

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES**  
**CARRERA DE INFORMÁTICA**



**TESIS DE GRADO**

**APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA EN EL  
PROCESO DE APRENDIZAJE DE LOS ÓRGANOS DEL  
CUERPO HUMANO EN ESTUDIANTES DE TERCERO DE  
PRIMARIA.**

Tesis de Grado para obtener el Título de Licenciatura en Informática  
Mención Ingeniería de Sistemas Informáticos

**POR: GIOVANA RUTH USNAYO QUISPE**

**TUTOR: M.SC. ALDO VALDEZ ALVARADO**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2024**

HOJA DE CALIFICACIONES  
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES  
CARRERA DE INFORMÁTICA  
Tesis de Grado:  
**APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA EN EL PROCESO DE  
APRENDIZAJE DE LOS ÓRGANOS DEL CUERPO HUMANO EN  
ESTUDIANTES DE TERCERO DE PRIMARIA.**

**Presentado por:** Univ. Giovana Ruth Usnayo Quispe

Para optar por el Grado Académico de Licenciatura en Informática

Mención Ingeniería de Sistemas Informáticos

**Nota Numeral:** .....

**Nota Literal:** .....

**Ha sido:** .....

**Director de la carrera de Informática:** Ph. D. Jose Maria Tapia Baltazar

**Tutor:** M.Sc. Aldo Ramiro Valdez Alvarado

**Presidente:** Lic. Brígida Alexandra Carvajal Blanco

**Tribunal:** M.Sc. Grover Alex Rodríguez Ramírez

**Tribunal:** Ph.D. Yohony Cuenca Sarzuri



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES  
CARRERA DE INFORMÁTICA**



**LA CARRERA DE INFORMÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PURAS  
Y NATURALES PERTENECIENTE A LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN  
ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE  
DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICAMENTE ACADÉMICOS**

**LICENCIA DE USO**

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copias, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la referencia correspondiente respetando normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, EL USO NO AUTORIZADO DE LOS  
CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE  
ACCIONES LEGALES CONTEMPLADOS EN LA LEY DE DERECHOS DE  
AUTOR.**

## **DEDICATORIA**

Agradezco a Dios por darme fuerzas cada día y por acompañarme tanto en los momentos más felices como en los más difíciles de mi vida. Sin Su guía, nada de esto sería posible.

A mis padres, Mario y Martina, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo a lo largo de todos estos años. Gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí.

A mis hermanos, Ana María y Mario Luis, por confiar en mí y brindarme su apoyo constante.

A mis sobrinos, Mia y José, por llenar de alegría mis días, especialmente en los momentos más difíciles de mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

Primero y, ante todo, agradezco a Dios sobre todas las cosas por concederme la vida y salud; sin Él, nada de esto sería posible.

A mis padres, Mario Usnayo y Martina Quispe, quienes con su amor, apoyo, guía y comprensión son mi motor para seguir adelante. Su sacrificio y dedicación han sido fundamentales en mi vida. A mis hermanos, Mario Luis y Ana María, quienes siempre están ahí para brindarme su apoyo en los momentos de necesidad. Su compañía y aliento han sido invaluables.

Agradezco profundamente a mi tío Julio Usnayo, quien ha sido un gran apoyo y un ejemplo a seguir. Su sabiduría y generosidad son significativas en mi vida.

Un agradecimiento especial a mi Tutor, M.Sc. Aldo Ramiro Valdez Alvarado, por todos sus consejos, colaboración y la paciencia brindada. Su orientación ha sido crucial para culminar con éxito esta tesis.

A mi docente de taller, Lic. Grover Rodríguez, por toda la paciencia y el tiempo dedicado durante esta etapa. Su dedicación y compromiso con nuestra formación han sido inspiradores.

Un profundo agradecimiento a Belén Huayna, quien más que una amiga es considerada mi hermana. Ha estado a mi lado en todo momento, ya sea bueno o malo, brindándome su apoyo y cariño incondicional. Su amistad es un verdadero tesoro en mi vida.

