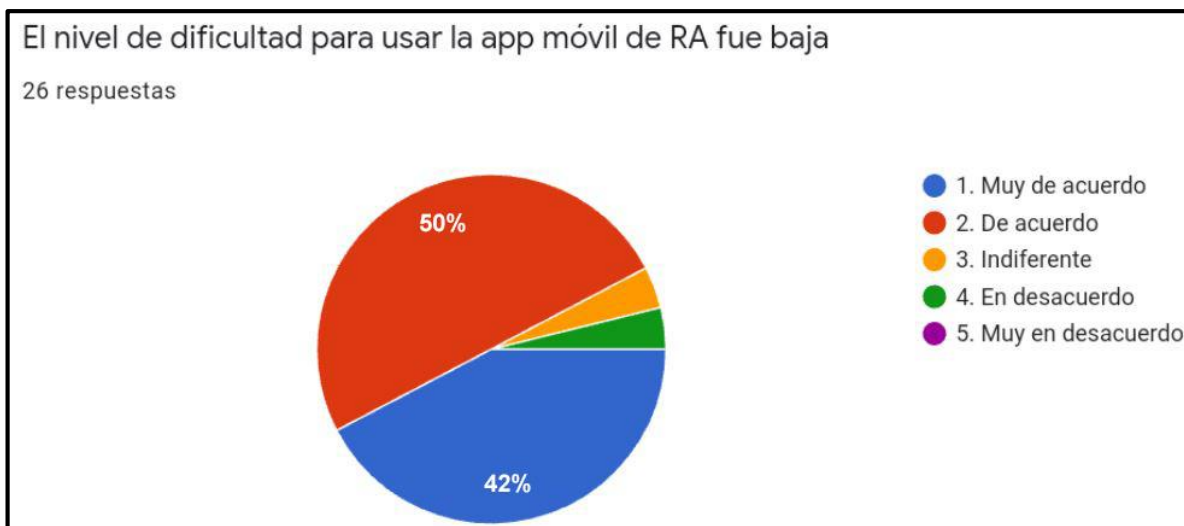
**Figura 4.32.** Resultados del ítem 4  
Fuente: <https://docs.google.com/forms>

La segunda dimensión del cuestionario también se percibió un alto nivel en la facilidad de uso de la aplicación de RA, con una media de 1.59. Y estos resultados obtenidos por los ítems revelaron que alumnos y docentes: <<La app de RA es fácil de usar>> ( $X=1.46$ ) con un 58% que estaban muy de acuerdo y un 39% de acuerdo, Figura 4.33, <<El nivel de dificultad para usar la app de RA fue baja>> ( $X=1.65$ ) con un 42% que estaban muy de acuerdo y un 50% de acuerdo, Figura 4.34, <<El uso de app de RA es muy intuitivo>> ( $X=1.65$ ) con un 39% que estaban muy de acuerdo y un 54% de acuerdo, Figura 4.35.



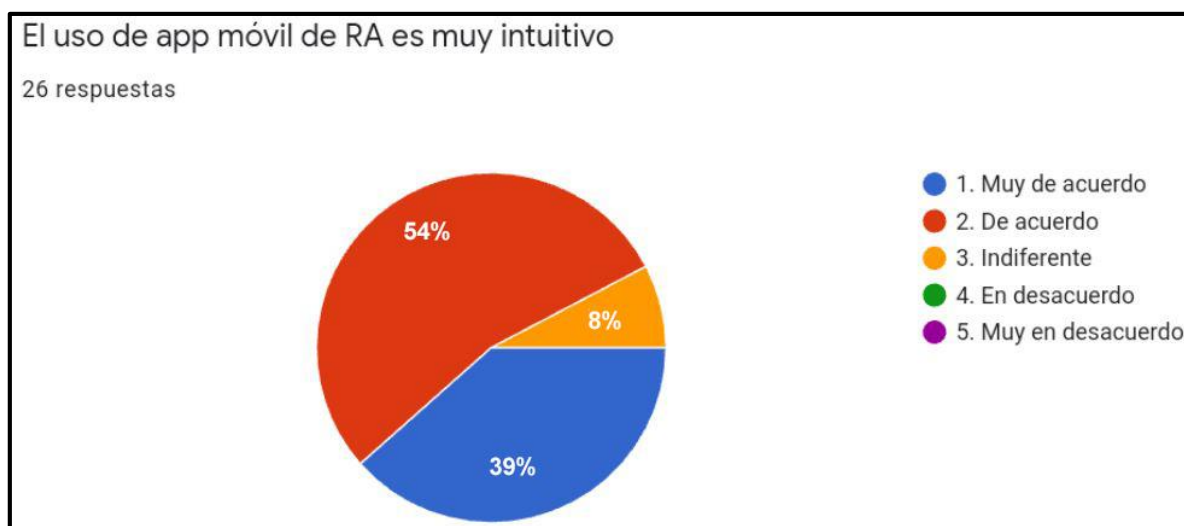
**Figura 4.33.** Resultados del ítem 5  
Fuente: Datos tomados de <https://docs.google.com/forms>





**Figura 4.34.** Resultados del ítem 6

Fuente: Datos tomados de <https://docs.google.com/forms>



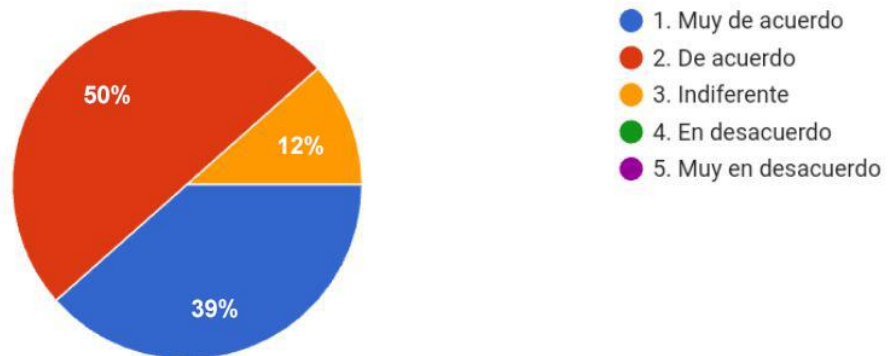
**Figura 4.35.** Resultados del ítem 7

Fuente: Datos tomados de <https://docs.google.com/forms>

En la tercera dimensión del cuestionario de igual manera se percibió un alto nivel del disfrute percibido por la aplicación de RA, con una media de 1.73. Y estos resultados obtenidos por los ítems revelaron que alumnos y docentes: <<Les resultó muy entretenido usar la app de RA>> ( $X=1.69$ ) con un 39% que estaban muy de acuerdo y un 50% de acuerdo, Figura 4.36, <<La app de RA les permitió aprender y divertirme>> ( $X=1.81$ ) con un 31% que estaban muy de acuerdo y un 54% de acuerdo, Figura 4.37, << Les gusto usar la app de RA para aprender >> ( $X=1.69$ ) con un 39% que estaban muy de acuerdo y un 50% de acuerdo, Figura 4.38.

Resulta muy entretenido usar la app móvil de RA

26 respuestas

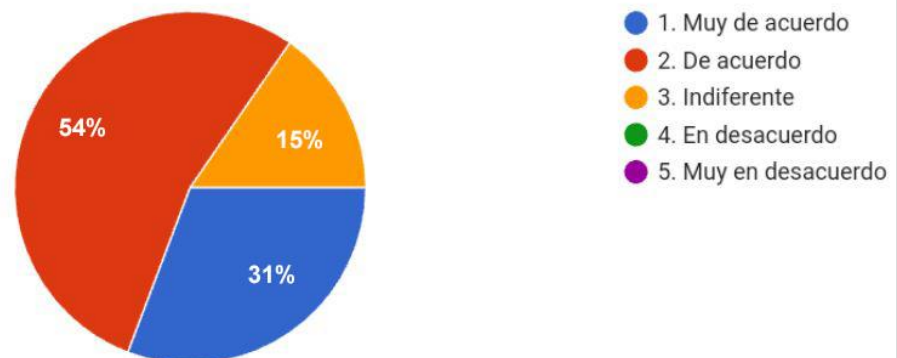


**Figura 4.36.** Resultados del ítem 8

Fuente: Datos tomados de <https://docs.google.com/forms>

La app móvil de RA me permite aprender y divertirme

26 respuestas

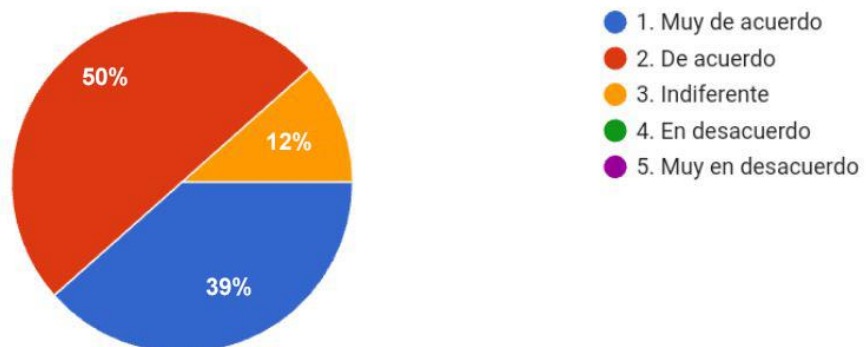


**Figura 4.37.** Resultados del ítem 9

Fuente: Datos tomados de <https://docs.google.com/forms>

Me gusta usar la app móvil de RA para aprender

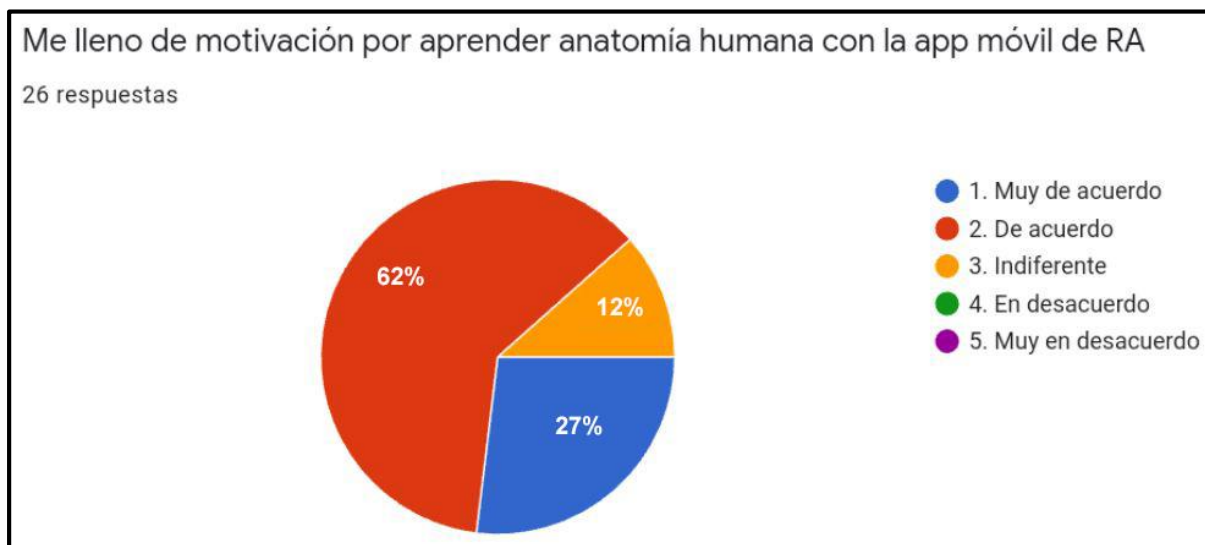
26 respuestas



**Figura 4.38,** Resultados del ítem 10

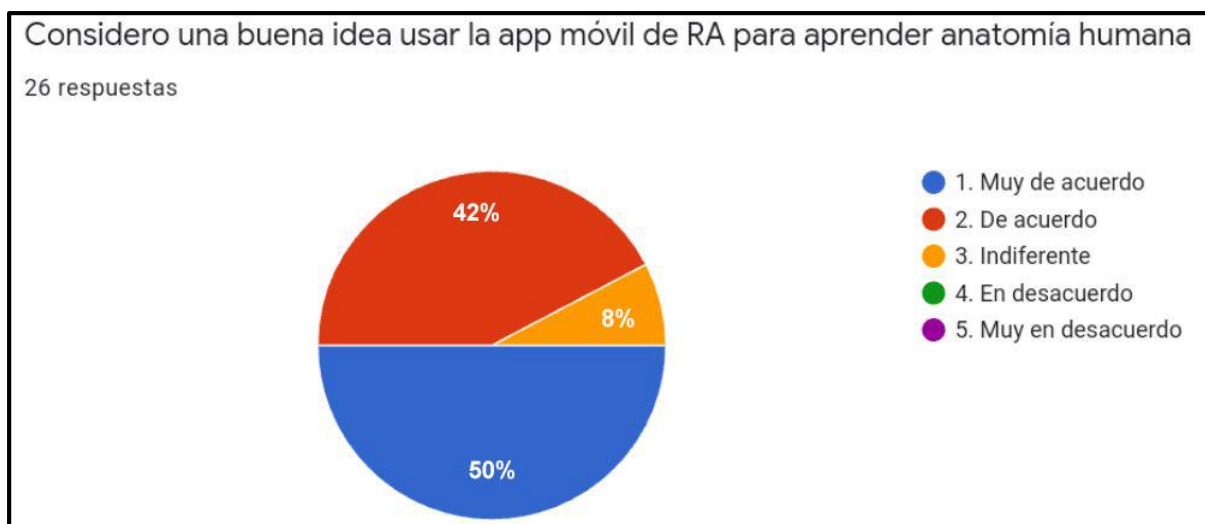
Fuente: Datos tomados de <https://docs.google.com/forms>

En la cuarta dimensión del cuestionario se percibió un alto nivel de la actitud de uso de la aplicación de RA, con una media de 1.67. Y estos resultados obtenidos por los ítems revelaron que alumnos y docentes: <<Se llenan de motivación por aprender anatomía humana con la app de RA>> ( $X=1.81$ ) con un 27% que estaban muy de acuerdo y un 62% de acuerdo, Figura 4.39, <<Consideran una buena idea usar la app de RA para aprender anatomía humana>> ( $X=1.54$ ) con un 50% que estaban muy de acuerdo y un 42% de acuerdo Figura 4.40.



**Figura 4.39.** Resultados del ítem 11

Fuente: Datos tomados de <https://docs.google.com/forms>

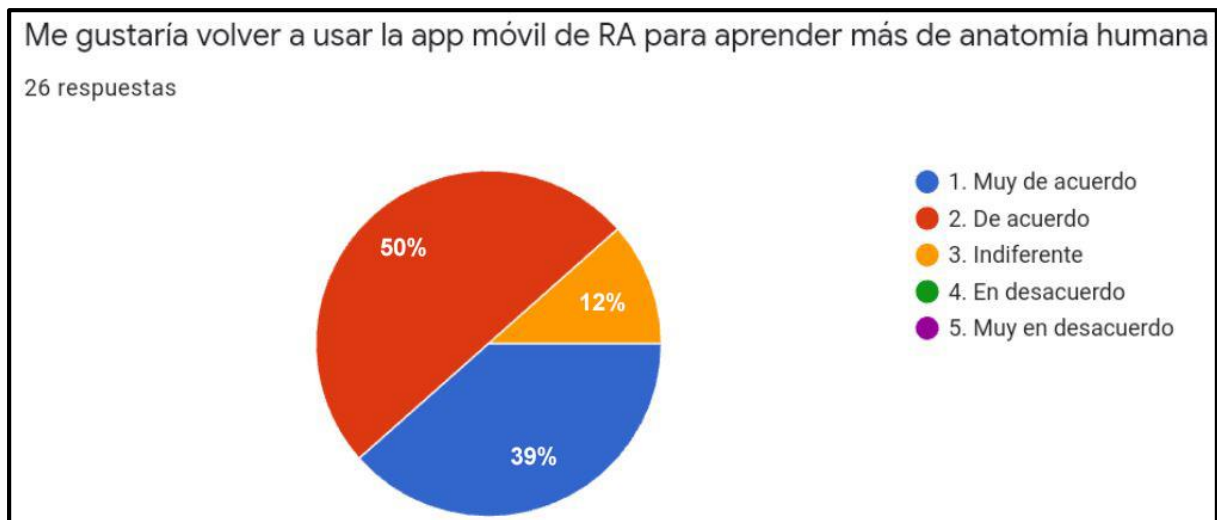


**Figura 4.40.** Resultados del ítem 12

Fuente: Datos tomados de <https://docs.google.com/forms>

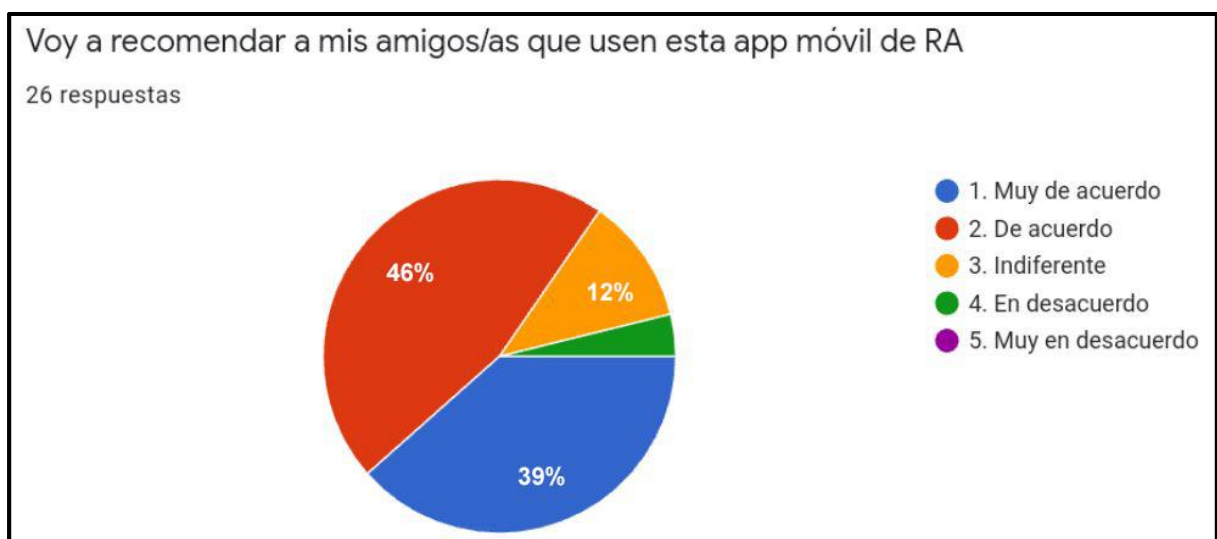
Y, por último, en la quinta dimensión del cuestionario se percibió un alto nivel en la intención de uso de la aplicación de RA, con una media de 1.65. Y estos resultados obtenidos por los ítems revelaron que alumnos y docentes: << Les gustaría volver a

usar la app de RA para aprender más de anatomía humana >> ( $X=1.69$ ) con un 39% que estaban muy de acuerdo y un 50% de acuerdo, Figura 4.41, <<Recomendaran a sus amigos/as que usen esta app de RA>> ( $X=1.81$ ) con un 39% que estaban muy de acuerdo y un 46% de acuerdo, Figura 4.42, <<Les gustaría usar la RA para aprender sobre otros temas>> ( $X=1.46$ ) con un 65% que estaban muy de acuerdo y un 27% de acuerdo, Figura 4.43.



