



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES  
CARRERA DIRECCIÓN Y PRODUCCIÓN EN ARTES  
MULTIMEDIA**

**TEMA:**

**Desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada  
para mejorar el proceso de estudio de los huesos del cráneo**

**AUTOR:**

**Tettamanti Montalván, Daniel Nicolás**

**Ingeniería en Producción y Dirección en Artes Multimedia**

**TUTOR:**

**LCDO PALADINES RODRIGUEZ, JOFFRE RUPERTO MGS**

**Guayaquil, Ecuador**

**10 de septiembre del 2018**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES**  
**CARRERA DE INGENIERA EN PRODUCCION Y DIRECCIÓN EN ARTES**  
**MULTIMEDIA**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Tettamanti Montalván Daniel Nicolás**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero en Producción y Dirección en Artes Multimedia**.

**TUTOR**

f. \_\_\_\_\_

**Lcdo., Paladines Rodríguez, Joffre Ruperto Mgs.**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

f. \_\_\_\_\_

**Lcdo. Moreno Diaz, Víctor Hugo, Mgs**

**Guayaquil, a los 10 días del mes de septiembre del año 2018**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES**  
**CARRERA DE INGENIERA EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN EN ARTES**  
**MULTIMEDIA**

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Tettamanti Montalván, Daniel Nicolas**

### **DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación, **Desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada para mejorar el proceso de estudio de los huesos del cráneo**, previo a la obtención del título de **Ingeniera en Producción y Dirección en Artes Multimedia**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 10 días del mes de septiembre del año 2018**

### **EL AUTOR**

f. \_\_\_\_\_  
**Tettamanti Montalván, Daniel Nicolas**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES**  
**CARRERA DE INGENIERA EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN EN ARTES**  
**MULTIMEDIA**

## **AUTORIZACIÓN**

Yo, **Tettamanti Montalván, Daniel Nicolas**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada para mejorar el proceso de estudio de los huesos del cráneo**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 10 días del mes de septiembre del año 2018**

**EL AUTOR:**

f. \_\_\_\_\_  
**Tettamanti Montalván, Daniel Nicolas**

Guayaquil, 18 – 08 – 2018

Lcdo. Víctor Hugo Moreno, Mgs.  
Director de Carrera de  
Producción y Dirección en Artes Multimedia

Presente

Sírvase encontrar a continuación el presente el print correspondiente al informe del software antiplagio URKUND, una vez que el mismo ha sido analizado y se ha procedido en conjunto con el estudiante: estudiante *Tettamanti Montalván Daniel Nicolas* a realizar la retroalimentación y correcciones respectivas de manejo de citas y referencias en el documento del Trabajo de Titulación del mencionado estudiante.

---

Documento [TESIS para urkund.docx](#) (D40890012)

Presentado 2018-08-21 00:20 (-05:00)

Presentado por Nicolas Tettamanti (dontetta@gmail.com)

Recibido joffre.paladines.ucsg@analysis.arkund.com

1% de estas 33 páginas, se componen de texto presente en 2 fuentes.

Atentamente,



Lcdo. Joffre Paladines Rodríguez, Mgs.  
**Docente Tutor**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi madre por traerme a la vida dentro de una familia increíble y criarme con el amor más grande del mundo. A mi padre por su apoyo y sacrificio que día a día me permitió recibir la mejor educación posible y sus palabras de aliento y sabiduría que siempre las tendré en mi memoria. A mis tres hermanas por ser la fuente de risa de todos los días y por estar a mi lado en los peores momentos.

Agradezco a mi tutor Joffre Paladines, Mgs. Por ser parte fundamental durante la realización de este proyecto de tesis y por brindarme sus grandes conocimientos para el éxito de este. Agradezco también a la Facultad de Ciencias Médicas de la

Universidad Católica de Santiago de Guayaquil que me permitió desarrollar la aplicación Cranium y abrirme las puertas para realizar las investigaciones respectivas, a toda el área administrativo, a docentes y estudiantes que me ayudaron con la compilación de información.

## **DEDICATORIA**

Esta dedicado a mi familia que me ha guiado en la vida y que ha sacrificado mucho para darme la oportunidad de crecer como persona y cumplir este objetivo en la vida.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES  
CARRERA DE INGENIERA EN PRODUCCION Y DIRECCION EN ARTES  
MULTIMEDIA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**MGS. VICTOR HUGO MORENO DIAZ**  
DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**MGS. JOSSIE CRISTINA LARA PINTADO**  
COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**MSG. ROBERTO EDUARDO SANCHEZ CALLE**  
OPONENTE

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	IX
INDICE DE FIGURAS .....	X
INDICE DE TABLAS .....	XIII
RESUMEN .....	XIV
ABSTRACT .....	XV
INTRODUCCIÓN .....	2
CAPITULO I .....	3
1.1 Planteamiento del problema .....	3
1.2 Formulación del Problema .....	5
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo General .....	5
1.3.2 Objetivos Específicos .....	6
1.4 Justificación del tema.....	6
1.5 Marco Conceptual.....	8
CAPITULO II .....	15
2.1 Planteamiento de la metodología .....	15
2.2 Instrumentos de Investigación .....	16
2.3 Población y muestra .....	17
2.4 Resultados de la Investigación .....	18
2.4.1 Resultados de las Encuestas .....	18
2.4.2 Resultados de la usabilidad de la Aplicación .....	23
2.4.3 Resultados de las Entrevistas .....	25
2.4.4 Resultado pruebas de la aplicación.....	28
CAPITULO III .....	35
3.1 Descripción del Producto.....	35
3.2 Descripción del usuario.....	38
3.3 Alcance Técnico .....	38

3.4	Especificaciones Funcionales.....	39
3.5	Módulos de Aplicación .....	2
3.6	Especificaciones técnicas .....	3
3.6.1	Especificaciones Tecinas Optimas.....	3
3.7	Funciones del Aplicativo .....	4
4	CONCLUSIONES .....	7
5	RECOMENDACIONES .....	9
6	REFERENCIAS.....	10
7	WEBGRAFIA.....	13
8	ANEXOS .....	17
8.1	Formato de Encuestas.....	17
8.2	Formato Evaluación Heurística.....	18
8.3	Entrevista a Mgs. Villota .....	18
8.3.1	Foto de la Entrevista .....	22
8.4	Entrevista a Dr. Benito Lecaro .....	22
8.4.1	Foto de la Entrevista .....	24
8.5	Preguntas de Entrevista a Ing. Karen Mora.....	24
8.5.1	Foto de la Entrevista .....	26
8.6	Formato de Preguntas Test de Aplicación .....	26
8.6.1	Fotos del Testeo.....	28
8.8	Estudio de Factibilidad Técnica.....	29
8.9	Estudio de Factibilidad Económica.....	33

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1	Encuesta de uso de Smartphones en el Ecuador.....	4
Figura 2	Mesa Anatomage.....	5
Figura 3	Pantallas de PokémonGo .....	11
Figura 4	Calculo de la muestra .....	18
Figura 5	Rango de edades de los estudiantes.....	19
Figura 6	Genero de los Encuestados.....	19

Figura 7 Prevalencia de Sistema Operativo.....	20
Figura 8 Necesidad de implementación de nuevas tecnologías .....	20
Figura 9 Preferencia de elementos tecnológicos para el estudio.....	21
Figura 10 Afinidad por la creación de aplicación de realidad aumentada ....	21
Figura 11 Elementos que los estudiantes desean tener en la aplicación.....	22
Figura 12 Logotipo ARCore .....	26
Figura 13 Logotipo ARKit.....	26
Figura 14 Tabulación primera pregunta “Encuesta del uso del aplicativo Cranium” .....	29
Figura 15 Tabulación segunda pregunta “Encuesta del uso del aplicativo Cranium” .....	29
Figura 16 Tabulación cuarta pregunta “Encuesta del uso del aplicativo Cranium” .....	30
Figura 17 Tabulación quinta pregunta “Encuesta del uso del aplicativo Cranium” .....	31
Figura 18 Tabulación sexta pregunta “Encuesta del uso del aplicativo Cranium” .....	31
Figura 19 Tabulación séptima pregunta “Encuesta del uso del aplicativo Cranium” .....	32
Figura 20 Tabulación de Resultado de Autoevaluación.....	32
Figura 21 Grafico de comparación de aciertos .....	33
Figura 22 Porcentaje de puntaje en rangos .....	34
Figura 23 Porcentaje de puntaje en rangos .....	34
Figura 24 Modelo 3D del Hueso Frontal .....	36
Figura 25 Modelo 3D del Hueso Parietal .....	36
Figura 26 Modelo 3D del Hueso Temporal .....	36
Figura 27 Modelo 3D del Hueso Occipital.....	36
Figura 28 Modelo 3D del Hueso Esfenoides.....	36
Figura 29 Modelo 3D del Hueso Etmoides .....	36
Figura 30 Modelo 3D de un Alfiler.....	36
Figura 31 Logotipo de Cranium.....	37
Figura 32 Paleta de colores de la Aplicación Cranium.....	37

Figura 33 Fuente Elianto.....	38
Figura 34 Ventana de las Escenas en el Build Settings.....	39
Figura 35 Logotipo de Unity3D .....	40
Figura 36 Logotipo Vuforia.....	40
Figura 37 Portada del libro Anatomía Humana - Latarjet 4a Edición .....	41
Figura 38 Splash Screen Cranium .....	41
Figura 39 Escena de Menú Principal de Cranium.....	42
Figura 40 Escena de Menú de Huesos.....	43
Figura 41 Escena de la vista en Realidad Aumentada .....	44
Figura 42 Escena de la vista en Realidad Aumentada .....	44
Figura 43 Escena de la vista en 3D y elementos .....	45
Figura 44 Escena de la vista en 3D y menú de elementos .....	45
Figura 45 Paso 1 en la Escena Instrucciones .....	46
Figura 46 Paso 2 en la Escena Instrucciones .....	46
Figura 47 Paso 3 en la Escena Instrucciones .....	47
Figura 48 Paso 4 en la Escena Instrucciones .....	47
Figura 49 Escena de la Autoevaluación previa a las preguntas .....	48
Figura 50 Escena de las preguntas en la autoevaluación.....	49
Figura 51 Escena de las preguntas en la autoevaluación.....	49
Figura 52 Escena de Información de aplicación .....	50
Figura 53 Botones Menú Principal.....	51
Figura 54 Botón i.....	51
Figura 55 Botón Home.....	51
Figura 56 Botón 3D.....	51
Figura 57 Botón AR .....	51
Figura 58 Botón Pestaña .....	51
Figura 59 Base de datos de la aplicación .....	5
Figura 60 Image Target Behaviour .....	6
Figura 61 Logotipo de MonoDevelop.....	6

Figura 62 Logotipo de C# .....	2
Figura 63 Script de rotación de Objetos 3.....	2
Figura 64 Datos Esenciales contenidos en Data Controller.....	3
Figura 65 Script DataController para manejo de preguntas.....	4
Figura 66Script RoundData para recolectar y ordenar preguntas, puntaje y tiempo .....	4
Figura 67 Script AnswerData que guarda el texto de las preguntas como datos .....	5
Figura 68 Script Data que guarda el texto de las respuestas como datos .....	5
Figura 69 Game Controller con elementos para el control de la interfaz de las preguntas.....	6

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Tabulación Evaluación Heurística .....	23
Tabla 2 Tabulación en porcentajes - Evaluación Heurística .....	24
Tabla 3 Tabulación tercera pregunta “Encuesta del uso del aplicativo Cranium” .....	30
Tabla 4 Promedio de autoevaluaciones.....	33
Tabla 5 Especificaciones técnicas .....	3
Tabla 6 Especificaciones Samsung J7 .....	3

## RESUMEN

La tecnología que se implementa en la educación se encuentra en constante evolución, la Realidad Aumentada es un ejemplo claro de como la educación puede aprovechar al máximo esta tecnología para mejorar el sistema educativo en la actualidad.

La tesis se centra en el desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada para mejorar el proceso de estudio de los huesos del cráneo. Cranium es una aplicación móvil que utiliza la realidad aumentada, que sirve como un medio de apoyo para el estudiante de medicina para el estudio de los huesos del cráneo.

El objetivo principal de la aplicación es ser utilizado en conjunto al libro de Anatomía Humana – Latarjet, mediante el reconocimiento de imágenes presentes en el libro se mostrarán el contenido aumentado y en 3D con sus elementos. En la actualidad para los estudiantes de medicina, el poder acceder a los huesos en físico resulta muy complicado, ya que los recursos dentro de la Facultad de Ciencias Médicas para estas clases de anatomía son muy limitado o escaso. Cranium buscara mejorar esta situación a la vez de elevar el interés por la materia en los estudiantes sin sustituir al libro mencionado. Además, presentara preguntas de autoevaluación que abarcara los huesos estudiados ayudando al refuerzo de la materia.

Todo esto fue obtenido a través de resultados de encuestas, entrevistas y pruebas realizadas con los estudiantes. Después de la recolección y análisis de datos se llegó a la conclusión de que la aplicación Cranium tiene una gran aceptación por parte de los estudiantes y docentes de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

**Palabras Claves:** *Realidad Aumentada, Aplicación Móvil, Modelos 3D, Tecnología, huesos del cráneo, Guayaquil, Ecuador.*

## ABSTRACT

The technology that is implemented in education is in constant evolution, the Augmented Reality is a clear example of how education can take full advantage of this technology to improve the education system nowadays.

The thesis focuses on the development of a mobile application of augmented reality to improve the process of studying the bones of the skull. Cranium is a mobile application that uses augmented reality, which serves as a means of support for the medical student to study the bones of the skull.

The main objective of the application is to be used in conjunction with the book of Human Anatomy - Latarjet, using the recognition of images present in the book the augmented content will be shown in 3D with its elements. Currently for medical students, access to bones in physics is very complicated, since the resources within the school of medicine for these anatomy classes are very limited or scarce. Cranium seeks to improve this situation while raising interest in the subject in students without replacing the mentioned book. In addition, it will present self-assessment questions that will cover the bones studied, helping to reinforce the subject.

All this was obtained through the results of surveys, interviews and tests carried out with the students. After the recollection of data and analysis, it was concluded that the Cranium application has a great acceptance by the students and teachers of the catholic university of Santiago de Guayaquil.

**Keywords:** *Augmented Reality, Mobile Application, 3D Models, Technology, skull bones, Guayaquil, Ecuador*

## INTRODUCCIÓN

La medicina y la tecnología siempre han ido de la mano, avanzando mutuamente y perfeccionándose. La medicina desde sus inicios se ha vuelto una parte esencial del ser humano, y la tecnología no se queda atrás, con cada avance de esta nos lleva un paso más adelante hacia una vida más cómoda y sencilla en todos los aspectos. Así también la formación que se brinda a los estudiantes de medicina debe de ser la mejor en todos los aspectos y gracias a los nuevos aportes tecnológicos se pueden lograr cosas que uno solo soñaba hace más de 10 años.

La Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil admite cientos de estudiantes para su formación académica como profesionales de la medicina. El Dr. José Aguirre Amat, Decano de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, le resulta increíble como desde el dispositivo móvil uno puede apreciar las maravillas del ser humano con tan solo una aplicación.

Este proyecto resalta los principales conceptos de la Realidad Aumentada, su aplicación en el ámbito de la salud y los beneficios de la misma. Por lo cual es necesario la creación de una aplicación que implemente la Realidad Aumentada que vaya orientada al estudio de los huesos del cráneo como una contribución tecnológica e informativa al entorno educativo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

# CAPITULO I

## 1.1 Planteamiento del problema

La formación de un profesional comienza desde su primer día como universitario y con los elementos de estudios básicos para su desarrollo como futuro profesional médico. Dentro de la Ciudad de Guayaquil, varias universidades han apostado a las nuevas tecnologías utilizadas en el área de la salud, para el apoyo educativo en la formación de nuevos profesionales de las ciencias médicas.

La Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, se encuentra en vías de desarrollo con respecto a estas nuevas formas y métodos de estudio para los estudiantes de la Facultad de Ciencias Médicas. Los estudiantes de medicina, para el aprendizaje de anatomía recurren a métodos tradicionales de estudio, libros, cuadernos con sus anotaciones, Internet, huesos humanos proporcionados por la asociación de estudiantes y cadáveres en la sala de disección dentro de la facultad. Pero existen métodos además de los mencionados que los estudiantes pueden aprovechar para mejorar su rendimiento, tales como atlas interactivos online, aplicaciones móviles, incluso videojuegos educativos.

Los Smartphone forman parte de nuestra vida ya como un medio necesario de comunicación que interacciona con el resto de las personas en el mundo, pero en el ámbito educativo también posee sus usos como un apoyo para estudiar. De acuerdo con la INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), afirmo en el 2015 que los usuarios de smartphones llegaron a más de 3 millones, y estos valores se elevaron casi cinco veces que lo reportado en el 2011 cuando la cifra llegaba a 500 mil personas. Además, en el 2017 concluyo que un 46.4% de usuarios del Servicio Móvil Avanzado poseen un smartphone.

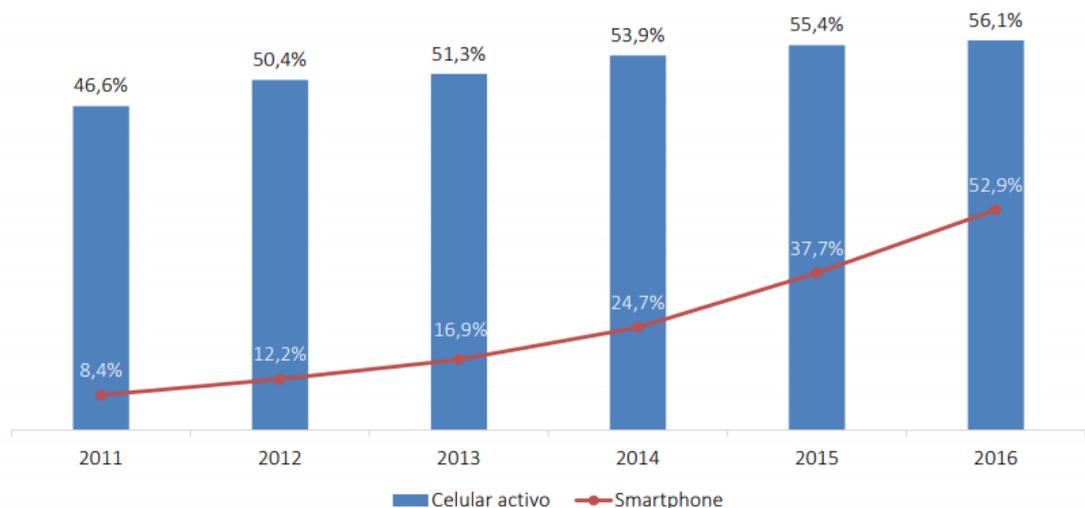


Figura 1 Encuesta de uso de Smartphones en el Ecuador

Fuente: Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo – ENEMDU (2014 – 2016)

Existen aplicaciones para casi todo lo que se puede imaginar, y las aplicaciones educativas no se quedan atrás, desde atlas interactivos, traductores, videos educativos, juego, entre otros; todos con el fin de educar o proveer una facilidad para mejorar el proceso de aprendizaje en las diversas asignaturas.

Hoy en día las tecnologías para la educación se van desarrollando y mejorando en el transcurso del tiempo, y en el ámbito de la medicina es donde se ven con mayor frecuencia y apoyadas en estas nuevas tecnologías.

Las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs) proveen nuevas formas de estudio para los estudiantes de medicina en distintos países alrededor del mundo.

En la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco en México utilizan “Google Groups” un servicio gratuito de Google en el que permite al usuario crear foros de discusión, permite interactuar entre los participantes del grupo mediante texto, videos, imágenes, documentos o enlaces externos de forma pública o privada.

Las Universidad Católica Argentina y la Universidad Nacional del Nordeste en Argentina, utilizan mesas virtuales de anatomía, que permiten a los estudiantes de medicina realicen diversas variedades de disecciones y autopsias sobre cuerpos digitalizados, basados en estudios clínicos reales.

En nuestro país, específicamente en la Universidad de Especialidades Espiritu Santo y la Universidad Estatal de Guayaquil, han incorporado el Anatomage, que es una mesa de disección virtual para el estudio de la anatomía humana y diagnóstico clínico.



*Figura 2 Mesa Anatomage*

*Fuente: Anatomage (<https://www.anatomage.com>)*

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cómo incide la utilización de las tecnologías móviles frente al rendimiento a los estudiantes de I Ciclo de la Facultad de Ciencias Médicas de la UCSG frente a la ausencia de implementación de tecnologías actuales?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Desarrollar aplicativo móvil de realidad aumentada como herramienta alternativa para el aprendizaje de los huesos del cráneo y sus elementos, para estudiantes de primer ciclo de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Identificar los métodos y técnicas de aprendizaje implementados por la Facultad de Ciencias Médicas, en la carrera de medicina.
2. Elaborar la interfaz de usuario apropiada y la aplicación móvil para la visualización del contenido aumentado.
3. Contribuir al mejoramiento en el proceso de aprendizaje en los estudiantes de la carrera de medicina del primer ciclo.
4. Realizar evaluaciones con los usuarios para evaluar la experiencia de uso de la aplicación.

