



Autónoma
Universidad Autónoma del Perú

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
SISTEMAS**

TESIS

APLICATIVO CON REALIDAD AUMENTADA PARA EL ESTUDIO DE
ANATOMÍA HUMANA

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO DE SISTEMAS**

AUTORES

ARTURO FRANCO NÚÑEZ LÓPEZ
DIEGO ALONSO BASURCO REYES

ASESOR

ING. RAMON JOHNY PRETELL CRUZADO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DESARROLLO DE SOFTWARE

LIMA, PERÚ, NOVIEMBRE DE 2020

DEDICATORIA

Queremos dedicarles este trabajo a nuestras familias, que día a día nos van ayudando y motivando en todo momento a superarnos y no darnos por vencidos.

A nuestros docentes que nos brindaron todo el conocimiento para poder realizar la presente tesis.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros familiares y amistades por motivarnos a ser perseverantes con nuestras metas.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	13
1.1 Planteamiento del problema.....	14
1.1.1 Descripción de la realidad problemática.....	14
1.1.2 Definición del problema.....	15
1.2 Tipo y nivel de investigación.....	15
1.2.1 Tipo de investigación.....	15
1.2.2 Nivel de investigación.....	15
1.3 Justificación e importancia	15
1.3.1 Justificación tecnológica.....	15
1.4 Objetivos	16
1.4.1 Objetivo general	16
1.4.2 Objetivos específicos	16
1.5 Hipótesis	16
1.5.1 Hipótesis general	16
1.5.2 Hipótesis específica.....	16
1.6 Variables e indicadores	17
1.6.1 Variable independiente.....	17
1.6.2 Variable dependiente	17
1.7 Limitaciones de la investigación	18
CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL	19
2.1 Antecedentes de la investigación	20
2.2 Bases teóricas.....	22
2.2.1 Aplicaciones móviles	22
2.2.2 Android.....	23
2.2.3 Realidad aumentada	24
2.2.4 Anatomía humana	26

2.3	Estado del arte	27
CAPÍTULO III DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.....		32
3.1	Costos del proyecto.....	33
3.2	Desarrollo según la metodología Mobile-D.....	34
3.2.1	Exploración	34
3.2.2	Inicialización.....	37
3.2.3	Producción	45
3.2.4	Estabilización	47
3.2.5	Pruebas.....	48
3.2.6	Fase adicional: distribución del producto.....	54
CAPÍTULO IV VALIDACIÓN		55
4.1	Metodología de verificación y validación	56
4.2	Diseño de la verificación y validación	56
4.3	Resultados de la verificación de la verificación y validación	58
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		65
5.1	Conclusiones.....	66
5.2	Recomendaciones	67

REFERENCIAS

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Variable independiente.....	17
Tabla 2	Variable dependiente	17
Tabla 3	Versiones de Android.....	24
Tabla 4	Anatomía macroscópica.....	27
Tabla 5	Estructura de costos	33
Tabla 6	Cronograma del proyecto	34
Tabla 7	Módulos del aplicativo.....	35
Tabla 8	Lista de requerimientos	36
Tabla 9	Lista de requerimientos no funcionales	36
Tabla 10	Planificación por fases	40
Tabla 11	Modelo de historias de usuario.....	41
Tabla 12	Modelo de tarjeta de tareas.....	41
Tabla 13	Prototipos de alta fidelidad	44
Tabla 14	Lista de historias de usuario.....	45
Tabla 15	Historia de usuario de pantalla inicio	46
Tabla 16	Lista de tarjetas de tareas	46
Tabla 17	Tarjeta de tareas pantalla inicio.....	47
Tabla 18	Caso de prueba 1.....	49
Tabla 19	Caso de prueba 2.....	49
Tabla 20	Caso de prueba 3.....	50
Tabla 21	Caso de prueba 4.....	51
Tabla 22	Caso de prueba 5.....	51
Tabla 23	Caso de prueba 6.....	52
Tabla 24	Caso de prueba 7.....	53
Tabla 25	Cantidad de pruebas realizadas.....	56
Tabla 26	Prueba de luminosidad.....	58
Tabla 27	Pruebas de tiempo de reconocimiento	60
Tabla 28	Media y mediana del tiempo de reconocimiento.....	61
Tabla 29	Pruebas de facilidad de uso	62
Tabla 30	Valores de la media y mediana de la prueba de facilidad de uso	63
Tabla 31	Media y mediana de la prueba de facilidad de uso.....	63
Tabla 32	Matriz de consistencia.....	8

Tabla 33 Matriz de revisión de literatura	9
Tabla 34 Matriz de Operacionalización de variables	10

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Historia de la realidad aumentada. Qiao et al, 2019.....	27
Figura 2. Magic Book. Billinghamurst. 2001	28
Figura 3. Digital Anatomy. Layona et al, 2018.....	29
Figura 4. AnatomiAR. Kurniawan et al., 2018.....	31
Figura 5. Arquitectura de la aplicación	38
Figura 6. Diagrama de casos de uso	39
Figura 7. Esquema de navegabilidad.....	42
Figura 8. Botón de audio.....	43
Figura 9. Lista de prácticas	43
Figura 10. Resultado de práctica	43
Figura 11. Codificación de pantalla de inicio	47
Figura 12. Código de modelo 3D	48
Figura 13. Resultados de prueba de luminosidad	59
Figura 14. Resultados de la prueba de tiempo de reconocimiento	61
Figura 15. Resultados de prueba de facilidad de uso.....	63
Figura 16. Cronograma de actividades	11

APLICATIVO CON REALIDAD AUMENTADA PARA EL ESTUDIO DE ANATOMÍA HUMANA

ARTURO FRANCO NUÑEZ LOPEZ
DIEGO ALONSO BASURCO REYES

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL PERÚ

RESUMEN

La presente investigación, de tipo tecnológica, se enmarca en el desarrollo de un aplicativo móvil con realidad aumentada para el estudio de anatomía humana. Para el desarrollo de la aplicación de realidad aumentada llamada “Anatomy-3D” se siguió la metodología Mobile-D, que se enfoca al desarrollo de aplicaciones móviles; una vez desarrollada la aplicación se realizaron las pruebas de funcionamiento analizando características de reconocimiento de superficies y la facilidad de uso, para analizar el funcionamiento se realizaron un total de 64 pruebas arrojando buenos resultados. Finalmente se concluye que la tecnología ARCore tiene un buen funcionamiento al reconocer áreas planas en buenas condiciones de luz, tiene un bajo tiempo de reconocimiento de áreas planas y que la facilidad de uso fue alta.

Palabras claves: Realidad Aumentada, Aplicaciones Móviles, Anatomía Humana, Metodología Mobile-D.

APPLICATION WITH AUGMENTED REALITY FOR THE STUDY OF HUMAN ANATOMY

ARTURO FRANCO NUÑEZ LOPEZ
DIEGO ALONSO BASURCO REYES

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL PERÚ

ABSTRACT

This technological research is delimited on the development of an augmented reality mobile application to the study of Human Anatomy. For the development process of the Augmented Reality application called "Anatomy-3D" the Mobile-D methodology was used, which is focused on the development of mobile apps, once developed the app, functionality tests were done analyzing characteristics of surface recognition and its ease of use, 64 tests were done showing great results. Finally, it is concluded that ARCore technology has good functionality in the recognition of flat surfaces with good conditions of light, it requires low time to recognize flat surfaces and it is easy to use.

Keywords: Augmented Reality, Mobile Applications, Human Anatomy, Mobile-D Methodology.

INTRODUCCIÓN

El estudio es una actividad de gran importancia para el desarrollo personal, siendo capaz así de promover las oportunidades laborales mejorando la calidad de vida de las personas.

El estudio de anatomía humana tradicional, con libros que incluyen texto e imágenes muchas veces no son suficientes para un fácil estudio del tema, esto se debe a que se requiere la representación de bastante contenido gráfico.

Aquí es donde entra a tallar la realidad aumentada, que gracias a la posibilidad de mostrar contenidos en 3D al mismo tiempo que permite la añadir información en modo de texto o audio y brindándoles a los usuarios un alto grado de interactividad, tiene un gran potencial para ser herramientas de apoyo de estudio de anatomía humana.

Por tal motivo, la presente investigación tiene como objetivo diseñar e implementar un aplicativo móvil con realidad aumentada para el estudio de anatomía humana analizando aspectos como el funcionamiento del reconocimiento de áreas planas bajo ciertas condiciones de luz, el tiempo de reconocimiento de las áreas planas y también la facilidad de uso del aplicativo móvil.

A continuación, se presentan los capítulos que conforman la presente investigación.

Capítulo I - Planteamiento Metodológico: Se detalla sobre la realidad problemática, tipo de investigación, la justificación, los objetivos generales, las hipótesis, las variables y las limitaciones del proyecto.

Capítulo II - Marco Referencial: Se detallan los antecedentes, las bases teóricas explicando conceptos de la realidad aumentada, las aplicaciones móviles y la anatomía humana.

Capítulo III - Desarrollo de la solución: Se detallan los costos del proyecto al igual que la metodología utilizada, analizando los procesos involucrados dentro de la metodología

Capítulo IV – Validación: Se detallan la metodología usada para la realización de las pruebas, el diseño de las pruebas y los resultados de la validación de resultados.

Capítulo V - Conclusiones y Recomendaciones: Se muestran las conclusiones y recomendaciones obtenidas de la presente investigación. Finalmente se presentan las referencias bibliográficas y los anexos.

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Descripción de la realidad problemática

Según el Banco Mundial (2018) un derecho humano crucial para el desarrollo de un país es la educación, siendo este eficaz para promover el empleo, reducir la pobreza, mejorar la salud y los ingresos.

En la actualidad la educación está sufriendo ciertos cambios debido a la coyuntura actual, esto está ocasionando que el gobierno ejecute la educación a distancia (Vergara, 2020) lo cual puede suponer un nuevo reto para los alumnos al momento de estudiar un tema.

La búsqueda de información sobre temas en específico durante el estudio, si bien puede llegar a ser no muy compleja, este proceso puede resultar un tanto tedioso sin mencionar la posibilidad de no encontrar información precisa de lo que requieren o de encontrar la ayuda de algún contenido en una manera observable que los ayude a entender la información que revisan. (Layona, 2018).

Para un buen proceso de estudio, así como nos expresa Calero (2009), se necesita hacer uso de diversos recursos con tal de favorecer dicho proceso, estos recursos pueden ser cuadernos, lapiceros, libros, computadoras, equipos de audio entre otra cantidad de materiales de carácter educativo, así como también se deben tener, entre otras actitudes, entusiasmo con lo que se realiza.

Las técnicas de estudio resultan fundamentales gracias a los beneficios que se estas otorgan, una de las técnicas que se puede realizar, es la técnica con imágenes mentales, para un correcto proceso de estudio, se requiere asociar los conceptos a una imagen mental, esto es debido a que la imagen mental es más potente que los conocimientos abstractos y porque la asociación es parte fundamental de la memoria, para asociar correctamente una imagen se puede realizar una exageración de la misma haciéndola inusual, o una imagen con movimiento, siendo esta última más poderosa gracias al atractivo que las imágenes dinámicas generan. (Bobadilla, s.f.).

1.1.2 Definición del problema

El curso de anatomía humana requiere de un medio visual para su entendimiento total sin dificultades y los métodos tradicionales no siempre son los suficientemente eficientes en ese aspecto complicando el estudio por parte de los alumnos (Kurniawan et al., 2018), requiriendo el uso de nuevas tecnologías con el fin de solventar esa brecha.

La complejidad de los sistemas del cuerpo humano que se ven dentro de la anatomía humana, debido a las complejas estructuras, características y a la incapacidad de poder visualizar lo que estudian resulta en un problema al momento de estudiar si no se cuenta con un apoyo visual que refuerce lo que leen. (Rebekah et al., 2018).