A mis amigos Keomny, Josué, Gabriela, Ana, Tania y Luis gracias por su tiempo, consejos y por compartir conmigo esta bonita etapa. Su compañía ha sido de alegría y motivación para mi vida.

A Jorge, gracias por tu apoyo y aliento incondicional. Tu presencia ha sido una fortaleza en los momentos difíciles y una alegría en los buenos.

Finalmente, a todas aquellas personas que no he mencionado pero que de alguna manera han influido positivamente en mi vida, les expreso mi más sincero agradecimiento.

## RESUMEN

El crecimiento tecnológico en la educación ha ingresado a una nueva etapa en la actualidad, permitiendo la utilización de nuevas herramientas para el aprendizaje, como aplicaciones en Realidad Aumentada (RA). La integración de la tecnología en el ámbito educativo busca ofrecer material didáctico que facilite la comprensión y el aprendizaje de los estudiantes de manera más efectiva. Es por ello que se propone una metodología para enseñar los órganos del cuerpo humano a estudiantes de tercero de primaria, utilizando tecnología de realidad aumentada. Esta propuesta aprovecha la accesibilidad de los dispositivos móviles inteligentes, que la mayoría de las personas posee hoy en día. La implementación de una aplicación móvil basada en realidad aumentada permitirá a los estudiantes interactuar con representaciones tridimensionales de los órganos del cuerpo humano, facilitando una experiencia de aprendizaje más interactiva y atractiva. A través de esta aplicación, los estudiantes pueden visualizar los órganos en 3D, los recursos multimedia y evaluaciones que refuercen su comprensión.

Para llevar a cabo esta aplicación, se combinó la Metodología de Diseño para Aplicaciones de Realidad Aumentada con la Metodología Ágil Para El Desarrollo De Aplicaciones Multimedia De Dispositivos Móviles (MADAMDM). La primera proporciona un marco estructurado para el diseño y desarrollo de aplicaciones que utilizan realidad aumentada, asegurando que sean intuitivas y fáciles de usar. La segunda, MADAMDM, ofrece un enfoque ágil que facilita la creación rápida y eficiente de aplicaciones multimedia, permitiendo ajustes y mejoras continuas basadas en la retroalimentación de los usuarios. La aplicación no solo busca mejorar la retención de conocimientos, sino también fomentar la curiosidad y el interés de los estudiantes. Mediante el uso de elementos interactivos y visuales, los estudiantes pueden explorar y aprender de una manera que los métodos tradicionales no pueden igualar. Además, esta tecnología promueve un aprendizaje autodirigido, donde los estudiantes pueden estudiar a su propio ritmo.

**Palabras clave:** aprendizaje, educación, realidad aumentada, órganos del cuerpo humano, dispositivos móviles, aplicación móvil.

## ABSTRACT

Technological growth in education has entered a new stage today, allowing the use of new tools for learning, such as Augmented Reality (AR) applications. The integration of technology in the educational field seeks to offer teaching material that facilitates students' understanding and learning more effectively. That is why a methodology is proposed to teach the organs of the human body to third grade students, using augmented reality technology. This proposal takes advantage of the accessibility of smart mobile devices, which most people have today. The implementation of a mobile application based on augmented reality will allow students to interact with three-dimensional representations of the organs of the human body, facilitating a more interactive and engaging learning experience. Through this application, students can view organs in 3D, multimedia resources and assessments that reinforce their understanding.

To carry out this application, the Design Methodology for Augmented Reality Applications was combined with the Agile Methodology for the Development of Multimedia Applications for Mobile Devices (MADAMDM). The first provides a structured framework for the design and development of applications that use augmented reality, ensuring that they are intuitive and easy to use. The second, MADAMDM, offers an agile approach that facilitates the rapid and efficient creation of multimedia applications, allowing continuous adjustments and improvements based on user feedback. The app not only seeks to improve knowledge retention, but also encourage student curiosity and interest. By using interactive and visual elements, students can explore and learn in a way that traditional methods cannot match. Additionally, this technology promotes self-directed learning, where students can study at their own pace.