### **1.4 Justificación del tema**

La medicina más allá de ser una carrera es una disciplina que consiste en el cuidado de la salud, prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades que pueden afectar el bien del ser humano; carrera como todas, pero la Medicina como profesión no lo es para cualquiera, requiere de una vocación de servicio a la comunidad.

Dentro del Plan Nacional para el Buen Vivir, se define a la educación como “un derecho de todas las personas y una obligación ineludible del Estado” (Garcés, s. f.), y además establecen estrategias para el mejoramiento del sistema educativo desde nivel primario hasta educación superior y como la implementación de las Tecnologías de la Información conllevan a un aporte positivo para este crecimiento como nación.

“La educación hace hoy la diferencia porque su doble función apoya los dos requerimientos importantes de la futura sociedad: el conocimiento resguarda la competitividad; la equidad resguarda la integración.” (Aguerrondo Inés, 1999)

La formación profesional de un médico debe de ser de la más alta calidad posible, ya que hablamos profesionales de la salud que lucharan día a día para salvar la vida de sus pacientes, y así mismo día a día se debe de mejorar la formación académica de los mismo.

Los avances tecnológicos se van aplicando a todos los campos académicos, ya sea actualizando las técnicas de estudio mediante programas nuevos o métodos más efectivos a los anteriores, o introduciendo variedad de dispositivos tecnológicos.

Dentro del Ecuador ya varias universidades están implementando nuevas tecnologías que ayudan a mejorar la enseñanza de futuros médicos del Ecuador. La Universidad Católica de Santiago de Guayaquil debe de empezar a implementar nuevas formas de estudio para sus estudiantes. Como en la actualidad los smartphones forman parte de nuestras vidas, las aplicaciones móviles se van desarrollando y mejorando en los últimos años. Combinando las nuevas tecnologías como medio de mejorar el aprendizaje, se eligió la Realidad Aumentada como opción de interfaz para que muestre la información contextual del entorno.

Un estudio realizado en la Universidad Pablo de Olavide, de Sevilla en España concluyó: “que las actividades didácticas con base en la RA pueden ser especialmente útiles en estudios preuniversitarios y de enseñanza superior relacionados con las áreas de Humanidades y Ciencias Sociales ya que permite un acceso a contenidos, muchas veces presentados de forma más unidireccional mediante medios impresos que no incrementan la motivación o requieren un mayor esfuerzo de abstracción entre los estudiantes” (Cabero-Almenara, Vázquez-Cano, & López-Meneses, 2018); entonces es innegable que las tecnologías influyen de manera positiva en el rendimiento de los estudiantes.

La Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, para impartir las clases de Anatomía utilizan las salas de disección, atlas 3D que los Docentes poseen y huesos donados por la Asociación de Estudiantes, mientras otras universidades del país están implementando nuevas tecnologías desde los primeros años de estudio.

Existe una cantidad de instituciones universitarias que no tienen la posibilidad de implementar nuevas tecnologías o de poder costearse alguna novedad tecnológica que aporte positivamente al desarrollo estudiantil y solo les es

posible llegar a obtener computadoras que conforme avance el tiempo deberán ser reemplazadas por versiones más actualizadas.

La aplicación que se desarrollará pretende utilizar la Realidad Aumentada como un método innovador para el aprendizaje, empezando con lo más básico del estudio de la Anatomía Humana, el cráneo. Sin tener que introducir nuevos elementos físicos a los estudiantes, se trabajara con el mismo libro que utilizan para sus clases y además tendrán la opción de usar la aplicación sin el libro y utilizarla al máximo.

### **1.5 Marco Conceptual**

El proyecto está enfocado a dar una solución grafica para la Facultad de Ciencias Médicas, aun así, es necesario un análisis mediante un estudio.

Centrándonos en el área educativa, la utilización de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) inicio a la introducción de las famosas pizarras digitales, y poco a poco estas tecnologías han ido evolucionando creando las denominadas Tecnologías Emergente cuya didáctica potencian la enseñanza.

“Una aplicación móvil es un programa que usted puede descargar y al que puede acceder directamente desde su teléfono o desde algún otro aparato móvil – como por ejemplo una Tablet o un reproductor MP3.”(«Aplicaciones móviles», 2011)

#### **Importancia de la Realidad Aumentada en la Educación**

En el sector educativo la realidad aumentada está tomando fuerza debido a su capacidad de añadir información virtual a un mundo físico, en el que permite al estudiante captar la información de una manera más interactiva y visual, aumentando el interés por el estudio.

A medida que las informática va avanzando, estas mismas tecnologías llegan a cruzarse con la Realidad Aumentada es por ello que (Zheng, Zhang, & Yang, 2015) han dividido las aplicaciones que utilizan Realidad Aumentada en 3 categorías:

- Adquisición de datos en entorno real.
- Registro de objetos virtuales en el entorno real.
- Presentación de datos compuestos, independientemente de la tecnología empleada.

Utilizando aplicaciones con RA favorece el acceso a la información de forma inmediata y en movimiento, con una mayor interacción entre usuario y Smartphone.

### **Realidad Aumentada.**

Al hablar de Realidad Aumentada (Augmented Reality) (RA), nos centramos en una de las tecnologías a las cuales se las denomina Tecnología Emergente que cada vez y con más fuerza se está acercando a diferentes terrenos de la sociedad, ya sea el ocio, publicidad, marketing, entretenimiento y por supuesto el ámbito educativo como herramienta de apoyo tanto para docentes y estudiantes.

Hay que diferenciar la Realidad Virtual de la Realidad Aumentada. La Realidad Virtual habla de cómo se puede sumergir al usuario en un mundo alterno generado por computadora, en el cual puede interactuar con el entorno dependiendo del nivel de inmersión. Aunque también el término se lo ve aplicado a otros ejemplos como la imaginación, sueños, libros, cine.

La Realidad Aumentada tiene sus inicios en 1950 por Morton Heilig, quien buscaba alguna forma que el espectador pudiera incorporar de manera efectiva todos sus sentidos en la pantalla. Es así que construyó un prototipo llamado Sensorama en 1962 junto con cinco filmes cortos que buscaba aumentar la experiencia del espectador. (Morton Heilig, 1971)

El término lo acuñó Thomas P. Caudell en 1992 quien desarrollaba el avión más famoso del mundo, el Boeing 747. Observó que durante el ensamblaje se perdía demasiado tiempo en la interpretación de instrucciones en los operarios. Es así como creó un software para que se desplegaran los planos de cableado sobre las piezas producidas, aunque lamentablemente no tuvo mayor éxito en el mercado, pero sus avances fueron los primeros pasos para

el desarrollo de la tecnología conocida el día de hoy como la Realidad Aumentada. (Caudell & Mizell, 1992)

“La Realidad Aumentada es una tecnología que aumenta la percepción sensorial humana con información auxiliar, que puede mejorar potencialmente el rendimiento en la realización de una tarea o experiencia.” (Caudell & Mizell, 1992)

La Realidad aumentada es la tecnología que nos permite superponer/agregar elementos o datos virtuales (texto, hiperenlaces, audio, video, multimedia, etc.) a la realidad existente a partir de un objeto del mundo real, en lugar de crearlas desde cero. Para ello se necesita un dispositivo ya sea móvil, Tablet o portátil, con una cámara y software que procesa la información, activadores de realidad aumentada y una pantalla donde mostrar la imagen real.

Tim Cook CEO de la compañía Apple en una entrevista del 2017 opino acerca del futuro de la Realidad Aumentada expresando lo siguiente:

Estoy increíblemente emocionado por la RA, porque puede ver sus usos en cualquier lugar, puedo ver sus usos en la educación, en los consumidores, en el entretenimiento, en los deportes. Puedo verlo en cada negocio que no tengo idea de lo que son. (Lee, 2017)

Las grandes empresas tecnológicas saben que esta realidad promete mucho en el aspecto económico, y se encuentran desarrollando gran cantidad de aplicaciones y gadgets que invitan al usuario a invertir en esta nueva experiencia. Google lo logra con sus gafas Daydream View, Sony con “Eye Toy” un juego desarrollado en 2003, y Niantic al crear “Pokémon GO”, y así muchas empresas como Samsung, Snap Inc. y Apple están implementado esta tecnología.



Figura 3 Pantallas de PokémonGo

Fuente: <https://nintendoeverything.com/niantic-on-pokemon-go-success-cheating-server-issues-and-more/>

## Tipos de Realidad Aumentada

Al hablar de realidad aumentada varios autores (Raúl Reinoso, 16:31:30 UTC; Rice, 2009) han establecidos que una clasificación de la realidad aumentada como tal debe efectuarse en niveles, entendiéndose que a mayor nivel, mayor serán las posibilidades de las aplicaciones.

### Nivel 0: Hiperenlaces en el mundo físico

Se refieren a los códigos QR, capaces de enlazar sitios web. Solo es necesario un lector de códigos QR instalado en un dispositivo móvil, y al escanear el código, lleva al usuario al inicio del sitio web grabado en el código QR. “Los Códigos QR son matrices bidimensionales de cuadrados y pueden albergar mucha más información -hasta 7089 caracteres numéricos o 4269 caracteres alfanuméricos” (Estebanell, Ferrés, Cornellà & Codina, 2012)

### Nivel 1: Realidad aumentada en marcadores

En este nivel el reconocimiento es basado en formas. Los activadores de realidad aumentada en este nivel son marcadores, figuras en blanco y negro que al ser escaneados por medio de aplicaciones específicas obtenemos un modelo 3D que se superpone a la imagen real. Estos marcadores pueden ser dibujos sencillos y asimétricos.

### Nivel 2: Realidad Aumentada sin marcadores

Este nivel representa la evolución de las formas anterior; los marcadores pasan a ser imágenes, objetos, coordenadas GPS o incluso fotografías para activar la aplicación de realidad aumentada. También se la conoce como *Markerless*.

### **Nivel 3: Visión Aumentada**

En este nivel se incorporan gafas o lentillas biónicas que serían capaces de mostrar los elementos de Realidad Aumentada directamente en nuestros ojos. Este nivel se encuentra actualmente en desarrollo.

Debemos despegarnos del monitor o el display para pasar a ligeros, transparentes displays para llevar encima (de una escala como las gafas). Una vez la RA se convierte en VA (visión aumentada), es inmersiva. La experiencia global inmediatamente se convierte en algo más relevante, contextual y personal. Esto es radical y cambia todo. (Rice, 2009)

Robert Rice, incluso nos menciona un cuarto nivel, en el que la tecnología avanzara de tal manera que los dispositivos de realidad aumentada estarán conectados directamente a nuestros nervios ópticos y que nos adentramos en un mundo donde colisionaran diversas realidades y se mezclaran para crear una sola. “Aquí es donde la Realidad Virtual llegara a su fin y nuestros sueños de inmersión pura y total donde olvidaremos nuestros cuerpos finalmente se realizarán” (Rice, 2009)

### **Aplicaciones de la Realidad Aumentada**

La realidad aumentada ofrece una infinidad de posibilidades de interacción tanto en el entretenimiento, arquitectura, arte, comunidades virtuales o la medicina.

“Chromville” creada en el 2011 y lanzado en el 2014 en Zaragoza, España es una aplicación sencilla creada por la empresa “Imascono” dirigida a niños de entre 5 a 12 años, con fichas predefinidas las cuales los niños colorean y al utilizar la aplicación veremos cómo estos dibujos cobran vida en animaciones 3D. “El mundo educativo de Chromville está representado en una app infantil de Realidad Aumentada. Su objetivo, fomentar el desarrollo de la imaginación

y la creatividad de los niños.” («App infantil con Realidad Aumentada, el universo Chromville», s. f.)

“Quiver” aplicación infantil creada por “QuiverVision” la cual permite a los niños tener una experiencia nueva con el mundo y su creatividad, con tan solo imprimir y colorear las imágenes prediseñadas por la compañía y al utilizar la aplicación sus creaciones cobran vida en el celular en tiempo real. “Nuestra misión es producir contenido educativo que soporte el aprendizaje de forma divertida y estimulante.” («Home - Quiver 3D Augmented Reality coloring apps», s. f.)

“Fetch! Lunch Rush” juego infantil creado por “PBSKids” ayuda en el aprendizaje de cálculos matemáticos sencillos. El objetivo de la aplicación es que el estudiante luego de analizar el problema aritmético debe de buscar la respuesta que se encuentran en los marcadores. («FETCH\_LunchRush\_markers\_numerals.pdf», s. f.).

“HPReveal” antes conocido como “Aurasma” es una aplicación la cual permite crear contenidos de realidad aumentada, los usuarios pueden utilizar imágenes de su mismo celular o tomar fotos en el momento y luego agregarle el contenido que desean que se muestre como realidad aumentada además permite crear una biblioteca de imágenes que servirán como marcadores del contenido aumentado las cuales pueden ser compartidos con diferentes usuarios y ser usadas de forma pública. («HP Reveal - Landing Page», s. f.)

“Anatomy 4D” es una aplicación de realidad aumentada utilizada para el estudio de la anatomía del cuerpo humano. Creada por “DAQRI” esta aplicación utiliza modelos 3D que se muestran sobre las plantillas predefinidas por la compañía que deben ser impresas para el uso debido de la aplicación. “Este entorno de aprendizaje tridimensional y fácil de usar es ideal para usarlo en el aula o en cualquier momento.” (Ltd, s. f.)

También se está implementando para mejorar la experiencia de los museos, ya sea para lograr ver piezas antiguas de la historia humana que han sido desgastadas o destruidas por el tiempo de forma completa, o crear una experiencia de inmersión con el usuario, como lo fue realizado en “Una

Experiencia Glaciar” en Argentina donde el usuario puede observar cómo funciona la represa de Yacypretá.

En España, la asociación “Espiral” conformado por personas con una formación técnica, investigadores, estudiantes y entidades crearon el movimiento “Auméntame” con una misión, llevar las últimas tecnologías en la educación a distintas instituciones educativas, para mejorar la experiencia de los estudiantes en el aprendizaje y para la formación del profesorado para una mejor educación. («Realidad Aumentada y Virtual», 2018)

En la medicina actualmente se ha logrado implementar en áreas como la cirugía, resonancias magnéticas permitiendo recabar datos del interior del paciente de una forma no invasiva. Además, permite añadir información a varias herramientas de diagnóstico como las radiografías y ecografías. El avance de mayor magnitud en este campo fue por un grupo de científicos de la Escuela de Medicina de la Universidad de Washington, que crearon unas gafas de realidad aumentada las cuales permiten distinguir las células cancerígenas de las células sanas; estas se colorean en tiempo real de color azul para que el cirujano pueda extirpar todo el tumor así evitando futuras intervenciones.

La Dra. Julie Margenthaler, profesora asociada de cirugía en la Universidad de Washington fue la encargada en la primera operación con esta tecnología, opinando lo siguiente:

Entre el 20 y 25 % de cáncer de pecho requieren una segunda intervención porque la tecnología actual no muestra adecuadamente la extensión de la enfermedad durante la primera operación. (...) Nuestra esperanza es que esta nueva tecnología reduzca o elimine idealmente la necesidad de una segunda cirugía. (Maturana, 2014)

## CAPITULO II

### 2.1 Planteamiento de la metodología

El presente trabajo de titulación está enfocado a una investigación metodológica cualitativa, ya que se plantea realizar una investigación de la situación actual.

El desarrollo de este proyecto se ha dividido en tres fases:

- 1) Fase de Identificación
  - a. Identificación de sistema operativo predominante
  - b. Catalogación de contenidos virtuales
  - c. Creación virtual de los elementos escogidos
- 2) Fase de desarrollo de la aplicación aumentada
- 3) Fase de evaluación con usuarios de la aplicación desarrollada

La investigación cualitativa estudia la realidad en su contexto natural, tal y como sucede sacar sentido de, o interpretar los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas implicada, implica la utilización y recogida de una gran variedad de materiales que describen la rutina y las situaciones problemáticas y los significados en la vida de las personas. (Rodríguez Gomez, Gil Flores, & Garcia Jiménez, 1996)

Las investigaciones cualitativas también son guiadas por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos, los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis. (Sampieri, Collado, & Lucio, s. f.)

Para llevar a cabo el análisis se combinará estudios cuantitativos y cualitativos que determinaran los elementos claves para el desarrollo de la aplicación interactivo con realidad aumentada para la visualización de los huesos del cráneo utilizando el Libro de "Anatomía Humana - Latarjet 4ta edición" usado

por los estudiantes de anatomía de la Facultad de Ciencias Médicas. Se analizarán los datos de las encuestas para poder recolectar información para el desarrollo de la aplicación y tener distintos puntos de vistas tanto de los estudiantes como de los docentes. Además de una entrevista a profundidad que explicara si la introducción de la nueva tecnología al museo es o no es viable.

Es objetivo es plantear una alternativa de estudio para los huesos del cráneo con el uso de la tecnología de la Realidad Aumentada de esta forma ofrecer algo innovador y entretenido. La adquisición de los datos ayudara al proyecto a cumplir su meta.

## **2.2 Instrumentos de Investigación**

Los elementos elegidos fueron la encuesta y la entrevista. Las encuestas fueron dirigidas a los estudiantes de la Facultad de Ciencias Médicas y mediante sus respuestas tener un conocimiento del campo en el que se está trabajando y obtener datos desde la perspectiva del estudiante. La entrevista se utilizó para obtener información sobre la situación actual de la facultad, que innovaciones se han ido implementando en la materia de anatomía y cuáles fueron los puntos de vista de los docentes entrevistados.

Encuestas: son la base para la elaboración de la aplicación y un recurso importante para identificar la situación actual de la importancia de la realidad aumentada en el ámbito de la educación.

“La técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz.” (Anguita, Labrador, & Campos, s. f.)

Entrevista: La entrevista se define como la conversación de dos o más personas en un lugar determinado para tratar un asunto. “Técnicamente un método de investigación científica que utiliza la comunicación verbal para recoger informaciones en relación con una determinada finalidad.” (Estrada, 2011)

### 2.3 Población y muestra

Con la finalidad de presentar el proyecto en la actualidad y medir el impacto que tendría una aplicación educativa utilizando la realidad aumentada. La encuesta fue realizada a 169 estudiantes de primer ciclo de la Facultad de Ciencias Médicas para conocer sus puntos de vista para el desarrollo de la aplicación.

Partiendo de la población obtenida gracias a la Facultad de Ciencias Médicas que consta de 300 estudiantes inscritos en primer ciclo de la carrera de Medicina se escogió el 56.4% de la población.

Para el cálculo de la muestra se ha considerado la aplicación de la siguiente formula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

N = se consideran los 300 estudiantes del primer ciclo de la Facultad de Ciencias Médicas.

Z = Valor de nivel de confianza, se aplicará el 95%.

e = Limite aceptable de error de la muestra, se aplicará el 5% (0.05).

La muestra determinada es equivalente a un total de 169 encuestas a realizar a estudiantes de primer ciclo de la Facultad de Ciencias Médicas que reciben

las clases de anatomía, cuyo modelo es presentado en los anexos del documento.

300	50
<b>TAMAÑO DEL UNIVERSO</b>	<b>HETEROGENEIDAD %</b>
Número de personas que componen la población a	Es la diversidad del universo. Lo habitual es usar 50%, el peor
5	95
<b>MARGEN DE ERROR %</b>	<b>NIVEL DE CONFIANZA %</b>
Menor margen de error requiere mayor muestra.	Mayor nivel de confianza requiere mayor muestra. Lo habitual es entre 95% y 99%.
169	
<b>MUESTRA</b>	
Personas a encuestar.	

Figura 4 Calculo de la muestra

Fuente: Netquest (<https://www.netquest.com/es/panel/calculadora-muestras/calculadoras-estadisticas>)

## 2.4 Resultados de la Investigación

### 2.4.1 Resultados de las Encuestas

La recolección de información requerida se encuestó a 169 estudiantes que cursan el primer ciclo de la carrera de medicina en la Facultad de Ciencias Médicas. Estas encuestas fueron realizadas de forma presencial.

Luego se procedió con el análisis e interpretación de cada una de las preguntas dentro de la encuesta con el fin de obtener los puntos de vista de los estudiantes en cuanto a la utilización de las nuevas tecnologías para la educación.