1.2 Tipo y nivel de investigación

1.2.1 Tipo de investigación

La investigación desarrollada es tipo tecnológica debido que se aplican conocimientos útiles con el fin de lograr una solución al problema abordado.

1.2.2 Nivel de investigación

La investigación desarrollada es de nivel descriptiva debido que busca describir las características que tiene un aplicativo de realidad aumentada aplicado al estudio de anatomía humana.

1.3 Justificación e importancia

1.3.1 Justificación tecnológica

La investigación se justifica tecnológicamente por motivo que se hará uso de un aplicativo de realidad aumentada dotando así a los alumnos de una herramienta tecnológica permitiéndoles continuar estudiando sin importar el lugar donde se encuentren.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Diseñar e implementar un aplicativo móvil con realidad aumentada para estudiar de anatomía humana.

1.4.2 Objetivos específicos

- Medir la cantidad de luz mínima requerida por el API ARCore para el reconocimiento de una superficie plana.
- Medir el tiempo de reconocimiento de un área plana haciendo uso de la tecnología markerless.
- Validar la facilidad de uso del aplicativo móvil con realidad aumentada para estudiar anatomía humana.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

- Un aplicativo móvil con realidad aumentada para el estudio de anatomía humana se caracteriza por requerir poca cantidad de luz y tiempo para el reconocimiento de una superficie plana y tiene una facilidad de uso alta.

1.5.2 Hipótesis específica

- EL API ARCore requiere poca cantidad de luz para el reconocimiento de una superficie plana.
- El uso de la tecnología markerless requiere poco tiempo para el reconocimiento de un área plana.
- La facilidad de uso del aplicativo móvil con realidad aumentada para estudiar anatomía humana es alta.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 Variable independiente

Aplicativo con realidad aumentada: Tecnología usada para mejorar la percepción del mundo real usando información digital en tiempo pudiendo esta ser vista a través de una pantalla desde múltiples perspectivas. (Ibáñez et al, 2016).

Tabla 1

Variable independiente

Variables	Dimensiones	Indicadores
Realidad Aumentada	Rendimiento	Cantidad de luz requerida para realizar el reconocimiento de la superficie Tiempo requerido para realizar el reconocimiento de la superficie
	Usabilidad	Facilidad de uso del aplicativo

1.6.2 Variable dependiente

Estudio de anatomía humana: La anatomía humana es la ciencia que se encarga del estudio de la forma y la estructura del cuerpo humano y de la relación entre sus partes. (Yokochi, Rohen y Weinreb, 1991).

Tabla 2

Variable dependiente

Variables	Dimensiones	Indicadores
Estudio de anatomía humana	Anatomía descriptiva	Sistemas del cuerpo humano

1.7 Limitaciones de la investigación

Temporal: Esta investigación se realiza en el periodo comprendido entre enero de 2019 hasta Julio del 2020.

Conceptual: Se hará uso de la metodología Mobile-D y un aplicativo de realidad aumentada

CAPÍTULO II
MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes de la investigación

- A.** Influencia de un software con realidad aumentada para el proceso de aprendizaje de anatomía humana en la educación primaria I.E.I.P. Pitágoras nivel A, Andahuaylas.

Un estudio de tesis de pregrado en la Universidad Nacional José María Arguedas de Perú, realizado por Barrientos (2017) se llevó a cabo con el objetivo principal de determinar la influencia entre el modelo de realidad aumentada junto con el proceso de aprendizaje de anatomía humana. Aplicando una muestra de 27 estudiantes sobre una población conformada por 60 estudiantes. Se tuvo como resultado la mejora en la efectividad y el proceso del aprendizaje.

Finalmente llegaron a la conclusión que usar un aplicativo de realidad aumentada es capaz de mejorar el rendimiento académico en un 23.05% en el promedio de anatomía humana.

A partir de esta investigación se ha considerado en este estudio que anatomía humana es el área más aprovecha el uso de la realidad aumentada por que cuenta con más presentaciones de objetos en 3D y con gran interacción facilitando así la comprensión de las materias, dejando en claro el área de biología a usar.

- B.** Prototipo de aplicación móvil utilizando la metodología Mobile-D para la verificación de la formalidad en el servicio de taxi metropolitano en la ciudad de Lima.

Un estudio de tesis de pregrado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de Perú, realizado por Meneses y Laveriano (2016) tuvo como objetivo el ser una fuente de informar sobre el servicio de taxi al ciudadano a través del uso teléfonos inteligentes. Para ello se hizo uso de la metodología de desarrollo Mobile-D. Se tuvo como resultado que la aplicación muestra

información del vehículo que va a brindar el servicio de taxi y puede ayudar al usuario a tomar la decisión de abordarlo.

Finalmente llegaron a la conclusión que el uso del aplicativo mejora la identificación de taxis formales.

A partir de esta investigación se ha considerado en este estudio que el uso de la metodología de desarrollo Mobile-D es la más óptima para desarrollar aplicaciones móviles por su ciclo de desarrollo corto además de combinar beneficios de las distintas metodologías XP, RUP y Crystal, dejando en claro la metodología a usar.

C. Realidad aumentada y educación infantil: implementación y evaluación

Un estudio de tesis doctoral en la Universidad de Murcia de España, realizado por Cascales (2015) tuvo como objetivo medir la influencia de la realidad aumentada con el fin de mejorar la calidad de la educación de los estudiantes. Por tal motivo se aplicó un diseño cuasi-experimental usando una muestra conformada por 18 alumnos (2 grupos) de una población total de 36 alumnos de tercer curso pertenecientes al segundo ciclo de educación infantil. Como resultado se obtuvo que el aplicativo de realidad aumentada incremento el interés de los alumnos en el aprendizaje y logrando que perduren más los conocimientos adquiridos

Finalmente se llegó a la conclusión que la implementación del aplicativo es apta para los alumnos de educación infantil y que los padres de familia muestran confianza en el aplicativo.

A partir de esta investigación se ha considerado en este estudio que los padres de familia y profesores concuerdan que los niños deben usar la realidad aumentada como método de apoyo en la educación, dejando en claro el lugar donde se va a enfocar el desarrollo del aplicativo, el sector educativo.

D. Desarrollo de una Aplicación Móvil con modelos 3D para promocionar las cerámicas del Distrito de José Domingo Choquehuanca – Puno

Un estudio de tesis de pregrado realizado en la Universidad Peruana Unión por Quispe (2019) tuvo como objetivo desarrollar una aplicación móvil con modelos 3D con el fin de promocionar cerámicas en el distrito de José Domingo Choquehuanca fue de tipo tecnológica el cual hizo uso de la metodología de desarrollo ágil XP en el cual se hizo uso de la tecnología ARCore, que se enfoca a la realidad aumentada, aplicando la tecnología markerless que realiza una detección de superficies planas con el fin de superponer objetos 3D. Concluyendo que el uso del ARCore es beneficioso debido que es capaz de mostrar cerámicas de forma interactiva considerando tipos y tamaños de las cerámicas.

A partir de esta investigación se ha considerado que el uso de la tecnología ARCore para la implementación de un aplicativo de realidad aumentada sería beneficioso al mismo tiempo que nos ayuda a determinar que es bueno con la tecnología markerless.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Aplicaciones móviles

Según Ordaz (2009), las aplicaciones móviles son aplicaciones informáticas que son diseñadas con el fin de ser ejecutadas en tabletas, teléfonos inteligentes entre otros dispositivos móviles.

- **Aplicaciones nativas:**

Según Lisandro et al. (2013), las aplicaciones nativas son aquellas que se desarrollan con el objetivo de ejecutarse en una plataforma en específico teniéndose en cuenta el tipo del dispositivo, junto a sistema operativo y la versión del mismo. Es tipo de aplicaciones tienen como ventaja la capacidad de aprovechar todas las capacidades disponibles del dispositivo.

- Aplicaciones web:

Según Lisandro et al. (2013), este tipo de aplicaciones son diseñadas con el fin de funcionar a la perfección en los navegadores de los dispositivos móviles, se desarrollan haciendo uso de JavaScript, HTML y CSS, al igual que las páginas web tradicionales. La gran ventaja es que no se requiere de la instalación un componente en particular en los dispositivos al mismo tiempo que los cambios se realizan en el servidor con una disponibilidad inmediata.

- Aplicaciones híbridas:

Según Lisandro et al. (2013), este tipo de aplicaciones combinan la mejor parte de los tipos de aplicaciones previamente mencionados. Las aplicaciones híbridas hacen uso de las tecnologías multiplataforma como JavaScript, HTML y CSS, al mismo tiempo que permite un acceso a las capacidades específicas del dispositivo. Son aplicaciones que hacen uso de tecnologías web que funcionan sobre contenedores web en el dispositivo móvil.

2.2.2 Android

Según Android (s.f) el sistema operativo Android está enfocado a varios dispositivos como teléfonos, tablets, relojes, televisores y también automóviles; haciendo uso de kernel de Linux, siendo esta la parte más importante de los dispositivos android, está presente en más de 2.5 mil millones de dispositivos, así como soportando la tecnología 5G. Android trae características, entre varias, la posibilidad de trabajar con realidad aumentada ofreciendo guías para su desarrollo.

A continuación, se muestran las versiones del SO desde la versión 4.4 con información del API de la versión.

Tabla 3

Versiones de Android

Nombre en Código	Versión	API level/NDK release
Android10	10	API level 29
Pie	9	API level 28
Oreo	8.1.0	API level 27
Oreo	8.0.0	API level 26
Nougat	7.1	API level 25
Nougat	7	API level 24
Marshmallow	6	API level 23
Lollipop	5.1	API level 22
Lollipop	5	API level 21
KitKat	4.4 - 4.4.4	API level 19

2.2.2.1 Android API

Cada API es ejecutado exactamente por una versión de Android asegurando que este sea único para cada versión, cada nivel de API trae un conjunto de instrucciones a las cuales una aplicación puede llamar, como elementos o permisos, estas API permiten determinar si una aplicación es compatible con el dispositivo. (Microsoft, 2018).

2.2.3 Realidad aumentada

Según Ibáñez et al. (2016), la realidad aumentada es una tecnología que mejora la percepción del mundo real con información digital en tiempo real basadas en imágenes y en localización, pueden ser observadas a través de una pantalla desde múltiples perspectivas. Esta tecnología se ha vuelto muy popular gracias a las capacidades de los dispositivos móviles de la actualidad.

2.2.3.1 Tipos de realidad aumentada

Según Edwards A, Hoyt T. y Reger G. (2016) la realidad aumentada se puede clasificar en 4 tipos:

- Basada en marcadores, siendo capaz de detectar imágenes u objetos específicos con el fin de activar la realidad aumentada.
- Basada en localización, haciendo uso del GPS (Sistema de Posicionamiento Global) puede desencadenar alguna acción con realidad aumentada.
- Aumento dinámico, es capaz de detectar cambios en diferentes objetos, siendo éste el desencadenante.
- Aumento complejo, suele ser la combinación de una realidad aumentada basada en marcadores, localización y de aumento dinámico.

2.2.3.2 Software para realidad aumentada

- Unity

Según Simonetti et al. (2013), es un motor de desarrollo totalmente integrado que proporciona una funcionalidad lista para usar para crear juegos y otro contenido 3D interactivo. Unity se puede utilizar para ensamblar arte y activos en escenas y entornos; añadir iluminación, audio, efectos especiales, física y animación; simultáneamente jugar probar y editar juegos, y cuando esté listo, publicar en las plataformas elegidas tales como ordenadores de escritorio, iOS, Android, etc.