**Figura 4.41.** Resultados del ítem 13

Fuente: Datos tomados de <https://docs.google.com/forms>



**Figura 4.42.** Resultados del ítem 14

Fuente: Datos tomados de <https://docs.google.com/forms>



**Figura 4.43.** Resultados del ítem 15

Fuente: Datos tomados de <https://docs.google.com/forms>

### 4.3. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la Tabla 4.2 se muestran las etapas y los tiempos planificados para llevar a cabo cada una de las tareas de la producción de la aplicación AR Female Anatomy.

**Tabla 4.2** Planificación del proyecto

FASE	TIEMPO	TAREA
<b>Desarrollo App</b>	5 días	Determinar la estructura y contenido de la aplicación móvil
	20 días	Diseñar los objetos que conformarán el modelo 3D
	5 días	Configuración y aplicación de la herramienta de RA seleccionada
	55 días	Diseño y desarrollo de la aplicación en la plataforma seleccionada
	50 días	Escribir el código fuente requerido
<b>Pruebas App</b>	5 días	Pruebas unitarias
	5 días	Pruebas de flujo de control
	5 días	Pruebas de usabilidad

### 4.4. COMPONENTES

#### 4.4.1. ASPECTOS TÉCNICOS

Con base en la investigación realizada se comprobó que el proyecto presenta una factibilidad técnica viable, dado que los elementos necesarios para su desarrollo se encuentran a disposición, entre los que están hardware y software, los que facilitaron

la realización de la aplicación móvil de RA. Estos aspectos se muestran en la tabla 4.3.

**Tabla 4.3.** Aspectos Técnicos

Tipo		Descripción
Hardware	Laptop	Memoria RAM: 8 GB Microprocesador: Intel Core i5 Marca: DELL Modelo: Inspiron 4393
	Smartphone	Marca: Samsung Modelo: Galaxy A10s Versión de Android: 10
Software		Blender 2.8 Adobe Photoshop CS6 Android Studio 4.1.1 (SDK) Visual Studio Code 1.56.2 SDK Vuforia 8.5.9 Unity 2019. 4.1f1 (64-bit)

#### 4.4.2. SOFTWARES INSTALADOS

##### BLENDER

Se instaló Blender versión 2.8, que es un software libre (open source) multiplataforma, cuya descarga es completamente gratuita, con el cual se diseñaron las partes del cuerpo femenino en 3D.

Para el uso de esta herramienta de modelado, se establecieron los siguientes parámetros:

- Sencillez en la manipulación.
- Trabajar los objetos 3D sin un exceso de vértices para mejorar el rendimiento en dispositivos móviles.
- Para las texturas se usarán imágenes que permitirán obtener una mejor visualización y reconocimiento.
- Al momento de crear los objetos 3D, controlar adecuadamente su ubicación en la escena (plano (x, y, z)) para evitar la superposición entre sí.

En el trabajo de modelado se realizaron las diferentes características de cada una de los modelos 3D, con caras definidas en áreas de cuatro vértices (quads) porque

permiten una mejor deformación y subdivisión, también se estableció la ubicación de escenario, iluminación, material, entre otros aspectos.

## **ADOBE PHOTOSHOP**

Adobe Photoshop CS6 en su versión de descarga gratuita, se empleó para el diseño y edición del “marcador” que es sobre el cual se posicionarán los contenidos de RA y además en la edición de los botones de la interfaz de usuario, imágenes de texto, imágenes del manual de usuario y logotipo.

## **ANDROID STUDIO**

Se instaló Android Studio en su versión 4.1.1 de descarga gratuita, dado que incluye “Android SDK” que es un kit de desarrollo de software, necesario para desarrollar aplicaciones para dispositivos con SO Android. En el SDK Manager permite instalar la última versión API de Android, que posibilita usar las versiones anteriores sin necesidad de instalarlas y además se pueden instalar los complementos de este paquete.

## **VISUAL STUDIO CODE**

El código fuente del proyecto fue escrito en lenguaje C#, y para su edición se empleó el editor de código multiplataforma Visual Studio Code 1.56.2, que se descarga de forma gratuita y que soporta la mayoría de lenguajes de programación conocidos. Además de ser un software ligero que ofrece la facilidad de trabajar con múltiples documentos a través de pestañas.

## **VUFORIA**

Vuforia es un Framework que permitió desarrollar la AR Female Anatomy en realidad aumentada basándose en marcadores, para ello se instaló directamente desde el motor de desarrollo Unity el SDK Vuforia 8.5.9. que contiene todos los paquetes necesarios para el uso de esta tecnología. Para la puesta en escena se emplea la cámara de los dispositivos, la cual se direcciona hacia el marcador donde se posicionará el contenido de RA en 3D, y de esta manera la pantalla del dispositivo se convierte en el medio donde se produce esa interacción entre el entorno de computadora y el mundo real.

## UNITY

Para la elaboración de la AR Female Anatomy se instaló el motor de desarrollo Unity 2019. 4.1f1 (64-bit), en su versión personal gratuita y que en relación con la versión pago tiene ciertas limitantes de servicios en la nube, de algunas herramientas específicas, e incluye marca de agua y esta versión se conserva gratuita siempre y cuando los ingresos del juego no superen los USD 100,000.00 dólares. No obstante, permite el desarrollo de programas y videojuegos en 2D y 3D con alta calidad y complejidad, además que es uno de los motores líderes en el uso de realidad aumentada (Unity3D, 2021).

Esta versión de Unity permite instalar conjuntamente el “JDK” basado en OpenJDK 1.8.0\_152, “Android NDK” y “Gradle”, que en versiones anteriores se debían instalar de forma individual.

- **Complemento de Lean Touch**

En la “Asset Store” de Unity se descargó de forma gratuita el complemento “Lean Touch” como se muestra en la Figura 4.44, que contiene los scripts necesarios para realizar las acciones táctiles en la pantalla del Smartphone.

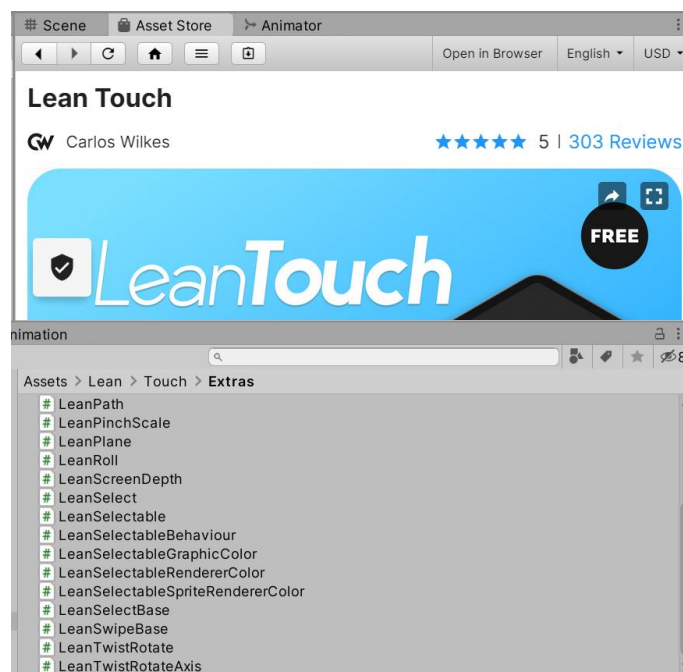


Figura 4.44. Complemento Lean Touch



- **Complemento Android Ultimate Plugin**

Este plugin también se descarga de forma gratuita de la Asset Store, y contiene los complementos necesarios para usar la cámara del Smartphone desde la aplicación para tomar fotografías del modelo 3D, para el uso del mismo se creó adicionalmente un script personalizado.

- **Complemento Unity Ads**

Unity Ads es un complemento que se utilizó para monetizar la aplicación móvil con publicidad, la cual se instaló directamente desde Unity en Package Manager, como se observa en la Figura 4.45, este tipo de publicidad solo muestran videos de juegos para gamers. Y que, a diferencia de otras herramientas de publicidad, permite al desarrollador un control total referente al lugar donde se pondrán los anuncios en la aplicación.

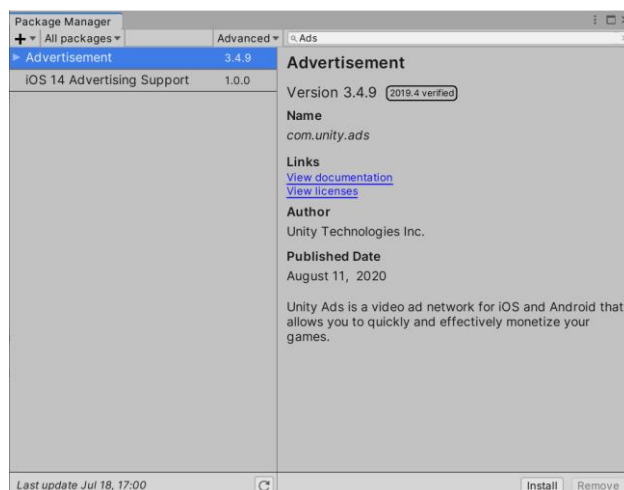







Figura 4.45. Instalación de Unity Ads

### 4.4.3. REQUERIMIENTOS DE HARDWARE

Los requerimientos de hardware para los softwares instalados se presentan en la tabla 4.4.

Tabla 4.4. Requerimientos de hardware de software instalados

Nombre	Logo	Requerimientos		
		Almacenamiento	Procesador	RAM
Blender 2.8		4 GB	2 Ghz	8 GB
Adobe Photoshop CS6		4 GB	2 Ghz	8 GB

Nombre	Logo	Requerimientos		
		Almacenamiento	Procesador	RAM
Android Studio 4.1.1 (SDK)		4 GB	1.2 Ghz	2 GB mínimo, 8 GB recomendado
Visual Studio Code 1.56.2		500 MB	1.6 Ghz	1 GB
Unity 2019. 4.1f1		Varía de acuerdo al proyecto		

Fuente: Datos tomados de <https://www.google.com/>

#### 4.4.4. BLOQUEO DE LA PROPAGACIÓN DE EVENTOS TÁCTILES DE LOS ELEMENTOS UI AL MODELO 3D EN UNITY

Primero en el modo de renderizado del Canvas se selecciona “Screen Space-Camera” y se le asigna la ARCamera. Con ello el Canvas se ubica frente a una cámara específica, de esta manera los elementos UI son renderizados de acuerdo a la perspectiva de la cámara, tal como se ve en la Figura 4.46.

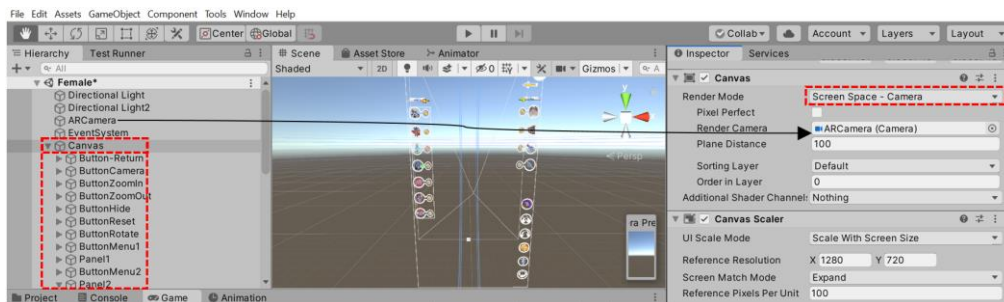


Figura 4.46. Configuración del Canvas para un renderizado Screen Space-Camera

Segundo, como se muestra en la Figura 4.47, se escala el modelo 3D a un tamaño proporcional al Canvas.

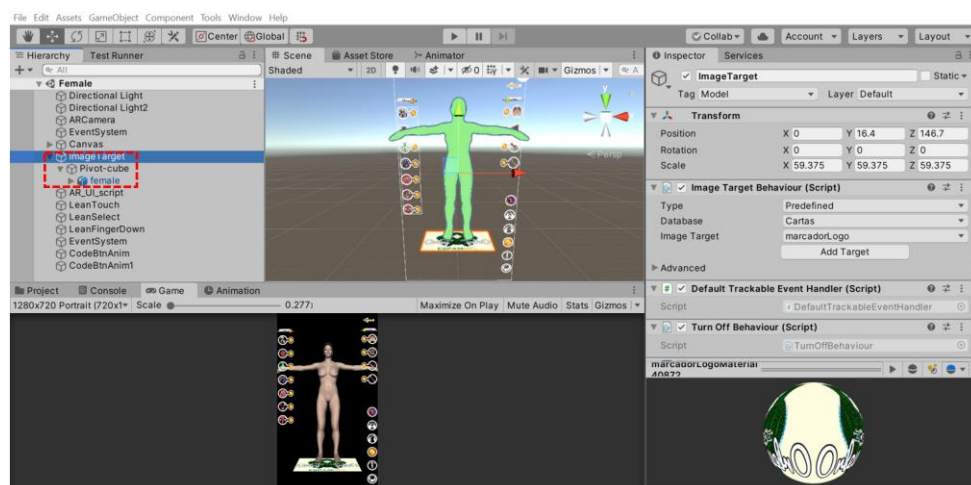


Figura 4.47. Escalado del modelo 3D a un tamaño proporcional al Canvas

Luego se agregó como hijos del Canvas a 3 objetos 3D tipo plano, a los cuales se les desactiva el “Mesh Renderer” para que queden transparentes, a estos planos se los ubica donde están los botones, como se observa en la Figura 4.48. Cuya finalidad es que el evento de entrada que se produce al presionar un botón, lo reciba el Mesh Collider del plano y no el modelo femenino 3D.



Figura 4.48. Bloquear eventos de entrada táctil con el Mesh Collider de planos 3D

Finalmente, como se tiene la perspectiva de cámara, a los 3 planos se los mueve levemente hacia atrás del Canvas y con el modelo 3D se hace lo mismo, pero se considera más espacio, dado que, al girarla sus brazos se podrían salir del límite de bloque de eventos táctiles, el orden de ubicación se lo puede apreciar en la Figura 4.49.

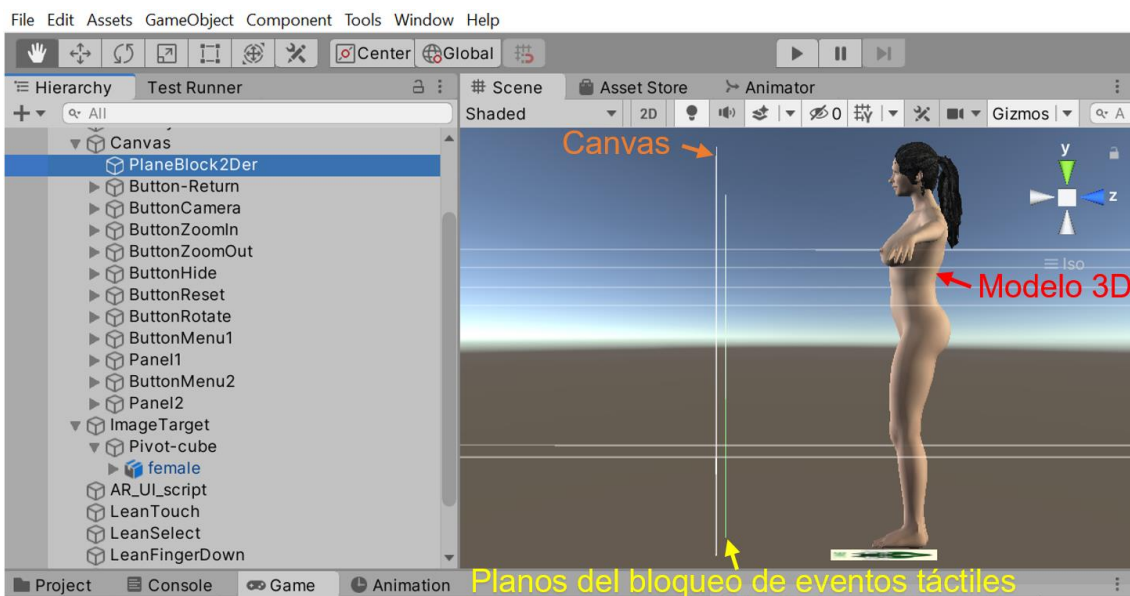


Figura 4.49. Orden secuencial de elementos para el bloqueo de eventos táctiles

#### 4.4.4. CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO DE UNITY PARA ANDROID

##### AJUSTES DE COMPILACIÓN

En la ventana de “Project Setting” en la sección “Player” se empezó configurando los siguientes parámetros: nombre de la compañía, nombre del producto, se asigna el icono de la aplicación, después en la pestaña de “Other Settings”, el nombre del paquete se configura automáticamente en función de los datos iniciales que se colocaron y también se procede a seleccionar el nivel API Android 7.0 ‘Nougat’ (API level 24), puesto que, es el nivel mínimo requerido para el adecuado funcionamiento de la AR Female Anatomy, además en “Scripting Backend” elegimos “IL2CPP” y habilitamos la casilla de “ARM64” que es para dispositivos de 64 bits, esta configuración se la muestra en la Figura 4.50.