## Edad de los Encuestados

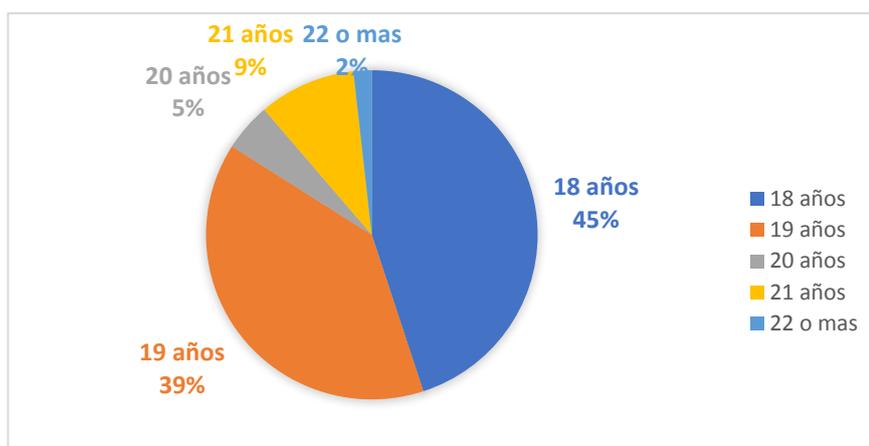


Figura 5 Rango de edades de los estudiantes

Fuente: Elaboración Propia basad en la Encuesta

Conclusión: Logrando sumar los encuestados de 18 a 19 años llegamos a una cantidad de un 84% que superan a las demás edades dentro del objeto de estudio.

## Genero de los Encuestados

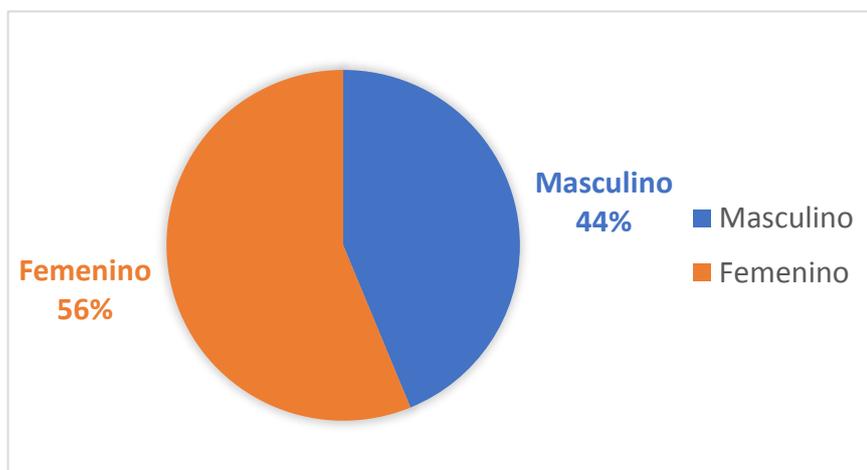


Figura 6 Genero de los Encuestados

Fuente: Elaboración propia basada en la encuesta

Conclusión: La presente encuesta representa con la participación mayoritaria de mujeres con un 56% y un 44% de hombres.

### Pregunta 1: ¿Qué sistema Operativo Utiliza en su Smartphone?

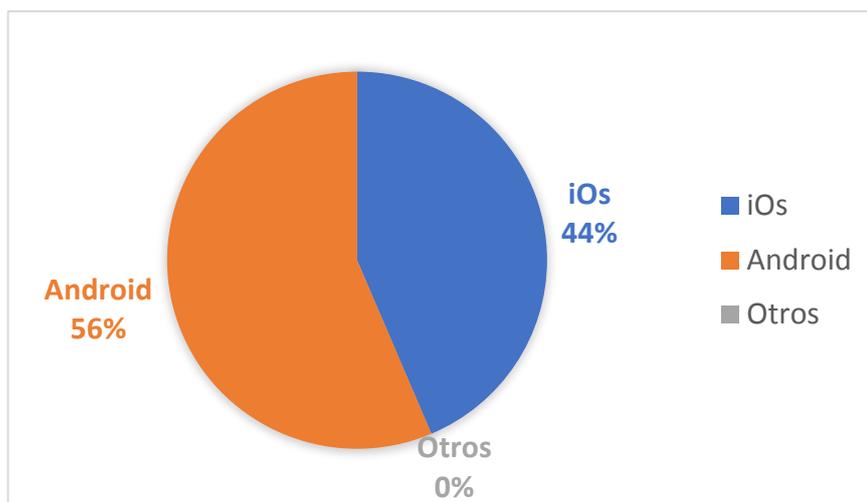


Figura 7 Prevalencia de Sistema Operativo

Fuente: Elaboración propia basada en la encuesta

Conclusión: Existe una prevalencia de usuarios de Smartphones con sistema operativo Android que supera en un 8% a los usuarios de iOS. Este dato resulta favorable para el desarrollo de la aplicación ya que está destinada para Android.

### Pregunta 2: ¿Qué tan necesario considera la implementación de nuevas tecnologías en el ámbito educativo?

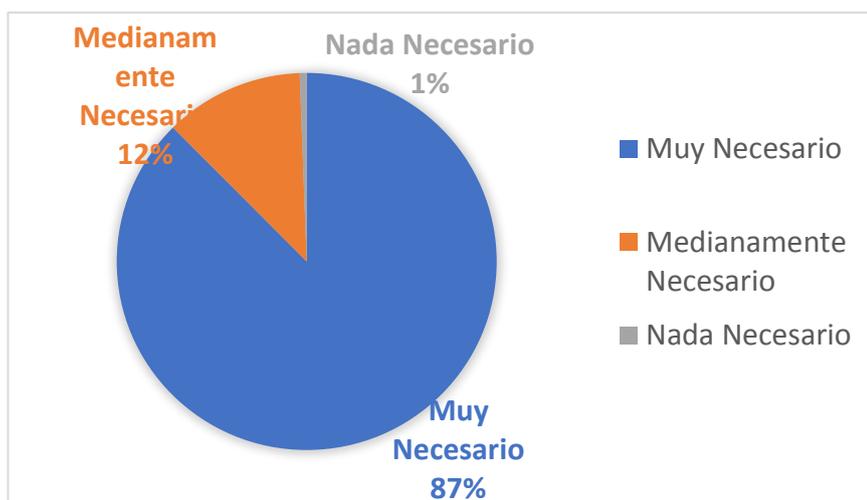


Figura 8 Necesidad de implementación de nuevas tecnologías

Fuente: Elaboración propia basada en la encuesta

Conclusión: Existe una gran afinidad por la implementación de nuevas tecnologías en el ámbito educativo, representado por el 87% que muestran un

interés y necesidad por las nuevas tecnologías. Además de un 12% que muestran una posición neutral hacia estas tecnologías y un 1% que está en desacuerdo.

**Pregunta 3: ¿Ha utilizado alguna vez algún elemento tecnológico como apoyo para estudiar?**

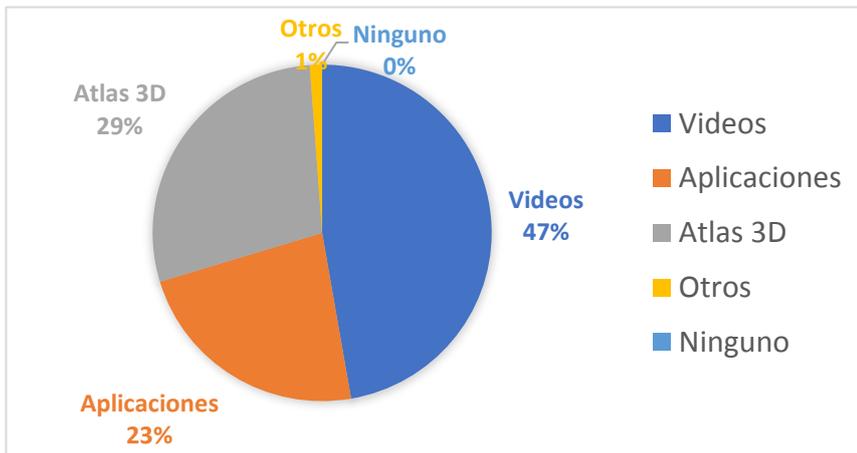


Figura 9 Preferencia de elementos tecnológicos para el estudio

Fuente: Elaboración propia basada en la encuesta

Conclusión: Podemos observar la variedad de elementos tecnológicos que los estudiantes utilizan para estudiar. Con una notable inclinación hacia los videos de un 47%. Luego están los atlas 3D representando un 29% y las aplicaciones no quedan atrás ya que un 23% afirman utilizarlas para estudiar.

**Pregunta 4: ¿Considera Necesario la creación de una aplicación que utilice Realidad Aumentada para el estudio de los huesos del cráneo?**

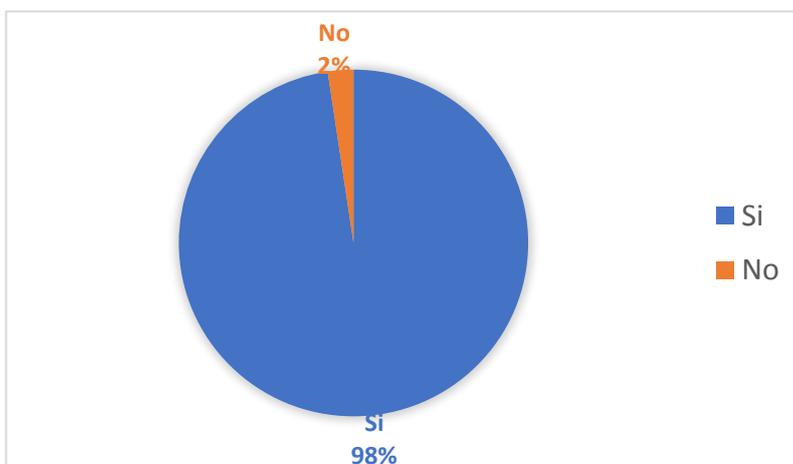


Figura 10 Afinidad por la creación de aplicación de realidad aumentada

Fuente: Elaboración propia basada en la encuesta

Conclusión: El gran interés por obtener una aplicación que utilice esta tecnología es representado por un 98%, dándole más importancia a la creación de dicha aplicación.

**Pregunta 5: ¿Qué elemento adicional considera que debería tener la aplicación?**

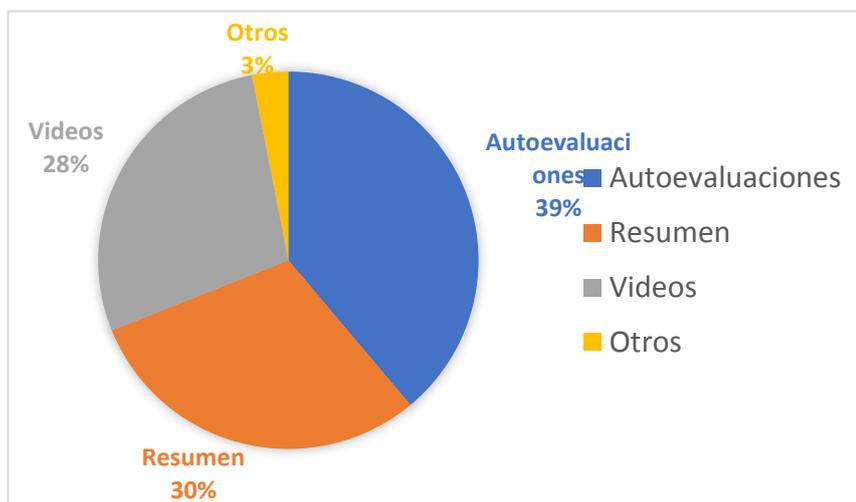


Figura 11 Elementos que los estudiantes desean tener en la aplicación

Fuente: Elaboración propia basada en la encuesta

Conclusión: Un 39% siente un apego por la implementación de autoevaluaciones como medio de refuerzo a lo que se ha estudiado. Además de un 30% por la presencia de resúmenes y un 28% que se inclinan hacia los videos.

**Conclusión de la Encuesta:**

Una vez obtenidos los resultados de la encuesta es claro afirmar que de los 169 encuestados, la respuesta de “Muy Necesario” es de un 87% el cual nos indica la gran necesidad de implementar nuevas tecnologías en la educación.

También se comprueba que los estudiantes además de utilizar el libro y sus anotaciones para el estudio, un 47% de ellos también utilizan contenido multimedia para ayudarse a entender mejor lo aprendido en clase; representado por el 29% de los encuestados, dicen utilizar Atlas 3D como un elemento más de aporte al estudio de la materia y sin dejar atrás a las aplicaciones, se obtuvo que un 23% de ellos si utilizan aplicaciones móviles educativas como otro elemento de estudio.

Hemos podido comprobar que una inmensa mayoría de los encuestados, el 98% afirmo de manera positiva la necesidad de tener una aplicación que utilice la realidad aumentada para el estudio de los huesos del cráneo en sus clases Anatomía.

Podemos afirmar con certeza que la investigación dio resultados positivos para la elaboración de este proyecto, ya que con estos datos podremos lograr una correcta elaboración del aplicativo.

## 2.4.2 Resultados de la usabilidad de la Aplicación

### Evaluación Heurística

Se realizo una fase de prueba del prototipo de la aplicación con 10 personas entendidas en el tema en la que se evaluó varios aspectos.

Área Evaluada	Calificaciones					Total
	1	2	3	4	5	
<b>Legibilidad del Icono</b>	0	0	0	3	7	10
<b>Icono acorde a la idea</b>	0	0	0	0	10	10
<b>Icono acorde al target</b>	0	0	0	0	10	10
<b>Menú acorde al diseño</b>	0	0	0	3	7	10
<b>Menú indica acciones</b>	0	0	1	2	7	10
<b>Menú adaptativo</b>	0	0	0	0	10	10
<b>Tipografía Legible</b>	0	5	2	3	0	10
<b>Interfaz Limpia</b>	0	0	8	0	2	10
<b>Experiencia de Usuario</b>	0	0	0	1	9	10

*Tabla 1 Tabulación Evaluación Heurística*

*Fuente: Elaboración Propia*

Área Evaluada	Calificaciones					Total
	1	2	3	4	5	
<b>Legibilidad del Icono</b>	0%	0%	0%	30%	70%	100%
<b>Icono acorde a la idea</b>	0%	0%	0%	0%	100%	100%
<b>Icono acorde al target</b>	0%	0%	0%	0%	100%	100%
<b>Menú acorde al diseño</b>	0%	0%	0%	30%	70%	100%
<b>Menú indica acciones</b>	0%	0%	10%	20%	70%	100%
<b>Menú adaptativo</b>	0%	0%	0%	0%	100%	100%
<b>Tipografía Legible</b>	0%	50%	20%	30%	0%	100%
<b>Interfaz Limpia</b>	0%	0%	80%	0%	20%	100%
<b>Experiencia de Usuario</b>	0%	0%	0%	10%	90%	100%

*Tabla 2 Tabulación en porcentajes - Evaluación Heurística*

*Fuente: Elaboración Propia*

### **Observaciones:**

- Interfaz más acorde a un videojuego que a una aplicación.
- Tipografía utilizada muy pequeña y difícil de leer.
- Falta un splash.
- Icono de Home no es el apropiado y debe ser reemplazado.

### **Conclusión:**

Los resultados de la primera evaluación heurística arrojaron resultados satisfactorios, a pesar de que la aplicación se encuentra en la fase de prototipo; es decir solamente pantallas con contenido y transición entre ella.

A nivel del Icono de la aplicación fue muy bien calificada con solo una pequeña observación de modificarlo un poco su aspecto, pero su diseño va acorde al target y el diseño de la interfaz. El Menú es adaptativo en su totalidad y en la gran mayoría de las pantallas del prototipo va acorde al

diseño de la aplicación, pero existe problemas en la forma que indica las acciones dentro de la aplicación. El mayor problema dentro del diseño de la aplicación es la tipografía utilizada, es muy pequeña en ciertas áreas y difícil de leer en su mayoría.

Tomando en cuenta estos resultados se realizarán cambios que ayudarán a la aplicación a ser más agradable y funcional para los usuarios.

### **2.4.3 Resultados de las Entrevistas**

Las personas consideradas para la entrevista fueron seleccionadas por encontrarse relacionado en el entorno descrito en este proyecto.

#### **Entrevista #1 Análisis de Entrevista**

**Cargo:** Docente Tiempo Completo de la Facultad de Artes y Humanidades.

**Nombre:** Wellington Villota Oyarvide Mgs.

**Años de Experiencia:** 8 años como Docente y 5 años trabajando con la realidad aumentada.

**Aporte Cualitativo:** Wellington Villota nos deja en claro que tanto la realidad aumentada como la realidad virtual son 2 tecnologías diferentes; consideradas tecnologías emergentes; y con diferencias radicales. Por un lado, tenemos la realidad virtual que trabaja con un mundo sintético en el que el usuario se sumerge en ese mundo en el que puede interactuar con su alrededor, mientras que por el lado de la realidad aumentada en cambio es una realidad que sucede en tiempo real que se logra con la combinación del entorno real con el entorno virtual logrando ver elementos aumentados a través de un dispositivo.

Esto se puede lograr a través de programas que facilitan la creación de realidad aumentada como lo son Aumentaty Author. BuildAR, HP(Reveal) y GAIA que utilizan los marcadores de color negro tradicional y asocian el elemento virtual contenido en el programa con los marcadores para ser vistos por el dispositivo móvil. Además, existen librerías o SDK que permiten desarrollar aplicaciones de realidad aumentada desde cero, tomando como

ejemplo a Vuforia que trabaja a la par con el motor de desarrollo de videojuegos Unity3D o con Android Studio, una herramienta de desarrollo de aplicaciones para sistemas operativos Android. Por ultimo las grandes empresas se encuentran desarrollando y lanzando librerías para la creación de aplicaciones con realidad aumentada, Google creando ARCore y Apple creando ARKit.



*Figura 12 Logotipo ARCore*

*Fuente: Google*



*Figura 13 Logotipo ARKit*

*Fuente: Apple*

En su experiencia como docente y como tutor de trabajos de titulación dentro de la Universidad Católica, nos destaca la gran variedad de proyectos que sus estudiantes han desarrollada y dirigidos a diferentes áreas como lo son el deporte para dar a conocer los estadios del Ecuador o del mundo, en el turismo para resaltar lugares turísticos, en la medicina dentro del a rama de la anatomía para mostrar las partes del cuerpo y en educación para ayudar a niños en el aprendizaje del lenguaje, sin duda la realidad aumentada abarcar grandes campos día a día, gracias a que se encuentra en constante evolución.

Aunque en la actualidad los proyectos elaborados dentro del país que puedan ser accedidos por otras personas son muy pocos, y lo que se puede acceder

son trabajos extranjeros y escasos; pero tiene expectativas de que estas librerías se expandan con contenidos de realidad aumentada originados dentro del Ecuador.

La dependencia de la tecnología es algo que hemos manifestado con el uso del celular, un dispositivo que se ha vuelto parte de nuestra vida y así mismo la tecnología también se está arraigando cada vez más en nuestra vida cotidiana al punto que llegaría a ser una herramienta esencial y de gran ayuda para cualquier tarea como por ejemplo la toma de medidas de una habitación.

**Conclusión:** En la entrevista con el profesor Villota, pudimos darnos cuenta la gran variedad de formas en las que se puede crear una aplicación con realidad aumentada y la gran variedad de campos en la que puede ser aplicada.

## **Entrevista #2 – Análisis de la Entrevista**

**Cargo:** Doctor y Docente de la Facultad de Ciencias Médicas.

**Nombre:** Dr. Benito Jorge Lecaro Sandoval.

**Años de Experiencia:** 9 años como Docente.

**Aporte Cualitativo:** Para el doctor Benito Lecaro le es innegable el avance tecnológico destinado hacia la medicina y también hacia la educación, pero en la actualidad se topa con problemas a impartir las clases de anatomía. Por un lado, menciona que tener un cadáver humano para un grupo de más de 20 o 30 estudiantes para analizar un elemento se vuelve complicado; pero en cuanto a la implementación de las tecnologías para la educación le ha dado resultados positivos no solo para su propia carrera como docente sino también para sus estudiantes.

**Conclusión:** La postura del doctor Benito Lecaro frente a las tecnologías emergentes es positiva y de aceptación, ya que espera que estas sean implementadas lo más pronto posible. Además, en relación a la realidad aumentada es algo de no creer y que su uso sería algo fantástico para impartir sus clases.

### **Entrevista #3 – Análisis de la Entrevista**

**Cargo:** Community Manager y Directora Creativa de restaurante San Luis Ec.

**Nombre:** Karen Mora De La Cruz.

**Aporte Cualitativo:** Karen Mora De La Cruz, estudiante graduada de la Carrera de Ingeniería en Dirección y Producción Multimedia de la Universidad Católica realizó su trabajo de titulación con una aplicación basada en juegos para aprendizaje de habilidades lingüísticas utilizando la realidad aumentada. Eligió esta tecnología porque logra unir texto, imágenes, audio y videos, de una forma tan sencilla que otras tecnologías se les dificulta. Nos explica como la realidad aumentada tiene aplicaciones en muchas ramas desde la reconstrucción de ruinas en tiempo real hasta en marketing de venta de automóviles. Además, que esta tecnología ha logrado rescatar la socialización de las personas, con la llegada de PokemonGo que tuvo un gran impacto en la sociedad, obligándolos de una forma dejar la conformidad de su hogar y conocer gente nueva con los mismos gustos hacia la aplicación. Los cambios que genera esta tecnología harán que en un futuro tanto la realidad aumentada como la realidad virtual converjan para crear la realidad mixta y que esta última esté presente en todos los ámbitos de nuestras vidas.