- ARCore

Según Serna (2018), es una plataforma de Google para el desarrollo de aplicaciones y experiencias en realidad aumentada que hacen uso de la tecnología SLAM (Simultaneous Location and Mapping), la cual permite ubicar referencias en la escena, como superficies u objetos), para ubicar el contenido digital desplegado en las aplicaciones de realidad aumentada.

Con esta implementación el usuario o previamente el diseñador puede ubicar el contenido de realidad aumentada en cualquier superficie, mesa o piso. (Serna, 2018).

2.2.4 Anatomía humana

Según Ballesteros et al. (2002), la anatomía humana es la ciencia encargada del estudio de la estructura y forma del cuerpo humano.

La palabra anatomía proviene del griego “ana temnein” el cual significa descomponer, diseccionar y se le considera como el tratado de la estructura de un sano cuerpo humano. Al cuerpo humano se le considera como un todo funcional en el que sus partes no pueden funcionar independientemente. (Suárez et al, 2017).

Según Vay (2008), en cada zona del cuerpo se encuentran los mismos tipos de vasos sanguíneos, órganos, huesos y demás, es por tal motivo que existe por encima de la anatomía regional un aspecto sistemático, que se encuentra conformado por sistemas nervioso, vascular, esquelético, etc.

2.2.4.1 Anatomía macroscópica

Según Vargas y Palacios (2014) la anatomía macroscópica es la ciencia que se encarga de estudiar los elementos que se pueden ver a simple vista, describiendo su tamaño, posición, forma, relaciones y constituciones; la anatomía macroscópica se divide de la siguiente forma:

Tabla 4

Anatomía macroscópica

División de la Anatomía Macroscópica	
Anatomía macroscópica	Descriptiva
	Topográfica
	Patológica
	Embriológica
	Quirúrgica
	Comparada
	Estética

Fuente: Ciencias de la Salud, 2014.

2.3 Estado del arte

La realidad aumentada surge alrededor de los años 60 cuando el científico Ivan Sutherland, también llamado padre de la computación gráfica, creó un sistema de visualización de realidad aumentada montado en la cabeza llamada “The ultimate display”. (Javornik, 2016).

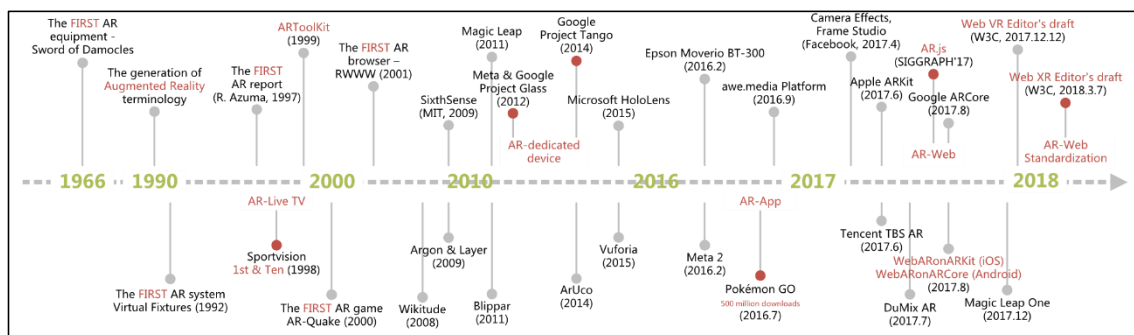


Figura 1. Historia de la realidad aumentada. Qiao et al, 2019

En 1990 el término realidad aumentada fue acuñado por primera vez por Tom Claudell, investigador perteneciente a la compañía Boeing, quien junto a sus compañeros desarrollaron los HMD (Head-mounted display); sin embargo, los requerimientos técnicos que esta nueva tecnología demandaba hacían que no fuera accesible para la mayoría de personas. En 1999 fue cuando se dio el gran avance en cuando a la realidad aumentada, Hirokazu Kato creó el ARToolkit, que vendría a ser

un conjunto de herramientas con las que se podía realizar aplicaciones con realidad aumentada de una manera mucho más accesible. (Reinoso, 2013).

Los años pasaron y gracias a la gran influencia de los dispositivos móviles que se volvieron populares y, en estos tiempos, de gran necesidad para el día a día, incrementó la demanda de diferentes tipos de servicios por parte de los dispositivos móviles ya conocidos como “Smartphone”. Esto ocasionó que cada vez vengan con características más y más sofisticadas facilitando así el uso de la realidad aumentada, siendo uno de los dispositivos preferidos para este tipo de tecnología. (Kim y Kim, 2014).

En cuanto a la educación se refiere, gracias a que la realidad aumentada permite una interacción mejorada con nuestro entorno, numerosas investigaciones sugieren que el uso de la realidad aumentada sería de gran apoyo en la educación mejorando la motivación de los estudiantes y reforzando el aprendizaje. (Reinoso, 2013).

Dentro de la educación una de las más populares aplicaciones fue el “Magic Book”, un proyecto del HIT (Human Interface Technology) de Nueva Zelanda, este consiste en un libro real en el cual se ven objetos virtuales sobre las páginas. (Basogain et al., 2007).

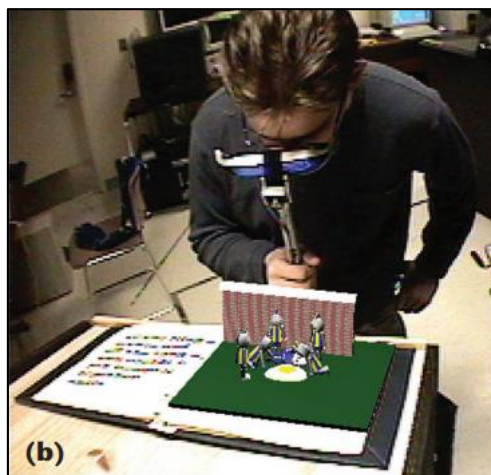


Figura 2. Magic Book. Billinghamurst. 2001

La forma en cómo funciona consiste en un HHD (Handheld augmented reality Display), siendo este un visualizador de mano con una pantalla a través del cual se pueden observar diferentes objetos virtuales, esto ocurre gracias a bordes negros en diferentes dibujos del libro siendo estos marcadores para poder generar los objetos virtuales haciendo uso del ARToolkit. Una vez el usuario se encuentre viendo la escena, si este lo desea puede activar un interruptor el cual lo llevara a una experiencia más inmersiva dejando el mundo real no visible. (Billinghurst et al., 2001).

En una investigación hecha por Layona et al. (2018) relacionada al uso de la realidad aumentada en la enseñanza de Anatomía Humana se llevó a cabo la relación de una aplicación llamada “Digital Anatomy” destinada a ayudar a los estudiantes a tener una herramienta de aprendizaje más interactiva a diferencia de los tradicionales libros que si bien contienen mucha información siguen siendo ineficientes a la hora de ayudar a los estudiantes al entendimiento de la anatomía humana.



Figura 3. Digital Anatomy. Layona et al, 2018

Según se nos informa, la investigación se realizó usando un método cuantitativo involucrando a estudiantes de indonesia, se hizo uso de cuestionarios con el fin de evaluar las herramientas que se usan al momento de aprender anatomía. Para la realización del prototipo se hizo mediante el Método de Cascada, el cual implica un desarrollo secuencial empezando por la comunicación, planificación, modelado, construcción y el despliegue.

La investigación concluye explicándonos que su uso facilitó el entendimiento de los diferentes conceptos de la anatomía humana, incrementando referentes a la realidad aumentada puede ser usado como ayuda a los diferentes libros de texto.

Otro proyecto de realidad aumentada, esta vez orientado al aprendizaje de idiomas, específicamente francés, fue “Explorez”, esta vez bajo el concepto de gamificación, Explorez es una herramienta de aprendizaje basado en preguntas y en realidad aumentada. Haciendo uso del GPS convierte el campus de la Universidad de Victoria, bajo la narrativa de una búsqueda del tesoro en donde el personaje es contratado como asistente de una celebridad francesa, interactúan con diferentes objetos que les dan pistas y preguntas en forma de texto, audio o imágenes basadas en una historia, todo esto con el fin de mejorar sus habilidades del idioma francés. (Bernadette, 2015).

Otra investigación por parte de Murniawan et al. (2018) en el que se realizó una aplicación con realidad aumentada llamada “Anatomiar” con el fin de poder solventar las dificultades que posean los estudiantes al momento de aprender anatomía humana, desarrollando un sistema basado en realidad aumentada ayudando así el entendimiento gracias a imágenes en 3D. Su funcionamiento es el siguiente, se obtiene una vista del mundo mediante la cámara del dispositivo móvil android, la cámara al detectar marcadores en el mundo real, es capaz de superponer objetos en 3D virtuales. Mientras los objetos están siendo visualizados en pantalla, el usuario puede tener interacción con dicho objeto presionando en ciertas partes del órgano, mostrando información personalizada. La investigación concluye con una positiva respuesta por parte de los estudiantes, también se nos informa que el uso de la realidad aumentada genera un mayor interés por parte de los estudiantes al mismo tiempo que los motiva a usar la aplicación como una herramienta de apoyo en el estudio de anatomía humana. (Kurniawan et al., 2018).

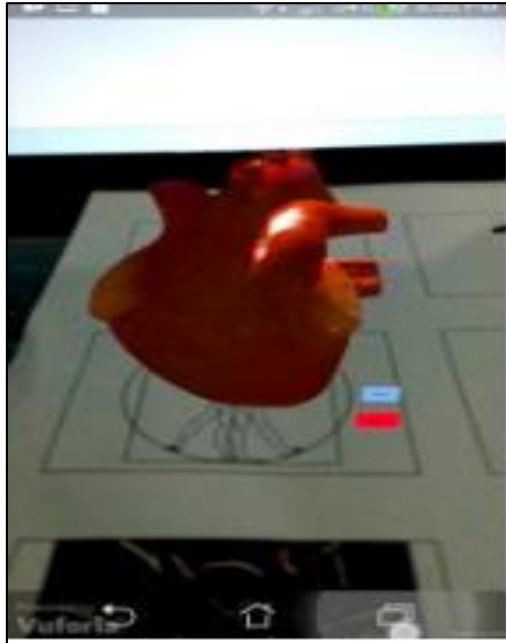


Figura 4. AnatomiAR. Kurniawan et al., 2018.

Finalmente, un estudio hecho por Cabero, Barroso y Obrador (2016) denominado RAFODIUM se realizó con el fin de producir contenido de realidad aumentada en un ambiente de formación universitaria observando el grado de aceptación de la tecnología, los alumnos que participaron del estudio llevaban la asignatura de Anatomía y embriología humana.

Para la realización del aplicativo se utilizaron las herramientas Metaio Creator y Metaio SDK que aportan múltiples características de animaciones a los objetos 3D creados que se mostraran en pantalla.

CAPÍTULO III
DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

3.1 Costos del proyecto

En la elaboración del proyecto se ha hecho un análisis de los costos que conlleva la realización del proyecto a realizar, dichos costos son los siguientes:

Tabla 5

Estructura de costos

Recurso	Cantidad	Tiempo	Costo/unidad	Costo Total
Recurso humano				
Investigadores	2	8 meses	S/ 800.00	S/ 12,800.00
Asesor	1	8 Meses	-	
Subtotal				S/ 12,800.00
Recurso tecnológico				
Software				
Licencia Unity	1			S/ 80.00
Vuforia SDK	1			S/ -
Objetos 3D	6			S/ 340.00
Microsoft Office 365	2	1 año		S/ 510.00
Google Play	1	1 mes	S/ 75.00	S/ 75.00
Subtotal				S/ 1,005.00
Hardware				
Laptop	2		S/ 2,000.00	S/ 4,000.00
Dispositivo Android	1		S/ 800.00	S/ 800.00
Impresiones	100		S/ 0.45	S/ 45.00
Memoria USB	2		S/ 30.00	S/ 60.00
Subtotal				S/ 4,905.00
Servicios				
Internet	2	8 meses	S/ 55.00	S/ 880.00
Transporte	20		S/ 3.00	S/ 60.00
Subtotal				S/ 940.00
Total				S/ 19,650.00

3.2 Desarrollo según la metodología Mobile-D

3.2.1 Exploración

3.2.1.1 Establecimiento de los stakeholders

- **Grupos de Interés:** Empresas pertenecientes al rubro de la educación.
- **Usuarios de la aplicación:** Estudiantes de anatomía humana
- **Desarrolladores:** Autores de la presente tesis.