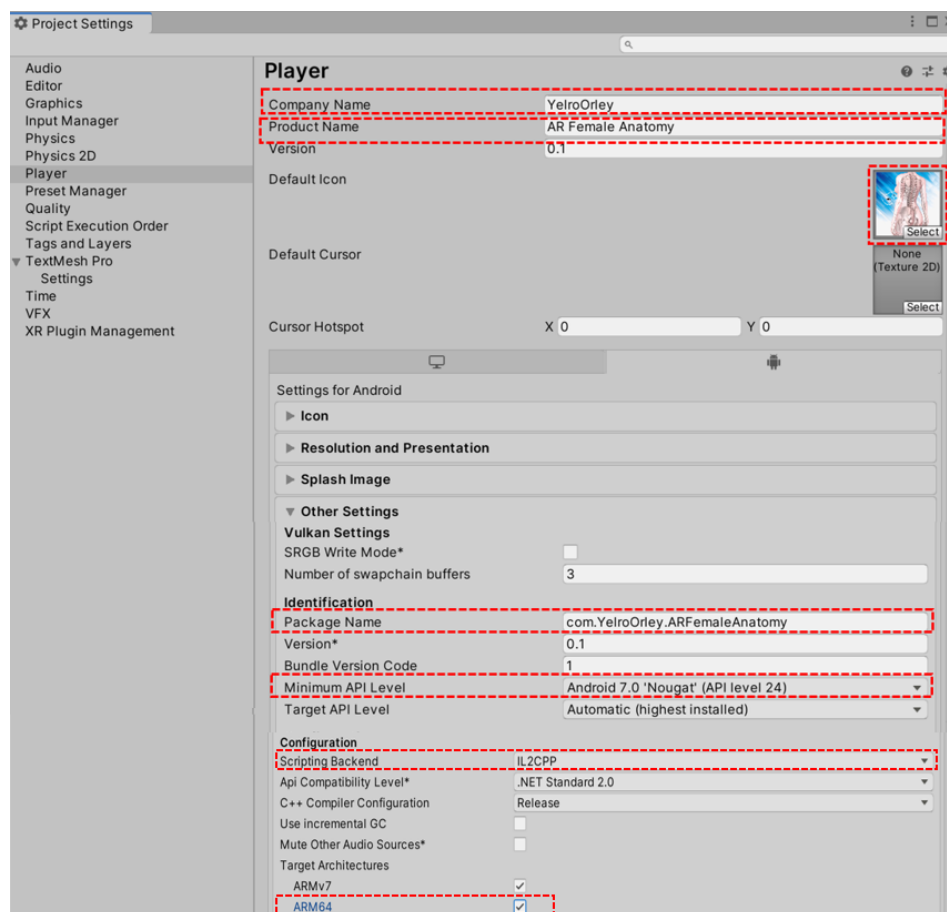


Figura 4.50. Configuración inicial de compilación

En la sección de “Resolution and Presentation”, se ajusta la orientación que va a tener la aplicación, se escoge “Auto Rotation” y de las alternativas que aparecen se habilita

“Portrait” para que solo se pueda usar la AR Female Anatomy con una orientación vertical, como se observa en la Figura 4.51.

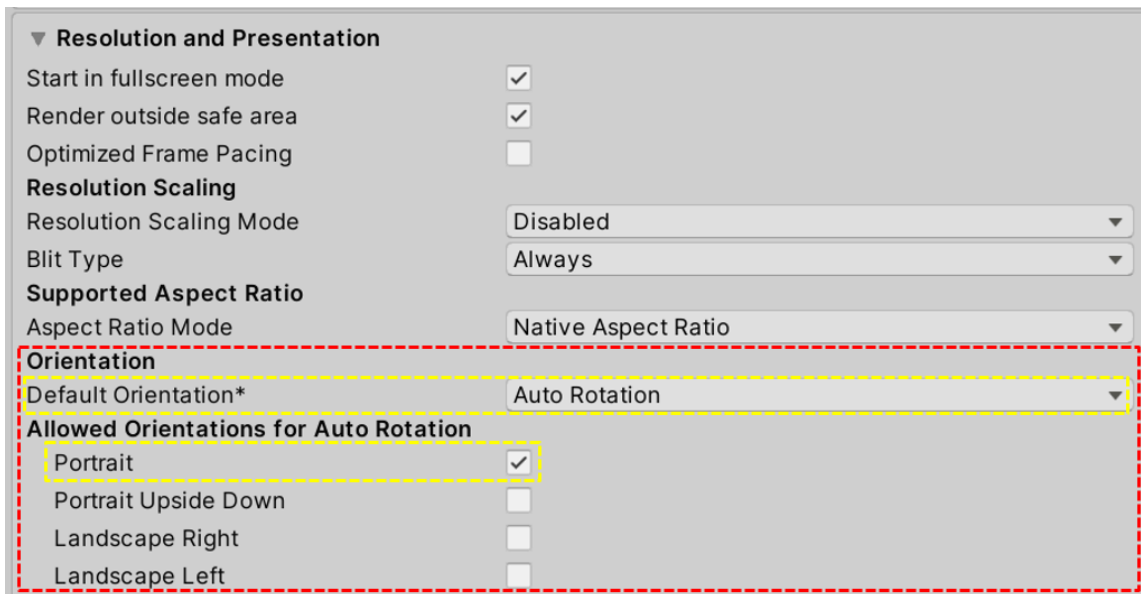


Figura 4.51. Ajustar la aplicación a orientación vertical

## AJUSTES DE PUBLICACIÓN

Esta configuración es necesaria para poder publicar la aplicación en la Google Play Store, para ello, en la pestaña de “Publishing Setting”, se tiene que crear una “keystore” que es un archivo con extensión .keystore que contiene las credenciales básicas de la aplicación, y se lo guarda en una carpeta del proyecto, como se ven en la Figura 4.52.

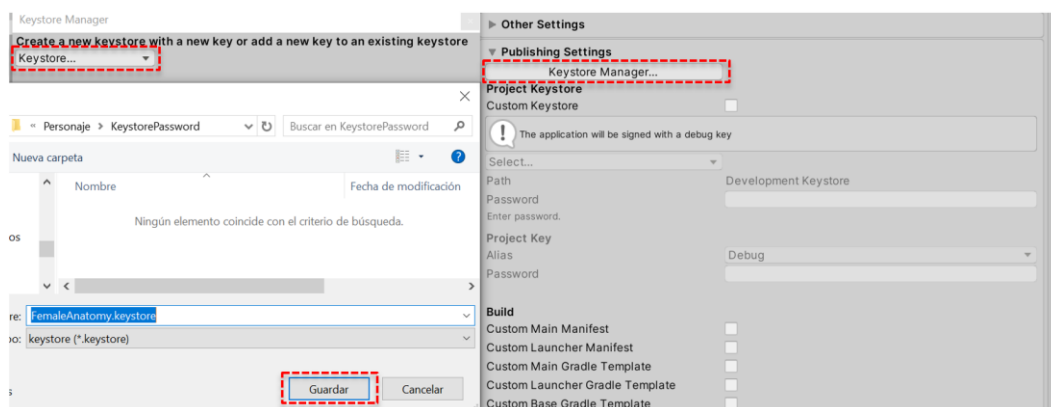


Figura 4.52. Crear y guardar keystore

Una vez guardado, se procede a establecer una “Keystore Password” y se confirma, posteriormente, se llenan los datos de “New Key Values” el “Alias” es el nombre que se le da a la llave, en password se podría poner el anterior u otro, “Validity” representa

los años que será válida la llave. Los datos siguientes son opcionales y al concluir se presiona “Create Key”, tal como se muestra en la Figura 4.53.

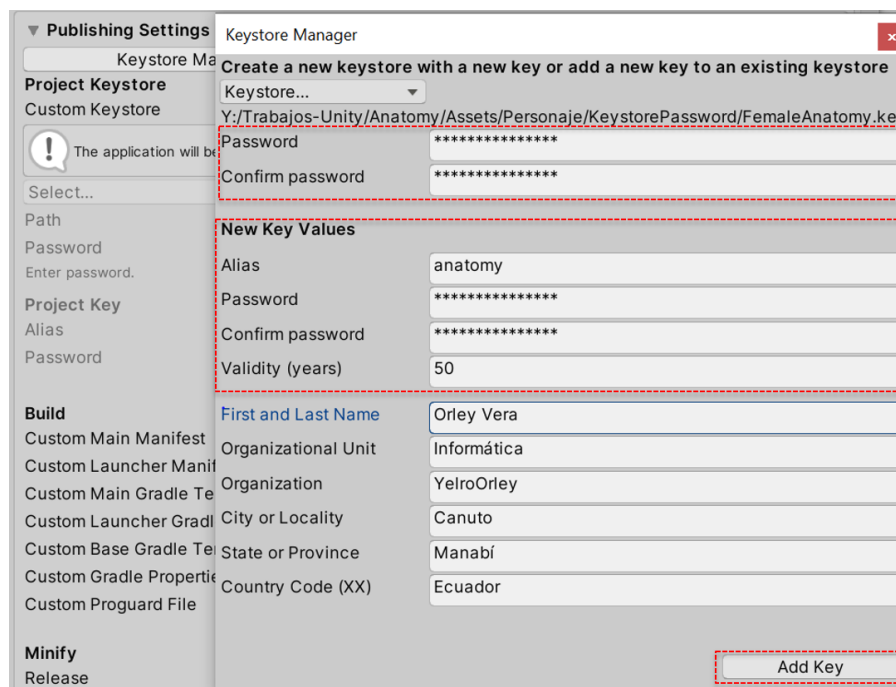


Figura 4.53. Establecer "Keystore Password" y datos "New Key Values"

Y en las opciones de “Minify” en “Release” (versión para liberación) y “Debug” (versión para depuración) se les selecciona “Proguard”, como se observa en la Figura 4.54.

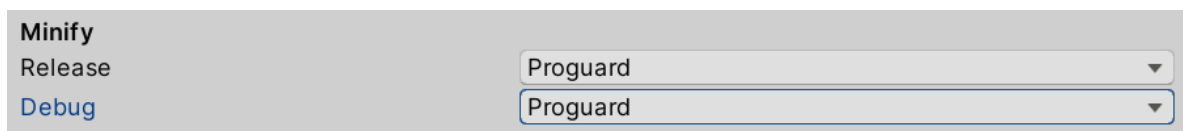


Figura 4.54. Opciones de Minify

## AJUSTES PARA GENERAR ARCHIVO AAB (ANDROID APP BUNDLE)

El formato AAB es mucho más ligero, por ello Play Store actualmente solo permite subir aplicaciones con este formato, para luego ellos generar el APK.

En la ventana de “Build Settings”, se agregan las escenas creadas, presionando el botón de “Add Open Scenes”, se habilita la opción de “Buil App Bundle (Google Play Store)” para crear la aplicación con formato AAB, se presiona en “Build And Run” si se desea guardar el archivo en el ordenador e instalarlo en un dispositivo Android que esté conectado vía USB, o elegir “Build” para solo guardarlo en el computador, como se aprecia en la Figura 4.55.

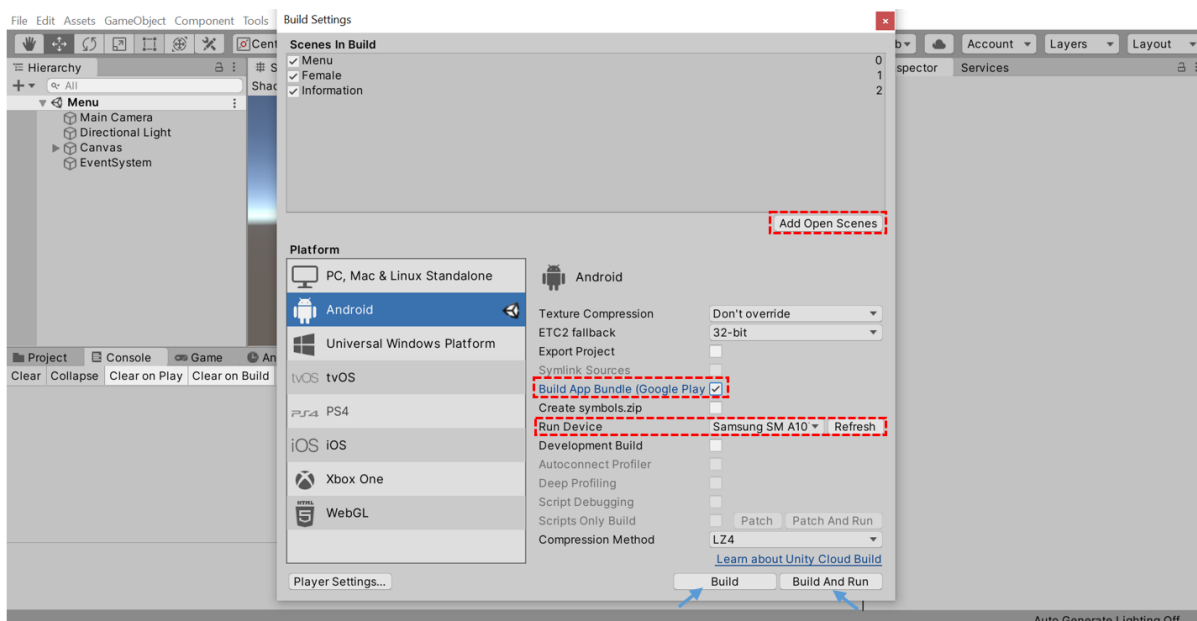


Figura 4.55. Generar archivo AAB

#### 4.4.5. ESTRATEGIAS DE APP MARKETING

Previo al lanzamiento de la aplicación móvil AR Female Anatomy se realizó una estrategia de App Marketing para crear conciencia de marca, que se llevó a cabo en 2 fases:

##### FASE DE PRE LANZAMIENTO

- Se creó la Web oficial de AR Female Anatomy, con el gestor de contenidos Wordpress (ver Anexo 6-A), desde la cual se realizaron las siguientes acciones:
  - Se realizaron estrategias de marketing de contenidos desde el blog de Wordpress.
  - Captación de suscriptores para la realización de campañas de mailing.
- Promoción en redes sociales y otros recursos:
  - Creación de una Fanpage (página de fans) en Facebook (ver Anexo 6-B) para la gestión de contenidos y planificación de publicaciones en redes, que propició el interés y acercamientos de los clientes.
  - Utilización de agregadores de contenidos y noticias que permitió darle más difusión a las publicaciones que se llevaron a cabo en el blog de la Web oficial de la aplicación (ver Anexo 6-C).
  - Creación de vídeo para promocionar la aplicación móvil y su publicación y/o posicionamiento en YouTube (ver Anexo 6-D).



## FASE DE POST LANZAMIENTO

- Posicionamiento SEO (Optimización para Mecanismos de Búsqueda).
  - Identificación y optimización de palabras claves (ver Anexo 6-E).
  - Se continuó usando los agregadores de contenidos y noticias que permitieron darle más difusión a las publicaciones que se llevaron a cabo en el blog de la Web oficial de la aplicación.
  - Monitoreo del sitio Web a través de la herramienta estadística de Wordpress, que permiten analizar el tráfico de la Web entre otros, para mejorar las estrategias a implementar (ver Anexo 6-F).
  
- Publicación de las aplicaciones móviles Free y Premium
  - Finalmente se publicó la AR Female Anatomy en sus versiones Free y Premium en la tienda de aplicaciones de la Google Play Store (ver Anexo 6-G).

## 4.5. MARCO LEGAL DEL PROYECTO

El presente trabajo de titulación se sustenta con base en los aspectos legales que se estipulan en la Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación, que contempla premisas que fomentan la realización de este tipo de proyectos, el cual gira en torno al diseño y desarrollo de un software educativo en RA, por lo cual entra dentro de la categoría de modelo de negocios de la industria creativa. La ley favorece este tipo de negocios, de acuerdo al Art. 4, núm. 2, nos dice que promueve el desarrollo económico a partir del emprendimiento y la innovación, basado en la generación de riqueza, trabajo digno y estable, y en su Art 5, núm. 1, el cual apoya al emprendimiento a través de políticas públicas adecuadas, que posibiliten crear un entorno favorable (Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación, 2020).

Además, se sustenta en el Art. 18 del Acuerdo Ministerial 020-12 en donde a través de la Dirección Nacional de Tecnologías para la Educación la Subsecretaría de Calidad y Equidad Educación fomenta la utilización de las TIC en los salones de clase de las instituciones educativas, para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje, mediante proyectos que permitan incorporar estas tecnologías en el ámbito educativo, así como el desarrollo de contenidos digitales (Ministerio de Educación, 2012).



## CAPÍTULO V. VIABILIDAD ECONÓMICA FINANCIERA

Con la finalidad de iniciar las operaciones de la empresa “Yelro” se realizó un estudio económico y financiero del proyecto propuesto, para lo cual se requirió conocer a profundidad la inversión, fuente de financiamiento, proyección de ingresos/egresos, punto de equilibrio, valor actual neto, tasa de interés de retorno y costo de inversión/beneficio, todo ello para determinar la viabilidad de la aplicación móvil AR Female Anatomy, destinada al aprendizaje de la anatomía del cuerpo humano femenino en 3D y con tecnología de realidad aumentada.

El emprendimiento del presente proyecto está conformado exclusivamente por el autor del mismo, y por motivos de rentabilidad no se contempla la contratación de personal, en las proyecciones anuales.

### 5.1. INVERSIÓN

#### 5.1.1. INVERSIÓN FIJA TANGIBLE

En la inversión fija tangible se contó con equipos de computación, equipos de oficina, muebles y enseres propios del investigador, sin embargo, se los incluyó dentro de este apartado considerando el precio de compra, como se indica en la Tabla 5.1, con una estimación total de USD 1,050.00 dólares.

En cuanto al teléfono Smartphone, dado que es un equipo indispensable para llevar a cabo las pruebas de la aplicación, se lo considero como un activo fijo tangible de cómputo portátil, puesto que, según Rombiola (2016), la vida útil de un dispositivo móvil es superior a un año, por lo cual, se lo puede considerar un activo fijo, además si sus funcionalidades se limitan a tareas específicas como transferencia de texto y de voz, en ese caso entraría dentro de la categoría de equipo de oficina, mientras que si su uso es en función del ejercicio, entra en la categoría de equipo de cómputo.