**Conclusión:** Karen Mora vio el potencial de la realidad aumentada y la implemento en el área que más experiencia tiene, la pedagogía. Se dio cuenta que utilizándola de la manera correcta puede mejorar el rendimiento de un estudiante y lo demostró en su estudio. Señala además que esta tecnología puede abarcar un sin número de áreas, puede ser implementada en prácticamente todo lo que conocemos y que llegará a un punto que la realidad mixta estará disponible para todos, reduciendo brechas sociales y uniendo al mundo.

#### **2.4.4 Resultado pruebas de la aplicación**

El testeo fue realizado un día Martes 7 de agosto con la participación de 30 estudiantes de la Carrera de Medicina en la Facultad de Ciencias Médicas. Los estudiantes completaron una encuesta conformada por 7 preguntas. Al momento de la autoevaluación se le indico al estudiante que la realice 2 veces

y escriba el resultado de ambos intentos, con el fin de recopilar los datos del desempeño del estudiante frente a esta autoevaluación dentro del aplicativo.

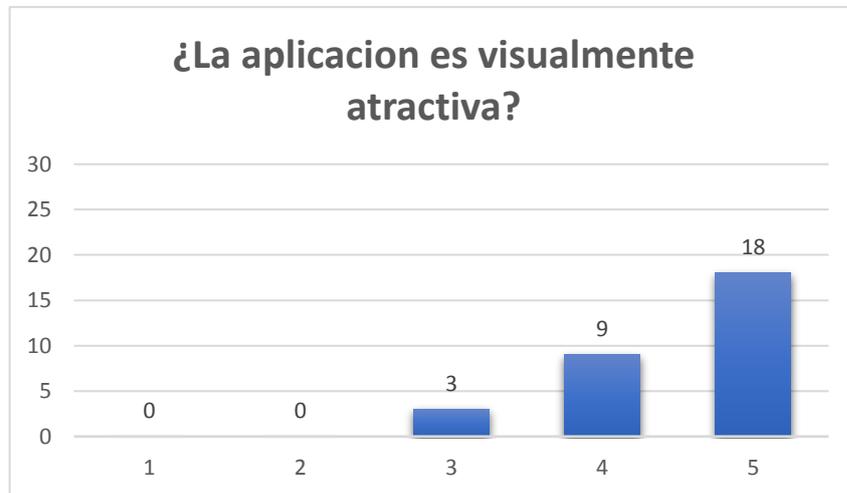


Figura 14 Tabulación primera pregunta "Encuesta del uso del aplicativo Cranium"

Fuente: Elaboración Propia

El 90% de los estudiantes que probaron el aplicativo estuvieron de acuerdo a que la aplicación es visualmente atractiva y el restante 10% muestran neutralidad al diseño.

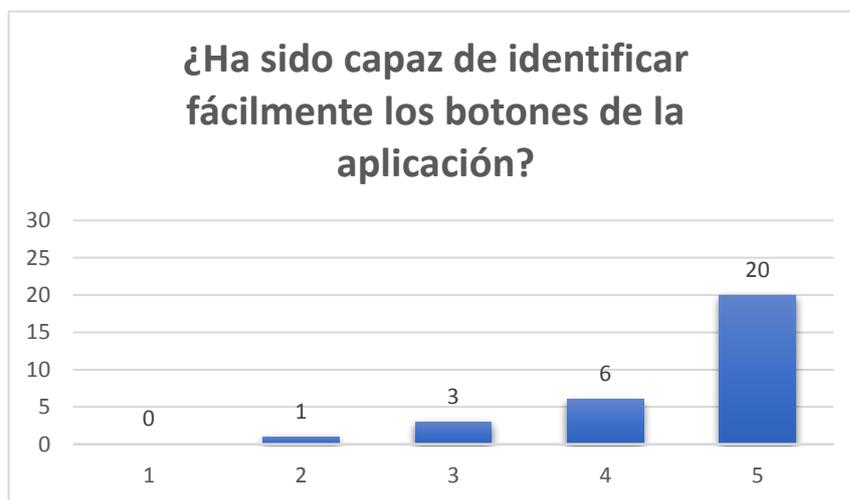


Figura 15 Tabulación segunda pregunta "Encuesta del uso del aplicativo Cranium"

Fuente: Elaboración Propia

Las respuestas se encuentran de la positivo hacia el diseño de los botones de la aplicación con un 67% de estudiantes que identificaron los botones, además de un 20% de ellos que los identificaron en menos tiempo y sin confusión.

Solo nos refleja un 3% de negatividad hacia el diseño de los botones lo cual se toma en cuenta para lograr una mejor legibilidad de los botones.

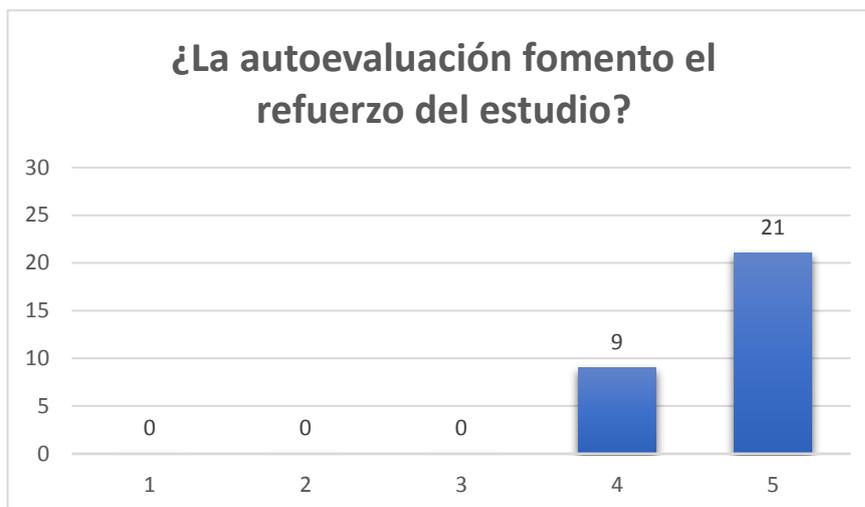


Tabla 3 Tabulación tercera pregunta "Encuesta del uso del aplicativo Cranium"

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a la autoevaluación dentro de la aplicación, fue muy bien recibida de parte de los estudiantes. Un 70% de ellos está muy de acuerdo con que fomenta el refuerzo del estudio además del restante 30% que está de acuerdo.

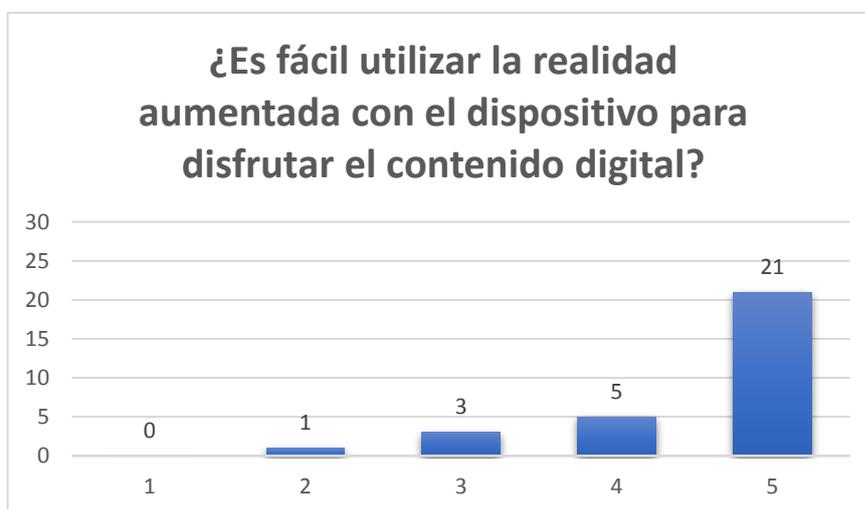


Figura 16 Tabulación cuarta pregunta "Encuesta del uso del aplicativo Cranium"

Fuente: Elaboración Propia

Un 70% y un 17% de los estudiantes reflejan una facilidad de utilizar la realidad aumentada en un dispositivo, y tan solo un 3% de dificultad.

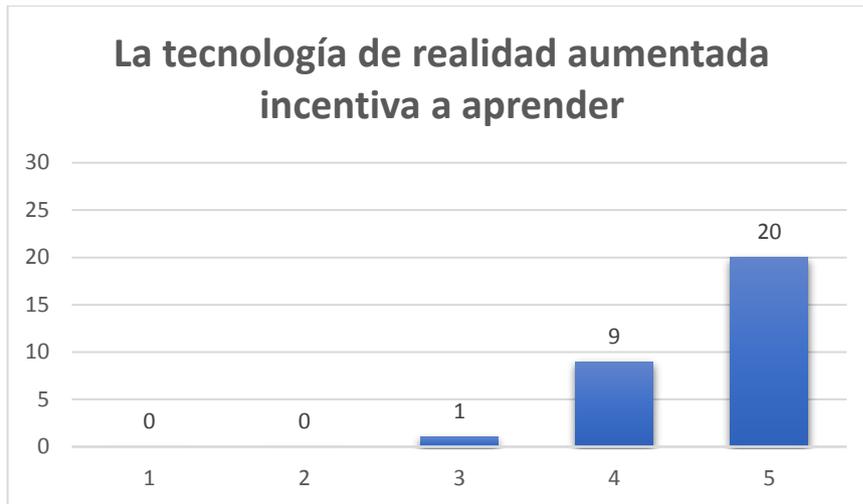


Figura 17 Tabulación quinta pregunta "Encuesta del uso del aplicativo Cranium"

Fuente: Elaboración Propia

La postura de los estudiantes fue de aspecto positivo, 29 de los 30 estudiantes, es decir un 97% de los encuestados afirman que el uso de esta tecnología los incentiva a aprender la materia.

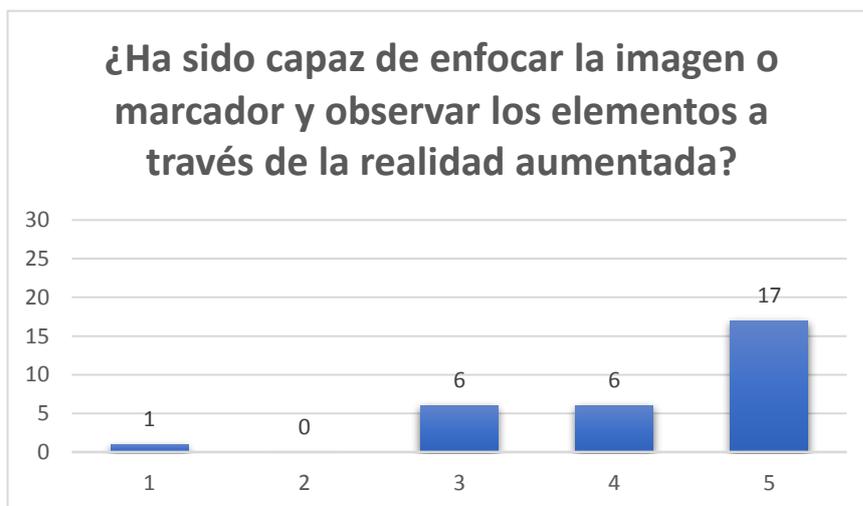


Figura 18 Tabulación sexta pregunta "Encuesta del uso del aplicativo Cranium"

Fuente: Elaboración Propia

El 57% y el 20% de los estudiantes fueron capaces de enfocar los elementos sin mucha dificultad las imágenes para la visualización de los huesos en 3D. Esto representa un 77% de los encuestados y solo un 3% presento algún inconveniente.

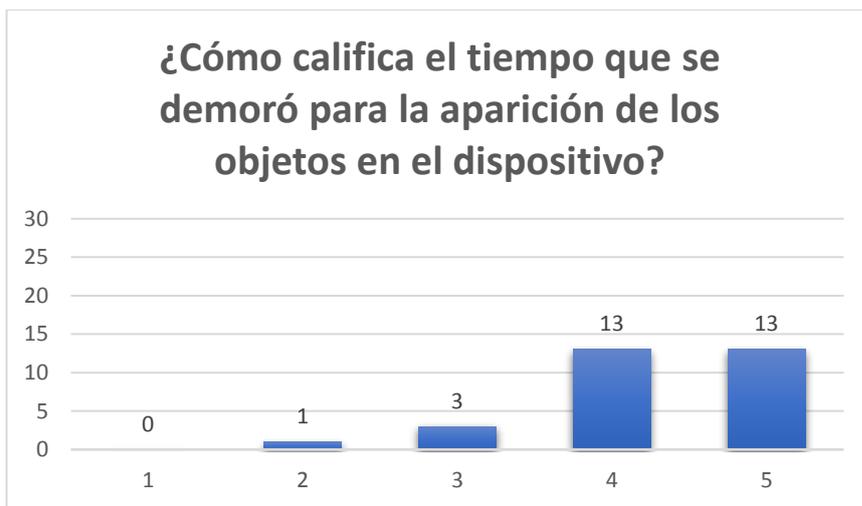


Figura 19 Tabulación séptima pregunta "Encuesta del uso del aplicativo Cranium"

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta los resultados positivos frente a al tiempo que tomo para que aparezcan los huesos en 3D obtenemos un total de un 86% que califico de manera positiva la aparición de los objetos en su dispositivo.

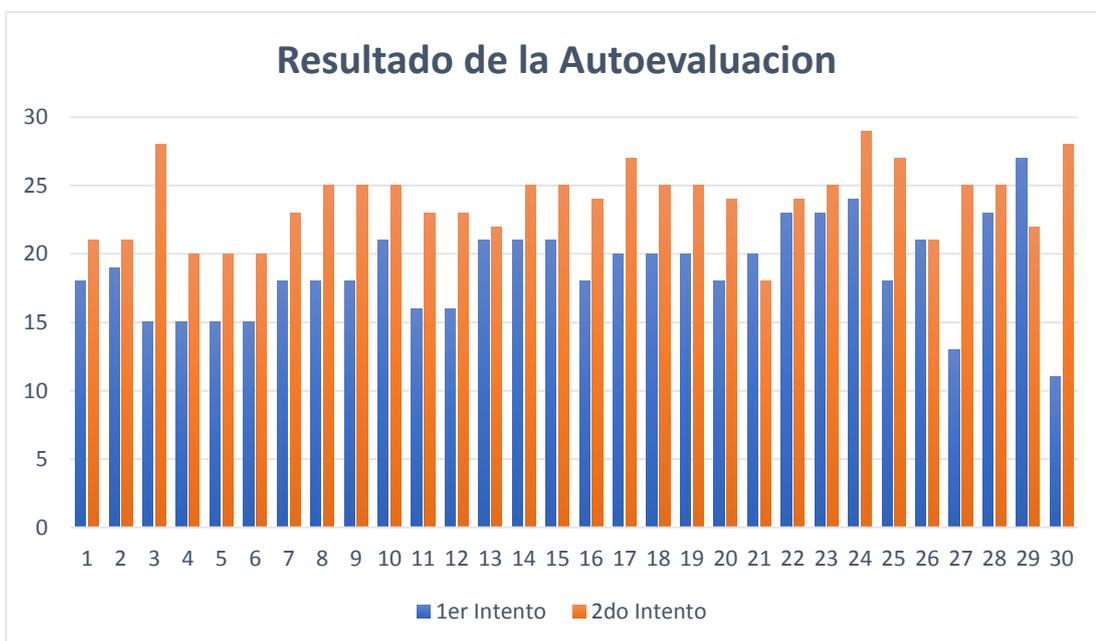


Figura 20 Tabulación de Resultado de Autoevaluación

Fuente: Elaboración Propia

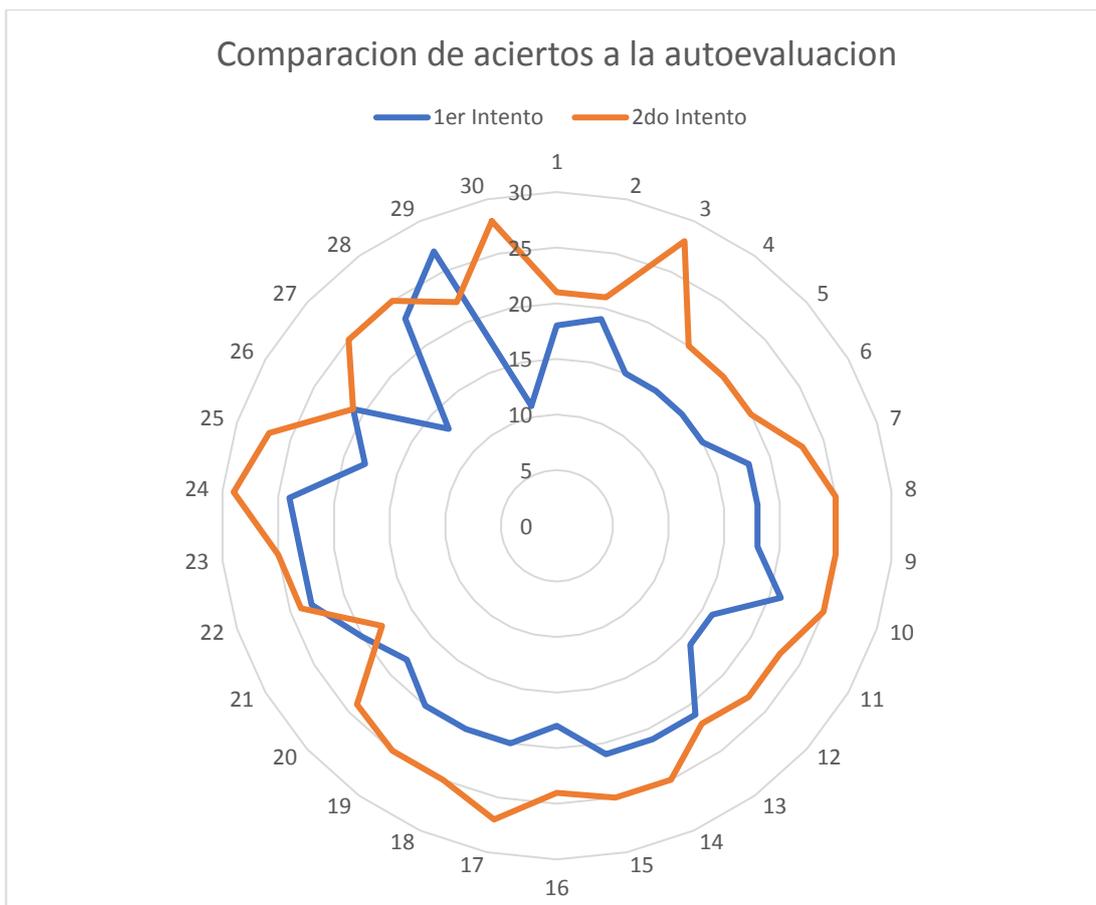


Figura 21 Gráfico de comparación de aciertos

Fuente: Elaboración Propia

La autoevaluación fue realizada en 2 intentos, la gran mayoría de los estudiantes al momento de realizar el segundo, incrementaron su puntaje luego de repasar utilizando el aplicativo. Aproximadamente el promedio aumentado por los estudiantes fue de 7 puntos, reflejado en la siguiente tabla.

Promedio de autoevaluaciones	
1er Intento	2do Intento
18.86	23.83

Tabla 4 Promedio de autoevaluaciones

Fuente: Elaboración Propia

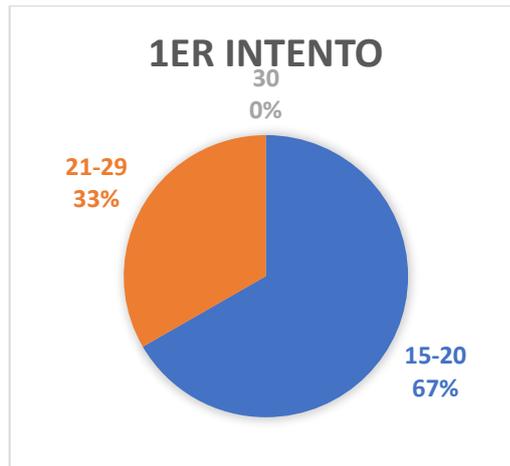


Figura 22 Porcentaje de puntaje en rangos

Fuente: Elaboración propia

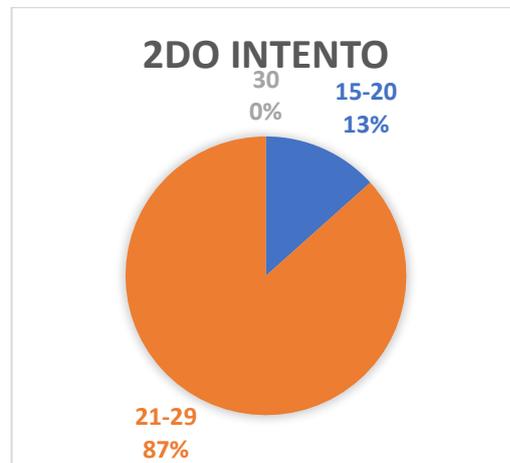


Figura 23 Porcentaje de puntaje en rangos

Fuente: Elaboración propia

Haciendo la comparación de los resultados obtenidos, tenemos que en el primer intento de la autoevaluación un 67% de los estudiantes obtuvieron resultados que varían entre 15 a 20 puntos, y un 33% obtuvo un puntaje entre 21 a 29 puntos; luego después del segundo intento tenemos un 13% de estudiantes con un puntaje de 15 a 20 puntos, esto lo vemos reflejado en un incremento de un 20% en estudiantes con un puntaje entre 21 a 29 puntos, es decir un 87%. Con estos resultados nos damos cuenta que la aplicación y la autoevaluación como tal, ayudo al estudiante a mejorar de manera positiva su desempeño en la materia mediante el uso de la aplicación.