3.2.1.2 Definición del alcance

Se desarrollará e implementará un aplicativo con realidad aumentada que tiene como nombre “Anatomy-3D”, para estudiantes de anatomía humana, con el fin que usen de un smartphone o una tablet y así puedan visualizar los contenidos que servirán como apoyo de estudio.

El alcance del proyecto comprende el siguiente cronograma.

Tabla 6

Cronograma del proyecto

Fase	Duración	Fecha de inicio	Fecha de fin
Exploración	7 días	20/04/2020	27/04/2020
Inicialización	10 días	28/04/2020	07/05/2020
Producción	22 días	08/05/2020	29/05/2020
Estabilización	9 días	30/05/2020	07/06/2020
Pruebas	5 días	08/06/2020	13/06/2020
Implementación	5 días	14/06/2020	19/06/2020

En el anexo 5 se encuentra el cronograma más detallado del proyecto.

3.2.1.3 Definición de requerimientos

Se definen los módulos además de sus principales requerimientos funcionales y no funcionales.

- Módulos

Tabla 7

Módulos del aplicativo

Código	Módulo	Descripción
M001	Pantalla de inicio	Este módulo se presenta al iniciar la aplicación, mostrará el logo de la aplicación y la opción de aprender.
M002	Menú aprender	En el módulo aprender se podrán encontrar diversas opciones por categoría las cuales contendrán los diferentes modelos 3D.
M003	Realidad aumentada	La aplicación tendrá la capacidad de mostrar los modelos 3D en un entorno real, también contendrá un audio con la información de cada modelo mostrado.
M004	Evaluación	Este módulo contendrá las preguntas a evaluar por cada categoría presentada.

- **Requerimientos funcionales**

Tabla 8

Lista de requerimientos

Módulos	Código	Descripción del Requerimiento
M001	RF-01	Se mostrará la opción de aprender.
M002	RF-02	Se mostrarán las opciones de evaluar y las diferentes categorías por sistema para que el usuario puede elegir.
	RF-03	Cada categoría mostrará una imagen del sistema referente a los modelos 3D a mostrar.
M003	RF-04	La aplicación deberá mostrar los modelos 3D y combinarlos en un entorno real.
	RF-05	La aplicación deberá reproducir un audio con la información referente al modelo 3D.
M004	RF-06	La aplicación deberá permitir dar una pequeña evaluación por cada categoría.
	RF-07	La evaluación constará de una ronda de 5 preguntas sobre la información mencionada en los audios y constará con 4 opciones, donde el alumno deberá elegir la respuesta correcta.

- **Requerimientos no funcionales**

Tabla 9

Lista de requerimientos no funcionales

Código	Descripción del requerimiento
RNF-01	La aplicación solo estará disponible para dispositivos con la versión del sistema operativo Android 7 Nougat.
RNF-02	La aplicación deberá de tener un funcionamiento fluido para una mejor experiencia del usuario.
RNF-03	Las interfaces deben ser amigables para los usuarios finales.
RNF-04	La aplicación debe ser adaptable para otras plataformas como smartphone y tablet.
RNF-05	La aplicación debe ser fácil de usar.

3.2.1.4 Establecimiento del proyecto

Las herramientas necesarias a utilizar para el desarrollo de la aplicación son las siguientes:

- IDE: Unity 2019.1.4f1.
- Lenguaje de Programación: C#.
- Librería: Vuforia 8.3.8, JDK, SDK.
- Editor de Texto: Sublime.
- Metodología de Desarrollo: Mobile-D.
- Equipo: 1 Laptop (16GB RAM, 480GB Disco Solido, Sistema Operativo Windows 10).
- Smartphone: Android 9, 64GB Disco Duro, 4GB RAM.
- Tablet: Android 8, 32GB Disco Duro, 3GB RAM.

3.2.2 Inicialización

3.2.2.1 Configuración del proyecto

- **Preparación del ambiente**

Para la primera etapa se establecieron los recursos primordiales, así como también la instalación y la configuración del software a usar para el desarrollo del proyecto. Para ello se contó con lo siguiente:

- 1 Laptop (16GB RAM, 480GB SSD, Sistema operativo Windows 10).
- Instalador de Unity 2019.1.4f1.
- Descargar e instalar el SDK de Android, Sublime y el SDK de Google.
- Cargar los modelos 3D y los audios a Unity.
- Organizar el entorno de desarrollo de Unity (herramientas, imágenes, scripts, etc.).

- **Plan de comunicación**

Se utilizó los siguientes canales de comunicación con el fin de mantener un contacto con las partes interesadas y de establecer una perfecta coordinación del presente proyecto.

- WhatsApp
- Google Drive

3.2.2.2 Arquitectura del proyecto

En la siguiente figura se muestra la arquitectura de la aplicación, en la cual el dispositivo mediante el uso de la cámara va captando el mundo real, luego se selecciona el objeto que se desea ver, el SDK de ARCore luego carga el objeto 3D para luego ser agrupada con el resto de la aplicación y pueda ser mostrado en pantalla.

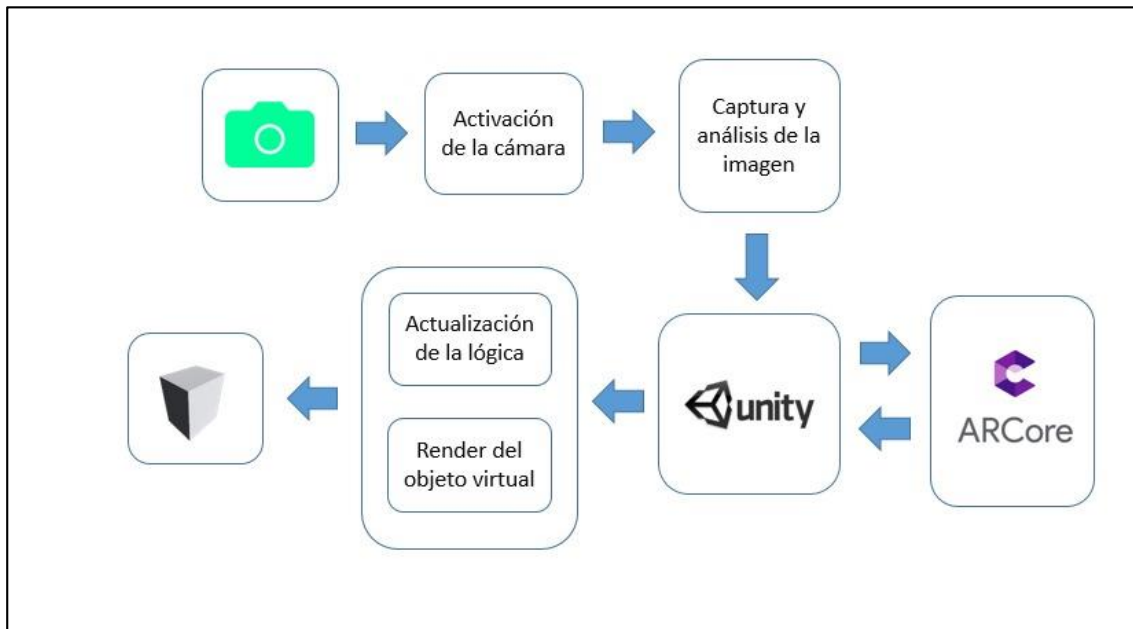


Figura 5. Arquitectura de la aplicación

3.2.2.3 Análisis de los requerimientos

- Diagrama de casos de uso

De acuerdo con el análisis de requerimientos realizado, se han identificado 2 casos de uso: Visualizar Modelo 3D y Practicar. El actor que interactuara con la aplicación es el alumno de tercer grado de primaria.

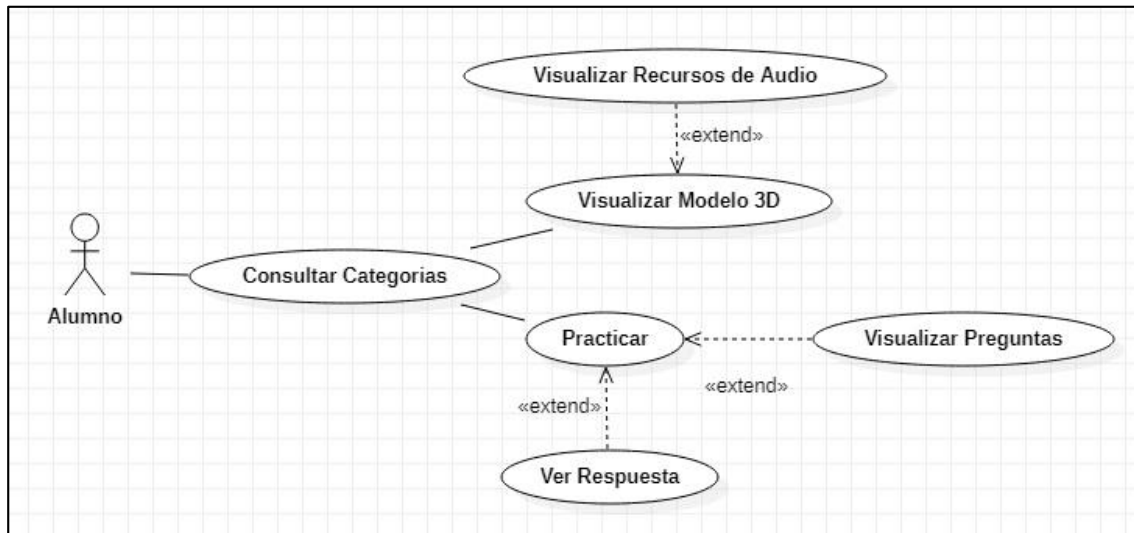


Figura 6. Diagrama de casos de uso

3.2.2.4 Planificación inicial

- **Planificación por fases**

Tabla 10

Planificación por fases

Código	Iteración	Descripción
Exploración	Iteración 0	Se definen los stakeholders, se definen los alcances, se identifican los requerimientos funcionales y no funcionales y se establece el proyecto.
Inicialización	Iteración 1	Se prepara el ambiente de desarrollo, se define la capacitación del equipo, el plan de comunicaciones.
Producción	Iteración 2	Se implementan las funcionalidades del módulo M001 y el diseño de la interfaz. Se mejoran las historias de usuario y se generan sus respectivas pruebas.
	Iteración 3	Se implementan las funcionalidades del módulo M002 y el diseño de la interfaz. Se mejoran las historias de usuario y se generan sus respectivas pruebas.
	Iteración 4	Se implementan las funcionalidades del módulo M003 y el diseño de la interfaz. Se mejoran las historias de usuario y se generan sus respectivas pruebas.
	Iteración 5	Se implementan las funcionalidades del módulo M004 y el diseño de la interfaz. Se mejoran las historias de usuario y se generan sus respectivas pruebas.
Estabilización	Iteración 6	Se realizan los ajustes y la integración de todos los módulos de la aplicación y se establece un correcto funcionamiento.
Pruebas	Iteración 7	Se realizan las pruebas necesarias y se analizan los resultados.

- **Historias de usuario y tarjetas de tareas**

Las historias y tarjetas de usuario han sido desarrolladas en base a los requerimientos funcionales, haciendo uso de las plantillas provistas en la documentación de la metodología.