Tabla 5.1. Inversión fija tangible

Descripción	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor Total USD
Laptop	1	600.00	600.00
Smartphone	1	185.00	185.00
Impresora	1	100.00	100.00
Teléfono Convencional	1	30.00	30.00

Descripción	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor Total USD
Escritorio	1	100.00	100.00
Silla	2	15.00	30.00
Basureros metálicos	1	5.00	5.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 1,050.00</b>

### 5.1.2. INVERSIÓN FIJA INTANGIBLE

Para el desarrollo de la AR Female Anatomy se procuró la utilización de softwares, hosting y publicidad digital (SEO) de acceso gratuito, para no encarecer los costos, empero, se describen costos como: de servicios básicos, la creación de una cuenta de desarrollador en la tienda de aplicaciones Play Store de un pago único, como se aprecia en la Tabla 5.2, con una estimación total de USD 325.00 dólares.

**Tabla 5.2.** Inversión fija intangible

Descripción	Tiempo (meses)	Valor Unitario USD	Valor Total USD
Blender	-	0.00	0.00
Adobe Photoshop	-	0.00	0.00
Android Studio	-	0.00	0.00
Visual Studio Code	-	0.00	0.00
SDK Vuforia	-	0.00	0.00
Unity 3D	-	0.00	0.00
Hosting Wordpress	-	0.00	0.00
Publicidad Digital	2	0.00	0.00
Cuenta en Play Store	-	25.00	25.00
Servicios Básicos	6	50.00	300.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 325.00</b>

### 5.2. CALENDARIO DE INVERSIONES

En la Tabla 5.3 se muestra el calendario de inversiones proyectado para los 5 primeros años de operaciones de la empresa **Yelro**.

Tabla 5.3. Calendario de inversiones

Descripción	Años				
	1	2	3	4	5
Gastos de legalización	0.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Equipos de Computación	885.00	600.00	1,000.00	0.00	0.00
Equipos de Oficina	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Muebles y Enseres	135.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Licencia de Softwares	0.00	504.00	504.00	504.00	504.00
Hosting Wordpress	0.00	96.00	96.00	300.00	300.00
Cuenta en Play Store	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Publicidad Digital	0.00	200.00	200.00	300.00	300.00
Servicios Básicos	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
<b>Valor anual</b>	<b>1,675.00</b>	<b>2,180.00</b>	<b>2,480.00</b>	<b>1,784.00</b>	<b>1,784.00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 9,903.00</b>

### 5.3. FUENTE DE FINANCIAMIENTO

Haciendo una valoración de la inversión fija tangible de USD 1,050.00 dólares y la inversión fija intangible de USD 325.00 dólares, la inversión total asciende a USD 1,375.00 dólares, de los cuales la inversión fija tangible ya los poseía el investigador antes de desarrollar el proyecto, por consiguiente, se consideró asumir el 100% del financiamiento con capital propio.

Tabla 5.4. Fuente de Financiamiento

Activos	USD	Porcentaje(%)
Capital propio	1,375.00	100%
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,375.00</b>	<b>100%</b>

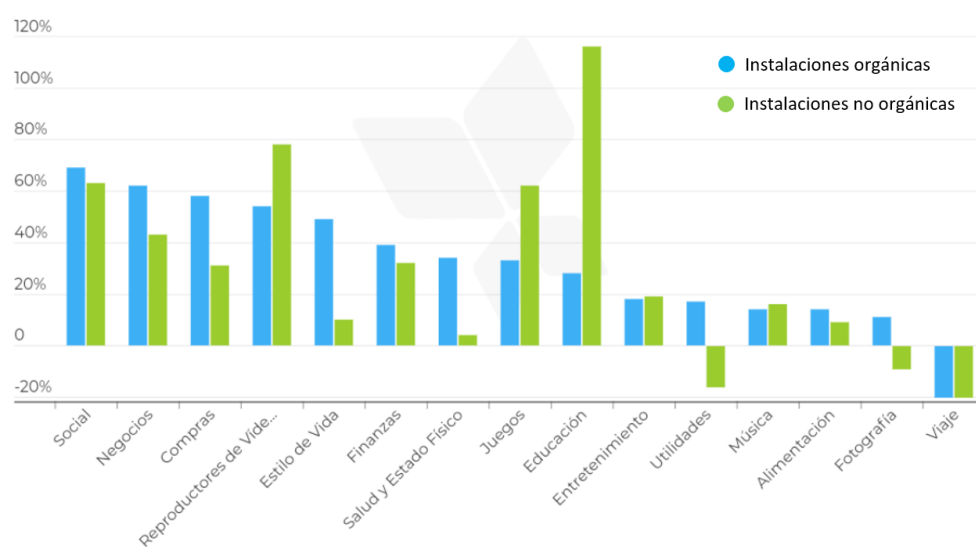
### 5.4. PROYECCIÓN DE INGRESOS/EGRESOS

El modelo de negocios planteado para la empresa **Yelro** consistió en una estrategia de precios que se divide en 2 tipos:

Aplicación móvil de versión Premium, de un precio de descarga individual de USD 2.99 dólares de la tienda de aplicaciones, a este precio se le resta la tarifa de transacción del 30% de la Play Store.

Aplicación móvil de versión Free, de descarga individual gratuita de la tienda de aplicaciones, pero que está monetizada mediante la incrustación de publicidad de Unity Ads, que solo muestran videos de juegos para gamers.

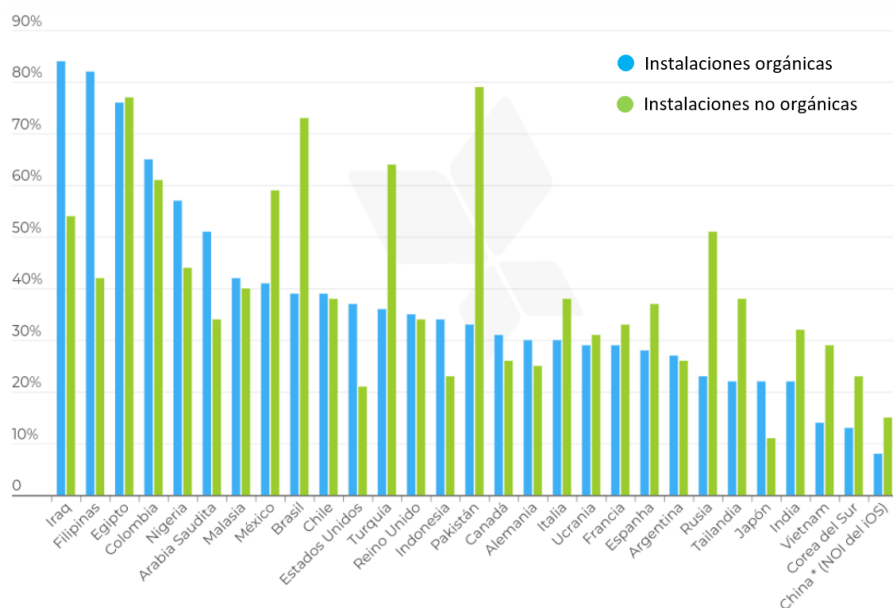
El incremento porcentual anual que se aplica en este proyecto está basado en métricas actuales, que según Rosenfelder (2020), en el año 2020 hubo un aumento en el crecimiento de descargas de aplicaciones móviles en diferentes categorías, sin embargo, en la educación que es el área que atañe a este proyecto, el crecimiento fue de un 35%, en contraste con el 2019 que fue de 25%, todo ello producto de la pandemia del Covid-19, como se muestra en la Figura 5.1.



**Figura 5.1.** % de crecimiento de instalaciones de aplicación móviles (mundial)  
Fuente: Datos tomados de Rosenfelder (2020).

Las instalaciones orgánicas se producen cuando un usuario descarga una aplicación de una tienda de aplicaciones basada en su propio interés sin influencia externa, mientras que, en las instalaciones no orgánicas la descarga se produce desde un enlace que envía al usuario a la tienda de aplicaciones (Uziely, 2016).

En la Figura 5.2 se valoran las métricas por países, en donde estos porcentajes dependiendo del país tienden a variar.



**Figura 5.2.** % de crecimiento de instalaciones de aplicaciones móviles por país  
Fuente: Datos tomados de Rosenfelder (2020).

### 5.4.1. PROYECCIÓN DE INGRESOS

Habiéndose establecido como Mercado Potencial el sector de la educación y dada la creciente demanda de aplicaciones educativas como lo indican las estadísticas antes expuestas, y además considerando que el producto realizado es un software especializado en RA, la cual dota de un valor adicional a la aplicación, puesto que, esta tecnología está experimentando un vertiginoso ascenso de demandas a nivel mundial, ya que ofrece una experiencia de inmersión única cuyo objetivo primordial es la satisfacción del consumidor. En la Tabla 5.5 se detalla la proyección de ingresos de los 5 primeros años, donde se valora con base en un análisis de aplicaciones similares en las tiendas de aplicaciones, que el primer año se podría llegar a tener un número de descargas de 1,500 versiones Premium de la AR Female Anatomy y a partir del segundo año incrementa un 35%.

**Tabla 5.5.** Proyección de ingresos a 5 años de la versión Premium

Precio de venta unitario	\$ 2.99				
Años	1	2	3	4	5
Descargas del producto por año	1,500	2,025	2,734	3,691	4,982
Incremento de descargas del periodo anterior (35%)	0	525	708	956	1,291
<b>Sub. Total de ingresos por venta</b>	4,485.00	6,054.75	8,173.91	11,034.78	14,896.96
<b>Transacción del 30%</b>	1,345.50	1,816.43	2,452.17	3,310.43	4,469.09

<b>Total de ingresos por venta</b>	<b>\$ 3,139.50</b>	<b>\$ 4,238.33</b>	<b>\$ 5,721.74</b>	<b>\$ 7,724.35</b>	<b>\$ 10,427.87</b>
------------------------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	---------------------

Para este análisis hay que considerar que Unity Ads provee una diversidad de campañas publicitarias con variados puntos de facturación (ejemplo: instalaciones, clics, vistas completas) y tiende a seleccionar las campañas con los ingresos más rentables para mostrar a los usuarios. Todo ello bajo la métrica eCPM (costo efectivo por mil) que es el ingreso promedio de la aplicación por cada **1,000 impresiones** (número de veces que una publicidad ha sido vista online) (Unity3D, 2021).

En la Tabla 5.6 se detalla la proyección de ingresos de los 5 primeros años de la versión Free de la AR Female Anatomy, la misma que por ser gratuita y de alta demanda, se valora que el primer año se tendrán el doble de descargas que la versión pago, pudiendo llegar a 3,000 descargar y con un número de 180 eCPM anuales, tomando como referencia el precio de USD 7.00 dólares por cada eCPM, estimando que a partir del segundo año las descargas se incrementan en un 35% y consecuentemente las eCPM.

**Tabla 5.6.** Proyección de ingresos a 5 años de la versión Free

Precio por cada eCPM	\$ 7				
<b>Años</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Descargas del producto por año	3,000	4,050	5,468	7,381	9,965
Incremento de descargas del periodo anterior (35%)	0	1,050	1,418	1,914	2,583
Número de eCPM por año	180	243	328	443	598
Incremento del número de eCPM del periodo anterior (35%)	0	63	85	115	155
Sub. Total de ingresos por eCPM	1,260.00	1,701.00	2,296.00	3,094.00	4,179.00
Comisión del 30%	378.00	510.30	688.80	928.20	1,253.70
<b>Total de ingresos por eCPM</b>	<b>\$ 882.00</b>	<b>\$ 1,190.70</b>	<b>\$ 1,607.20</b>	<b>\$ 2,165.80</b>	<b>\$ 2,925.30</b>

#### 5.4.1. PROYECCIÓN DE EGRESOS

En la Tabla 5.7 se especifica la salida de recursos financieros que se dan en la empresa Yelro, destinados a cumplir con compromisos adquiridos de pago.

Tabla 5.7. Proyección de egresos a 5 años

Descripción	Años				
	1	2	3	4	5
Gastos de legalización	0.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Equipos de Computación	8,85.00	600.00	1,000.00	0.00	0.00
Equipos de Oficina	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Muebles y Enseres	135.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Licencia de Softwares	0.00	504.00	504.00	504.00	504.00
Hosting Wordpress	0.00	96.00	96.00	300.00	300.00
Cuenta en Play Store	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Publicidad Digital	0.00	200.00	200.00	300.00	300.00
Servicios Básicos	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
<b>Total de egresos</b>	<b>\$ 1,675.00</b>	<b>\$ 2,180.00</b>	<b>\$ 2,480.00</b>	<b>\$ 1,784.00</b>	<b>\$ 1,784.00</b>

## 5.5. PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio (PE), vendría a ser el número mínimo unidades que la empresa debe vender para obtener un beneficio igual a cero, es decir que no se produzcan pérdidas ni ganancias.

Para calcular el punto de equilibrio son necesarios valores como: costo fijo, costo variable, contribución marginal.

De acuerdo a Fransoy (2018), el cálculo del punto de equilibrio se efectúa de la siguiente manera:

$$PE = \frac{\text{Costos fijos totales}}{\text{Contribución marginal unitaria}}$$

Donde:

$$\text{Contribución marginal unitaria} = (\text{Precio de venta} - \text{Costo variable por unidad})$$

Y en vista de que este proyecto presenta dos versiones de una misma aplicación con diferentes mecanismos de monetización, se consideró pertinente asignar las tres cuartas partes del gasto fijo a la aplicación móvil Premium, mientras que el gasto fijo restante a la aplicación móvil Free, para poder determinar el punto de equilibrio de ambas versiones.

En la Tabla 5.8 se detalla el número de descargas que debería tener la aplicación móvil Premium por año para alcanzar el punto de equilibrio.

**Tabla 5.8.** Punto de equilibrio por año de la aplicación móvil Premium

<b>PUNTO DE EQUILIBRIO APLICACIÓN MÓVIL PREMIUM</b>					
Precio de venta unitario	\$ 2.99				
<b>Años</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Descargas del producto por año	1,500	2,025	2,734	3,691	4,982
Total Costo Fijo 3/4	1,256.25	1,635.00	1,860.00	1,338.00	1,338.00
Total Costo Variable	1,345.50	1,816.43	2,452.17	3,310.43	4,469.09
Costo Variable por unidad	0.90	0,90	0.90	0.90	0.90
Contribución marginal	2.09	2,09	2.09	2.09	2.09
<b>Punto de Equilibrio</b>	<b>600</b>	<b>781</b>	<b>889</b>	<b>639</b>	<b>639</b>

En la Tabla 5.9 se detalla el número eCPM que debería obtener la aplicación móvil Free por año para alcanzar el punto de equilibrio.

**Tabla 5.9.** Punto de equilibrio por año de eCPM de la aplicación móvil Free

<b>PUNTO DE EQUILIBRIO APLICACIÓN MÓVIL FREE</b>					
Precio por cada eCPM	\$ 7				
<b>Años</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Número de eCPM por año	180	243	328	443	598
Total Costo Fijo 1/4	418.75	545.00	620.00	446.00	446.00
Total Costo Variable	378.00	510.30	688.80	928.20	1,253.70
Costo Variable por unidad	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
Contribución marginal	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9
<b>Punto de Equilibrio</b>	<b>85</b>	<b>111</b>	<b>127</b>	<b>91</b>	<b>91</b>

## 5.6. VALOR ACTUAL NETO

El valor actual neto (VAN) representa la diferencia de los ingresos de la empresa versus la inversión inicial del proyecto, con este análisis se puede determinar su rentabilidad.

En la Tabla 5.10 se muestra el total de ingreso por año, tanto de la aplicación móvil Premium como de la Free.



**Tabla 5.10.** Proyección del total de ingresos a 5 años de las 2 versiones de la aplicación

<b>Años</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Ingreso venta aplicación Premium	3,139.50	4,238.33	5,721.74	7,724.35	10,427.87
Ingreso publicidad aplicación Free	882.00	1,190.70	1,607.20	2,165.80	2,925.30
<b>Total Anual</b>	<b>\$ 4,021.50</b>	<b>\$ 5,429.03</b>	<b>\$ 7,328.94</b>	<b>\$ 9,890.15</b>	<b>\$ 13,353.17</b>

Además, se calcula el flujo de caja anual correspondiente a ambas versiones de la aplicación móvil, como se detalla en la Tabla 5.11

**Tabla 5.11.** Flujo de caja a 5 años

<b>Años</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Venta aplicaciones	4,021.50	5,429.03	7,328.94	9,890.15	13,353.17
Costo Fijo	1,675.00	2,180.00	2,480.00	1,784.00	1,784.00
Sub. Total Flujo de Caja	2,346.50	3,249.03	4,848.94	8,106.15	11,569.17
IVA	281.58	389.88	581.87	972.74	1,388.30
<b>Total Flujo de Caja</b>	<b>\$ 2,064.92</b>	<b>\$ 2,859.15</b>	<b>\$ 4,267.07</b>	<b>\$ 7,133.41</b>	<b>\$ 10,180.87</b>

En lo referente a la inversión inicial esta corresponde a los 6 meses de desarrollo de la aplicación móvil, que fue de USD 1,375.00 dólares, financiada con recursos propios. Y para poder determinar el tipo de interés de las ganancias futuras al dinero actual se fijó una tasa de descuento del 10%.

En la Tabla 5.12 se obtiene el valor actual neto de USD 17,264.78 dólares en comparación con la inversión inicial que es de USD 1,375.00 dólares.

**Tabla 5.12.** Valor actual neto

<b>Inversión Inicial</b>	<b>Flujo de Caja por años</b>					<b>Tasa de descuento</b>	<b>VAN</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>		
-1,375.00	2,064.92	2,859.15	4,267.07	7,133.41	10,180.87	10%	<b>17,264.78</b>

## 5.7. TASA INTERNA DE RETORNO

Con la tasa interna de retorno (TIR) se aprecia la rentabilidad o interés que da la inversión realizada, con ello se determina el porcentaje de pérdidas o beneficios de la misma.

La Tabla 5.13 se obtiene una la tasa interna de retorno de 190% lo que indica que tiene un amplio margen de rentabilidad.