**Keywords:** learning, education, augmented reality, human body organs, mobile devices, mobile application.

## INDICE

<b>1. CAPÍTULO I MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>1</b>
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. ANTECEDENTES.....	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	4
1.3.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS.....	4
1.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS.....	4
1.4.1. OBJETIVO GENERAL .....	4
1.4.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS .....	4
1.5. HIPÓTESIS .....	5
1.5.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	5
1.6. JUSTIFICACIÓN .....	5
1.6.1. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA .....	5
1.6.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....	5
1.6.3. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA .....	6
1.7. ALCANCES Y LÍMITES.....	6
1.7.1. ALCANCES.....	6
1.7.2. LÍMITES.....	6
1.8. APORTE.....	6
1.8.1. APORTE TEÓRICO.....	6
1.8.2. APORTE PRÁCTICO .....	7
1.9. METODOLOGÍA .....	7
1.9.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....	7
1.9.2. METODOLOGÍA DE INGENIERÍA .....	7
<b>2. CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>9</b>
2.1. REALIDAD AUMENTADA.....	9
2.1.1. HISTORIA DE LA REALIDAD AUMENTADA.....	10
2.2. ACTUALIDAD DE LA REALIDAD AUMENTADA .....	11

2.2.1.	CARACTERÍSTICAS DE LA REALIDAD AUMENTADA .....	11
2.3.	TIPOS DE REALIDAD AUMENTADA .....	12
2.3.1.	REALIDAD AUMENTADA EN MARCADORES .....	13
2.3.2.	REALIDAD AUMENTADA SIN MARCADORES .....	15
2.4.	ELEMENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA .	15
2.5.	ÁREAS DE APLICACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA.....	18
2.5.1.	REALIDAD AUMENTADA EN TURISMO .....	18
2.5.2.	REALIDAD AUMENTADA EN MEDICINA .....	19
2.5.3.	REALIDAD AUMENTADA EN MARKETING.....	20
2.5.4.	REALIDAD AUMENTADA EN LA EDUCACIÓN .....	21
2.6.	HERRAMIENTAS DE DESARROLLO PARA APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA.....	23
2.6.1.	VUFORIA.....	23
2.6.2.	UNITY.....	24
2.6.3.	BLENDER .....	25
2.7.	METODOLOGÍA DE DISEÑO DE APLICACIONES DE REALIDAD AUMENTADA.....	26
2.7.1.	ANÁLISIS DE REQUERIMIENTO.....	26
2.7.2.	DISEÑO Y MODELADO.....	27
2.7.3.	IMPLEMENTACIÓN.....	27
2.7.4.	PRUEBAS .....	27
2.8.	METODOLOGÍA ÁGIL PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES MULTIMEDIA DE DISPOSITIVOS MÓVILES .....	28
2.8.1.	FASE DE REQUERIMIENTO.....	29
2.8.2.	FASE DE PLANIFICACIÓN.....	30
2.8.3.	FASE DE DISEÑO.....	33
2.8.4.	FASE DE CODIFICACIÓN .....	36
2.8.5.	FASE DE PRUEBA.....	38
2.9.	ÓRGANOS DEL CUERPO HUMANO EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA....	39
2.10.	CARACTERÍSTICAS DE LOS ÓRGANOS DEL CUERPO HUMANO .....	39