Tabla 11

Modelo de historias de usuario. Fuente: Adaptado de Agile Software Technologies Research Programme.

ID	Tipo	Dificultad		Esfuerzo	Prioridad
		Antes	Después	Estimado	Requerido
	Nuevo	Fácil	Fácil		
	Fijo	Moderado	Moderado		
	Mejora	Difícil	Difícil		
Descripción					
Fecha		Estado	Comentarios		
		Definido			
		Realizado			
		Verificado			

Tabla 12

Modelo de tarjeta de tareas. Fuente: Adaptado de Agile Software Technologies Research Programme.

ID	Tipo	Dificultad		Confianza
		Antes	Después	
	Nuevo	1 (rutina)	1 (rutina)	1 (poca confianza)
	Fijo	5 (muy dificultoso)	5 (muy dificultoso)	4 (muy confiado)
	Mejora			
Fecha		Estado	Comentarios	
		Definido		
		Realizado		

- **Requisitos de la aplicación móvil “Anatomy 3D”**

La aplicación móvil desarrollada Anatomy 3-D requiere de un dispositivo móvil que cuente con las características mostradas a continuación para un óptimo rendimiento.

- Android 7 (Nougat) o superior
- Cámara de 8mpx o superior
- Resolución de pantalla en HD
- Tamaño de pantalla de 5 pulgadas o superior
- Procesador de cuatro núcleo o superior
- Espacio de Almacenamiento disponible de 200MB
- Memoria RAM de 1GB o superior

- **Esquema de navegabilidad**

Como inicio del flujo de navegabilidad, primero se presentará la pantalla de inicio de la aplicación con la opción de aprender que al seleccionarla se mostrarán las categorías como el Sistema óseo, el Sistema circulatorio, entre otros. Al presionar cualquiera de las categorías se activará la cámara del dispositivo móvil y se generará el modelo 3D.

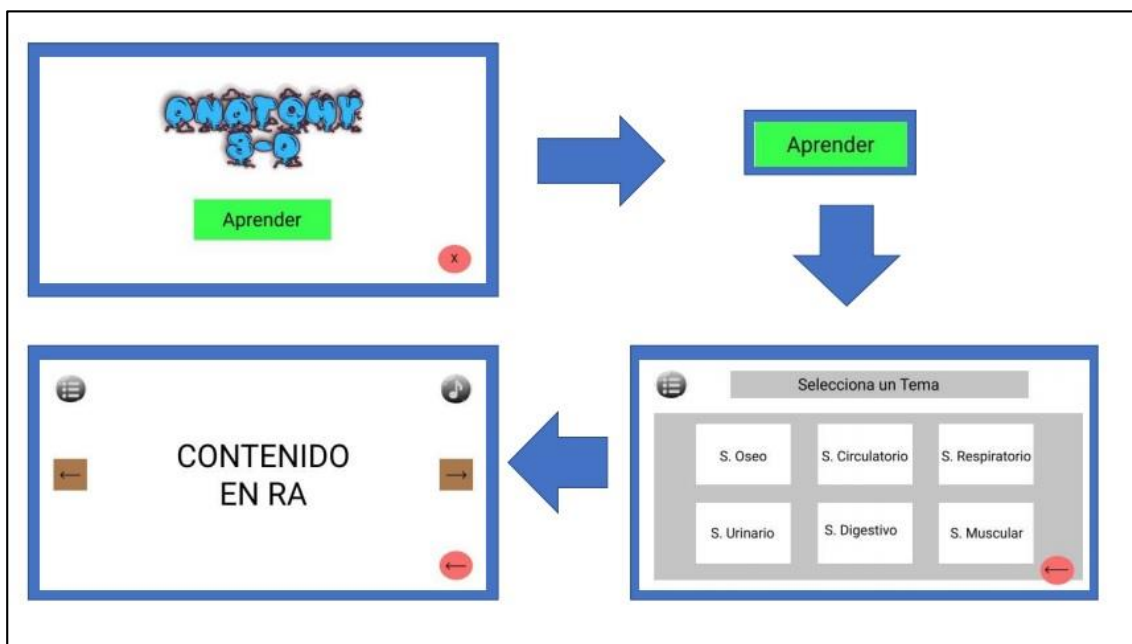


Figura 7. Esquema de navegabilidad.

Al seleccionar las flechas se podrá recorrer por todos los modelos 3D de esa categoría, al pulsar el botón de música se escuchará un audio con la información referente al modelo 3D presente.



Figura 8. Botón de audio

Al pulsar el botón de práctica aparecerá la lista de prácticas por categoría.

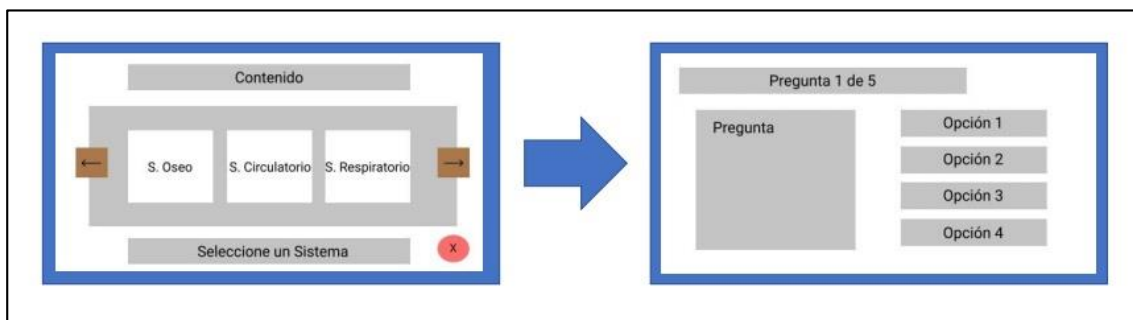


Figura 9. Lista de prácticas

Al terminar de responder todas las preguntas, la aplicación mostrará la pantalla de resultados y su resultado en estrellas.





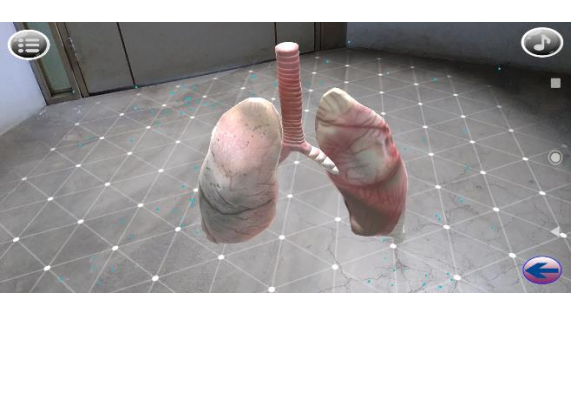

Figura 10. Resultado de práctica

- **Prototipos de alta fidelidad**

En la siguiente tabla se describirá cada uno de los prototipos realizados.

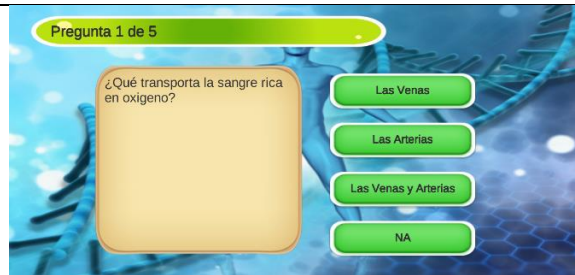
Tabla 13

Prototipos de alta fidelidad

Descripción	Prototipo
<p>Menú Inicio</p> <p>Se muestra el logo de la aplicación, la opción aprender y salir.</p>	
<p>Contenido</p> <p>Se muestran varias categorías como Sistema óseo, Sistema circulatorio, etc. También contara con la opción de preguntas.</p>	
<p>Realidad Aumentada</p> <p>Se puede visualizar los modelos 3D de la categoría seleccionada, así como navegar entre modelos. También contara con la opción de preguntas y de audio.</p>	
<p>Practica</p> <p>Se muestra la lista de prácticas por categoría. También cuenta con una opción para navegar entre pantallas.</p>	

Preguntas

Se muestra la pregunta y las alternativas. Se validarán las respuestas a través de un sonido.



Resultado

Al terminar la práctica se mostrar el puntaje en estrellas.



3.2.3 Producción

3.2.3.1 Tarjetas de historias de usuario (Story card)

En la tabla 13 se muestra la lista de historias de usuario para el desarrollo del software.

Tabla 14

Lista de historias de usuario

ID	Nombre	Dificultad	Esfuerzo	Prioridad	Estado
H001	Pantalla de Inicio	Fácil	1 h	1	Verificado
H002	Menú Aprender	Fácil	1 h	3	Verificado
H003	Realidad Aumentada	Difícil	16 h	5	Verificado
H004	Evaluación	Difícil	4 h	5	Verificado

En la tabla 14 se presenta una de las historias de usuario que se ha realizado durante el proyecto.

Tabla 15

Historia de usuario de pantalla inicio

ID	Tipo	Dificultad		Esfuerzo		Prioridad
		Antes	Después	Estimado	Requerido	
H001	Nuevo	Fácil	Fácil	1 h	1 h	1
Descripción						
Se desarrolla la Pantalla de Inicio el cual muestra la opción de Aprender.						
Fecha	Estado	Comentarios				
25/11/19	Definido					
25/11/19	Realizado					
25/11/19	Verificado					

3.2.3.2 Tarjeta de tareas (Task card)

En la tabla 15 se muestra la lista de tarjetas de tareas para el desarrollo del software.

Tabla 16

Lista de tarjetas de tareas

ID	Nombre	Dificultad	Confianza	Esfuerzo	Estado
T001	Opciones pantalla de inicio	2	4	1 h	Realizado
T002	Opciones menú categorías	3	4	1 h	Realizado
T003	Cargar imágenes	1	4	½ h	Realizado
T004	Opciones realidad aumentada	3	4	1 h	Realizado
T005	Modelos 3D	5	4	6 h	Realizado
T006	Reproducción de audio	2	4	1 h	Realizado
T007	Botones de navegación	2	4	½ h	Realizado
T008	Opciones evaluación	3	4	1 h	Realizado
T009	Realización de ejercicios	3	4	2 h	Realizado
T010	Validación de respuesta	5	4	2 h	Realizado
T011	Visualizar puntajes ejercicios	4	4	2 h	Realizado

En la tabla 16 se muestra una de las tarjetas de tareas que se realizó durante el proyecto.

Tabla 17

Tarjeta de tareas pantalla inicio

ID	Tipo	Dificultad		Confianza	Esfuerzo	
		Antes	Después		Estimado	Obtenido
T001	Nuevo	1	2	4	1 h	1 h
Descripción						
Se muestra el logo de la aplicación, la opción de aprender y la opción salir.						
Fecha	Estado	Comentarios				
25/11/19	Definido					
25/11/19	Realizado					

3.2.4 Estabilización

En la figura 11, se muestra la codificación de la pantalla de inicio, la cual permite viajar a la escena menú de categorías.

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

public class Principal : MonoBehaviour
{
    public void contenido(){
        SceneManager.LoadScene("Contenido");
    }

    public void salir(){
        Application.Quit();
    }
}
```

Figura 11. Codificación de pantalla de inicio

El método contenido() permite viajar al menú de categorías y el método salir() nos permite salir del aplicativo.

En la figura 12, se muestra la codifico del modelo 3D.