## CAPITULO III

### 3.1 Descripción del Producto

La aplicación móvil “CRANIUM” funcionara como un informativo multimedia y un complemento de estudio de los huesos del cráneo utilizando la Realidad Aumentada y el “Libro de Anatomía Humana Latarjet 4ta Edición” para el reconocimiento de las imágenes. La aplicación ofrece una alternativa para el estudiante de medicina que no le es posible adquirir los huesos de manera física ayudando así a solucionar el problema a la hora de estudiar un hueso en tiempo real utilizando modelos 3D. Al mismo tiempo se busca desarrollar una interacción más a fondo entre ser humano y dispositivo mediante la inmersión de este rompiendo los límites del espacio y tiempo.

Los estudiantes podrán disfrutar de la aplicación de realidad aumentada la cual contendrá los siguientes elementos:

- Menú Principal: muestra las opciones principales de la aplicación
- Inicio: Se ingresará a una segunda pantalla donde se incluirán los 6 huesos del cráneo a forma de menú.
- Instrucciones: muestra al usuario como utilizar la aplicación y el correcto uso de los botones.
- Autoevaluaciones: Contiene 30 preguntas que abarcan los 6 huesos del cráneo las cuales serán resueltas por el usuario y calificadas por la aplicación al final.
- Vista AR y 3D: Los estudiantes podrán cambiar de vista dentro de la aplicación ya sea que utilicen la Realidad aumentada y las Vistas 3D de los Huesos.
- Atrás y Salir.

Este proyecto es realizado por la generación propia de la marca, elaboración y creación de todos los elementos visuales y arquitectura de la aplicación. Todos los huesos del cráneo modelados y texturizados en 3D y optimizados para su utilización en la aplicación.



Figura 24 Modelo 3D del Hueso Frontal

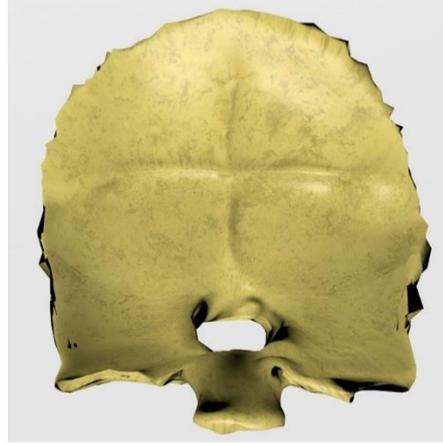


Figura 27 Modelo 3D del Hueso Occipital



Figura 25 Modelo 3D del Hueso Parietal



Figura 28 Modelo 3D del Hueso Esfenoides



Figura 26 Modelo 3D del Hueso Temporal



Figura 29 Modelo 3D del Hueso Etmoides



Figura 30 Modelo 3D de un Alfiler

El nombre de la aplicación CRANIUM viene de su origen Griego “Kranion” traducido al ingles, que abarca engloba de cierta forma a todos los huesos del cráneo.

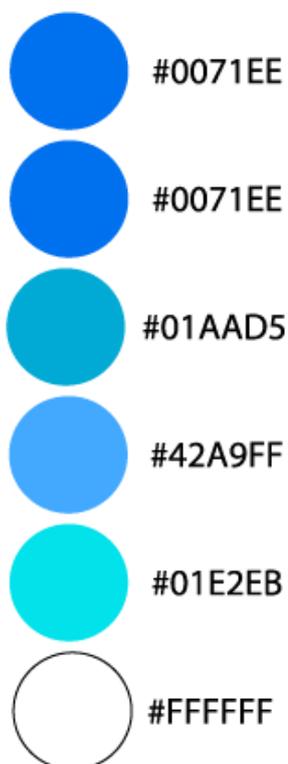


*Figura 31 Logotipo de Cranium*

*Fuente: Elaboración Propia*

### **Paleta de Colores**

La paleta de colores que tendrá la interfaz de usuario utiliza distintas tonalidades de azul y blanco puro para el texto.



*Figura 32 Paleta de colores de la Aplicación Cranium*

*Fuente: Elaboración propia*

## Tipografía

La tipografía utilizada se llama “Elianto” y está presente en todas las pantallas de la aplicación.



*Figura 33 Fuente Elianto*

### 3.2 Descripción del usuario

Los usuarios principales son los estudiantes de anatomía, que acaban de iniciar sus estudios en la carrera de medicina de la Facultad de Ciencias Médicas.

El usuario potencial estará dentro de un rango de edad entre los 18 a 22 o más años de edad de género indistinto y que posea un Smartphone. El usuario además tiene cierta curiosidad por saber que se podría implementar en la aplicación con el fin de mejorar su experiencia utilizándola y usándola como material de apoyo. También es posible agregar como usuario a los Docentes que dictan las materias de Anatomía dentro de la facultad.

### 3.3 Alcance Técnico

El proyecto busca cumplir los objetivos planteados, esperando que al implementar la Realidad Aumentada en la aplicación esta sirva como una herramienta más para el aprendizaje del estudiante y pueda desenvolverse de una mejor manera y logre superarse a sí mismo mediante el estudio y esfuerzo.

Esta aplicación utilizara librerías propias integradas con las herramientas tanto como de Unity como de Vuforia que a la par nos permite la creación y representación del contenido de la Realidad Aumentada.

### 3.4 Especificaciones Funcionales

La aplicación será desarrollada para el sistema operativo de Android por ser el más usado entre los estudiantes de anatomía de la Facultad de Ciencias Médicas y debido a que su desarrollo no posee algún tipo de costo adicional de licencia.

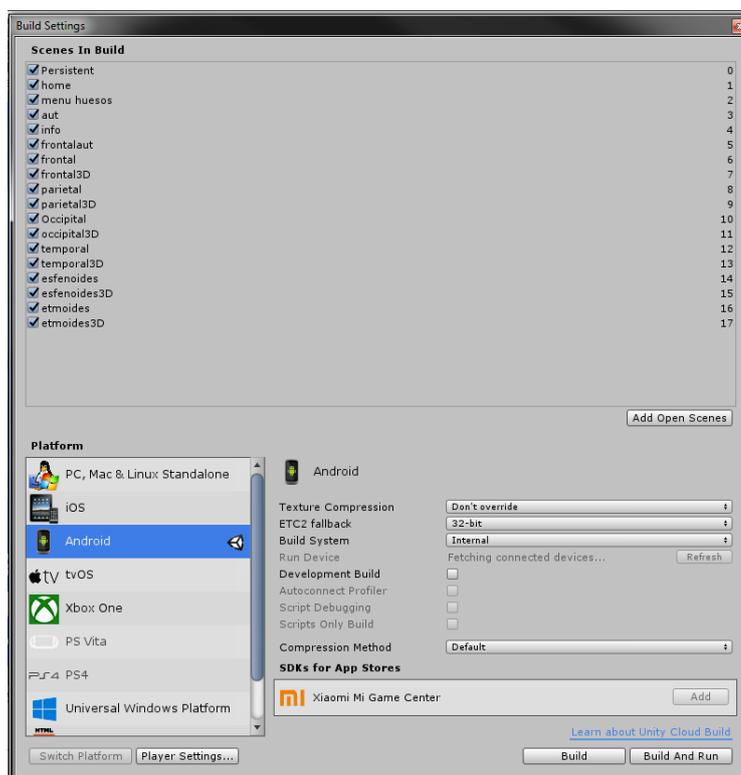


Figura 34 Ventana de las Escenas en el Build Settings

Se eligió Vuforia por tener una gran capacidad de reconocimiento de imagen. Su disponibilidad es gratuita, y su integración con Unity; que a su vez posee su versión gratuita; la hace una herramienta fiable y compatible para la implementación de los modelos.



Figura 35 Logotipo de Unity3D

Fuente: Unity3D



Figura 36 Logotipo Vuforia

Fuente: Vuforia Develop

Tanto Unity como Vuforia poseen sus versiones pagadas para un desarrollo de nivel profesional. Se utilizarán la versión 2018.1.2f1 Personal de Unity y la versión 7.2.24 de Vuforia para el desarrollo de la aplicación.

La aplicación que utilizará la Realidad Aumentada para la correcta presentación del contenido virtual en tiempo real deberá cumplir requerimientos y objetivos:

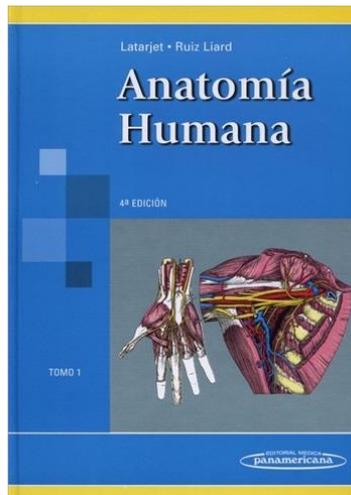
a. Reconocimiento de Imágenes

La aplicación deberá reconocer imágenes que aguardan la información a ser mostrada de manera virtual. Estas imágenes serán las que estarán incluidas en el libro que los estudiantes utilizan para estudiar, Anatomía Humana – Latarjet 4ta Edición.

b. Visualización de la información

La aplicación debe incluir y ser capaz de renderizar los objetos en 3D de manera previa para ser mostrada cuando se reconoce la imagen mediante la cámara en tiempo real. Los objetos 3D están integrados en formato FBX, que Unity reconoce.

La orientación de la aplicación es horizontal con un formato de 1280 x 720 la cual se ajustará al tamaño de la resolución del dispositivo que utilice el usuario.



*Figura 37 Portada del libro Anatomía Humana - Latarjet 4a Edición*

## **Splash Screen**

Pantalla ajustada a la resolución del dispositivo mostrados para inicializar las escenas en donde se encuentra el menú principal. Contiene el logotipo de la aplicación que aparece y desapare mediante efectos de FadeIn y FadeOut usando scripts.



*Figura 38 Splash Screen Cranium*

## **Escena Menú Principal**

Esta escena es considerada como el inicio de la aplicación, en esta se muestran las opciones representadas por botones que el usuario puede navegar para llegar a diferentes escenas: Inicio, Autoevaluación, Instrucciones, Información y Salir.



*Figura 39 Escena de Menú Principal de Cranium*

### **Escena Persistente**

Esta escena no se muestra en la aplicación, pero contiene código vital para la misma. En esta escena es donde se cargan los datos de las preguntas y respuestas que se utilizarán en la autoevaluación. Se las carga previamente para evitar pérdida de la misma que pudiese causar algún error dentro de la aplicación.

### **Escena Inicio**

Esta escena es un menú gráfico en la cual se presentan los 6 huesos del cráneo individualmente en especie de botones y que el usuario puede usar para ingresar a las escenas de la Realidad Aumentada.



*Figura 40 Escena de Menú de Huesos*

### **Escenas Realidad Aumentada**

Cada hueso posee su propia escena de realidad aumentada, en esta escena es donde ocurre el reconocimiento de las imágenes utilizando la cámara integrada en la parte posterior del Smartphone. En esta escena aparecerá el hueso que está programado para ser mostrado en tiempo real y que el usuario podrá manipular su rotación con un dedo. Además, posee la opción de ver el hueso solo en su vista 3D con sus elementos mediante el uso del botón “3D” y mediante el botón “Home” podrá regresar al menú anterior.

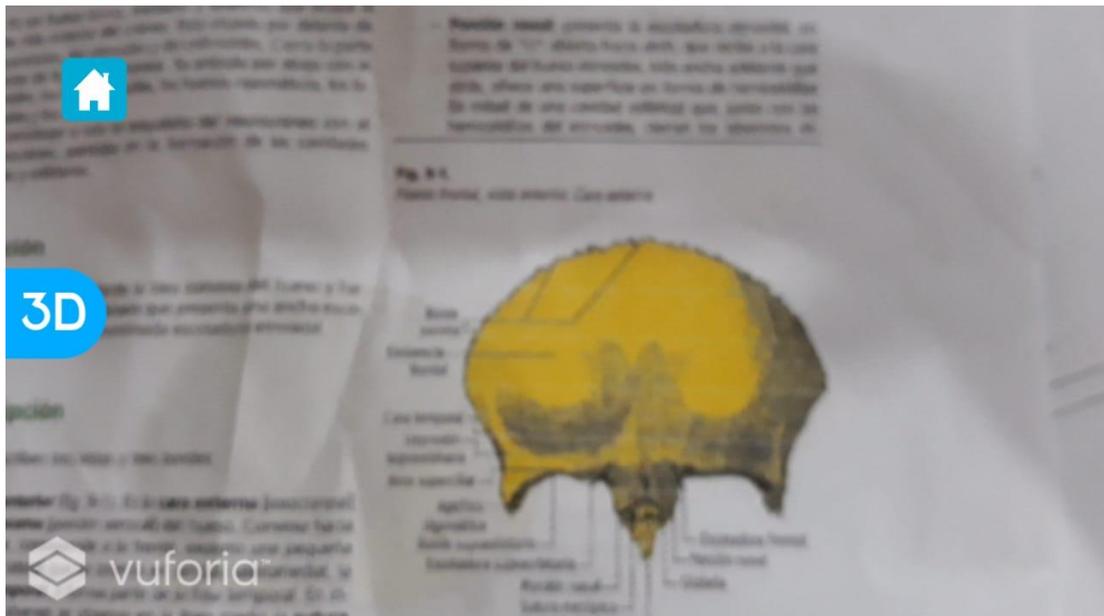


Figura 41 Escena de la vista en Realidad Aumentada

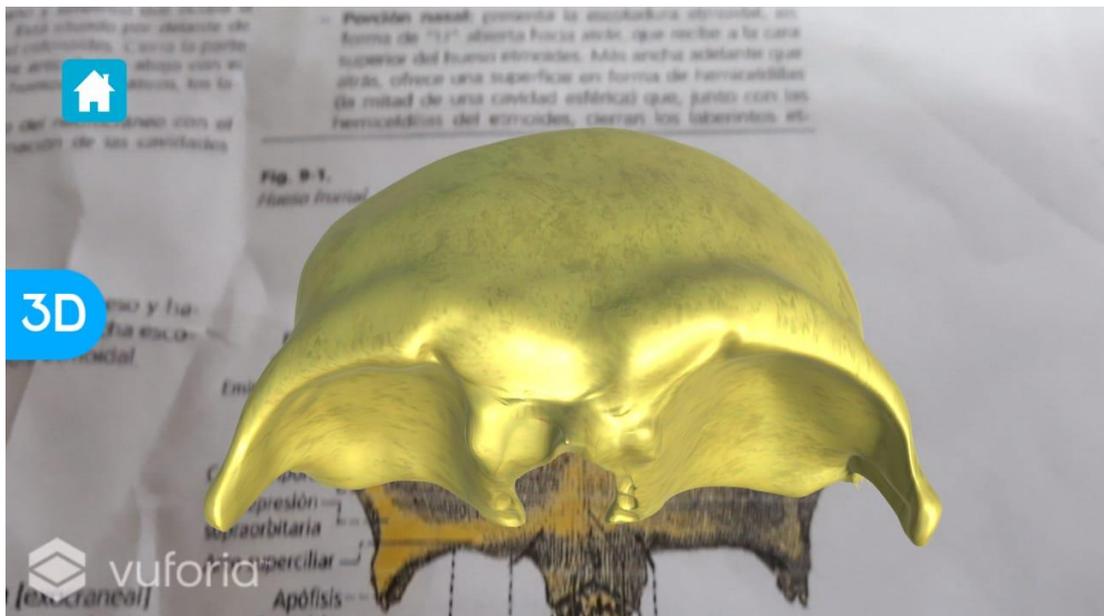


Figura 42 Escena de la vista en Realidad Aumentada

### Escenas Vista 3D

Así como cada hueso posee su propia escena de realidad aumentada, se agregó además una escena a cada hueso con solo su versión en 3D. En estas escenas tenemos el botón “3D” que fue reemplazado por el botón “AR” de que permite regresar a la vista de Realidad Aumentada si el usuario desea. Al estar en la escena se podrá observar el modelo 3D del hueso previamente seleccionado y también manipular su rotación; pero además de esto se tiene 1 o 2 botones más; dependiendo del hueso; que nos abrirán un pequeño menú

con elementos del mismo hueso que activaran o desactivaran unos alfileres que estarán señalando dicho elemento para que el usuario sepa su ubicación. También se presenta el botón “Home” para regresar al menú anterior.

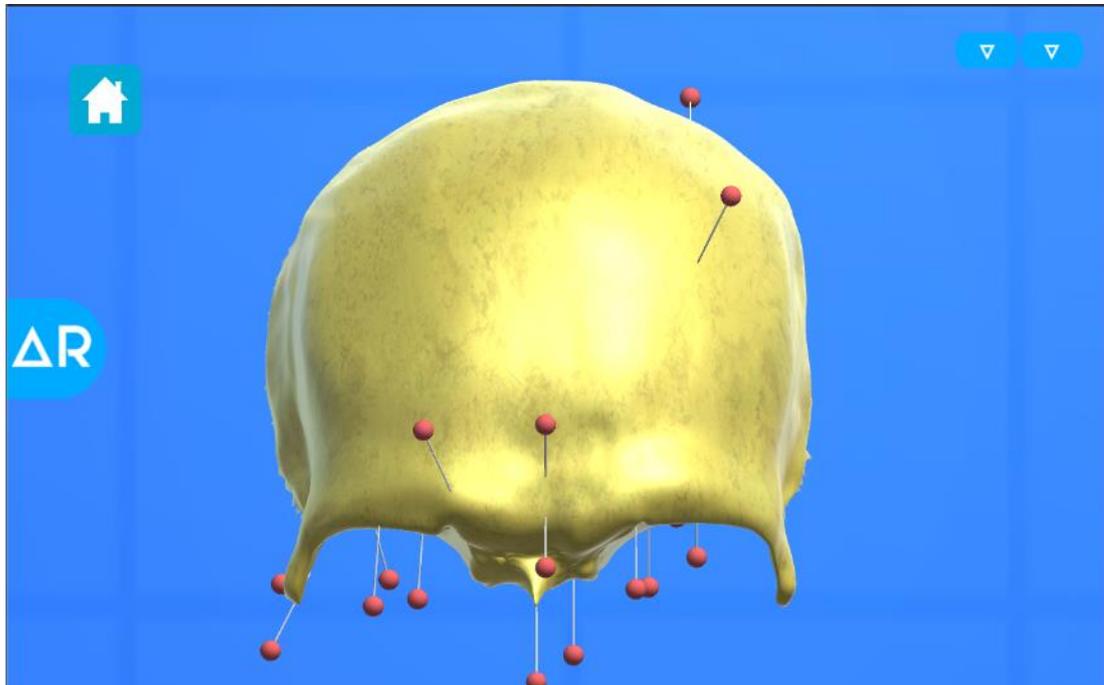


Figura 43 Escena de la vista en 3D y elementos

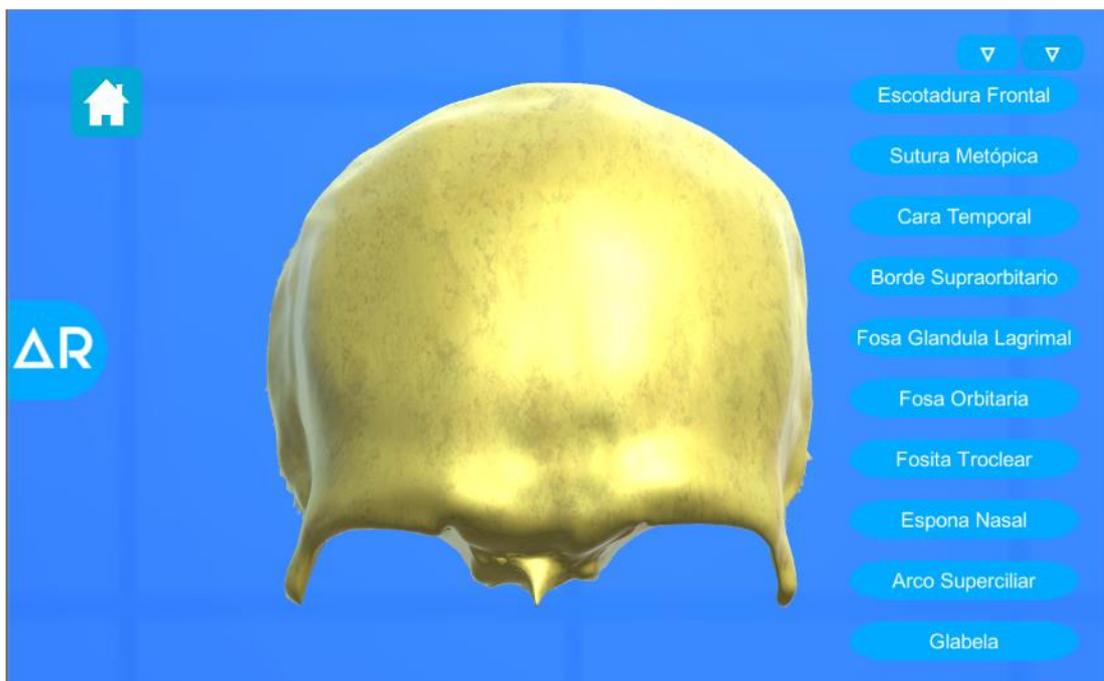


Figura 44 Escena de la vista en 3D y menú de elementos

## Escena Instrucciones

En esta escena mostrara de manera sencilla el uso correcto de la aplicación mediante una secuencia de imágenes que detallan paso a paso el manejo de la aplicación. Nuevamente el botón “Home” nos llevara al menú principal.