**Tabla 5.13.** Tasa interna de retorno

Inversión Inicial	Flujo de Caja por años					TIR
	1	2	3	4	5	
-1,375.00	2,064.92	2,859.15	4,267.07	7,133.41	10,180.87	<b>190%</b>

## 5.8. COSTO DE INVERSIÓN/BENEFICIO

En la Tabla 5.14 se valora la relación costo/beneficio, en donde se obtiene un resultado mayor a 1 lo que significa que la rentabilidad es superior a la inversión.

**Tabla 5.14.** Relación benéfica/costo

Años	0	1	2	3	4	5
Inversión	1,375.00					
Ingresos		4,021.50	5,429.03	7,328.94	9,890.15	13,353.17
Costos (Egresos)		1,675.00	2,180.00	2,480.00	1,784.00	1,784.00
Tasa de descuento		10%				
VAN Ingresos		45,671.34				
VAN Costos		7,513.86				
Costo + Inversión		8,888.86				
<b>B/C</b>		<b>3.23</b>				

# CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. CONCLUSIONES

- Para desarrollar la aplicación de realidad aumentada se encontró con un gran número de plataformas para este fin, empero, para no encarecer los costos del proyecto se escogieron aquellas que fueran de libre distribución.
- Basándose en la investigación realizada, se pudo determinar los beneficios que ofrece la realidad aumentada dentro del aula de clases, sin embargo, también se pudo valorar que en el contexto latinoamericano aún existe mucho desconocimiento de los estudiantes y docentes de la tecnología de RA.
- Para el desarrollo de la aplicación AR Female Anatomy, se escogió como la opción más óptima el SDK de Vuforia para implementar la realidad aumentada, utilizando un marcador de diseño propio, y como framework de desarrollo se empleó a Unity 3D, por sus características versátiles y además porque permitía trabajar conjuntamente el modelado 3D en Blender, todo ello siguiendo un enfoque de software libre, con lo cual se desarrolló una aplicación de bajo costo con SO Android v. 7.0.
- Para las pruebas unitarias y de flujo de control se usó la herramienta Test Framework de Unity, con la cual se realizó un análisis exhaustivo para localizar y eliminar errores de funcionamiento de la aplicación. Mientras que las pruebas de usabilidad revelaron que la aplicación móvil de RA, se percibe como una herramienta educativa de utilidad en el proceso enseñanza-aprendizaje de la anatomía humana, tanto para estudiantes como docentes, mostrando un alto nivel de satisfacción.
- Las estrategias de marketing app, permitieron obtener una mayor difusión de la AR Female Anatomy, que mediante el posicionamiento SEO se obtuvo un mayor tráfico a la página Web oficial, cuyos contenidos están enfocados a que los usuarios se empoderen de la aplicación y creen conciencia de marca.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Es recomendable ampliar la investigación bibliográfica de la realidad aumentada enfocada al desarrollo de aplicaciones que presenten un mayor nivel de interacción con el usuario, y centrándose en aquellos aspectos que posibiliten explotar los elementos visuales en 3D como medio de aprendizaje.
- Considerando que este proyecto de investigación en la que se emplea la realidad aumentada, es el primero realizado en la Carrera de Computación de la ESPAM MFL, se recomienda socializar con los estudiantes la relevancia de esta tecnología, para fomentar su uso y promover el desarrollo de futuros proyectos con esta temática y además se sugiere incorporar esta tecnología de RA en la página web de la Carrera, lo que añadiría un plus adicional para captar el interés de los discentes por los contenidos de la Web.
- Se recomienda diseñar los objetos 3D sin un exceso de vértices, limitándose a trabajar con quads, así como buscar un mecanismo más eficiente para optimizar el tiempo de implementación de los Colliders. También para este proyecto sería factible desarrollar un módulo de autoevaluación, para que el estudiante pueda reafirmar los conocimientos adquiridos de anatomía, el mismo que no fue implementado por cuestiones de tiempo.
- En futuras investigaciones se recomienda profundizar en la influencia que tiene esta tecnología emergente en el ámbito educativo, haciendo un seguimiento a dos grupos, uno de experimento con la realidad aumentada y otro de control sin el uso de ella, realizando evaluaciones de una temática en particular, para determinar su evolución en ambos casos.
- Y por último se recomienda comprar un dominio en Wordpress, dado que la versión Web gratuita tiene muchas limitaciones, entre las cuales está, que no se pueden usar herramientas de monitoreo externas como por ejemplo la de Google Analytics.

## BIBLIOGRAFÍA

- Almenara, J. C., Barroso, J., & Obrador, M. (2017). Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la medicina. 18(3). <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2016.06.015>
- Almenara, J. C., & Osuna, J. B. (2016). Ecosistema de aprendizaje con realidad aumentada: posibilidades educativas. 5, 141-154.
- Amaya, L., & Santoyo, J. (2017). Evaluación del uso de la realidad aumentada en la educación musical. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.mavae12-1.urae>
- Andrés, C., Pulido, L., Del, K., Hormechea, C., Luis, J., González Rodríguez, A., Alexander, Y., & Quintero, C. (2019). Uso de la Realidad Aumentada como Estrategia de Aprendizaje para la Enseñanza de las Ciencias Naturales.
- ARCOTEL. (2017). 46,4% de usuarios del Servicio Móvil Avanzado poseen un smartphone – Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones. <https://www.arcotel.gob.ec/464-de-usuarios-del-servicio-movil-avanzado-poseen-un-smartphone/>
- Astudillo, M. (2019). Aplicación de la Realidad Aumentada en las prácticas educativas universitarias. 18(2), 203-218.
- Bajaña, I., Zúñiga, A., Can, C., Meza, F., & Puris, A. (2017). La realidad aumentada en la publicidad, prospectiva para el mercado ecuatoriano. Ciencia UNEMI, 10(23), 148-157. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol10iss23.2017pp148-157p>
- Balladares, E. (2019). La realidad aumentada como herramienta de difusión del Pasillo tradicional en jóvenes de 18 a 25 años de la ciudad de Ambato [Universidad Técnica de Ambato]. [https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/30256/1/Balladares Eduardo.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/30256/1/Balladares%20Eduardo.pdf)
- Bernal, S. (2017). Inteligencia de Mercados (Areandino). <http://www.areandina.edu.co>
- Cabero, J., Vázquez, E., & López, E. (2018). Uso de la Realidad Aumentada como Recurso Didáctico en la Enseñanza Universitaria. 11, 25-34.

- Castellanos, D., & Melo, M. (2018). Aproximación a la realidad aumentada y virtual como herramienta didáctica pedagógica: Tecnología con un enfoque a las etnociencias. 1(376), 155-162.
- Castro, B., & Paola, E. (2018). Estudio del uso de realidad aumentada como herramienta de apoyo para estudiantes de medicina. Universidad de Guayaquil .
- Dergarabedian, C. (2020). La realidad aumentada ha llegado para quedarse: ¿cuáles son sus aplicaciones y como será su «boom»? iProUP. <https://www.iproup.com/innovacion/15289-realidad-aumentada-como-es-el-boom-que-se-viene>
- Díaz, B. (2016). Realidad Aumentada en la educación. 47-53.
- Duarte, B. (2018). Impacto de la realidad aumentada y su aplicación para innovar el proceso de enseñanza primaria. 2(9), 25-31.
- Efrén, L., Salvador, A., & Susana, R. (2021). Realidad aumentada como técnica didáctica en la enseñanza de temas de cálculo en la educación superior . Estudio de caso. 12.
- El Comercio. (2019). El creador de Pokémon Go quiere borrar las fronteras de lo virtual y lo real | El Comercio. <https://www.elcomercio.com/tendencias/creador-pokemongo-juego-realidad-virtual.html>
- Figen, L. (2017). Estudio de la interacción basada en gestos en una aplicación móvil de realidad aumentada para la actividad de co-diseño. Journal on Multimodal User Interfaces. <https://doi.org/10.1007/s12193-017-0252-0>
- Fransoy, J. (2018). Microempresas: Análisis del Punto de Equilibrio. Retrieved. <https://www.linkedin.com/pulse/microempresas-análisis-%0Adel-punto-de-equilibrio-javier-fransoy>
- Gómez, V., & Cecilia, G. (2021). APP de entrenamiento en realidad aumentada para Prevención de Riesgos Laborales.
- Gottardo, M. (2021). Disponibilidad de teléfonos celulares discriminados por sistema operativo como dispositivo de conexión en alumnos universitarios durante la

pandemia 2020. 244-250. <https://doi.org/10.24215/18509959.28.e30>

Gutiérrez, E., Jiménez, F., Ariza, A., & Taguas, J. (2016). DiedricAR: un sistema de realidad aumentada móvil diseñado para el omnipresente aprendizaje de la geometría descriptiva. <https://doi.org/10.1007/s11042-016-3384-4>

INEC. (2019). Tecnologías de la Información y Comunicación, Encuesta multipropósito-TICS2019.

[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas\\_Sociales/%0ATIC/2019/201912\\_Principales\\_resultados\\_Multiproposito\\_TIC.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_Sociales/%0ATIC/2019/201912_Principales_resultados_Multiproposito_TIC.pdf)

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2016). En cinco años se quintuplicaron los usuarios de teléfonos inteligentes |. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/en-cinco-anos-se-quintuplicaron-los-usuarios-de-telefonos-inteligentes/>

IT Reseller. (2019). Las soluciones AR y VR para educación generarán 700 millones de dólares en 2023. IT Reseller. <https://www.itreseller.es/en-cifras/2019/04/las-soluciones-ar-y-vr-para-educacion-generaran-700-millones-de-dolares-en-2023>

Jaramillo, A., Silva, G., Adarve, C., Velásquez, S., Páramo, C., & Gómez, L. (2018). Aplicaciones de Realidad Aumentada en educación para mejorar los procesos de enseñanza – aprendizaje : una revisión sistemática teaching - learning processes : a systematic review.

Kapoor, V., & Naik, P. (2020). Educación habilitada con realidad aumentada para escuelas intermedias. *SN Computer Science*, 1(3), 1-7. <https://doi.org/10.1007/s42979-020-00155-6>

Kucuk, L. (2020). Qué y cómo investigar sobre realidad aumentada y realidad virtual para innovar. 30-38.

Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación. (2020). Última Reforma: Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación. 151, 1-49.

Lifeder. (2021). Análisis de la Oferta: En Qué Consiste y Cómo Se Hace. <https://www.lifeder.com/analisis-oferta/>

LOES. (2018). Ley Orgánica de Educación Superior, LOES. [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec)

- Luna, Ú., Ibáñez, A., & Rivero, P. (2019). El patrimonio aumentado . 8 apps de Realidad Aumentada para la enseñanza-aprendizaje del patrimonio Introducción Los dispositivos móviles se han convertido en elementos indispensables en. 94(2019), 43-62.
- Martínez, S., & Fernández, B. (2018). Objetos de realidad aumentada: percepciones del alumnado de pedagogía. 207-220.
- Ministerio de Educación. (2012). Acuerdo Ministerial No. 020 – 12. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/ACUERDO-020-122.pdf>
- Montecé, F., Verdesoto, A., Montecé, C., & Caicedo, C. (2017). Impacto De La Realidad Aumentada En La Educación Del Siglo XXI. European Scientific Journal, ESJ, 13(25), 129. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n25p129>
- Moreno, E. (2017). La Realidad Aumentada como recurso didáctico para los futuros maestros. 17(1).
- Moreno, N., Leiva, J., & Lopez, E. (2017). La realidad aumentada como tecnología emergente para la innovación educativa. 125-140.
- Osuna, J. B., & Almenara, J. C. (2016). La utilización de objetos de aprendizaje en realidad aumentada en la enseñanza de la medicina. 2(2), 77-83.
- Paladines, J., & Tettamanti, D. (2018). Aplicación en formación de la realidad aumentada para el estudio de los huesos del cráneo utilizando dispositivos móviles.
- Parsons, J. (2017). El efecto de la técnica de seguimiento en la calidad de la experiencia del usuario para la navegación móvil con realidad aumentada. <https://doi.org/10.1007/s11042-017-4810-y>
- Pérez, A., & Mesquida, C. (2017). Estudio de apps de realidad aumentada para su uso en campos de aprendizaje en un entorno natural.
- Rodríguez, & Andrea. (2019). El uso de la realidad aumentada crece en el mercado ecuatoriano | El Comercio. <https://www.elcomercio.com/guaifai/realidad->



umentada-crece-mercado-ecuatoriano.html

Rombiola, N. (2016). ¿Puedo deducir de ISR la compra de un teléfono celular?  
<https://losimpuestos.com.mx/deducir-isr-compra-telefono-celular/>

Rosenfelder, S. (2020). Las 5 principales tendencias que dieron forma al marketing de apps móviles en 2020. <https://www.appsflyer.com/sp/blog/top-5-trends-app-marketing/#trends-1>

Ruiz, S. (2019). Enseñanza de la anatomía y la fisiología a través de las realidades aumentada y virtual. 19.

Sáez, J., Cózar, R., & Domínguez, C. (2018). Realidad aumentada en Educación Primaria : comprensión de elementos artísticos y aplicación didáctica en ciencias sociales Augmented Reality in Primary Education : understanding of artistic elements and didactic application in social sciences. 34, 59-75.

Samaniego, J., Agila, M., Jara, D., & Sarango, P. (2019). Realidad Aumentada como recurso de apoyo en el proceso enseñanza- aprendizaje en Medicina Legal Realidad Aumentada como recurso de apoyo en el proceso enseñanza- aprendizaje en Medicina Legal. February.

Sánchez, J., & Toledo, P. (2017). Tecnologías convergentes para la enseñanza: Realidad Aumentada, BYOD, Flipped Classroom Converging technologies for teaching: Augmented Reality, BYOD, Flipped Classroom. RED. Revista de Educación a Distancia. Núm, 55(8), 22-34. <https://doi.org/10.6018/red/55/8>

Sandoval, C., & Carvajal, L. (2016). Aplicación móvil de realidad aumentada para la ubicación de las aulas de clase en el Campus Porvenir de la Universidad de la Amazonia. 26, 84-94.

Santoyo, A., Pérez, G., Hernández, E., Ornelas, A., & Heredia, S. (2019). Body Ar : Sistema educativo de anatomía basado en realidad aumentada. 11, 26-35.

Sevillano, M., & Vázquez, E. (2015). Modelos de investigación en contextos ubicuos y móviles en Educación Superior (McGrawHill).

Star of Service. (2021). Encuentra diseñadores CAO cerca de ti.

<https://www.starofservice.ec/r/modelado-3d-y-cao>

Toledo, P., & García, M. (2017). Realidad Aumentada en Educación Primaria : efectos sobre el aprendizaje. 16(1), 79-92.

Torres, D. (2020). Qué es un análisis de la demanda y cómo hacerlo en tu empresa (incluye ejemplos). <https://blog.hubspot.es/sales/analisis-demanda>

Unity3D. (2021). Documentación de Unity3D. <https://docs.unity3d.com/2019.4/Documentation/Manual/index.html>

Urquiza, L., Auria, B., Daza, S., Carriel, F., & Navarrete, R. (2016). Uso de la realidad virtual, en la educación del futuro en centros educativos del Ecuador. 1(4), 26-30.

Uziely, G. (2016). Cómo sacar partido a la relación entre descargas orgánicas y no orgánicas. <https://www.appsflyer.com/sp/blog/como-sacar-partido-a-la-relacion-entre-descargas-organicas-y-no-organicas/>

Vital, M. (2017). Ensayo de los principales usos de la Tecnología Educativa. <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n5/e6.html>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1: MATRIZ DEL CUERPO HUMANO FEMENINO

### MATRIZ DE LOS HUESOS MODELADOS EN 3D

#	Cabeza	#	Tórax	#	Ext. Superior	#	Ext. Inferior
1	Cráneo	1	Esternón	10	Falanges distales	10	Falanges distales
1	Mandíbula	2	1ra. costilla	8	Falanges medias	8	Falanges mediales
8	Dientes incisivos	2	2da. costilla	10	Falanges proximales	10	Falanges proximales
4	Dientes caninos	2	3ra. costilla	10	Metacarpianos	10	Metatarsianos
8	Dientes premolares	2	4ta. costilla	2	Trapezio	2	Cuboides
6	Dientes molares	2	5ta. costilla	2	Trapezoide	2	Cuneiforme Lateral
		2	6ta. costilla	2	Grande	2	Cuneiforme medial
		2	6ma. costilla	2	Ganchoso	2	Cuneiforme intermedio
		2	8va. costilla	2	Piramidal	2	Navicular
		2	9na. costilla	2	Pisiforme	2	Calcáneo
		2	10ma. costilla	2	Semilunar	2	Astrágalo
		2	11va. costilla, flotante	2	Escafoides	2	Tibia
		2	12va. costilla, flotante	2	Cubito	2	Fíbula
		1	Vértebra cervical-atlas, C1	2	Radio	2	Rótula
		1	Vértebra cervical-axis, C2	2	Húmero	2	Fémur
		1	Vértebra cervical, C3	2	Escápula	1	Pubis
		1	Vértebra cervical, C4	2	Clavícula	1	Pelvis
		1	Vértebra cervical, C5				
		1	Vértebra cervical, C6				
		1	Vértebra cervical, C7				
		1	Vértebra torácica, T1				
		1	Vértebra torácica, T2				
		1	Vértebra torácica, T3				
		1	Vértebra torácica, T4				
		1	Vértebra torácica, T5				
		1	Vértebra torácica, T6				
		1	Vértebra torácica, T7				
		1	Vértebra torácica, T8				
		1	Vértebra torácica, T9				
		1	Vértebra torácica, T10				
		1	Vértebra torácica, T11				
		1	Vértebra torácica, T12				
		1	Vértebra lumbar, L1				
		1	Vértebra lumbar, L2				

#	Cabeza	#	Tórax	#	Ext. Superior	#	Ext. Inferior
		1	Vértebra lumbar, L3				
		1	Vértebra lumbar, L4				
		1	Vértebra lumbar, L5				
		23	Discos intervertebrales				
		1	Sacro				
		1	Coxis				
<b>28</b>	<b>Total</b>	<b>74</b>	<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>Total</b>