```

public class alternativaCirculatorio : MonoBehaviour{
    private Sonidos sonidos;
    private int nota = 0;
    private int cont = 0;

    void Start(){
        sonidos = FindObjectOfType<typeof(Sonidos)> as Sonidos;
    }

    public void botonRpt(Text valor){
        Debug.Log(valor.text);
        if(cont==0){
            if(valor.text == "Las Venas"){
                sonidos.playAcierto();
                nota++;
            }else{
                sonidos.playError();
            }
        } else if(cont == 1){
            if(valor.text == "Las Venas"){
                sonidos.playAcierto();
                nota++;
            }else{
                sonidos.playError();
            }
        } else if(cont == 2){
            if(valor.text == "Las Arterias"){
                sonidos.playAcierto();
                nota++;
            }else{
                sonidos.playError();
            }
        } else if(cont == 3){
            if(valor.text == "Nutrientes y Oxigenos"){
                sonidos.playAcierto();
                nota++;
            }else{
                sonidos.playError();
            }
        } else if(cont == 4){
            if(valor.text == "Circulacion"){
                sonidos.playAcierto();
                nota++;
            }else{
                sonidos.playError();
            }
        }
        cont++;
    }
}

```

Figura 12. Código de modelo 3D

En la función Start() se encarga de cargar los audios en el canvas. Y el método botonRpt() se encarga de validar el número de la pregunta, su respuesta y el audio del resultado previamente cargado.

3.2.5 Pruebas

- **Objetivo:**

El objetivo de las pruebas es garantizar el cumplimiento de los requerimientos funcionales con el fin de lograr la satisfacción por parte de los usuarios con un correcto funcionamiento por parte del aplicativo móvil desarrollado.

- **Estrategia de pruebas:**

Con el fin de asegurar el cumplimiento de los requerimientos funcionales ya especificados, se ha procedido a realizar los siguientes casos de pruebas.

- **Casos de prueba**

Tabla 18

Caso de prueba 1


Identificador	Prueba_001	
Nombre del caso	Inicio de Sesión	
Modulo	M001: Este módulo se presenta al iniciar la aplicación, mostrará el logo de la aplicación y la opción de aprender.	
Requerimiento funcional	RF-01: Se mostrará la opción de aprender.	
Objetivo	El objetivo del presente caso de prueba es corroborar la correcta carga del aplicativo	
Precondición	Ingresar al aplicativo	
Paso	Resultado esperado	Resultado real
Iniciar Aplicación	Pantalla de inicio	

Tabla 19

Caso de prueba 2

Identificador	Prueba_002	
Nombre del caso	Menú Aprender	
Modulo	M002: En el módulo aprender se podrán encontrar diversas opciones por categoría las cuales contendrán los diferentes modelos 3D.	
Requerimiento funcional	RF-02: Se mostrarán las opciones de evaluar y las diferentes categorías por sistema para que el usuario puede elegir.	
Objetivo	El objetivo es comprobar la correcta presentación del menú aprender	
Precondición	El usuario ha seleccionado la opción "Aprender"	
Paso	Resultado esperado	Resultado real


Seleccionar opción “Aprender”	Menú Aprender	
----------------------------------	---------------	------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 20
Caso de prueba 3


Identificador	Prueba_003	
Nombre del caso	Menú Aprender	
Modulo	M002: En el módulo aprender se podrán encontrar diversas opciones por categoría las cuales contendrán los diferentes modelos 3D.	
Requerimiento funcional	RF-03: Cada categoría mostrará una imagen del sistema referente a los modelos 3D a mostrar.	
Objetivo	El objetivo es comprobar la correcta presentación del menú aprender	
Precondición	-	
Paso	Resultado esperado	Resultado real
Seleccionar opción “Aprender”	Menú Aprender	

Tabla 21

Caso de prueba 4

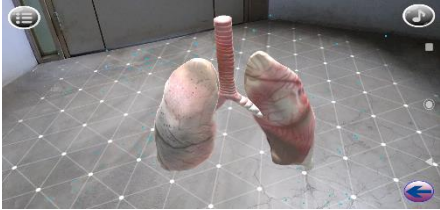
Identificador	Prueba _004	
Nombre del caso	Realidad aumentada	
Modulo	M003: La aplicación tendrá la capacidad de mostrar los modelos 3D en un entorno real, también contendrá un audio con la información de cada modelo mostrado.	
Requerimiento funcional	RF-04: La aplicación deberá mostrar los modelos 3D y combinarlos en un entorno real.	
Objetivo	El objetivo es comprobar la correcta presentación de los modelos 3D combinados con el entorno real	
Precondición	-	
Paso	Resultado esperado	Resultado real
Seleccionar un sistema	Mostrar el objeto 3D correspondiente al sistema seleccionado	

Tabla 22

Caso de prueba 5

Identificador	Prueba _005	
Nombre del caso	Realidad aumentada	
Modulo	M003: La aplicación tendrá la capacidad de mostrar los modelos 3D en un entorno real, también contendrá un audio con la información de cada modelo mostrado.	
Requerimiento funcional	RF-05: La aplicación deberá reproducir un audio con la información referente al modelo 3D.	
Objetivo	Comprobar la correcta reproducción de los audios deseados para cada tema disponible	
Precondición	-	
Paso	Resultado esperado	Resultado real
Seleccionar un tema	Mostrar un órgano correspondiente al tema seleccionado	Audio reproducido correspondiente al tema seleccionado

Tabla 23

Caso de prueba 6


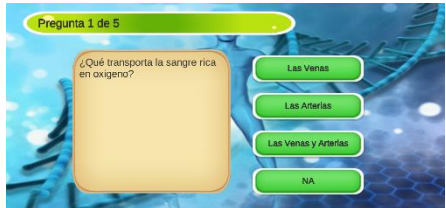

Identificador	Prueba _006	
Nombre del caso	Evaluación	
Modulo	M004: Este módulo contendrá las preguntas a evaluar por cada categoría presentada.	
Requerimiento funcional	RF-06: La aplicación deberá permitir dar una pequeña evaluación por cada categoría.	
Objetivo	Permitir la correcta selección de la categoría a evaluar	
Precondición	-	
Paso	Resultado esperado	Resultado real
	Listado de temas a evaluar	

Tabla 24

Caso de prueba 7

Identificador	Prueba _007	
Nombre del caso	Evaluación	
Modulo	M004: Este módulo contendrá las preguntas a evaluar por cada categoría presentada.	
Requerimiento funcional	RF-07: La evaluación constará de una ronda de 5 preguntas sobre la información mencionada en los audios y constará con 4 opciones, donde el alumno deberá elegir la respuesta correcta.	
Objetivo	Comprobar el correcto funcionamiento de la evaluación disponible para los usuarios	
Precondición	-	
Paso	Resultado esperado	Resultado real
Seleccionar una categoría	Cuestionario de preguntas (una por pantalla).	
Responder las 5 preguntas	Resultado del cuestionario	

3.2.6 Fase adicional: distribución del producto

3.2.6.1 Requisitos de la aplicación

Se requiere un almacenamiento mayor a 150 MB y disponer del uso de la cámara del dispositivo.

3.2.6.2 Instalación

Para el proceso de instalación se necesita de una conexión a internet.

- Paso 1:

Ingresar a la Play Store y buscar “Anatomy 3D” o puedes encontrarlo en el siguiente enlace:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.devplus.anatomia3d>

- Paso 2:

Pulsa el botón “Instalar” y esperar a que termine la descarga e instalación.

- Paso 3:

Finalmente pulsar el botón “Abrir” o cerrar de la Play Store y buscar “Anatomy 3D”.

El tiempo de descarga e instalación de la aplicación es de aproximadamente 1 minuto y 30 segundos con un internet de 40 Mbps.

CAPÍTULO IV

VALIDACIÓN

4.1 Metodología de verificación y validación

Se siguieron los siguientes pasos de la metodología AD-HOC:

Paso 1: Se establecieron los ambientes en los que se iban a realizar las pruebas.

Paso 2: Se determinó la cantidad de pruebas a realizarse para cada objetivo establecido:

Tabla 25

Cantidad de pruebas realizadas

Objetivo	N° de Pruebas
El API ARCore requiere poca cantidad de luz para el reconocimiento de una superficie plana	22 pruebas
El uso de la tecnología markerless requiere poco tiempo para el reconocimiento de un área plana	30 pruebas
La facilidad de uso del aplicativo móvil con realidad aumentada para estudiar anatomía humana es alta	20 pruebas

Paso 3: Se prepararon los instrumentos a utilizar en las pruebas:

- Smartphone
- Medidor de luz (Solo para el objetivo N°1)
- Cronometro (Solo para el objetivo N°2)

Paso 4: Se realizaron las pruebas de cada objetivo.

Paso 5: Se obtuvieron e interpretaron los resultados.

4.2 Diseño de la verificación y validación

A. El API ARCore requiere poca cantidad de luz para el reconocimiento de una superficie plana.

Las pruebas deben de funcionar con un mínimo de 30 lux para poder demostrar el éxito del objetivo.

En esta prueba se busca obtener si la aplicación móvil es capaz de hacer el reconocimiento de un área dependiendo del nivel de iluminación.

Finalmente, habiendo realizado las pruebas y obteniendo que la aplicación móvil funciona con un mínimo de 30 lux, lo cual cumple con lo especificado en consecuencia la prueba ha sido aceptable.

B. El uso de la tecnología markerless requiere poco tiempo para el reconocimiento de un área plana

Las pruebas deben de demorar menos de 3 segundos para poder demostrar el éxito del objetivo.

En esta prueba se busca obtener los tiempos que demora la tecnología markerless en reconocer un área plana.

Finalmente, habiendo realizado las pruebas y obteniendo que en promedio demora 2.52 segundos, lo cual cumple con lo especificado en consecuencia la prueba ha sido aceptable.

C. La facilidad de uso del aplicativo móvil con realidad aumentada para estudiar anatomía humana es alta

Las pruebas deben de pasar del 70% de uso fácil y muy fácil para poder demostrar el éxito del objetivo.

En esta prueba se busca ver que tan fácil será el uso de un aplicativo móvil con realidad aumentada.

Finalmente, habiendo realizado las pruebas y obteniendo que el 93% afirma que el uso es fácil y muy fácil, se cumple con lo especificado en consecuencia la prueba ha sido aceptable.

4.3 Resultados de la verificación de la verificación y validación

A. El API ARCore requiere poca cantidad de luz para el reconocimiento de una superficie plana

Estas pruebas se realizaron utilizando la aplicación móvil 20 veces junto con una aplicación móvil para medir el nivel de iluminación de la superficie (Lux) para tratar de identificar si la tecnología ARCore es adecuada.

Terminada las pruebas se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 26

Prueba de luminosidad

	Lux	Resultado
Prueba 1	12	Falló
Prueba 2	16	Falló
Prueba 3	20	Falló
Prueba 4	22	Falló
Prueba 5	23	Falló
Prueba 6	24	Falló
Prueba 7	25	Falló
Prueba 8	28	Falló
Prueba 9	30	Funcionó
Prueba 10	47	Funcionó
Prueba 11	53	Funcionó
Prueba 12	59	Funcionó
Prueba 13	64	Funcionó
Prueba 14	75	Funcionó
Prueba 15	80	Funcionó
Prueba 16	85	Funcionó
Prueba 17	93	Funcionó
Prueba 18	95	Funcionó
Prueba 19	110	Funcionó
Prueba 20	126	Funcionó
Prueba 21	145	Funcionó
Prueba 22	162	Funcionó

A continuación, se presenta los resultados obtenidos en un gráfico.



Figura 13. Resultados de prueba de luminosidad

Interpretación:

De las pruebas realizadas al aplicativo se obtuvo que cuando la cantidad de luz baja de 30 lux, el reconocimiento de superficies planas empieza a funcionar de forma errónea siendo incapaz de realizar su función, cuando es mayor o igual a 30 lux el funcionamiento del reconocimiento de superficies planas es correcto.

B. El uso de la tecnología markerless requiere poco tiempo para el reconocimiento de un área plana

Estas pruebas se realizaron utilizando la aplicación móvil 30 veces grabando la pantalla del smartphone mientras se usaba la función de reconocimiento de área.

Posteriormente la grabación fue cortada con Camtasia Studio para saber cuánto tiempo demora la aplicación en reconocer un área plana.

Terminada las pruebas se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 27

Pruebas de tiempo de reconocimiento

	Tiempo
Prueba 1	5.32
Prueba 2	1.4
Prueba 3	2.56
Prueba 4	1.42
Prueba 5	2.7
Prueba 6	5.2
Prueba 7	2.34
Prueba 8	4.18
Prueba 9	5.2
Prueba 10	2.22
Prueba 11	3.62
Prueba 12	1.68
Prueba 13	1.83
Prueba 14	3.41
Prueba 15	2.75
Prueba 16	2.4
Prueba 17	1.38
Prueba 18	1.62
Prueba 19	1.55
Prueba 20	1.48
Prueba 21	1.73
Prueba 22	1.5
Prueba 23	5.22
Prueba 24	1.61
Prueba 25	2.31
Prueba 26	2.4
Prueba 27	1.6
Prueba 28	1.52
Prueba 29	1.72
Prueba 30	1.81

A continuación, se presenta los resultados obtenidos en un gráfico.



Figura 14. Resultados de la prueba de tiempo de reconocimiento

Media y mediana:

Los valores obtenidos para la media y mediana son los siguientes:

Tabla 28

Media y mediana del tiempo de reconocimiento

Media	Mediana
2.52	2.03

Interpretación:

En la figura 14 se observan los resultados de la prueba realizada en la cual el tiempo promedio de reconocimiento de la superficie plana obtenido fue 2.52 segundos.

C. La facilidad de uso del aplicativo móvil con realidad aumentada para estudiar anatomía humana es alta

Estas pruebas se realizaron con 20 personas a las cuales se les pidió usar la aplicación móvil y al terminar de usarlas se les presento si les resultado fácil, muy fácil, difícil o muy difícil.

Terminadas las pruebas se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 29

Pruebas de facilidad de uso

	Muy fácil	Fácil	Difícil	Muy difícil
Prueba 1	X			
Prueba 2	X			
Prueba 3	X			
Prueba 4	X			
Prueba 5	X			
Prueba 6	X			
Prueba 7		X		
Prueba 8			X	
Prueba 9	X			
Prueba 10	X			
Prueba 11	X			
Prueba 12	X			
Prueba 13	X			
Prueba 14	X			
Prueba 15		X		
Prueba 16		X		
Prueba 17		X		
Prueba 18	X			
Prueba 19		X		
Prueba 20		X		
Total	8	6	1	0

A continuación, se presenta los resultados obtenidos en un gráfico:

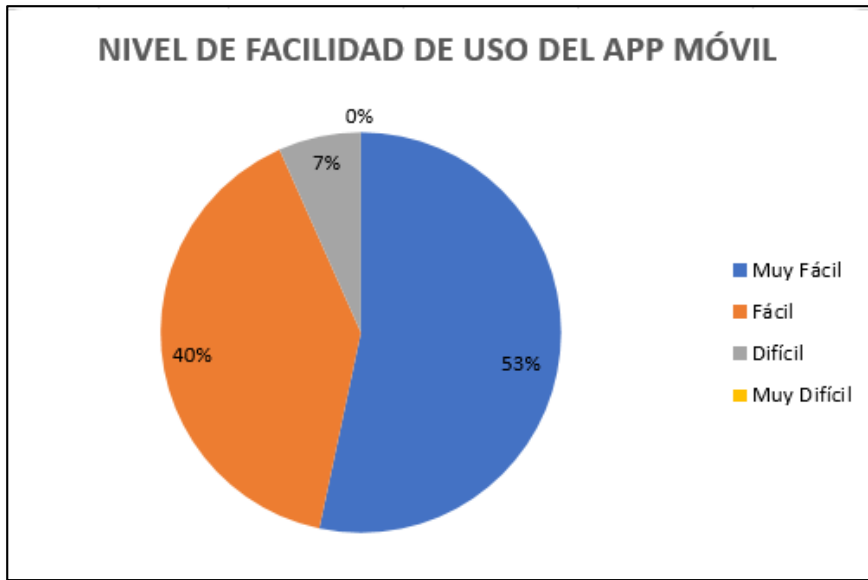


Figura 15. Resultados de prueba de facilidad de uso

Media y mediana:

Estableciendo que los datos son:

Tabla 30

Valores de la media y mediana de la prueba de facilidad de uso

Valor	Descripción
1	Muy fácil
2	Fácil
3	Difícil
4	Muy difícil

Se entiende que los valores obtenidos para la media y mediana son los siguientes:

Tabla 31

Media y mediana de la prueba de facilidad de uso

Media	Mediana
1.4	1

Interpretación:

El 53% de los resultados obtenidos en las pruebas demostraron que la usabilidad es muy fácil, el 40% de las pruebas la encontraron fácil, mientras que solo el 7% de las pruebas la encontraron difícil.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Al terminar el presente proyecto se pudo desarrollar una aplicación de realidad aumentada que ayude al estudio de anatomía humana haciendo uso de la API ARCore con la tecnología markerless. La aplicación podrá ser usada por cualquier persona que desee ampliar sus conocimientos de anatomía humana.

Al desarrollar el presente proyecto se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- El API ARCore usado en el proyecto para el reconocimiento de superficies planas tiene un buen funcionamiento en superficies iluminadas con más de 30 lux.
- La tecnología markerless utilizada en este proyecto tiene un tiempo de reconocimiento de un área plana muy eficiente, siendo este en su mayoría no mayor a 3 segundos.
- De todos los participantes encuestados, la mayoría concuerdan que el aplicativo es muy fácil de usar.

5.2 Recomendaciones

- El uso de la API ARCore usada en la presente investigación puede representar un inconveniente si se desea trabajar con teléfonos móviles no tan modernos debido a problemas de incompatibilidad.
- Se recomienda probar la tecnología ARCore en dispositivos iOS con el fin de evaluar su rendimiento.
- Con el fin de mejorar la experiencia de usuario, se recomienda, añadir más modelos 3D al mismo tiempo que se recomienda añadir más información sobre los objetos o en su defecto redireccionar a páginas web.

REFERENCIAS

- Abu-Al-Aish, A. (2014). *Toward mobile Learning deployment in higher education* (Tesis doctoral). Recuperado de <http://bura.brunel.ac.uk/handle/2438/7998>
- Ahmed, A. Rana, A. y Salah, A. (2016). Perceptions and Challenges of mobile learning in Kuwait. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 30(2), 279-289. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2016.12.001>
- Android. (2020). *Codenames, Tags, and Build Numbers*. California, EE.UU.: Google. Recuperado de <https://source.android.com/setup/start/build-numbers>
- Android. (s.f). *What is Android*. California, EE.UU.: Google. Recuperado de <https://www.android.com/what-is-android/>
- Aparicio, I. (2018). *Prototipo de aplicación móvil de realidad aumentada para su uso didáctico en el aula* (Tesis de pregrado). http://oa.upm.es/49434/1/TFG_IGNACIO_APARICIO_VAZQUEZ.pdf
- Banco Mundial. (2018). *Educación*. Washington, EE.UU.: Banco Mundial. Recuperado de [https://www.bancomundial.org/es/topic/education/overview#:~:text=El%20Grupo%20Banco%20Mundial%20\(GBM,personas%20y%20los%20países%20prosperen.](https://www.bancomundial.org/es/topic/education/overview#:~:text=El%20Grupo%20Banco%20Mundial%20(GBM,personas%20y%20los%20países%20prosperen.)
- Ballesteros, J. Catalina, C. y Carmona, A. (2008). *Anatomía humana general*. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=m9-RRP8Qc4gC>
- Barrientos, L. (2017). *Influencia de un software con realidad aumentada para el proceso de aprendizaje de anatomía de anatomía humana en la educación primaria I.E.I.P. Pitágoras nivel A, Andahuaylas* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unajma.edu.pe/handle/123456789/267>

- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., y Olabe, J. C. (2007). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. *Online Educa Madrid*, 7, 24-29. Recuperado de <http://bit.ly/2hpZokY>
- Bernadette P. (2015). Gamifying French Language Learning: A Case Study Examining a Quest-based, Augmented Reality Mobile Learning-tool. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174(12), 2308-2315. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.892>
- Billinghurst, M., Kato, H. y Poupyrev, I. (2001). "The MagicBook - moving seamlessly between reality and virtuality". *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(3), 6-8. Recuperado de <https://doi.org/10.1109/38.920621>
- Cabero, J., Barroso, J. y Obrador, M. (2017). Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la medicina. *Educación Médica*, 18(3), 203-208. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2016.06.015>
- Calero, M. (2009). *Técnicas de estudio*. Recuperado de https://www.academia.edu/20447169/Tecnicas_de_estudio
- Cascales, A (2015). *Realidad Aumentada y educación infantil: implementación y evaluación* (Tesis doctoral). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10201/47022>
- Casero, E. (2016). *La importancia de las TIC para la enseñanza de idiomas en el aula multicultural* (Tesis doctoral). Recuperado de <http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:Filologia-Emcasero>
- Cuzco, E. Guillermo, P. y Peña, E. (2012). *Análisis, diseño e implementación de una aplicación con realidad aumentada para teléfonos móviles orientada al turismo* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1708>

Edwards-Stewart, A. Hoyt, T. y Reger, G. (2016). Classifying different types of augmented reality technology. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*, 14, 199-202. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/315701832_Classifying_different_types_of_augmented_reality_technology

Ibáñez, M. Di-Serio, Á. Villarán-Molina, D. y Delgado-Kloos, C. (2015). "Support for Augmented Reality Simulation Systems: The Effects of Scaffolding on Learning Outcomes and Behavior Patterns,". *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9(1), 46-56. Recuperado de <https://doi.org/10.1109/TLT.2015.2445761>

Javornik, A. (2016). *The Mainstreaming of Augmented Reality: A Brief History*. Massachusetts, EE.UU.: Harvard Business Review. Recuperado de <https://hbr.org/2016/10/the-mainstreaming-of-augmented-reality-a-brief-history>

Karthikeyan, P. Uma, K. Pudumular, S. (2015). Effectiveness of Mobile Learning at TCE, India: A Learner Perspective. *2015 IEEE Seventh International Conference on Technology for Education (T4E)*, 41-42. Recuperado de <https://doi.org/10.1109/T4E.2015.8>

Kim, Y. G. y Kim, W. J. (2014). Implementation of augmented reality system for smartphone advertisements. *International journal of multimedia and ubiquitous engineering*, 9(2), 385-392. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.14257/ijmue.2014.9.2.39>

Kurniawan, M. H. y Witjaksono, G. (2018). Human anatomy learning systems using augmented reality on mobile application. *Procedia Computer Science*, 135, 80-88. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.152>

- Layona, R., Yulianto, B. y Tunardi, Y. (2018). Web Based Augmented Reality for Human Body Anatomy Learning. *Procedia Computer Science*, 135, 457-464. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.197>
- Meneses, J. y Laveriano, E. (2016). *Prototipo de aplicación móvil utilizando la metodología Mobile-D para la verificación de la formalidad en el servicio de taxi metropolitano en la ciudad de Lima* (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/5304>
- Microsoft (2018). *Understanding Android API levels*. Washington, EE.UU. Microsoft. Recuperado de <https://docs.microsoft.com/en-us/xamarin/android/app-fundamentals/android-api-levels?tabs=windows>
- Ordaz, L. (2016). *Definición de aplicaciones móviles*. San Francisco, EE.UU. Prezi Inc. Recuperado de <https://prezi.com/xmdjgykijnorj/definicion-de-aplicaciones-moviles/>
- Palomo-Duarte, M., Berns, A. Dodero, J. y Cejas, A. (2014). Foreign Language Learning Using a Gamified APP to Support Peer-assessment. *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, 1, 381-386. Recuperado de <https://doi.org/10.1145/2669711.2669927>