Figura 45 Paso 1 en la Escena Instrucciones



Figura 46 Paso 2 en la Escena Instrucciones



Figura 47 Paso 3 en la Escena Instrucciones



Figura 48 Paso 4 en la Escena Instrucciones

### **Escena de Autoevaluación**

En la escena de Autoevaluación le hacemos saber al usuario que estará a punto de realizar una serie de 30 preguntas con un tiempo límite determinado y que al final se mostrará su puntaje. Tenemos además el botón “Empezar” para comenzar la autoevaluación y el botón “Home” para regresar al menú principal.



*Figura 49 Escena de la Autoevaluación previa a las preguntas*

### **Escena Autoevaluación 30 Preguntas**

Luego de que el usuario decide comenzar la autoevaluación, esta escena mostrar al usuario el tiempo que tiene para resolver las preguntas que se muestra en segundos en la esquina superior derecha y 1 pregunta con 4 opciones a especie de botones para que el usuario elija la respuesta correcta, una vez seleccionada la respuesta correcta se procede con la siguiente pregunta, hasta terminar las 30 preguntas. Al final si se agota el tiempo o el usuario completa las 30 preguntas, se mostrará el puntaje obtenido y la

autoevaluación terminará, luego el usuario puede regresar a la escena anterior utilizando el botón de “Regresar”.

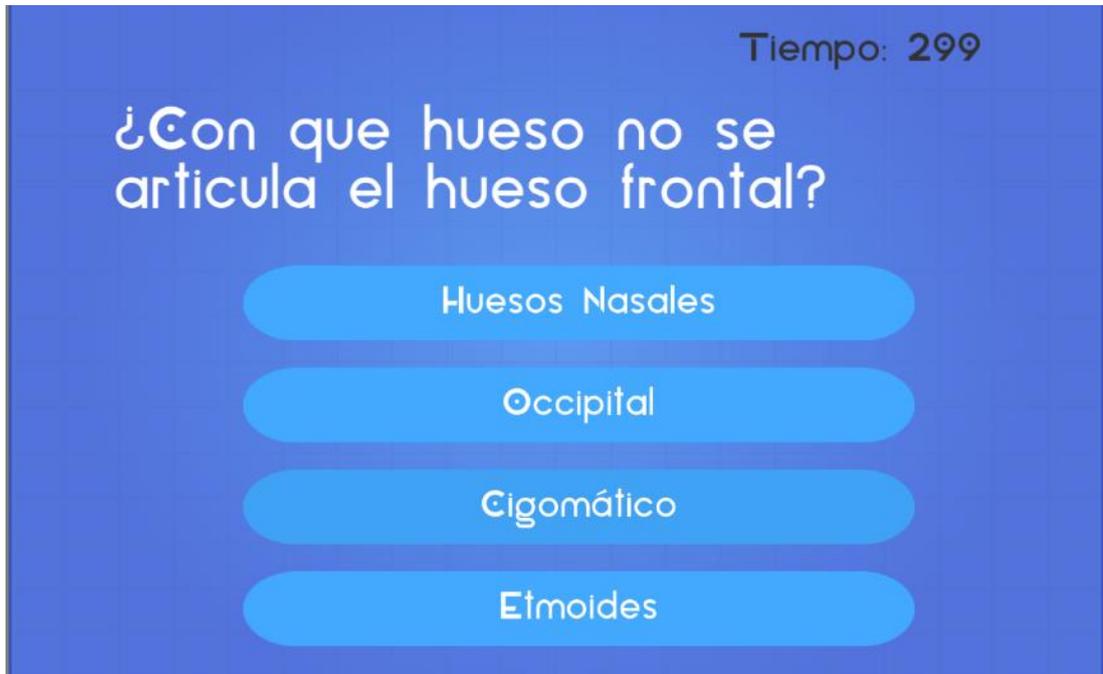


Figura 50 Escena de las preguntas en la autoevaluación



Figura 51 Escena de las preguntas en la autoevaluación

## Escena Información

En esta escena se mostrar la información del creador de la aplicación, el logotipo con el nombre de “CRANIUM” y el botón “Home” nos ayudara a regresar a la pantalla principal.



*Figura 52 Escena de Información de aplicación*

### Botones

**Botón Inicio:** Permite ingresar al menú secundario para seleccionar el hueso que desea ser estudiado.

**Botón Autoevaluación:** Este botón nos lleva a la escena previa a la autoevaluación.

**Botón Instrucciones:** Permite mostrar al usuario en otra escena el manejo correcto de la aplicación.

**Botón Salir:** Cierra la Aplicación.

**Botón i:** Muestra la información del creador y logotipo de la aplicación.

**Botón AR:** Presente solo en las escenas donde se muestra el modelo 3D del hueso, permite cambiar a la vista del contenido aumentado.

**Botón Home:** Permite regresar al menú anterior.

Botón 3D: Presente solo en las escenas donde se muestra contenido aumentado del hueso, permite cambiar a la vista del modelo 3D del hueso.

Botón Pestaña: despliega el menú de los elementos del hueso en la vista 3D.



Figura 53 Botones Menú Principal



Figura 54 Botón i



Figura 55 Botón Home



Figura 56 Botón 3D



Figura 57 Botón AR



Figura 58 Botón Pestaña

### 3.5 Módulos de Aplicación



**Persistent:** Permite cargar los datos de las preguntas y respuestas sin que sean destruidas en la carga de la aplicación y evitar errores.

**Menú Principal:** Contiene los botones principales de la aplicación: Inicio, Instrucciones, Autoevaluación, Información y Salir.

**Menú Huesos:** Contiene un menú con botones gráficos para el acceso a cada hueso del cráneo.

**Vista RA:** escanea y reconoce las imágenes para reproducir el contenido multimedia del hueso previamente seleccionado cuenta con 2 botones, uno para regresar al menú anterior y otro para cambiar a la vista del modelo 3D.

**Vista 3D:** muestra el modelo 3D delo hueso previamente seleccionado, posee 3 a 4 botones dependiendo de la escena, uno para regresar al menú anterior, uno para regresar a la vista en RA, y los otros botones presentes mostraran un menú vertical con botones con elementos que activaran y desactivaran un alfiler en la escena.

**Autoevaluación:** Escena previa a la evaluación como tal, donde explica al usuario cuantas preguntas y cuánto tiempo tiene para desarrollarlo.

**Autoevaluación 30 Preguntas:** al iniciar la escena el tiempo empezara a correr y las preguntas aparecerán a medida que el usuario las resuelva y mostrara su puntaje al final.

**Instrucciones:** explicación sencilla del manejo de la aplicación.

**Información:** muestra datos del creador de la aplicación y el logotipo de CRANIUM.

**Salir:** cierra la aplicación automáticamente.

### 3.6 Especificaciones técnicas

Las especificaciones para el uso y correcto funcionamiento de la aplicación para el Sistema Operativo Android son las siguientes:

Sistema Operativo	Android 5.0 o superior (Lollipop, Marshmallow, Oreo, etc.)
API Grafica	Open GL ES 2.0 o OpenGL ES 3.X
Cámara	10MP o superior para reconocimiento de imágenes.

*Tabla 5 Especificaciones técnicas*

*Fuente: Elaboración Propia*

#### 3.6.1 Especificaciones Tecinas Optimas

En el presente proyecto se utilizó en un Samsung Galaxy J7 Pro (2017) con las siguientes características.



*Tabla 6 Especificaciones Samsung J7*

*Fuente: Samsung (2017)*

### 3.7 Funciones del Aplicativo

Vuforia es un SDK (Software Development Kit) que permite construir aplicaciones basadas en realidad aumentada. Una aplicación desarrollada con Vuforia utiliza la pantalla del dispositivo para mostrar los elementos virtuales en tiempo real, ya sean letras, imágenes, etc.

Vuforia Ofrece:

- Reconocimiento de Texto
- Reconocimiento de Imagen
- Rastreo Robusto: el target fijado no se perderá fácilmente cuando el dispositivo se mueva
- Detección Rápida de los Targets
- Detección y Rastreo Simultaneo de Targets

Arquitectura de Vuforia

Toda aplicación desarrollada con Vuforia estará compuesta de los siguientes elementos

- Cámara: asegura la captura y reconocimiento de imagen procesada por el tracker.
- Base de Datos: esta base de datos es creada gracias a la Target Manager que se maneja en la página web de Vuforia, esta base de datos puede ser almacenada localmente o alojada en la nube. En esta base de datos se almacenan las imágenes o textos que pasaran a ser utilizadas como Targets en la aplicación.
- Target: son utilizadas por el Tracker que reconoce un objeto del mundo real, estos pueden ser:
  - Image Target: un solo target de imagen.
  - Word Target: elementos de textos utilizados como target.
  - Multi-Image Target: varias imágenes usadas como target.
- Image Converter: logra convertir el formato de la cámara a un formato de renderizado.

Las imágenes que serán reconocidas por la cámara dentro de la aplicación deben ser previamente desarrolladas y cargadas en la página de

Desarrolladores de Vuforia. Se creó la base de datos de Cranium utilizando 6 modelos 3D y 21 imágenes para que sean detectados. Además, Vuforia califica la calidad de la imagen en relación a la capacidad de ser utilizada como un Target para la aplicación. Una vez creada la base de datos en Vuforia se procede a ser descargada e importada a Unity para el desarrollo de la aplicación.

**Cranium** [Edit Name](#)  
 Type: Device

Targets (21)

Add Target Download Database (All)

<input type="checkbox"/>	Target Name	Type	Rating	Status	Date Modified
<input type="checkbox"/>	 Etmoides4	Single Image	★★★★★	Active	Jul 19, 2018 20:35
<input type="checkbox"/>	 Etmoides3	Single Image	★★★★★	Active	Jul 19, 2018 20:35
<input type="checkbox"/>	 Temporal3	Single Image	★★★★★	Active	Jul 10, 2018 16:04
<input type="checkbox"/>	 Temporal2	Single Image	★★★★★	Active	Jul 10, 2018 16:03
<input type="checkbox"/>	 Temporal1	Single Image	★★★★☆	Active	Jul 10, 2018 16:03
<input type="checkbox"/>	 Occipital4	Single Image	★★★★★	Active	Jul 10, 2018 16:01
<input type="checkbox"/>	 Occipital3	Single Image	★★★★★	Active	Jul 10, 2018 16:01
<input type="checkbox"/>	 Occipital2	Single Image	★★★★★	Active	Jul 10, 2018 15:59
<input type="checkbox"/>	 Occipital1	Single Image	★★★★★	Active	Jul 10, 2018 15:59
<input type="checkbox"/>	 Etmoides2	Single Image	★★★★★	Active	Jul 10, 2018 15:57

Figura 59 Base de datos de la aplicación

En Unity una vez importada la base de datos de Vuforia, en las escenas que se utilizara la Realidad Aumentada nos deshacemos del Objeto “Main Camera” y utilizamos los prefabs de ARCamera para la detección de imágenes y limitando la cantidad de objetos e imágenes simultáneos a 1.

También utilizamos el prefab de ImageTarget, dentro de este se encuentra la opción de “Image Target Behavior” que sirve para la de la base datos y el Target a utilizar. A estos ImageTarget se les agrega además el modelo 3D que va de acuerdo a la imagen, dichos modelos 3D han sido importados a Unity en formato FBX, creados previamente en Cinema4D.

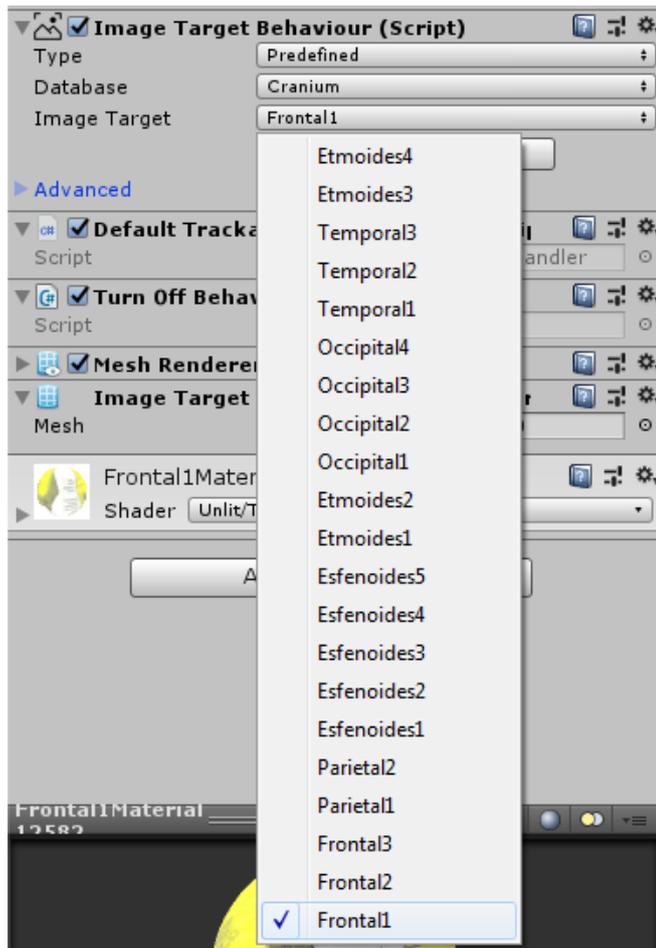


Figura 60 Image Target Behaviour

El software utilizado para la codificación de las funciones, es decir la creación de los scripts para la aplicación, fue MonoDevelop en lenguaje de C#.



Figura 61 Logotipo de MonoDevelop

Fuente: MonoDevelop



Figura 62 Logotipo de C#

Fuente: C#

Se asigna a cada objeto 3D el script de rotación el cual funciona con las clases “Touch” dentro de Unity, consiste en detectar el momento en el que se está tocando la pantalla, luego procede a detectar si el dedo se mueve para iniciar la rotación del objeto al mismo tiempo que el dedo se mueve y termina una vez que el dedo abandona la pantalla.

```
1 using UnityEngine;
2 using System.Collections;
3 using UnityEngine.UI;
4
5 public class rotar : MonoBehaviour {
6
7     private float rotationRate = 1.0f;
8
9     void Update () {
10         // get the user touch input
11         foreach (Touch touch in Input.touches) {
12             Debug.Log("Touching at: " + touch.position);
13
14             if (touch.phase == TouchPhase.Began) {
15                 Debug.Log("Touch phase began at: " + touch.position);
16             } else if (touch.phase == TouchPhase.Moved) {
17                 Debug.Log("Touch phase Moved");
18                 transform.Rotate (touch.deltaPosition.y * rotationRate,
19                                 -touch.deltaPosition.x * rotationRate, 0, Space.World);
20             } else if (touch.phase == TouchPhase.Ended) {
21                 Debug.Log("Touch phase Ended");
22             }
23         }
24     }
25 }
```

Figura 63 Script de rotación de Objetos 3

El menú principal posee scripts de manejo de escenas utilizando el “UnitySceneManager” que servirá para acceder a las diferentes pantallas dentro de la aplicación, también posee un script para abandonar la aplicación al presionar el botón de “Salir”.

Para el manejo de las preguntas que aparecen en la autoevaluación se creó una escena encargada de controlar estos datos sin que sean destruidos ni causen error en la aplicación. Esta escena llamada “Persistent” posee un script llamado “Data Controller” que se encarga de crear un array de preguntas y respuestas dentro de Unity; además de poder otorgarle un valor a cada pregunta y el tiempo que se maneja dentro de la autoevaluación; y que permite que sean usadas en la escena de la autoevaluación mediante el uso de diferentes scripts que recolectan, clasifican y validan la información llamando a funciones contenidas en distintos scripts que se comunican entre sí.

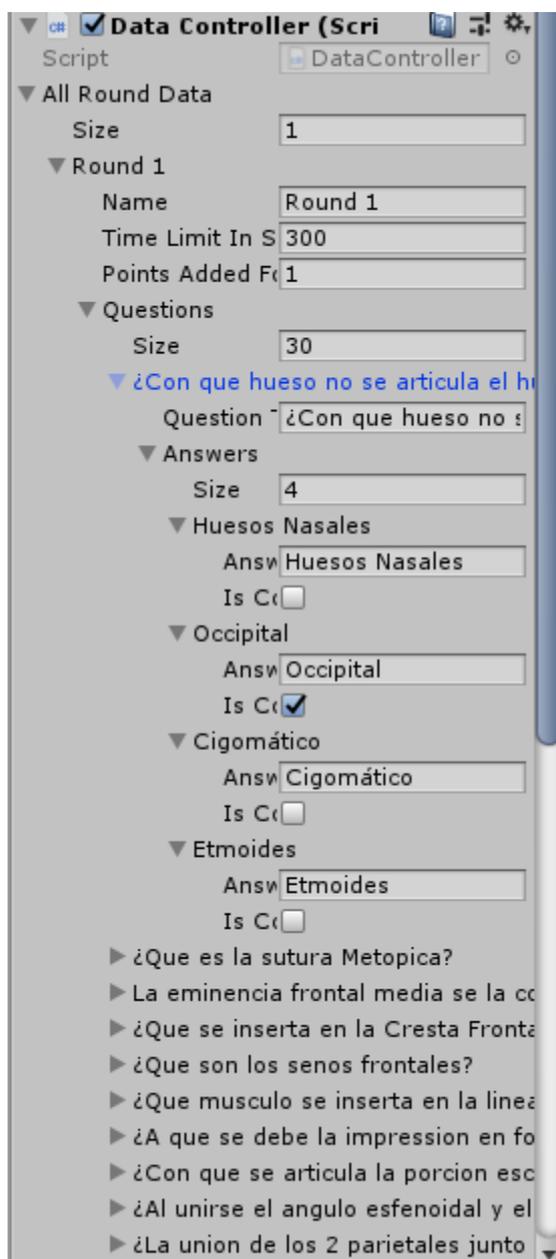


Figura 64 Datos Esenciales contenidos en Data Controller

```

1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using UnityEngine.SceneManagement;
5
6 public class DataController : MonoBehaviour {
7
8
9
10     public RoundData[] allRoundData;
11     void Awake() {
12         Application.targetFrameRate = 30;
13     }
14     // Use this for initialization
15     void Start ()
16     {
17         DontDestroyOnLoad (gameObject);
18         QualitySettings.vSyncCount = 0;
19         SceneManager.LoadScene ("home");
20     }
21
22     public RoundData GetCurrentRoundData()
23     {
24         return allRoundData[0];
25     }
26     // Update is called once per frame
27     void Update () {
28
29     }
30 }
31

```

Figura 65 Script DataController para manejo de preguntas

```

1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4
5
6 [System.Serializable]
7
8 public class RoundData {
9
10     public string Name;
11     public int timeLimitInSeconds;
12     public int pointsAddedForCorrectAnswers;
13     public QuestionData[] questions;
14
15 }
16

```

Figura 66 Script RoundData para recolectar y ordenar preguntas, puntaje y tiempo

```

1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4
5 [System.Serializable]
6
7 public class QuestionData{
8     public string questionText;
9     public AnswerData[] answers;
10 }
11

```

Figura 67 Script AnswerData que guarda el texto de las preguntas como datos

```

1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4
5 [System.Serializable]
6 public class AnswerData {
7
8     public string answerText;
9     public bool isCorrect;
10
11 }
12

```

Figura 68 Script Data que guarda el texto de las respuestas como datos

La escena de autoevaluación posee los elementos de la interfaz, cuadros de textos, paneles y botones para las preguntas y sus respuestas respectivas, pero además posee un elemento llamado “Game Controller” que contiene un script que permite controlar el orden que aparecen las preguntas y sus respuestas además de la ubicación en la que deben ser presentadas.