### MATRIZ DE LOS MÚSCULOS MODELADOS EN 3D

#	Cabeza	#	Tórax	#	Ext. Superior	#	Ext. Inferior
1	Dilatador de la nariz	2	Medio deltoides	2	Extensor de los dedos	2	Extensor largo de los dedos
1	Nasal	2	Deltoides posterior	2	Extensor cubital del carpo	8	Extensor corto de los dedos
1	Elevador del labio superior y del ala de la nariz	2	Infraespinoso	12	Flexor superficial de los dedos	8	Interóseos dorsales plantares
2	Elevador del labio superior	2	Trapezio	14	Interóseos palmares	6	Interóseos plantares
2	Canino	2	Romboides	8	Lumbricales de la mano	2	Aductor del dedo gordo
2	Cigomático menor	1	Dorsal ancho	4	Eminencia hipotenar	8	Lumbricales plantar
2	Cigomático mayor	8	Serrato posterior inferior	2	Aductor del pulgar	2	Flexor corto de los dedos
1	Orbicular de la boca	8	Serrato posterior superior	2	Primer interóseo dorsal	2	Flexor del meñique
2	Depresor del ángulo de la boca	2	Iliocostal lumbar	2	Oponente del pulgar	2	Abductor del meñique
2	Depresor del labio inferior	2	Esplenio del cuello	2	Pronador cuadrado	4	Flexor corto del dedo gordo
1	Mentoniano	2	Esplenio de la cabeza	4	Extensor largo y corto del pulgar	2	Flexor largo del dedo gordo
2	Buccinador	2	Semiespinosos de la cabeza	2	Abductor largo del pulgar	2	Cuadrado plantar
2	Masetero	24	Elevadores de las costillas	2	Flexor largo del pulgar	2	Abductor del dedo gordo
2	Digástrico	2	Espinal dorsal	2	Flexor cubital del carpo	2	Flexor largo de los dedos
2	Estilohioideo	44	Transversospinales	2	Extensor radial corto del carpo	2	Extensor largo del dedo gordo
2	Milohioideo	2	Largo del cuello	2	Extensor radial largo del carpo	2	Tibial anterior
2	Auricular	2	Elevador de la escápula	2	Braquiorradial	2	Peroneo largo
2	Temporal	2	Auricular posterior	2	Palmar largo	2	Peroneo corto
2	Occipital	2	Largo de la cabeza	2	Ancóneo	2	Tercer peroneo

#	Cabeza	#	Tórax	#	Ext. Superior	#	Ext. Inferior
2	Orbicular de los ojos	2	Recto posterior menor de la cabeza	2	Bíceps braquial	2	Tibial posterior
2	Prócer	2	Recto posterior mayor de la cabeza	2	Braquial	2	Sóleo
2	Corrugador	2	Oblicuo superior de la cabeza	4	Tríceps braquial	2	Gastrocnemio
2	Frontal	2	Oblicuo menor de la cabeza	2	Coracobraquial	2	Plantar
		2	Longísimo de la cabeza	2	Pronador redondo	2	Poplíteo
		2	Esternocleidomastoideo	2	Flexor radial del carpo	2	Recto femoral
		2	Esternotiroideo			2	Vasto lateral
		2	Esternohioideo			2	Vasto medial
		2	Escalenos posterior			2	Sartorio
		2	Escalenos anterior			2	Tensor de la fascia lata
		2	Omohioideo			2	Biceps femoral
		2	Tirohioideo			2	Aductor mayor
		6	Interespinosos			2	Aductor largo
		2	Deltoides anterior			2	Aductor corto
		2	Redondo menor			2	Grácil
		2	Redondo mayor			2	Pectíneo
		2	Pectoral mayor			2	Semimembranoso
		2	Supraespinoso			2	Semitendinoso
		2	Subescapular			2	Glúteo mayor
		2	Serrato anterior			2	Glúteo medio
		2	Pectoral menor			2	Glúteo menor
		1	Oblicuo interno			2	Iliaco
		1	Oblicuo externo			2	Piriforme
		1	Recto del abdomen			2	Cuadrado femoral
		1	Transverso del abdomen			2	Obturador interno
		6	Cuadrado lumbar			2	Obturador externo
		2	Psoas mayor				
		2	Psoas menor				
<b>41</b>	<b>Total</b>	<b>173</b>	<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>Total</b>

**MATRIZ DE LAS GLÁNDULAS MAMARIAS, SISTEMA NERVIOSO, SISTEMA CIRCULATORIO, SISTEMA LINFÁTICO Y SISTEMA RESPIRATORIO MODELADOS EN 3D**

#	Glándulas mamarias	#	Sistema nervioso	#	Sistema Circulatorio	#	Sistema linfático	#	Sistema Respiratorio
2	Tejido graso mamario	1	Sistema nervioso	1	Sistema arterial	1	Sistema linfático	1	Diafragma
2	Glándulas mamarias	1	Cerebro	1	Sistema venoso	511	Ganglios linfáticos	2	Pulmones
		1	Cerebelo	1	Corazón	1	Bazo	2	Bronquios
		1	Núcleo caudado			2	Timo	1	Tráquea
		2	Amígdala cerebral			2	Amígdala linfática	1	Laringe
								1	Epiglotis
<b>4</b>	<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>Total</b>	<b>517</b>	<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>Total</b>

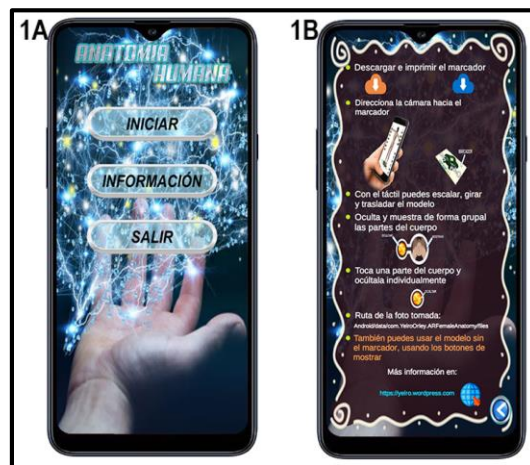
**MATRIZ DEL SISTEMA DIGESTIVO, SISTEMA URINARIO, SISTEMA REPRODUCTOR, CABELLO, OJOS Y PIEL MODELADOS EN 3D**

#	Sistema Digestivo	#	Sistema Urinario	#	Sistema Reproductor	#	Modelos
1	Boca	1	Uretra	1	Vagina	1	Cabello
5	Glándulas salivales	1	Vejiga urinaria	1	Cuello uterino	2	Ojos
2	Fosas nasales	2	Uréter	1	Útero	1	Piel
1	Faringe	2	Pelvis renal	2	Trompas de Falopio		
1	Esófago	2	Riñones	2	Ovarios		
1	Hígado						
1	Estómago						
1	Páncreas						
1	Vesícula biliar						
1	Conducto (hepático, cístico, pancreático)						
1	Intestino delgado						
1	Intestino grueso						
1	Apéndice						
<b>18</b>	<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>Total</b>

## ANEXO 2: MANUAL DE USO DE AR FEMALE ANATOMY

La aplicación móvil se puede descargar de la tienda de aplicaciones Play Store y ser instalada en dispositivos Android versión 7.0 'Nougat' (API nivel 24) y posteriores.

Al iniciar la aplicación AR Female Anatomy se presenta la **escena del Menú** (imagen 1A), que tiene un botón para acceder a la **escena de la RA**, otro para ir a la **escena de Información** y el **botón de salir**. La escena de información (imagen 1B) consiste en un manual de uso resumido de la aplicación móvil, con dos links de descarga para el marcador, otro link de la URL de la página Web de la aplicación y además un botón para retornar al menú.

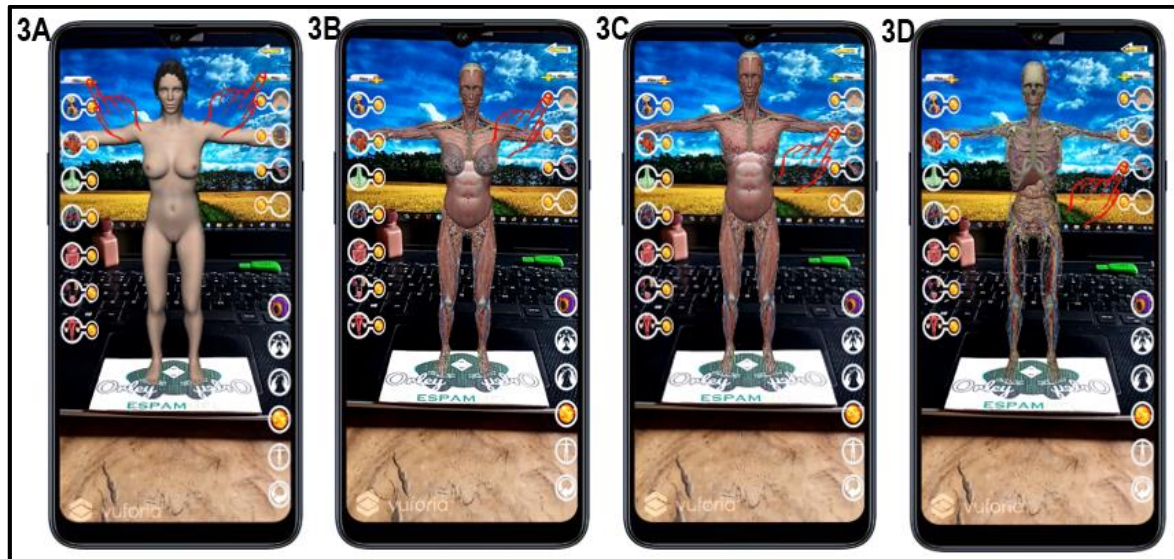


Al presionar el botón iniciar se redirecciona a un panel de carga (imagen 2A), pasado unos segundos aparece la **escena de RA** (imagen 2B), para renderizar el modelo de anatomía 3D se debe direccionar la cámara hacia el marcador y de esta manera se visualiza el modelo femenino (imagen 2C).





Al presionar en los botones de Filtro (imagen 4A) aparecen los botones encargados de mostrar y ocultar las distintas partes del cuerpo en forma grupal. El primer botón es el de ocultar el cabello, ojos y piel (imagen 3B), continúa con el de ocultar las glándulas mamarias (imagen 3C) y el de ocultar el sistema muscular (imagen 3D).



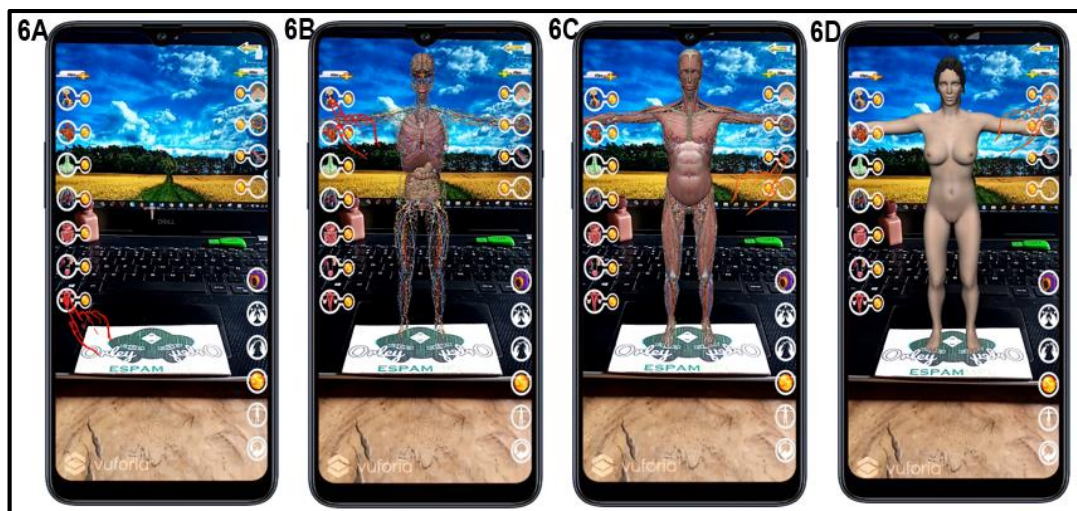
Se presionan los botones de ocultar sistema esquelético (imagen 4A), sistema nervioso (imagen 4B), sistema circulatorio (imagen 4C) y sistema linfático (imagen 4D).



Como se observa en la secuencia se continúa presionando los botones de ocultar el sistema respiratorio (imagen 5A), sistema digestivo (imagen 5B), sistema urinario (imagen 5C) y sistema reproductor (imagen 5D).



Del mismo modo se procede a habilitar los objetos 3D ocultos, con los botones de mostrar como se aprecia a continuación.



Al seleccionar con el Touch se puede apreciar una etiqueta en español e inglés en el lado superior izquierda con el nombre de la parte del cuerpo que se está tocando. Esta etiqueta esta visible mientras se tenga presionado el objeto, además cambia de color el objeto temporalmente como en el caso del cabello (imagen 7A), también se puede deshabilitar el objeto seleccionado, con el botón de ocultar individualmente (imagen 7B), de este modo se puede ocultar la mitad de la piel y apreciar la perspectiva de piel vs. órganos internos (imagen 7D).





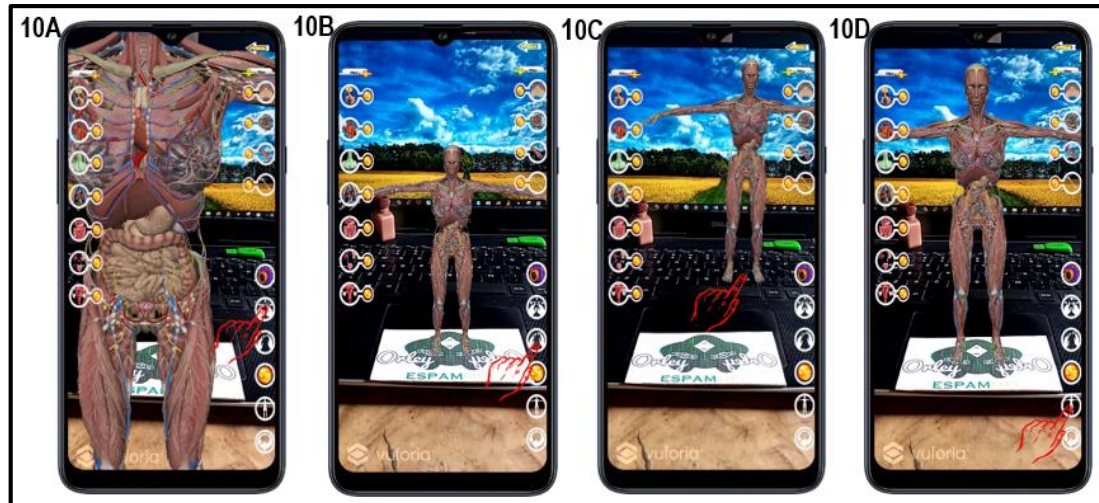
Se puede seguir apreciando las etiquetas al seleccionar partes del cuerpo, en lo que respecta exclusivamente al sistema muscular las etiquetas muestran un nombre en español y latino (imagen 8C, 8D).



Y de esta manera se puede aprender de forma interactiva, seleccionando y leyendo las etiquetas de cada parte del cuerpo femenino.



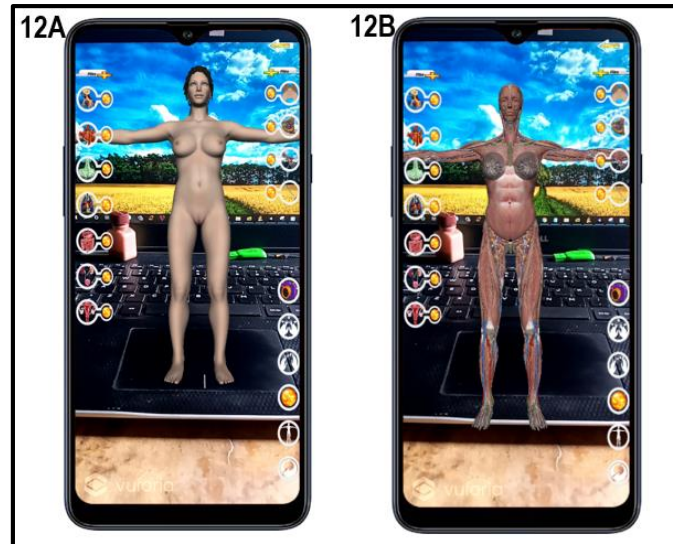
A continuación, se muestran otras opciones, como la de aumentar el escalado, para lo cual se puede usar el Touch o el botón de aumentar zoom (imagen 10A), para disminuir el escalado se lo hace con el botón de reducir zoom (imagen 10B) o con el Touch, también se puede trasladar el modelo con el Touch (imagen 10c) y justificar a su posición inicial con el botón de reiniciar posición (imagen 10D).



Con el botón de girar se puede rotar en su eje el modelo, (imagen 11A, 11B, 11C), además se lo puede girar de forma vertical con el uso del Touch. Con el botón de cámara se pueden tomar instantáneas del modelo 3D que se alojarán en la ruta: *Android/data/com.YelroOrley.ARFemaleAnatomy/files*. Y también se incluye un botón para retornar al menú en la parte superior.



El modelo se lo puede visualizar sin la necesidad de usar el marcador, simplemente habilitando los objetos 3D con los botones de mostrar, pero empleado de esta manera no ofrece el efecto de interacción con el entorno, más bien se muestra solo en la pantalla, sin embargo, es una buena alternativa si no se dispone del marcador en un momento determinado.





## ANEXO 3: SCRIPTS

En la siguiente Tabla se describen los scripts usados en el desarrollo de la aplicación móvil.