- Qiao, X., Ren, P., Dustdar, S., Liu, L., Ma, H. y Chen, J. (2019). Web AR: A Promising Future for Mobile Augmented Reality—State of the Art, Challenges, and Insights. *Proceedings of the IEEE*, 107(4), 651-666. Recuperado de <https://doi.org/10.1109/JPROC.2019.2895105>
- Quispe, B. (2019). *Desarrollo de una Aplicación Móvil con modelos 3D para promocionar las cerámicas del Distrito de José Domingo Choquehuanca – Puno* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1964>

Rebekah, L. Gutierrez, A. y Shaffer, J. (2018). Student Perceived Difficulties in Learning Organ Systems in an Undergraduate Human Anatomy Course. *HAPS Educator*, 22(1), 84-92. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1227929.pdf>

Suárez, J., Iturrieta, I. y García, F. (2017). *Anatomía humana para estudiantes de ciencias de la salud*. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=GLCoDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=anatomia+humana&ots=oMZ40l_us1&sig=LEu5YFUWC6zL_c09A3IDWKhD_2w&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Vargas, A. y Palacios, V. (2000). *Ciencias Salud 1 DGB*. Recuperado de https://books.google.com.pe/books/about/Ciencias_Salud_1_DGB.html?id=m5-EBgAAQBAJ&redir_esc=y

Vay, D. (2008). *Anatomía y fisiología humana*. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=gkqKyVVH3OQC>

Vergara, H. (2020). *La pandemia de la Covid-19 genera una brecha educativa en Perú*. Barcelona, España. La Vanguardia. Recuperado de <https://www.lavanguardia.com/participacion/lectores-corresponsales/20200609/481672450669/brecha-educacion-pobreza-ninos-peru-escuela-confinamiento-covid-19-aprendo-en-casa.html>

ANEXOS

Anexo 1: Zotero

Título	Creador
ARTICULO - An Augmented Reality magic mirror as additive teaching device for gross anatomy	Kugelmann et al.
ARTICULO - Classifying different types of augmented reality technology	Edwards-Stewart et al.
ARTICULO - Effectiveness of Mobile Learning at TCE, India: A Learner Perspective	Karthikeyan et al.
ARTICULO - Effectiveness of Mobile Learning at TCE, India: A Learner Perspective	P et al.
ARTICULO - Gamifying French Language Learning: A Case Study Examining a Quest-based, Augmented Reality Mobile Learning-tool	Perry
ARTICULO - Human Anatomy Learning Systems Using Augmented Reality on Mobile Application	Kurniawan et al.
ARTICULO - Implementation of Augmented Reality System for Smartphone Advertisements	Kim y Kim
ARTICULO - Introducción a la realidad aumentada.pdf	
ARTICULO - Manual de técnicas de estudio	Bobadilla
ARTICULO - Perceptions and challenges of mobile learning in Kuwait	Al-Hunaiyyan et al.
ARTICULO - Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la medicina	Cabero Almenara et al.
ARTICULO - Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente - PDF Free Download	
ARTICULO - Student Perceived Difficulties in Learning Organ Systems in an Undergraduate Human Anatomy Course	Lieu et al.
ARTICULO - Support for Augmented Reality Simulation Systems: The Effects of Scaffolding on Learning Outcomes and Behavior Patterns	Ibáñez et al.
ARTICULO - The MagicBook - moving seamlessly between reality and virtuality	Billinghurst et al.
ARTICULO - Web AR: A Promising Future for Mobile Augmented Reality—State of the Art, Challenges, and Insights	Qiao et al.
ARTICULO - Web based Augmented Reality for Human Body Anatomy Learning	Layona et al.
LIBRO - Anatomía humana general	Ballesteros et al.
LIBRO - Anatomía humana para estudiantes de Ciencias de la Salud	Quintanilla et al.
LIBRO - ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA HUMANA	Vay
LIBRO - Ciencias Salud 1 DGB - Armando Vargas Domínguez, Verónica Patricia Palacios Álvarez - Google Libros	
LIBRO - Técnicas de estudio	
TESIS - Análisis, diseño e implementación de una aplicación con realidad aumentada para teléfonos móviles orientada al turismo	Calero Pérez
TESIS - Desarrollo de una Aplicación Móvil con modelos 3D para promocionar las cerámicas del Distrito de José Domingo Choquehuanca - Puno	Cuzco Simbaña et al.
TESIS - Influencia de un software con realidad aumentada para el proceso de aprendizaje en anatomía humana en la educación primaria I.E.I.P. Pitágoras nivel A, Andahuaylas.	Quispe Aquino
TESIS - La importancia de las TIC para la enseñanza de idiomas en el aula multicultural	Barrientos
TESIS - Prototipo de aplicación móvil de realidad aumentada para su uso didáctico en el aula.	Osorio
TESIS - Prototipo de aplicación móvil utilizando la metodología Mobile-D para la verificación de la formalidad en el servicio de taxi metropolitano en la ciudad de Lima	Vázquez y Calvo
TESIS - Realidad aumentada y educación infantil : implementación y evaluación	Meneses Sánchez y Laveriano Meca
TESIS - Toward mobile learning deployment in higher education	Cascales Martínez
	Abu-Al-Aish

Anexo 2: Matriz de consistencia

Tabla 32
Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<p>Problema General</p> <p>¿Qué características debería tener un aplicativo móvil con realidad aumentada para estudiar de anatomía humana?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Diseñar e implementar un aplicativo móvil con realidad aumentada para estudio de anatomía humana.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Un aplicativo móvil con realidad aumentada para el estudio de anatomía humana se caracteriza por requerir poca cantidad de luz y tiempo para el reconocimiento de una superficie plana y tiene una facilidad de uso alta</p>	<p>Variable Independiente</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuál será la cantidad mínima de luz requerida por el API ARCore para el reconocimiento de una superficie plana?</p> <p>¿Cuánto tiempo tomará el reconocimiento de un área plana haciendo uso de la tecnología Markerless?</p> <p>¿Qué tan fácil será el uso de un aplicativo móvil con realidad aumentada para estudiar anatomía humana?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Medir la cantidad de luz mínima requerida por el API ARCore para el reconocimiento de una superficie plana</p> <p>Medir el tiempo que toma el reconocimiento de un área plana haciendo uso de la tecnología Markerless</p> <p>Validar la facilidad de uso del aplicativo móvil con realidad aumentada para estudiar anatomía humana</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>EL API ARCore requiere poca cantidad de luz para el reconocimiento de una superficie plana</p> <p>El uso de la tecnología Markerless requiere poco tiempo para el reconocimiento de un área plana.</p> <p>La facilidad de uso del aplicativo móvil con realidad aumentada para estudiar anatomía humana es alta.</p>	<p>Aplicativo con Realidad Aumentada</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Estudio de Anatomía Humana</p>

Anexo 3: Matriz de revisión de literatura

Tabla 33

Matriz de revisión de literatura

TÍTULO	AUTOR	INSTITUCIÓN	AÑO	OBJETIVO	APORTES	FECHA DE REVISIÓN	TIPO LITERAT.
Influencia de un software con realidad aumentada para el proceso de aprendizaje de anatomía humana en la educación primaria I.E.I.P. Pitágoras nivel A, Andahuaylas	Loa Barrientos, Lucy Susana	Universidad nacional José María Arguedas	2017	Determinar la influencia del modelo de realidad aumentada en el rendimiento académico del proceso de aprendizaje de Anatomía Humana	La Anatomía Humana es el área más aprovecha el uso de la realidad aumentada	10/03/2020	Tesis de Pregrado
Prototipo de aplicación móvil utilizando la metodología Mobile-D para la verificación de la formalidad en el servicio de taxi metropolitano en la ciudad de Lima	Meneses Sánchez, Jesús Daniel Laveriano Meca, Elva Carolina	Universidad Nacional Mayor de San Marcos	2016	Desarrollar un prototipo de aplicación móvil haciendo uso de la metodología Mobile-D para la verificación del servicio de taxi metropolitano en la ciudad de Lima	El uso de la metodología de desarrollo Mobile-D es la más óptima para desarrollar aplicaciones móviles	13/03/2020	Tesis de Pregrado
Realidad aumentada y educación infantil: implementación y evaluación	Cascales Martínez, Antonia	Universidad de Murcia	2015	Diseño, aplicación, seguimiento y evaluación de seis unidades de trabajo con Realidad Aumentada	El sector en el cual se va a aplicar la realidad aumentada, el educativo.	15/03/2020	Tesis Doctoral
Desarrollo de una Aplicación Móvil con modelos 3D para promocionar las cerámicas del Distrito de José Domingo Choquehuanca – Puno	Quispe Aquino, Betsaida	Universidad Peruana Unión	2019	Desarrollo de una aplicación móvil con modelos 3D para la promoción de cerámicas	El uso de la tecnología ARCore para la implementación de un aplicativo de realidad aumentada sería beneficioso	17/03/2020	Tesis de Pregrado

Anexo 4: Matriz de Operacionalización de Variables

Tabla 34
Matriz de Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Índice	Técnica	Instrumento	Unidad de Medida	Unidad Investigativa
Realidad Aumentada	Rendimiento	Cantidad de luz requerida para realizar el reconocimiento de la superficie plana	[12-162]	Observación	Medidor de iluminación	Lux	Software
		Tiempo requerido para realizar el reconocimiento de la superficie plana	[1-5]	Observación	Cronometro	Segundos	Software
	Usabilidad	Facilidad de uso del aplicativo	Muy Fácil Fácil Difícil Muy Difícil	Observación	Cuestionario	Escala Likert	Software
Estudio de Anatomía Humana	Anatomía Descriptiva	Sistemas del Cuerpo Humano	-	-	-	-	-

Anexo 5: Cronograma de Actividades

☐ Aplicativo de Realidad Aumentada "Anatomy-3D"	69días	04/20/2020	07/23/2020
☐ Exploración	6días	04/20/2020	04/27/2020
Establecimiento de Stakeholders	2días	04/20/2020	04/21/2020
Definición del Alcance	1día	04/22/2020	04/22/2020
Definición de Requerimientos	2días	04/23/2020	04/24/2020
Establecimiento del Proyecto	1día	04/27/2020	04/27/2020
☐ Inicialización	15días	04/28/2020	05/18/2020
Configuración del Proyecto	4días	04/28/2020	05/01/2020
Arquitectura del Proyecto	7días	05/04/2020	05/12/2020
Análisis de los Requerimientos	3días	05/13/2020	05/15/2020
Planificación Inicial	1día	05/18/2020	05/18/2020
☐ Producción	39días	05/19/2020	07/10/2020
Definir los Story Card	2días	05/19/2020	05/20/2020
Tarjeta de Tareas (Task Card)	2días	05/21/2020	05/22/2020
Realizar los Story Card	10días	05/25/2020	06/05/2020
Realizar los Task Card	10días	06/08/2020	06/19/2020
Validar los Story Card	15días	06/22/2020	07/10/2020
☐ Estabilización	3días	07/13/2020	07/15/2020
Integración de los módulos	2días	07/13/2020	07/14/2020
Aplicativo Integrado y Culminado	1día	07/15/2020	07/15/2020
☐ Pruebas	6días	07/16/2020	07/23/2020
Definir prueba a utilizar	1día	07/16/2020	07/16/2020
Definir Criterios de Aprobación	1día	07/17/2020	07/17/2020
Ejecución de los Casos de Prueba	2días	07/20/2020	07/21/2020
Seguimiento y Verificación de las Correcciones	2días	07/22/2020	07/23/2020

Figura 16. Cronograma de actividades