<b>3. CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>41</b>
3.1. INTRODUCCIÓN .....	41
3.1.1. REFACTORIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA MADAMDM Y METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA.....	41
3.2. FASE DE REQUERIMIENTOS .....	42
3.2.1. REQUERIMIENTOS DE USUARIOS.....	42
3.2.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA.....	43
3.2.3. REQUERIMIENTO DE LA APLICACIÓN MÓVIL.....	43
3.2.4. METAS.....	44
3.2.5. TÉCNICAS.....	45
3.2.6. DEFINICIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE.....	45
3.2.7. PRINCIPIOS DE USABILIDAD .....	45
3.3. FASE DE PLANIFICACIÓN.....	46
3.3.1. IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS .....	46
3.3.2. MODELO DE ITERACIÓN .....	47
3.3.3. ACTIVIDADES DEL PROYECTO .....	55
3.4. FASE DE DISEÑO .....	57
3.4.1. DISEÑO CONCEPTUAL.....	57
3.4.2. DISEÑO NAVEGACIONAL.....	57
3.4.3. DISEÑO DE INTERFAZ ABSTRACTA .....	58
3.4.4. DISEÑO Y MODELADO.....	64
3.5. FASE DE CODIFICACIÓN .....	69
3.5.1. RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES .....	69
3.5.2. CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS EN VUFORIA.....	70
3.5.3. CODIGOS DE UNITY .....	71
3.6. FASE DE PRUEBAS .....	73
3.6.1. PRUEBAS UNITARIAS .....	73
3.6.2. PRUEBAS DE USABILIDAD.....	73

<b>4.</b>	<b>CAPÍTULO IV EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>75</b>
4.1.	INTRODUCCIÓN .....	75
4.2.	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON .....	75
4.2.1.	DESARROLLO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	77
4.2.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO .....	77
<b>5.</b>	<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>83</b>
5.1.	CONCLUSIONES .....	83
5.2.	RECOMENDACIONES.....	84

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1. Esquema General Del Concepto De Realidad Aumentada.</b> .....	<b>9</b>
<b>Figura 2.2. HMD (Head-mounted Display).</b> .....	<b>10</b>
<b>Figura 2.3. Aplicativo de Realidad Aumentada.</b> .....	<b>11</b>
<b>Figura 2.4. Marcadores.</b> .....	<b>14</b>
<b>Figura 2.5. Representación código QR.</b> .....	<b>14</b>
<b>Figura 2.6. Representación del Marcador.</b> .....	<b>15</b>
<b>Figura 2.7. Ejemplo de Realidad Aumentada.</b> .....	<b>18</b>
<b>Figura 2.8. Realidad aumentada aplicada en Turismo.</b> .....	<b>19</b>
<b>Figura 2.9. Realidad aumentada en la medicina.</b> .....	<b>20</b>
<b>Figura 2.10. Visualización de la RA en Marketing.</b> .....	<b>21</b>
<b>Figura 2.11. Magic Book Visualización de RA en la Educación.</b> .....	<b>22</b>
<b>Figura 2.12. Logo Vuforia.</b> .....	<b>24</b>
<b>Figura 2.13. Logo Unity.</b> .....	<b>25</b>
<b>Figura 2.14. Logo Blender.</b> .....	<b>26</b>
<b>Figura 2.15. Fases de la Metodología de diseño de aplicaciones de RA.</b> .....	<b>27</b>
<b>Figura 2.16. Fases de la Metodología MADAMDM.</b> .....	<b>28</b>
<b>Figura 2.17. Esquema General.</b> .....	<b>29</b>
<b>Figura 2.18. Esquema de las etapas de la fase de requerimientos.</b> .....	<b>30</b>
<b>Figura 2.19. Esquema general de las fases de Planificación.</b> .....	<b>31</b>
<b>Figura 2.20. Diagrama de Casos de Uso para una Aplicación Multimedia Móvil.</b> .....	<b>32</b>
<b>Figura 2.21. Diagrama de Procesos Ejemplo.</b> .....	<b>33</b>
<b>Figura 2.22. Etapas de la Fase de Diseño.</b> .....	<b>33</b>
<b>Figura 2.23. Pasos para el Diseño de la Aplicación Móvil.</b> .....	<b>35</b>
<b>Figura 2.24. Esquema general de la aplicación móvil.</b> .....	<b>37</b>
<b>Figura 2.25. Esquema de fases de prueba.</b> .....	<b>38</b>
<b>Figura 2.26. Principales Órganos del cuerpo humano.</b> .....	<b>39</b>
<b>Figura 3.1. Diagrama de refactorización de las metodologías usadas.</b> .....	<b>42</b>
<b>Figura 3.2. Diagrama de casos de uso del Módulo Principal.</b> .....	<b>48</b>