Nombre del Script	Acción	Pág.
VisibleObject	Hacer visible los objetos 3D ocultos	83
HideObject	Oculto los objetos 3D visibles	84
HideSequence	Oculto objetos 3D seleccionados	84
HideTrigger	Detecta la selección de un objeto y lo oculta	85
LeanSelectableRenderMaterial	Al seleccionar objeto 3D cambia de color y muestra una etiqueta	85
Screenshot	Captura fotos instantáneas del modelo 3D	86
UserInterfaceButtons	Aumenta y reduce el zoom del modelo 3D mediante botones	88
Reset	Reinicia al modelo 3D a su posición original	89
rotateObject	Controla rotación del modelo 3D	90
ButtonAnimation	Controla la condición para mostrar y ocultar los botones	91
Animator	Controla la animación de los botones	91
ButtonSound	Controla el sonido de cada botón	92
MainMenu	Permite cambiar de escena y salir de la aplicación	92
Loading02	Controla el cambio de escena y el panel de transición	92
ImageDownload	Permite colocar link web	94

**VisibleObject.** - Este script habilita el Mesh Render y Mesh Collider de los GameObject.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class VisibleObject : MonoBehaviour
{
    public void ToggleVisibility()
    {
        Renderer rend = gameObject.GetComponent<Renderer>();
        if(rend.enabled == false)
        {
            rend.enabled = true;
            //habilita todos los colliders
            //también puede ir:InChildren
            foreach(Collider m_Collider in gameObject.GetComponentsInChildren<Collider>())
            {
                m_Collider.enabled = true;
            }
        }
    }
}
```

**HideObject.** - deshabilita el Mesh Render y Mesh Collider de los GameObject.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class HideObject : MonoBehaviour
{
    public void ToggleDisable()
    {
        Renderer rend = gameObject.GetComponent<Renderer>();
        if(rend.enabled == true)
        {
            rend.enabled = false;

            //habilita todos los colliders
            foreach(Collider m_Collider in gameObject.GetComponentsInParent<Co
llider>()){
                m_Collider.enabled = false;
            }
        }
    }
}
```

**HideSequence.** - deshabilita el Mesh Render y todos los Mesh Colliders de un GameObject al ser seleccionados.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class HideSequence : MonoBehaviour
{
    [Tooltip("Seleccionar objeto padre?")]
    public GameObject selectedObject;
    public void Disable()
    {
        Renderer rend = selectedObject.GetComponent<Renderer>();
        if(rend.enabled)
        {
            rend.enabled = false;

            //deshabilita todos los colliders
            foreach(Collider m_Collider in selectedObject.GetComponentsInParen
t<Collider>()){
                m_Collider.enabled = false;
            }
        }
    }
}
```

**HideTrigger.** – En conjunto con el script HideSequence detecta un evento de selección de un GameObject y lo deshabilita.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class HideTrigger : MonoBehaviour
{
    private HideSequence disabler;

    void Start(){
        disabler = GameObject.FindObjectOfType<HideSequence>();
    }
    void OnMouseDown(){
        disabler.selectedObject = gameObject;
    }
}
```

**LeanSelectableRendererMaterial.** - al seleccionar un GameObject cambia el color de su material y habilita el Text Prefab (etiqueta) designado, al deseleccionar vuelve a su material por defecto y deshabilita el Text Prefab.

```
using UnityEngine;

namespace Lean.Touch
{
    public class LeanSelectableRendererMaterial : LeanSelectableBehaviour
    {
        [Tooltip("Leer automáticamente el DefaultMaterial del Renderer.material?")]
        public bool AutoGetDefaultMaterial;

        [Tooltip("El material predeterminado proporcionado al Renderer.material")]
        public Material DefaultMaterial;

        [Tooltip("El material dado al Renderer.material cuando se selecciona")]
        public Material SelectedMaterial;

        [Tooltip("Texto prefab canvas que se muestra al seleccionar")]
        public GameObject TextPrefab;

        #if UNITY_EDITOR
        protected virtual void Reset()
        {
            Start();
        }
        #endif
        protected virtual void Start()
        {

```



```

        if (AutoGetDefaultMaterial == true)
        {
            var renderer = GetComponent<Renderer>();

            DefaultMaterial = renderer.material;
        }
    }
    protected override void OnSelect(LeanFinger finger)
    {
        ChangeMaterial(SelectedMaterial);

        //llamo a la función si es q tiene el tento flotante, sino no
        if(TextPrefab)
        {
            MostrarTextoFlotante();
        }
    }
    protected override void OnDeselect()
    {
        ChangeMaterial(DefaultMaterial);

        //si existe un texto nuevo destruye el clon
        Destroy(GameObject.Find(TextPrefab.name + "(Clone)"));
    }

    private void ChangeMaterial(Material materials)
    {
        var renderer = GetComponent<Renderer>();

        // Clone material and change material
        renderer.material = materials;
    }
    public void MostrarTextoFlotante(){
        GameObject texto = Instantiate(TextPrefab); //lo instanciamos
    }
}
}
}

```

**Screenshot.** - es un script que usa la cámara del dispositivo, para captura fotos del modelo 3D en interacción con el entorno.

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using System.IO;
public class Screenshot : MonoBehaviour
{
    private AndroidUltimatePluginController androidUltimatePluginController;
    Camera mainCamera;
    RenderTexture renderTex;
    Texture2D screenshot;
    Texture2D LoadScreenshot;
    int width = Screen.width; //para tomar una foto
    int height = Screen.height; //para tomar una foto
}

```

```

string fileName;
string screenshotName = "yelro-
anatomy" + System.DateTime.Now.ToString("yyyy-MM-dd-HHmss") + ".png";
void Start()
{
    androidUltimatePluginController = AndroidUltimatePluginController.GetI
nstance();
}
public void Snapshot()
{
    StartCoroutine(CaptureScreen());
}
public IEnumerator CaptureScreen()
{
    yield return null; //espere hasta el último momento posible antes de r
enderizar la pantalla para ocultar el UI

    GameObject.Find("Canvas").GetComponent<Canvas>().enabled = false;
    yield return new WaitForEndOfFrame (); //espere a que se complete el r
enderizado de la pantalla
    if (Screen.orientation == ScreenOrientation.Portrait || Screen.orienta
tion == ScreenOrientation.PortraitUpsideDown)
    {
        mainCamera = Camera.main.GetComponent<Camera>(); //para tomar una
foto

        renderTex = new RenderTexture(width, height, 24);
        mainCamera.targetTexture = renderTex;
        RenderTexture.active = renderTex;
        mainCamera.Render ();
        screenshot = new Texture2D(width, height, TextureFormat.RGB24, fal
se);

        screenshot.ReadPixels (new Rect (0, 0, width, height), 0, 0);
        screenshot.Apply(); //false
        RenderTexture.active = null;
        mainCamera.targetTexture = null;
    }
    if (Screen.orientation == ScreenOrientation.LandscapeLeft || Screen.or
ientation == ScreenOrientation.LandscapeRight)
    {
        mainCamera = Camera.main.GetComponent<Camera>(); //para tomar una
foto

        renderTex = new RenderTexture(height, width, 24);
        mainCamera.targetTexture = renderTex;
        RenderTexture.active = renderTex;
        mainCamera.Render();
        screenshot = new Texture2D(height, width, TextureFormat.RGB24, fal
se);

        screenshot.ReadPixels(new Rect(0, 0, height, width), 0, 0);
        screenshot.Apply(); //false
        RenderTexture.active = null;
        mainCamera.targetTexture = null;
    }
    //on Win7 - C:/Users/Username/AppData/LocalLow/CompanyName/GameName
    //on Android - /Data/Data/com.companyname.gamename/Files
    File.WriteAllBytes(Application.persistentDataPath + "/" + screenshotName, screenshot.EncodeToPNG());
}

```

```

        GameObject.Find("Canvas").GetComponent<Canvas>().enabled = true; //Mostrar UI después de que hayamos terminado
    }
}

```

**UserInterfaceButtons.** – Aumenta y reduce el escalado por medio del Button.

```

using UnityEngine;
using System.Collections;
using System.IO;
public class UserInterfaceButtons : MonoBehaviour
{
    bool repeatScaleUp = false;
    bool repeatScaleDown = false;
    void Update ()
    {
        if (repeatScaleUp) {
            ScaleUpButton ();
        }

        if (repeatScaleDown) {
            ScaleDownButton ();
        }
    }
    public void ScaleUpButton ()
    {
        GameObject.FindWithTag ("Model").transform.localScale += new Vector3 (
        scalingSpeed, scalingSpeed, scalingSpeed);
    }
    public void ScaleUpButtonRepeat ()
    {
        repeatScaleUp = true;
        Debug.Log ("Up");
    }
    public void ScaleDownButtonRepeat ()
    {
        repeatScaleDown = true;
        Debug.Log ("Down");
    }
    public void ScaleUpButtonOff ()
    {
        repeatScaleUp = false;
        Debug.Log ("Off");
    }
    public void ScaleDownButtonOff ()
    {
        repeatScaleDown = false;
        Debug.Log ("Off");
    }
    public void ScaleDownButton ()
    {
        GameObject.FindWithTag ("Model").transform.localScale += new Vector3 (
        -scalingSpeed, -scalingSpeed, -scalingSpeed);
    }
}

```

**Reset.** – Restaura a todos los GameObjects a sus posiciones originales de escala y rotación.

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI; //se requiere para el Button
public class Reset : MonoBehaviour
{
    Vector3[] defaultPos;
    Vector3[] defaultScale;
    Quaternion[] defaultRot;
    Transform[] models;

    //Attach Button from the Editor
    public Button resetButton;
    void Start()
    {
        //Call to back up the Transform before moving, scaling or rotating the
        //GameObject
        backUpTransform();
    }
    void backUpTransform()
    {
        //Buscar GameObjects con etiqueta de modelo
        GameObject[] tempModels = GameObject.FindGameObjectsWithTag("Model");

        //Crear pos, escalar y rot, transformar el tamaño de la matriz según e
        //l tamaño de los objetos encontrados
        defaultPos = new Vector3[tempModels.Length];
        defaultScale = new Vector3[tempModels.Length];
        defaultRot = new Quaternion[tempModels.Length];

        models = new Transform[tempModels.Length];

        //Obtenga la posición original, la escala y rot de cada objeto en la t
        //ransformación
        for (int i = 0; i < tempModels.Length; i++)
        {
            models[i] = tempModels[i].GetComponent<Transform>();

            defaultPos[i] = models[i].position;
            defaultScale[i] = models[i].localScale;
            defaultRot[i] = models[i].rotation;
        }
    }
    //Llamado cuando se hace clic en el botón
    void resetTransform()
    {
        //Restaurar todas las posiciones originales, escala y rot de cada Game
        //Object
        for (int i = 0; i < models.Length; i++)
        {
            models[i].position = defaultPos[i];
            models[i].localScale = defaultScale[i];
        }
    }
}

```

```

        models[i].rotation = defaultRot[i];
    }
}
void OnEnable()
{
    //Registrar eventos de botón
    resetButton.onClick.AddListener(() => resetTransform());
}
void OnDisable()
{
    //Anular el registro de eventos de botón
    resetButton.onClick.RemoveAllListeners();
}
}
}

```

**rotateObject.-** controla mediante un Button la rotación de los GameObjects.

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
public class rotateObject : MonoBehaviour
{
    public GameObject objectRotate;
    public float rotateSpeed = 50f;
    bool rotateStatus = false;
    //girar la función del objeto
    public void RotateObject()
    {
        if (rotateStatus == false)
        {
            rotateStatus = true;
        }
        else
        {
            rotateStatus = false;
        }
    }
    void Update()
    {
        if (rotateStatus == true)
        {
            //rotar objeto con velocidad
            objectRotate.transform.Rotate(Vector3.up, rotateSpeed * Time.deltaTime);
        }
    }
}
}

```

**ButtonAnimation.** – controla la condición para mostrar y ocultar los Buttons.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class ButtonAnimation : MonoBehaviour
{
    public bool showMenu;
    public void ButtonShowMenu()
    {
        if(!showMenu)
        {
            showMenu = true;
        }
        else if(showMenu)
        {
            showMenu = false;
        }
    }
}
```

**Animator.** - controla la animación de los Buttons que en conjunto con el script ButtonAnimation, hace que el Button del filtro permita mostrar y ocultar los Buttons que contienen.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
public class DropDown : MonoBehaviour
{
    private Animator buttonAnim;
    //ButtonAnimation nom del Script creado anteriormente
    private ButtonAnimation button;
    void Start()
    {
        buttonAnim = GetComponent<Animator>();
        //CodeBtnAnim nom del objeto vacío en el que esta el Script ButtonAnimatio
n
        button = GameObject.Find("CodeBtnAnim").GetComponent<ButtonAnimation>();
    }
    void Update()
    {
        if(button.showMenu)
        {
            //ShowMenu nomb de la variable de la Animación
            buttonAnim.SetBool ("ShowMenu", true);
        }
        if(!button.showMenu)
        {
            buttonAnim.SetBool ("ShowMenu", false);
        }
    }
}
```

```

    }
}

```

**ButtonSound.** - en conjunto con el componente Audio Source controla el sonido de cada Button.

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
public class ButtonSound : MonoBehaviour
{
    public AudioSource fuente;
    public AudioClip clip;
    void Start()
    {
        fuente.clip = clip;
    }
    public void Reproducir()
    {
        fuente.Play();
    }
}

```

**MainMenu.** – controla el cambio de escena y de finalizar el juego.

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class MainMenu : MonoBehaviour
{
    public void CargarNivel(string nombreNivel)
    {
        SceneManager.LoadScene(nombreNivel);
    }
    public void Salir()
    {
        Application.Quit();
    }
}

```

**Loading02.** - controla el cambio de escena y el panel de transición, que carga la barra loading a medida que se carga la nueva escena.

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using DG.Tweening;
using UnityEngine.UI;
using UnityEngine.SceneManagement;

```

```

public class Loading02 : MonoBehaviour
{
    public GameObject loadingScreen;
    public Text _progressText;
    public Slider _slider;
    public void LoadLevel ()
    {
        StartCoroutine(LoadSceneAsync());
    }
    IEnumerator LoadSceneAsync()
    {
        AsyncOperation async = SceneManager.LoadSceneAsync(1); //Asyn
chronous loading
        async.allowSceneActivation = false; //No jump
        loadingScreen.SetActive(true);
        int slidervalue = 0;
        while (true)
        {
            yield return null;
            int asyncvalue = (int)(async.progress * 100); //Tenga
en cuenta que el valor de la barra de progreso es 0-1
            if (slidervalue < asyncvalue)
            {
                slidervalue++;
                _slider.value = slidervalue / 100f; //slider.value is 0-1
                //no necesito mostrar el porcentaje
                //_progressText.text = slidervalue + "%"; //Muestra el número
de progreso porcentual
            }
            if (slidervalue == asyncvalue && async.progress == 0.9f) //Cuando
se alcanza el 90%
            {
                break;
            }
            //Make up the remaining 10%
            while (slidervalue < 100)
            {
                slidervalue++;
                _slider.value = slidervalue / 100f;
                //_progressText.text = slidervalue + "%";
            }

            ShowTip();
            //Después de tocar o presionar el botón, se permite el salto.
            async.allowSceneActivation = true;
        }
        private void ShowTip() //Esto parte, hace que parpadee la etiqueta L
LOADING
        {
            _progressText.fontSize = 30;
            _progressText.text = "LOADING...";
            //Cola de animación Agregue efecto de desvanecimiento y desva
necimiento y establezca la curva de animación
            Sequence _sequence = DOTween.Sequence();
            _sequence.Append(_progressText.DOFade(0, 1f).SetEase(Ease.OutCubic));

```



```
        _sequence.Append(_progressText.DOFade(1, 1f).SetEase(Ease.OutCubic));  
            //Animación en bucle  
        _sequence.SetLoops(-1);  
    }  
}
```

**ImageDownload.** - permite colocar link web en una imagen.

```
using System.Collections;  
using System.Collections.Generic;  
using UnityEngine;  
public class ImageDownload : MonoBehaviour  
{  
    public void LinkDownload(string link)  
    {  
        Application.OpenURL(link);  
    }  
}
```

## ANEXO 4: ENCUESTA DE COSTOS DE LA APLICACIÓN MÓVIL

La encuesta de costos, fue realizada a 21 alumnos de primero de bachillerato y 5 docentes de la Unidad Educativa ITSI Chone.