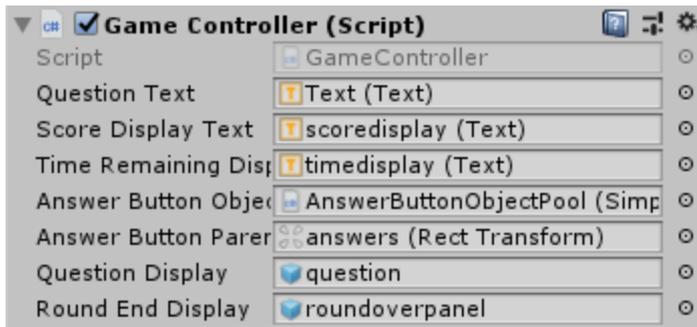


Figura 69 Game Controller con elementos para el control de la interfaz de las preguntas

## Compilación

Para poder ver las modificaciones durante el proceso de la creación de la aplicación se utilizó un dispositivo Android y la aplicación Unity Remote que permite observar la aplicación en el modo de reproducción desde el editor en Unity sin tener que exportar la aplicación e instalarla en el dispositivo, facilitando la detección de errores y corregirlos en el momento. Se agregó el logotipo de la aplicación en Player Settings para que sea identificada en la interfaz del dispositivo.

Se configuró la orientación de la aplicación para que este en modo horizontal todo el tiempo. Y por último se generó el archivo .apk mediante la ventana de Build Settings, seleccionando la opción Build.

## **4 CONCLUSIONES**

Al terminar el trabajo de titulación se logró la implementación de la tecnología emergente de Realidad Aumentada, los modelos de los huesos del cráneo en 3D, programas de diseño gráfico que ayudaron a la creación de la aplicación Cranium, mediante la creación de una interfaz amigable sin molestar al usuario y que ayude a la comprensión de estos huesos y su estudio.

Para la creación de la aplicación se utilizó Unity3D para la creación de las escenas y programación para las funciones de la misma. Vuforia permitió el uso de las imágenes presentes en el libro de anatomía que poseen los estudiantes y así crear la aplicación con Realidad Aumentada, reconociendo estas imágenes a través de la cámara en un smartphone con sistema operativo Android.

Tras el estudio de la fase investigativa, se determinó que en efecto es necesario la creación de una aplicación con realidad aumentada con elementos importantes para el usuario, como son las partes de cada hueso señaladas por alfileres y la autoevaluación como tal.

Al dialogar con el docente de la Facultad de Ciencias Médicas, pudimos darnos cuenta que la implementación de tecnologías como la realidad aumentada es necesaria y bien recibida, además de encontrarse en constante evolución dentro del sistema educativo. También conversando con expertos en realidad aumentada aplicadas en la educación, podemos concretar que esta tecnología en realidad es necesaria y que puede cambiar nuestras vidas en cualquier aspecto diario.

Las encuestas determinaron que los estudiantes tienen conocimiento sobre esta tecnología y que existe un alto nivel de aceptación hacia la implementación de esta tecnología para el estudio de los huesos del cráneo.

Luego de los análisis se realizó el modelado de los huesos del cráneo, se elaboró los marcadores que serán usados por la cámara de realidad virtual y se creó la autoevaluación en base al texto utilizado por los estudiantes.

Las encuestas luego del uso del aplicativo por parte de los estudiantes reveló una gran aceptación por esta tecnología y también les pareció algo realmente innovador y necesario para sus estudios, además logró captar la atención de los estudiantes en la inmersión de una nueva experiencia orientada a la educación. Con esto se llegó a la conclusión de que la aplicación Cranium cumplió las expectativas esperadas como aporte tecnológico y educativo.

Las universidades nombradas dentro del país están al tanto de las nuevas tecnologías que logran implementarse en la educación, y la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil no debe quedarse atrás. Con el desarrollo de este proyecto, podemos lograr un aporte a la Facultad de Ciencias Médicas para la formación de futuros médicos fomentando así el desarrollo de este tipo de aplicaciones y por la escasez de este tipo de tecnologías en el sector educativo.

## **5 RECOMENDACIONES**

Se recomienda mejorar los modelos 3D de los huesos, lograr de hacerlos más realistas, pero sin afectar el desempeño de la aplicación, con el fin de lograr una mejor experiencia con el usuario.

Además, implementar dentro de la aplicación los huesos de todo el esqueleto humano y en un futuro agregar los diferentes músculos, sistemas nerviosos, sistemas circulatorios, etc., creando así una aplicación completa que abarque todo el cuerpo humano.

Finalmente es recomendable trabajar con los docentes de la facultad para la creación de una autoevaluación que ayude a mejorar al desempeño de los estudiantes y lograr una mejor experiencia educativa.

## 6 REFERENCIAS

- Anguita, J. C., Labrador, J. R. R., & Campos, J. D. (s. f.). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I), 12.
- Augmented Reality: An Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes - PDF Free Download. (s. f.). Recuperado 28 de junio de 2018, de <https://edoc.site/augmented-reality-an-application-of-heads-up-display-technology-to-manual-manufacturing-processes-pdf-free.html>
- Cabero Almenara, J., Barroso Osuna, J., & Obrador, M. (2017). Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la medicina. *Educación Médica*, 18(3), 203-208. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2016.06.015>
- Cabero-Almenara, J., Vázquez-Cano, E., & López-Meneses, E. (2018). Uso de la Realidad Aumentada como Recurso Didáctico en la Enseñanza Universitaria. *Formación universitaria*, 11(1), 25-34. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062018000100025>
- Caudell, T. P., & Mizell, D. W. (1992). Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes (pp. 659-669 vol.2). IEEE. <https://doi.org/10.1109/HICSS.1992.183317>
- Estrada, R. E. L. (2011). La entrevista cualitativa como técnica para la investigación en Trabajo Social, 19.
- Fracchia, C. (2015). Realidad Aumentada aplicada a la enseñanza de Ciencias Naturales, 9.

Garcés, L. M. (s. f.). REPÚBLICA DEL ECUADOR CONSEJO NACIONAL DE PLANIFICACIÓN (CNP), 159.

Gutiérrez, G., Paola, K., Zárate, T., Alfonso, C., Rojop, J., Esther, I., ... Lilia, M. (2017). Uso de tecnologías de la información en el rendimiento académico basados en una población mexicana de estudiantes de Medicina. *Educación Médica Superior*, 31(2), 0-0.

Heilig, M. L. (1971). US3628829A. United States. Recuperado de <https://patents.google.com/patent/US3628829A/en>

Mondal, S. B., Gao, S., Zhu, N., Sudlow, G. P., Liang, K., Som, A., ... Achilefu, S. (2015). Binocular Goggle Augmented Imaging and Navigation System provides real-time fluorescence image guidance for tumor resection and sentinel lymph node mapping. *Scientific Reports*, 5, 12117. <https://doi.org/10.1038/srep12117>

Moreno, M. L. (2014, Julio 14). Realidad aumentada en la educación. Recuperado 18 de junio de 2018, de <https://www.nubemia.com/realidad-aumentada-en-la-educacion/>

Página/12: El país: Un recorrido mirando el futuro. (s. f.). Recuperado 20 de junio de 2018, de <https://www.pagina12.com.ar/diario/elpais/1-172323-2011-07-15.html>

Prendes Espinosa, C. (2014). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Píxel-Bit, Revista de Medios y Educación*, (46), 187-203. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.12>

¿Qué es Espiral? - Asociación Espiral, educación y tecnología. (s. f.). Recuperado 20 de junio de 2018, de <http://ciberespiral.org/es/que-es-espinal-3/conocenos>

Rodriguez Gomez, G., Gil Flores, J., & Garcia Jiménez, E. (1996). *Metodología de Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación para investigación en estudiantes de medicina paraguayos | Barrios | Educación Médica Superior.* (s. f.). Recuperado 8 de junio de 2018, de <http://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/1125/568>

VERA, B., Genoveva, R., PUCUNA, Y., VACA, M., & Aníbal, C. (s. f.). Impacto de la realidad aumentada móvil en el proceso enseñanza-aprendizaje de estudiantes universitarios del área de medicina, (5), 10.

Zheng, R., Zhang, D., & Yang, G. (2015). Seam the Real with the Virtual: A Review of Augmented Reality. Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/itoec-15.2015.17>

## 7 WEBGRAFIA

20Minutos. (2017, diciembre 15). El auge de la realidad virtual y la aumentada, tecnología que llega a consolas, móviles, quirófanos... Recuperado 18 de junio de 2018, de <https://www.20minutos.es/noticia/3212310/0/premios-app-date-awards-realidad-virtual-aumentada-mixta/>

App infantil con Realidad Aumentada, el universo Chromville. (s. f.). Recuperado 29 de junio de 2018, de <http://imascono.com/es/portfolio-item/app-infantil-chromville>

Censos, I. N. de E. y. (s. f.). En cinco años se quintuplicaron los usuarios de teléfonos inteligentes. Recuperado 27 de junio de 2018, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/en-cinco-anos-se-quintuplicaron-los-usuarios-de-telefonos-inteligentes/>

Daydream – Daydream View. (s. f.). Recuperado 29 de junio de 2018, de <https://vr.google.com/daydream/smartphonevr>

Bejerano, P. (2014, agosto 7). El origen de la realidad aumentada. Recuperado 18 de junio de 2018, de <https://blogthinkbig.com/realidad-aumentada-origen>

Ecuador, A. de R. y C. de las T. |. (s. f.). 46,4% de usuarios del Servicio Móvil Avanzado poseen un smartphone. Recuperado 27 de junio de 2018, de <http://www.arcotel.gob.ec/464-de-usuarios-del-servicio-movil-avanzado-poseen-un-smartphone/>

*EDUCACION Y TECNOLOGIA: Un binomio excepcional.* (s. f.). Martín Delavaut.

El auge de la Realidad Aumentada | Culturizando. (2016, octubre 21). Recuperado 18 de junio de 2018, de <http://culturizando.com/auge-la-realidad-aumentada/>

Home - Quiver 3D Augmented Reality coloring apps. (s. f.). Recuperado 29 de junio de 2018, de <http://www.quivervision.com/>

HP Reveal - Landing Page. (s. f.). Recuperado 29 de junio de 2018, de <https://studio.hpreveal.com/landing>

Lee, L. K., Dave. (2017, Octubre 11). Tim Cook prefers augmented reality to VR. *BBC News*. Recuperado de <https://www.bbc.com/news/technology-41590323>

Maturana, J. (2014, febrero 18). Unas gafas de realidad aumentada ayudan a diferenciar las células cancerígenas en tiempo real. Recuperado 20 de junio de 2018, de <https://www.xataka.com/wearables/una-gafas-de-realidad-aumentada-ayudan-a-diferenciar-las-celulas-cancerigenas-en-tiempo-real>

Que es la realidad virtual: Realidad Virtual.com. (s. f.). Recuperado 18 de junio de 2018, de <http://www.realidadvirtual.com/que-es-la-realidad-virtual.htm>

Qué es la VR: historia y tipos de gafas de realidad virtual. (2016, marzo 29). Recuperado 18 de junio de 2018, de <https://www.mediatrends.es/a/65544/que-es-vr-historia-tipos-gafas-realidad-virtual/>

Raúl Reinoso. (16:31:30 UTC). *Módulo 1: Introducción a la Realidad Aumentada*. Educación. Recuperado de <https://es.slideshare.net/tecnotic/mdulo-1-introduccion-a-la-realidad-aumentada>

Realidad Aumentada con Vuforia. (s. f.). Recuperado 3 de agosto de 2018, de <https://www.desarrollolibre.net/blog/android/realidad-aumentada-con-vuforia>

Realidad Aumentada: el mundo real con otros ojos. (s. f.). Recuperado 18 de junio de 2018, de <https://www.iberdrola.com/te-interesa/tecnologia/que-es-realidad-aumentada>

Realidad Aumentada y Virtual: Descubriendo sus posibilidades en Educación y Formación – Education #EDUinsights. (2018, marzo 22). Recuperado 20 de junio de 2018, de <http://aumenta.me/2018/03/22/realidad-aumentada-y-virtual-descubriendo-sus-posibilidades-en-educacion-y-formacion-education-eduinsights/>

Redacción. (2016, octubre 17). Qué es la realidad aumentada, cómo se diferencia de la virtual y por qué Apple apuesta fuertemente a ella. *BBC News Mundo*. Recuperado de <http://www.bbc.com/mundo/noticias-37678017>

Rice, R. (2009, marzo). Augmented Vision and the Decade of Ubiquity. Recuperado 29 de junio de 2018, de <http://www.curiousraven.com/future-vision/2009/3/20/augmented-vision-and-the-decade-of-ubiquity.html>

*la Investigación Cualitativa.*

Rus, C. (2016, septiembre 14). Tim Cook en su última entrevista: La realidad aumentada es mejor que la realidad virtual. Recuperado 27 de junio de 2018, de <https://www.applesfera.com/apple-1/tim-cook-en-su-ultima-entrevista-la-realidad-aumentada-es-mejor-que-la-realidad-virtual>

Ser médico sin tocar un cadáver | Sociedad | EL PAÍS. (s. f.). Recuperado 8 de junio de 2018, de [https://elpais.com/sociedad/2013/01/21/actualidad/1358788802\\_664958.html](https://elpais.com/sociedad/2013/01/21/actualidad/1358788802_664958.html)

Universidades utilizan «mesas virtuales» para enseñar anatomía y hacer autopsias. (s. f.). Recuperado 8 de junio de 2018, de <http://www.telam.com.ar/notas/201804/273405-dos-universidades-argentinas-utilizan-mesas-virtuales-para-ensenar-anatomia-y-hacer-autopsias.html>

Uso de 'smartphones' ganó mercado durante el 2016. (s. f.). Recuperado 27 de junio de 2018, de <http://www.elcomercio.com/actualidad/smartphon-celular-mercado-ventas-crecimiento.html>

## 8 ANEXOS

### 8.1 Formato de Encuestas

Sexo

M  F

1) Edad

18 años

19 años

20 años

21 años

22 o más

2) ¿Qué sistema operativo utiliza en su Smartphone?

Android

IOs

Otro: \_\_\_\_\_

3) ¿Qué tan necesario considera la implementación de nuevas tecnologías en el ámbito educativo?

Muy Necesario

Medianamente Necesario

Nada Necesario

4) ¿Ha utilizado alguna vez algún elemento tecnológico como apoyo para estudiar?

Videos

Aplicaciones

Atlas 3D

Ninguno

Otros: \_\_\_\_\_

5) ¿Considera necesario la creación de una aplicación que utilice Realidad Aumentada para el estudio de los huesos del cráneo?

Si

No

6) ¿Qué elemento adicional considera que debería tener la aplicación?

Autoevaluaciones

Resumen

Videos

Otros: \_\_\_\_\_

## 8.2 Formato Evaluación Heurística

<b>Áreas a Evaluar</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
	<b>(Malo)</b>	<b>(Regular)</b>	<b>(Bueno)</b>	<b>(Muy Bueno)</b>	<b>(Excelente)</b>
<i>Legibilidad del Icono</i>	<input type="radio"/>				
<i>Icono acorde a la idea</i>	<input type="radio"/>				
<i>Icono acorde al target</i>	<input type="radio"/>				
<i>Menú acorde al diseño</i>	<input type="radio"/>				
<i>Menú indica acciones</i>	<input type="radio"/>				
<i>Menú adaptativo</i>	<input type="radio"/>				
<i>Tipografía Legible</i>	<input type="radio"/>				
<i>Experiencia de Usuario</i>	<input type="radio"/>				

## 8.3 Entrevista a Mgs. Villota

**¿Cuántos años lleva trabajando con la realidad aumentada?**

Desde el 2013 hasta la actualidad

**¿En qué se diferencia de la realidad virtual?**

Son 2 tecnologías que hoy en día se las conocen como tecnologías emergentes, estas tecnologías en realidad tienen diferencias radicales, por ejemplo la realidad virtual es una tecnología en la que se trabaja con un mundo sintético que quiere decir un mundo que el usuario tiene que sumergirse en ese mundo y en ese entorno y a través de ese entorno hacer actividades hace acciones, entonces en ese sentido la realidad virtual mete al personaje al

usuario en ese mundo sintético en ese mundo creado para tratar de ahí poder hacer acciones, interactividad hacer cosas

A diferencia de la realidad aumentada en cambio es una realidad que sucede en tiempo real donde se combina un entorno real con un entorno virtual pero que sucede en tiempo real, esa es la radical diferencia, que los elementos de realidad aumentada se ven a través de un dispositivo a través de una realidad que no existía aparecen estos elementos aumentados que pueden ser un 3D un video una animación una infografía, el usuario está viendo esa realidad en tiempo real no tiene que sumergirse en ningún lado para poder observarla, para poder crear interacción para poder hacer actividades con esta tecnología

### **¿Qué programas ha utilizado para la creación de proyectos de realidad aumentada?**

Hoy en día existen muchas a nivel de programas también que ya te facilitan la creación de realidad aumentada como por ejemplo Aumentaty Authors, BuildAR, Aurasma por ejemplo que te permite crear realidad aumentada a través de dispositivos móviles y a través de marcadores que no son un marcador tradicional de color negro sino a través de una imagen que sería el disparador. También esta GAIA otra herramienta para crear realidad aumentada; estas son herramientas que de alguna manera facilitan el trabajo en la que se incluye el elemento virtual y lo que se hace es asociar eso con marcadores especializados que vienen con la herramienta; lo que se hace es sincronizar estos elementos, una vez sincronizados se exporta y como ya se asoció el marcador con el elemento virtual el celular reconoce este patrón lo reproduce ya sea un marcador tradicional o imagen.

Esas son las herramientas que dan facilidad para crear en pasos sencillos realidad aumentada que puede ser para un entorno de escritorio o un dispositivo móvil. Pero también hay librerías donde uno puede crear una aplicación de realidad aumentada desde cero que no depende de terceros que está orientada normalmente a dispositivos móviles que se ha utilizado mucho como es Vuforia que es una librería que trae ya reconocimiento de realidad aumentada que trabaja con otras plataformas como por ejemplo Unity3D que es un motor de videojuegos donde se integran de manera adecuada, también

se integran con Android Studio. Pero hoy en día también se habla de otras librerías, Google considerando que no han tenido una librería nativa de realidad aumentada en su sistema operativo de Android han sacado una nueva librería que se llama ARCore, esta nueva librería de realidad aumentada propia de Android donde ya no se necesitaría Vuforia, sino que crea una realidad aumentada de forma nativa y se está integrando con Android Studio, otras plataformas de iPhone también se han integrado ahí para no depender de terceros. Estas RA también trabajan con geoposicionamiento, pero al momento hay ciertos teléfonos que Google exige de gama media o alta deban tener estos dispositivos para poder reproducir.

Por el lado de Apple también han sacado una librería que se llama ARKit que es para sistema operativo iOS donde se trabaja o se crea realidad aumentada con estas nuevas librerías (SDK), de hecho, en el iPhone X ya vienen aplicaciones de realidad aumentada en esta nueva versión del sistema operativo que da muchas facilidades o ventajas a los usuarios para poder utilizar estas aplicaciones que ya vienen, pero si desea desarrollarla desde cero puede ser con ARKit para Apple.

### **¿Qué ventajas se tiene al trabajar con Vuforia?**

Las ventajas de Vuforia es que tiene bastante usabilidad en sentido de que para crear una aplicación de realidad aumentada con Vuforia se sigue ciertos pasos que no son complejos, de donde se tiene que crear el usuario en la plataforma, descargar una licencia que se integra en Unity3D, es decir son pasos que si uno sigue por decir un tutorial lo puede asimilar de manera de que se puede crear una aplicación sin problema e integras las librerías de realidad aumentada en este caso con la plataforma desarrolladora de videojuegos como es Unity3d para crear las aplicaciones de realidad aumentada complejas , acordes a la necesidad del usuario, la desventaja es que para proyectos educativos se debería pagar porque aparece el logo de Vuforia en la aplicación y sería un poco molesto, si quisiera uno quitar el logo debe pagar uno por las licencias de desarrollo.

### **¿De su experiencia en trabajos que ha elaborado o colaborado, cuales han sido los resultados de dichos proyectos?**

A nivel de trabajos de materia de Autoría, los proyectos han sido interesantes, se han creado una diversidad de proyectos educativos para niños adolescentes para el campo del turismo, se han creado manuales interactivos donde se conocen diferentes lugares, a nivel del deporte sobre estados del Ecuador y del mundo, en medicina por ejemplo anatomía ver las partes del cuerpo humano, para medios de transporte, conocer los diferentes medios de transporte con esta tecnología. Y a nivel de titulación la que más destaca es una aplicación de realidad aumentada para el aprendizaje del lenguaje en niño de 4 a 5 años que gano un premio a nivel del Senescyt que apunta al problema de vocalización y pronunciación considerando que en esa edad tiene problemas de lingüística y trastornos como tal

**¿Qué expectativas de crecimiento le ve a la realidad aumentada en el campo académico y de formación corporativa durante los próximos dos años?**

Esta tecnología constantemente está en evolución, anteriormente mencionaba que se sacando nuevas librerías de desarrollo eso hace que esta tecnología cada vez este aportando nuevas cosas, nuevos soportes y q se pueda implementar en más campos, en la educación en nuestro país hay muy poco casi nada, existen libros contados que la ESPOL creo para matemáticas, lenguaje que apoyaban a niños de educación básica pero no se ha desarrollado más., si uno va a una librería por un libro de realidad aumentada hay ciertos libros pero infantiles y del extranjero pero de producción propia no hay o que estén aterrizados a los contenidos curriculares de las escuelas no hay nada, lo que ha hecho una empresa en Quito son juegos si de realidad aumentada para aprender las provincias, sonido de los animales pero los proyectos son escaso, a nivel de turismo en el 2017 en Manabí se creó una aplicación de turismo fomentando una playa de esta provincia, pero hoy en día no hay investigaciones o libros de realidad aumentada como tal

**¿Cree que la realidad aumentada pueda cambiar nuestras vidas tal y como la conocemos?**

La tecnología está inmersa hoy en día en la vida diaria si remóntanos años atrás el dispositivo móvil el celular no era indispensable, uno salía de la casa

sin el celular y no pasaba nada; hoy se ha vuelto parte de nuestra vida , si se nos olvida es un problema, estamos en una reunión estamos conversando y tratando otros problemas otros temas, considero que la tecnología cada vez más se está arraigando más en nuestra vida cotidiana y dependiendo de los proyectos que se generan cada día creo que la realidad aumentada podría ser si un mecanismo que en algunos años tengamos más aplicaciones de la realidad aumentada como la tiene el iPhone que antes no poseía y que ahora es normal que usemos el dispositivo para y usar aplicación de realidad aumentada como por ejemplo tomar medidas de una área en metros y centímetros y la obtenemos así de rápido. Eso se hará cada vez más natural utilizar este tipo de aplicación a la medida que se creen más aplicaciones y obviamente la tecnología así cree más innovación que es el camino que se sigue para esta tecnología

### **8.3.1 Foto de la Entrevista**



### **8.4 Entrevista a Dr. Benito Lecaro**

**¿Qué metodologías utiliza para la enseñanza de sus estudiantes de anatomía?**

Nuestra metodología para las clases utilizamos el PowerPoint en el cual hacemos proyecciones de lo que estamos utilizando para la enseñanza junto a la computadora y el proyector

**¿Qué materiales utiliza para la enseñanza de su clase de anatomía**

Esta es una materia la cual es teórico y práctico, la parte teórica utilizamos las diapositivas, pero en la práctica utilizamos bastante los cadáveres y los huesos.

**¿Qué opina usted sobre las nuevas tecnologías aplicadas en la educación?**

Eso es muy bueno y comparto mucho. Durante un mes estuve realizando un PHD y a mis alumnos les daba las clases de manera virtual por 20 días, esto me ayudo de manera fantástica ya que los alumnos no perdieron la continuidad de la materia

**¿Ha pensado incorporar nuevas tecnologías para el proceso educativo de sus estudiantes?**

Claro que sí, esto tiene que ir de la mano más que todo en la medicina que se debe de estar implementando e ingresando nuevas tecnologías

**¿Cuál cree que sería la ventaja de utilizar las nuevas tecnologías para impartir las clases?**

La ventaja son muchas, en el caso de la anatomía tenemos a veces que compartir un cadáver hasta más de 15 o 20 estudiantes, entonces de repente para nosotros ver un elemento, analizarlo o picar un elemento para que lo vean 20 o 30 estudiantes se complica un poco, de repente utilizando las nuevas tecnologías y se logra ver ese elemento en 3D y poder moverlo, visualizarlo sería de gran ayuda y sería algo fantástico

**¿Qué opina usted sobre la realidad aumentada?**

Me parece algo de no creer y se hubiera una manera de poder implementarla en la medicina sería algo fantástico que ayudaría a muchos estudiantes y docentes.

#### **8.4.1 Foto de la Entrevista**



#### **8.5 Preguntas de Entrevista a Ing. Karen Mora**

##### **¿Porque decidió utilizar la realidad aumentada en su proyecto?**

Porque la realidad aumentada une todo lo que puede ser texto imágenes audio videos cosas que en otras tecnologías están más limitadas, por eso utilice la realidad aumentada porque integraba todos estos componentes y lo hacía de una manera más amigable para el usuario. Además, elegí el área del aprendizaje de los niños por estar familiarizada con la pedagogía

##### **¿Qué aplicaciones tiene o puede tener la realidad aumentada?**

Todas las aplicaciones, se puede aplicar en muchas ramas, en la educación uno puede irse hacia el pasado como por ejemplo recrear ciertas estructuras griegas sin importar el tiempo y el lugar, uno puede reinventar lo que ya no existe, además lo hace uno más personalizado ya que se puede llevar un registro de como mejora su aprendizaje. En marketing para conocer cómo puede quedar su carro por ejemplo en tiempo real

##### **¿Cree que la realidad aumentada pueda cambiar nuestras vidas tal y como la conocemos?**

Ya comenzó a cambiarla prácticamente, tocó un boom con la llegada de PokémonGo, las personas estaban acostumbradas a quedarse en su casa y jugar en su confort y cuando llegó este juego obligó a la gente a salir de lo que uno conocía para conocer a otras personas con los mismos gustos por este juego, algo que se había perdido. También nos cambia como personas, haciendo que las clases sociales sean iguales a nivel de obtención de conocimiento.

**¿Por qué le sugeriría a una organización implementar realidad aumentada a sus procesos de educación o capacitación?**

Porque es más personalizado, por ejemplo, cuando un profesor imparte su clase, él piensa que cada individuo es igual y no es así, y mediante la RA uno puede llevar un registro de cómo esa persona está aprendiendo y se siente más cómoda. También los profesores pueden impartir este conocimiento y contenido sin tener que obligar al estudiante a usar algo material.

**¿Cuáles son sus expectativas de la realidad aumentada en el futuro?**

En el futuro tanto la realidad aumentada como la realidad virtual, juntándose creando la realidad mixta estar presente en todo aspecto, entretenimiento, educación marketing, etc. Porque ha reducido las brechas sociales, no importa el lugar y el tiempo, ya que casi todos poseemos un dispositivo móvil y todo lo que es tecnología va bajando de precio y llega un punto que se vuelve asequible para todos.

### 8.5.1 Foto de la Entrevista



### 8.6 Formato de Preguntas Test de Aplicación

Sexo

- Masculino
- Femenino

¿La aplicación es visualmente atractiva?

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

¿Ha sido capaz de identificar fácilmente los botones de la aplicación?

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

¿La autoevaluación fomento el refuerzo del estudio?

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

¿Es fácil utilizar la realidad aumentada con el dispositivo para disfrutar el contenido digital?

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

La tecnología de realidad aumentada incentiva a aprender de manera:

	1	2	3	4	5	
Muy bajo	<input type="radio"/>	Muy alto				

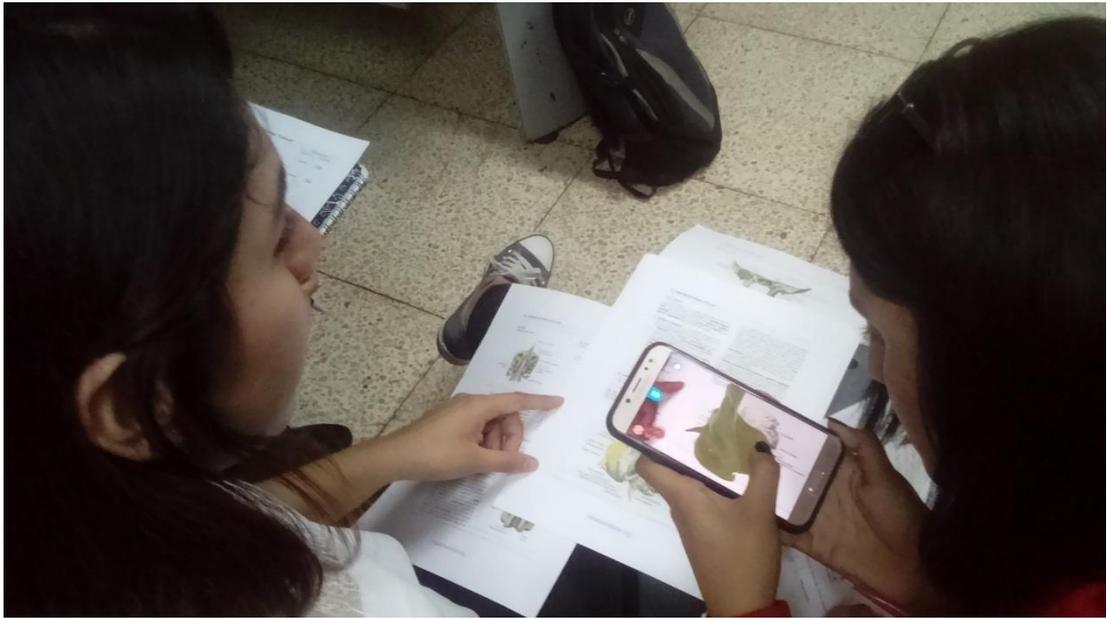
¿Ha sido capaz de enfocar la imagen o marcador y observar los elementos a través de la realidad aumentada?

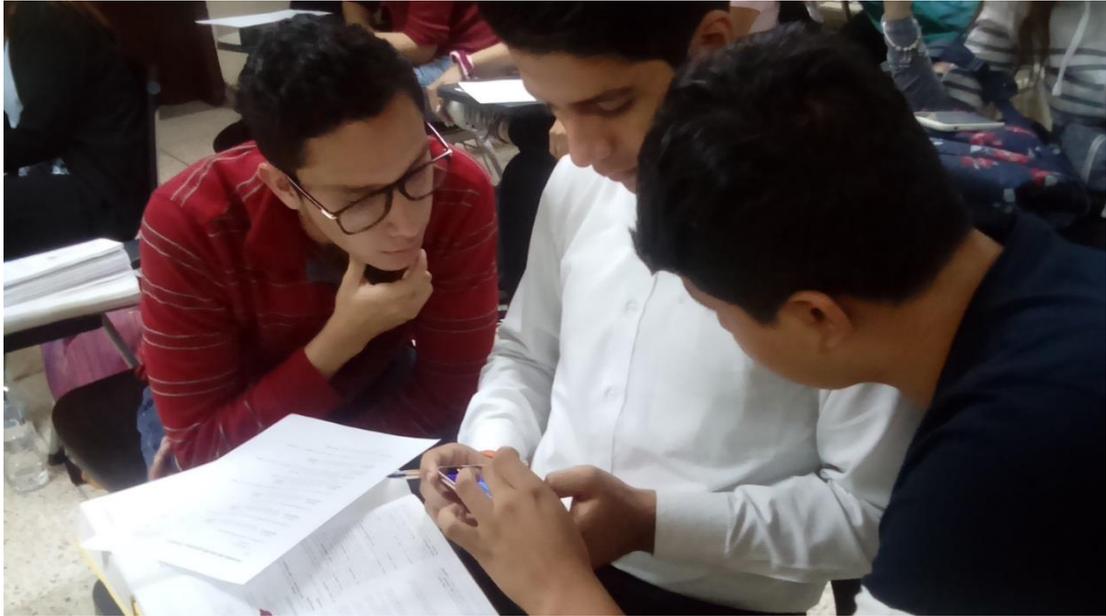
	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

¿Cómo califica el tiempo que se demoró para la aparición de los objetos en el dispositivo?

	1	2	3	4	5	
Muy malo	<input type="radio"/>	Muy bueno				

### 8.6.1 Fotos del Testeo





## 8.8 Estudio de Factibilidad Técnica

Para el desarrollo de esta aplicación es necesario tener en cuenta ciertas especificaciones y requerimientos mínimos para los diversos programas utilizados.

### Unity3D

Es un motor de desarrollo de videojuegos que puede ser adquirido de forma gratuita o por medio de una suscripción mensual la cual ofrece beneficios para el usuario como la utilización de anuncios dentro del juego desarrollado y obtener ingresos. Además, no es necesario una licencia de desarrollador para la creación de videojuegos utilizando el programa, solo es necesario si el usuario desea. Los requerimientos mínimos de sistema para el uso de Unity3D son los siguientes:

### **Para Desarrollo:**

OS: Windows 7 SP1+, 8, 10, 64-bit; macOS 10.11+

CPU: Soporte para el conjunto de Instrucciones SSE2 "Streaming "Single Instruction Multiple Data" Extensions 2"

GPU: Tarjeta de video con capacidad para DX10 (shader modelo 4.0)

### **Requisitos adicionales para el desarrollo de plataformas:**

- iOS: Mac computer running minimum macOS 10.12.6 and Xcode 9.0 or higher.
- Android: Kit de desarrollo Android SDK y Java (JDK); el IL2CPP scripting backend requiere Android NDK.
- Plataforma Windows universal: Windows 10 (64 bits), Visual Studio 2015 con componente C++ Tools o posterior y SDK para Windows 10

### **Para ejecutar juegos de Unity**

Por lo general, el contenido desarrollado con Unity puede ejecutarse bastante bien en todas partes. Qué tan bien se ejecuta depende de la complejidad de su proyecto. Requisitos más detallados:

- Escritorio:
  - OS: Windows 7 SP1+, macOS 10.11+, Ubuntu 12.04+, SteamOS+
  - Tarjeta de video con capacidad para DX10 (shader modelo 4.0).
  - CPU: compatible con el conjunto de instrucciones SSE2.
- iOS player requires iOS 8.0 or higher.

- Android: OS 4.1 o posterior; ARMv7 CPU con soporte NEON o CPU Atom; OpenGL ES 2.0 o posterior.
- WebGL: Cualquier versión de escritorio reciente de Firefox, Chrome, Edge o Safari
- Plataforma Windows universal: Windows 10 y una tarjeta de gráficos con capacidades DX10 (modelo de shader 4.0)

## **Cinema 4D**

Cinema 4D es un software de creación de gráficos y animación 3D, este programa ofrece planes de licencia de Software mensuales, partiendo desde los \$600 por 3 meses o \$1100 por 6 meses los cuales pueden ser ampliados por 3 o 6 meses. También existe la forma de prueba del programa, pero esta versión no permite la exportación de los contenidos creados. Los requerimientos mínimos para el uso de Cinema4D son los siguientes:

### **Requerimientos Mínimos del Sistema:**

Windows 7 SP1 64-bit o superior en Intel o AMD 64-bit CPU con soporte para SSE3

MacOS 10.11.6 o 10.12.4+ con 64-bit CPU funcionando en Apple Macintosh con Intel.

4 GB de RAM (8 GB o más recomendado), Tarjeta Gráfica OpenGL con compatibilidad para OpenGL 4.1 (se recomienda GPU dedicada).

El render GPU requiere de una Tarjeta Gráfica NVIDIA o AMD en Windows, AMD o MacOS, la cual tenga soporte para OpenCL 1.2 o superior. Recomendamos al menos 4 GB VRAM para el render GPU.

Puerto USB, Se requiere Registro.

### **Tarjetas Gráficas**

Generalmente hablando, Cinema 4D soporta todas las tarjetas gráficas OpenGL 4.1. Sin embargo, se recomienda el uso de una tarjeta gráfica dedicada con chip AMD o NVIDIA. Los chips de Alto rendimiento

actualmente están disponibles en ordenadores de media gama los cuales deben poseer los drivers actualizados.

### **MonoDevelop**

Es un programa de desarrollo integrado libre y gratuito, diseñado principalmente para C# aunque también funciona con otros lenguajes de programación como los son Java, Python, Nemerle, etc. Este programa es necesario para el desarrollo de scripts dentro de la plataforma de Unity y se encuentra disponible para Windows, Mac y Linux desde su versión 2.2 hasta su versión actual 7.5.

### **Vuforia**

Vuforia es un kit de desarrollo de software de realidad aumentada para dispositivos móviles que permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada. Los requerimientos mínimos son los siguientes:

#### **Sistema Operativo de Dispositivo:**

- Android: 4.4+
- iOS: 9+
- Windows: 10

#### **Sistema Operativo para el Desarrollo**

- Windows: 7+
- OS X: 10.12+
- Version de Unity:
- Windows: 2017.4+
- OS X: 2017.4+

#### **Herramientas de Desarrollador:**

- NDK: r13b
- Gradle: 4.6
- Android Studio SDK Build Tools: 26.0.2
- Android Studio: 3.0.1
- Xcode: 9.3, 9.4.1
- Visual Studio: 2015 Update 3+

### Fusion Provider

- ARCore: 1.2.1
- ARKit: 1.5

### 8.9 Estudio de Factibilidad Económica

En el estudio de Factibilidad Económica se determina el presupuesto de costos de los recursos técnicos, humanos y materiales para el desarrollo de la aplicación.

Recursos Humanos			
N°	Cargo	Costo Individual	Costo Final
3	Investigador	\$350	\$1050
2	Programador	\$400	\$800
1	Diseñador	\$450	\$450
		Total	\$2300

Recursos Tecnológicos			
Hardware			
Cantidad	Descripción	Costo Individual	Total
3	Computadora 8GB RAM, SO Windows 64 bits,	\$80	\$240
2	Tarjetas de Video AMD Radeon RX 560 4GB	\$144	\$288
1	Impresora Lexmark X3350	\$30.00	\$30

		Total	\$588
--	--	-------	-------

Recursos Tecnológicos			
Software			
Cantidad	Descripción	Costo Individual	Total
1	Cinema4D	\$600	\$600
1	Adobe Illustrator	\$20	\$20
1	Adobe Photoshop	\$20	\$20
1	Unity 3D Pro	\$125	\$125
1	Vuforia	\$99	\$99
1	Licencia Microsoft Office	\$150	\$150
		Total	\$1040

Recursos Materiales			
Cantidad	Descripción	Costo	Total
1	Resma de Papel A4	\$10	\$10
2	Cartuchos de Impresora	\$30	\$60
40	Transporte	\$3	\$120
20	Viáticos	\$5	\$100
		Total	\$290

<b>Flujo de Pago</b>	
<b>Recursos</b>	<b>Costos</b>
<b>Recursos Humanos</b>	\$2300
<b>Recursos Tecnológicos</b>	\$1628
<b>Recursos Materiales</b>	\$290
<b>Imprevistos (10%)</b>	\$421,80
<b>Total</b>	<b>\$4639,80</b>



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Tettamanti Montalván Daniel Nicolás**, con C.C: # 0921687588 autor/a del trabajo de titulación: **Desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada para mejorar el proceso de estudio de los huesos del cráneo** previo a la obtención del título de **Ingeniería en Producción y dirección en Artes Multimedia** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **10 de septiembre** del **2018**

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **Tettamanti Montalván, Daniel Nicolás**

C.C: **0921687588**



<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN</b>			
<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	<b>Desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada para mejorar el proceso de estudio de los huesos del cráneo</b>		
<b>AUTOR(ES)</b>	<b>Daniel Nicolás Tettamanti Montalván</b>		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Joffre Paladines Rodriguez		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Artes y Humanidades		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Producción y dirección en Artes Multimedia		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Producción y dirección en Artes Multimedia		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	<b>10 de septiembre del 2018</b>	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	89
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Realidad Aumentada, Aplicación, Huesos del Cráneo		
<b>PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:</b>	Realidad Aumentada, Aplicación Móvil, Modelos 3D, Tecnología, huesos del cráneo, Guayaquil, Ecuador.		
<b>RESUMEN/ABSTRACT</b> (150-250 palabras): La tecnología que se implementa en la educación se encuentra en constante evolución, la Realidad Aumentada es un ejemplo claro de como la educación puede aprovechar al máximo esta tecnología para mejorar el sistema educativo en la actualidad. La tesis se centra en el desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada para mejorar el proceso de estudio de los huesos del cráneo. Cranium es una aplicación móvil que utiliza la realidad aumentada, que sirve como un medio de apoyo para el estudiante de medicina para el estudio de los huesos del cráneo. El objetivo principal de la aplicación es ser utilizado en conjunto al libro de Anatomía Humana – Latarjet, mediante el reconocimiento de imágenes presentes en el libro se mostrarán el contenido aumentado y en 3D con sus elementos. En la actualidad para los estudiantes de medicina, el poder acceder a los huesos en físico resulta muy complicado, ya que los recursos dentro de la Facultad de Ciencias Médicas para estas clases de anatomía son muy limitado o escaso. Cranium buscara mejorar esta situación a la vez de elevar el interés por la materia en los estudiantes sin sustituir al libro mencionado. Además, presentara preguntas de autoevaluación que abarcará los huesos estudiados ayudando al refuerzo de la materia. Después de la recolección y análisis de datos se llegó a la conclusión de que la aplicación Cranium tiene una gran aceptación por parte de los estudiantes y docentes de la Universidad .			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-4-9486480899	<b>E-mail:</b> nicolastettamanti28@gmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>	<b>Nombre: Veloz Arce Alonso Eduardo</b>		
	<b>Teléfono:</b> +593-4-994170604		
	<b>E-mail:</b> alonso.veloz@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			