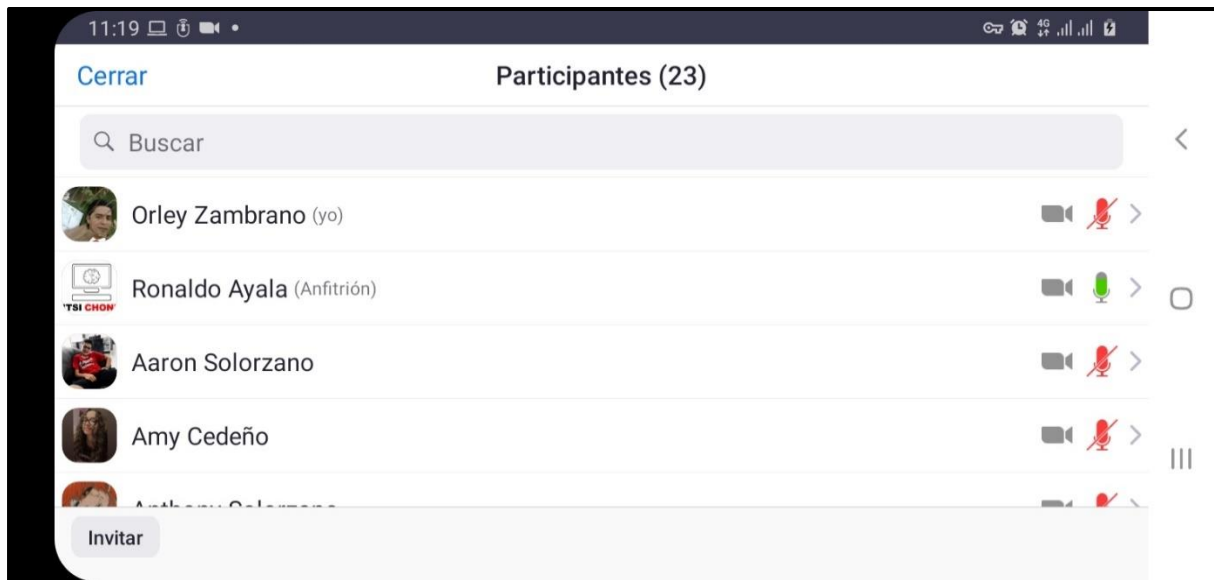
**ENCUESTA DE COSTO**

¿Qué precio considera adecuado pagar por una app de realidad aumentada en 3D para el aprendizaje de la anatomía humana? \*

- Pagando un costo de USD 2.99 dólares
- Pagando un costo de USD 4.99 dólares
- Pagando un costo de USD 6.99 dólares

## ANEXO 5: PRUEBAS DE USABILIDAD

### ANEXO 5-A: CLASE ONLINE DE LOS ESTUDIANTES ENCUESTADOS DE PRIMERO DE BACHILLERATO DEL ITSI CHONE



## ANEXO 5-B: ENCUESTA DE USABILIDAD

### APLICACIÓN MÓVIL DE REALIDAD AUMENTADA (APP MÓVIL DE RA) PARA APRENDER ANATOMÍA HUMANA EN 3D

\*Obligatorio

Participante \*

Genero \*

Aprendo mejor anatomía humana cuando uso la aplicación móvil de realidad aumentada \*

- 1. Muy de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Indiferente
- 4. En desacuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

Los contenidos 3D de la app móvil de RA me ayudan a reconocer mejor las partes del cuerpo \*

- 1. Muy de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Indiferente
- 4. En desacuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

El uso de la app móvil de RA aumenta mis ganas de aprender anatomía humana \*

- 1. Muy de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Indiferente
- 4. En desacuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

La app móvil de RA es más llamativa que un documento con imágenes de anatomía \*

- 1. Muy de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Indiferente
- 4. En desacuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

La app móvil de RA es fácil de usar \*

- 1. Muy de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Indiferente
- 4. En desacuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

El nivel de dificultad para usar la app móvil de RA fue baja \*

- 1. Muy de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Indiferente
- 4. En desacuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

El uso de app móvil de RA es muy intuitivo \*

- 1. Muy de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Indiferente
- 4. En desacuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

Resulta muy entretenido usar la app móvil de RA \*

- 1. Muy de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Indiferente
- 4. En desacuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

La app móvil de RA me permite aprender y divertirme \*

- 1. Muy de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Indiferente
- 4. En desacuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

Me gusta usar la app móvil de RA para aprender \*

- 1. Muy de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Indiferente
- 4. En desacuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

Me lleno de motivación por aprender anatomía humana con la app móvil de RA \*

- 1. Muy de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Indiferente
- 4. En desacuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

Considero una buena idea usar la app móvil de RA para aprender anatomía humana \*

- 1. Muy de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Indiferente
- 4. En desacuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

Me gustaría volver a usar la app móvil de RA para aprender más de anatomía humana \*

- 1. Muy de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Indiferente
- 4. En desacuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

Voy a recomendar a mis amigos/as que usen esta app móvil de RA \*

- 1. Muy de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Indiferente
- 4. En desacuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

Me gustaría usar la RA para aprender sobre otros temas \*

- 1. Muy de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Indiferente
- 4. En desacuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

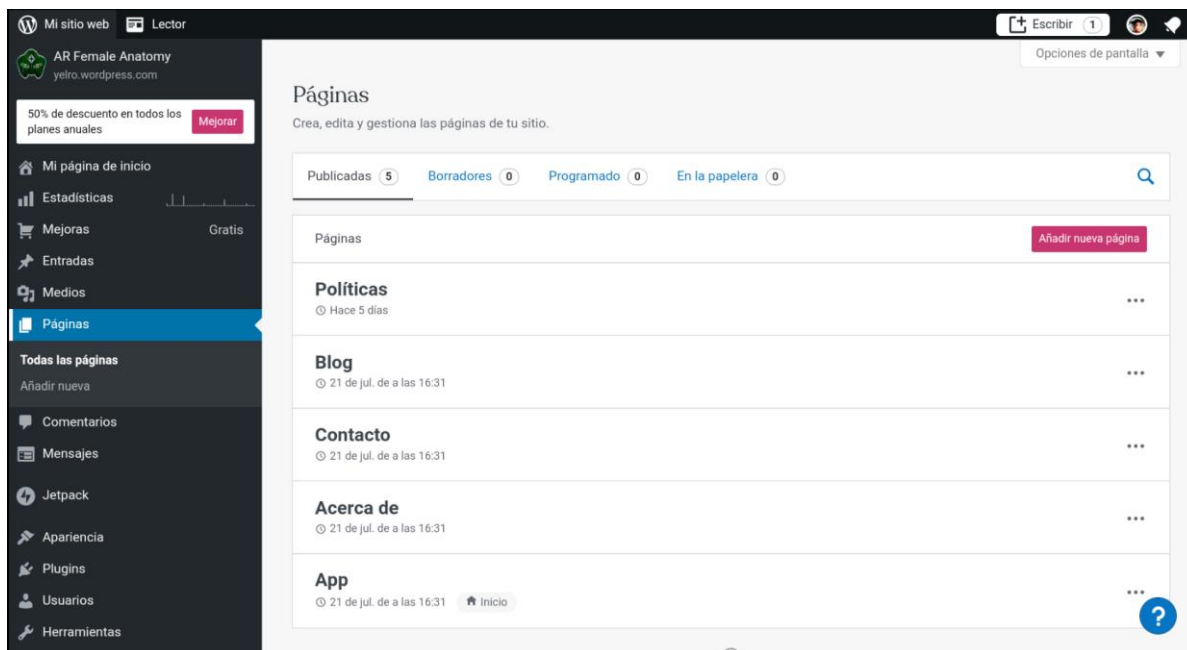


## ANEXO 6: ESTRATEGIAS DE APP MARKETING

### FASE DE PRE LANZAMIENTO

#### ANEXO 6-A: WEB OFICIAL DE AR FEMALE ANATOMY

La Web oficial de AR Female Anatomy (<https://yelro.wordpress.com>), consta de 5 páginas y fue creada de forma gratuita con el gestor de contenidos Wordpress.

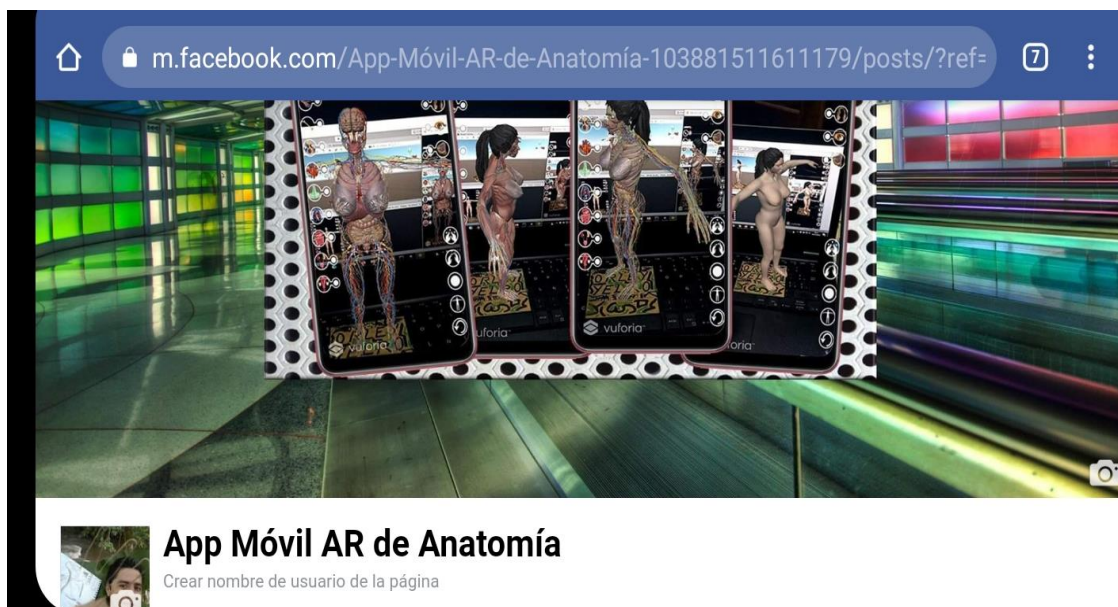


#### Portada principal de la AR Female Anatomy



## ANEXO 6-B: FANPAGE DE FACEBOOK

Fanpage creada para gestión de contenidos y planificación de publicaciones en redes.



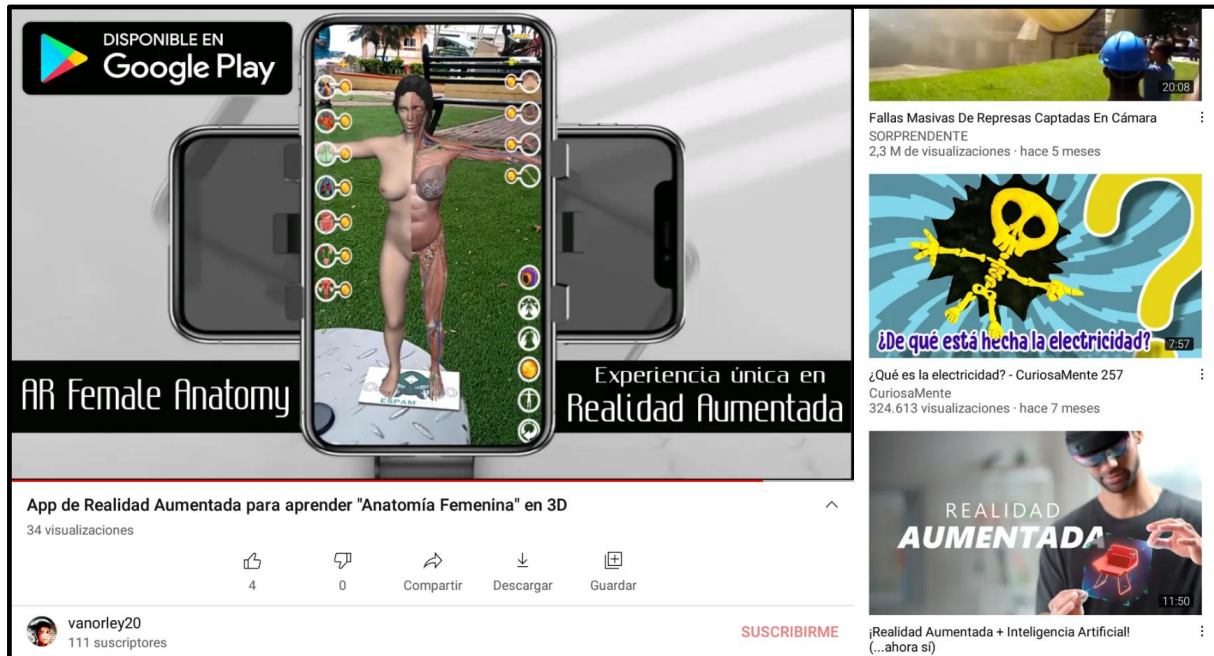
## ANEXO 6-C: ENVIAR POST DEL BLOG AL AGREGADOR DE CONTENIDOS Y NOTICIAS MENÉAME

El post del blog de AR Female Anatomy se lo envió a la Web de agregadores de contenidos y noticias Menéame, para posibilitar ser votada por los usuarios del sitio, y así tener una mayor visibilidad de la Web de negocios.

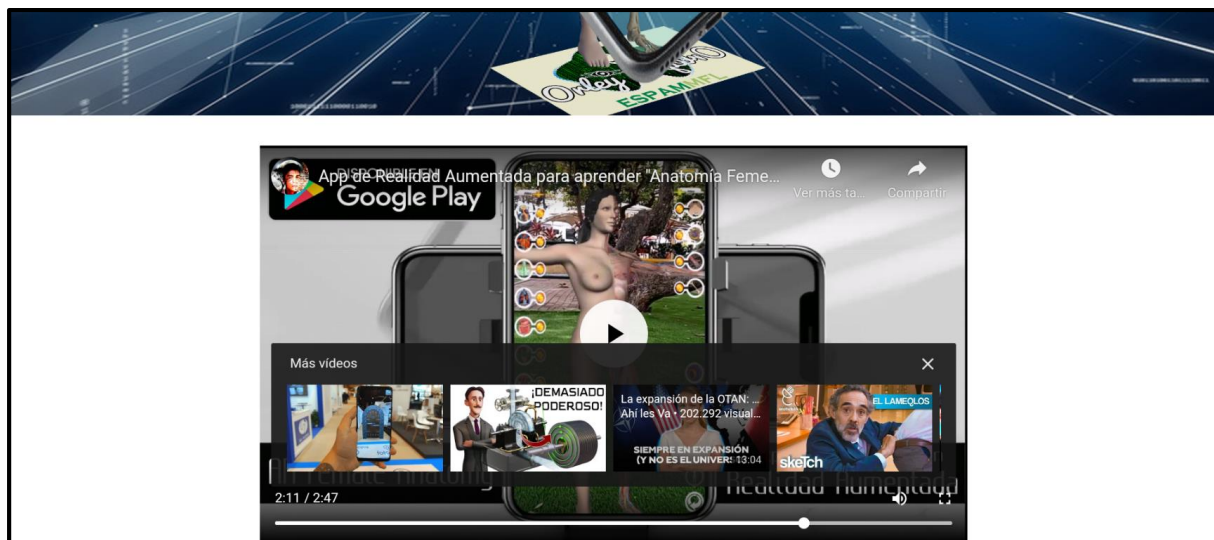


## ANEXO 6-D: VÍDEO PROMOCIONAL PUBLICADO EN YOUTUBE

Publicación en YouTube del vídeo promocional de la AR Female Anatomy (<https://youtu.be/0lcrbyrtLX8>),



## Vídeo en la página principal de la Web



## FASE DE POST LANZAMIENTO

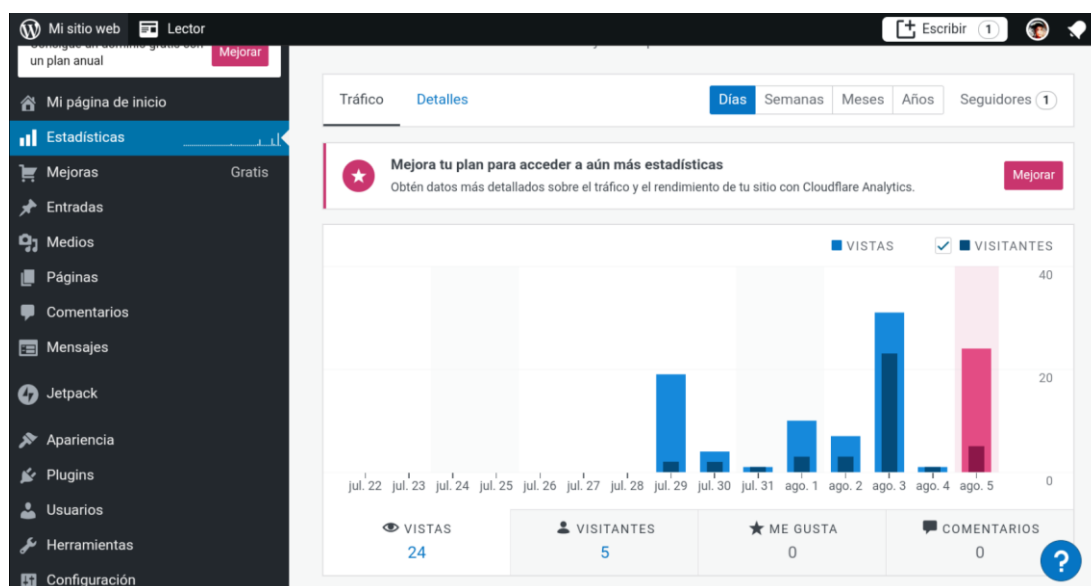
### ANEXO 6-E: IDENTIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PALABRAS CLAVES

Wordpress permite configurar los post del blog, con URL amigable, categorías, etiquetas y poniendo link en las palabras claves que direccionan a otras páginas. Lo que favorece al posicionamiento del contenido.

The screenshot shows the WordPress post editor interface. The title is "AR FEMALE ANATOMY" EN LA EDUCACIÓN. The content includes text about AR Female Anatomy and its educational benefits. The categories section is checked for "App Educativa con RA", "Educación con Realidad Aumentada", and "Realidad Aumentada". The tags section has "anatomía femenina" entered.

### ANEXO 6-F: MONITOREO DE LA WEB CON WORDPRESS

**Monitoreo del sitio Web** a través de herramienta estadística de Wordpress. No se usaron otras herramientas externas de monitoreo porque la versión gratuita de Wordpress no lo permite.



## ANEXO 6-G: PUBLICACIÓN DE LAS APLICACIONES MÓVILES FREE Y PREMIUM

Se subieron ambas versiones a la Google Play Console y posteriormente fueron publicadas en la tienda de aplicaciones.

The image shows two side-by-side screenshots from the Google Play ecosystem. The left screenshot is the Google Play Console interface, and the right is the Google Play Store search results for 'ar female anatomy'.

**Google Play Console Screenshot:**

- Header: Google Play Console, Buscar en Play Console, and a 'Crear aplicación' button.
- Left sidebar: Navigation menu with options like 'Todas las aplicaciones', 'Bandeja de entrada', 'Estado de la política', 'Usuarios y permisos', 'Gestión de pedidos', 'Descargar informes', 'Información de la cuenta', 'Página del desarrollador', 'Cuentas de desarrollador asociadas', and 'Registro de actividad'.
- Main content: 'Todas las aplicaciones' section showing '2 aplicaciones'. A filter dropdown is set to 'Todas'. A search bar says 'Busca por nombre de ap...'. Below is a table of applications:

Aplicación	Usuarios con la aplicación descargada	Estado de la aplicación	Estado de actualización	Última actualización
AR Female Anatomy com.YelroOrley.ARFema...	0	Producción		2 ago. 2021
AR Female Anatomy F.. com.YelroOrley.ARFema...	26	Producción		2 ago. 2021

**Google Play Store Screenshot:**

- Search results for 'ar female anatomy'.
- Filters: 'Más de 4.0 ★', 'Más de 4.5 ★', and 'Familia'.
- Results list:
  - AR Female Anatomy by Yelro · Educación (Instalado)
  - AR Female Anatomy Free by Yelro · Educación (Instalado)
  - Female Anatomy 3D : Female Body Visu... by Recotop Apps · Educación (3.1 ★, 100 K+)
  - Female Reproductive System 3D Organs space book by Medicina (3.8 ★, 10 K+)
  - Human Anatomy:Female & Male Anato... by TriTechApps · Estilo de vida (4.1 ★, 1 K+)