<b>Figura 3.3. Diagrama de casos de uso – Realidad Aumentada .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 3.4. Diagrama de casos de uso – Prueba General.....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 3.5. Diagrama de Diseño Navegacional.....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 3.6. Boce to del menú principal. ....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 3.7. Boce to del menú de modelos de órganos del cuerpo humano.....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 3.8. Boce to del marcador del modelo. ....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 3.9. Boce to de los elementos multimedia utilizados.....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 3.10. Boceto de la parte de evaluación individual. ....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 3.11. Boceto de la parte de evaluación general.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 3.12. Boceto de la parte de Manual de ayuda.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 3.13. Diseño de Marcadores.....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 3.14. Diseño de Marcadores.....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 3.15. Elaboración de Modelados en Blender.....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 3.16. Texturizados de figuras en Blender.....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 3.17. Pantalla menú principal de la aplicación realizada en Unity. ....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 3.18. Pantalla de información adicional del modelo de Unity.....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 3.19. Pantalla listada de los modelos en Unity. ....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 3.20. Pantalla Sección Prueba de evaluación en Unity.....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 3.21. Pantalla Sección Manual de ayuda en Unity. ....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 3.22. Licencia de Vuforia. ....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 3.23. Creación de la base de datos en Vuforia .....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 3.24. Cargado de marcador en Vuforia. ....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 3.25. Código de información multimedia en C#.....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 3.26. Código de navegación en C#.....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 3.27. Código de activar ventanas en C#. ....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 3.28. Código de preguntas en C#.....</b>	<b>73</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3.1. Descripción de casos de uso – selección de menú.....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 3.2. Diagrama de caso de uso ver menú.....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 3.3. Diagrama de casos de uso – reconocimiento de marcadores .....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 3.4. Diagrama de casos de uso – Mostrar modelo en Realidad Aumentada.</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 3.5. Diagrama de casos de uso – Mostrar Información multimedia. ....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 3.6. Diagrama de casos de uso – Mostrar modelo para evaluación. ....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 3.7. Diagrama de casos de uso – mostrar pregunta. ....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 3.8. Cuadro de Procesos. ....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 3.9. Test de Usabilidad.....</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 4.1. Resultados de calificación Sin utilizar el aplicativo .....</b>	<b>78</b>
<b>Tabla 4.2. Resultados de calificación utilizando el aplicativo.....</b>	<b>79</b>
<b>Tabla 4.3. Resultados para prueba de hipótesis. ....</b>	<b>80</b>

## **1. CAPÍTULO I MARCO REFERENCIAL**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

Maggio (2012) sostenta que “Es trascendental el lugar que ocupan hoy las TIC en relación con los modos en que se produce y difunde el conocimiento. Asimismo, la intención de centrar el aprendizaje en la participación activa del estudiante, atendiendo a sus intereses, y proponiendo actividades relevantes que incorporen las tecnologías que los jóvenes utilizan a diario en su vida cotidiana, supone un cambio en los planteamientos pedagógicos, que exige el diseño de nuevas propuestas metodológicas y el uso de recursos didácticos innovadores” (citado por Leschiutta, 2017, p.1).

En la actualidad, estamos inmersos en una era digital en la que la tecnología ha pasado a formar parte indispensable de nuestra vida diaria. Los dispositivos móviles y las aplicaciones interactivas han transformado la manera en que nos comunicamos, trabajamos y por supuesto aprendemos. En este contexto, la educación ha encontrado en la realidad aumentada una herramienta llena de promesas, capaz de enriquecer el proceso de aprendizaje de los niños y proporcionarles una experiencia educativa más cautivadora y envolvente.

El aprendizaje de los órganos humanos es un tema fundamental dentro del currículo de educación primaria. Sin embargo, este tema puede ser desafiante para los niños, debido a la complejidad de la anatomía humana. Aquí es donde la realidad aumentada es un buen complemento de ayuda por ello se presenta como una solución innovadora y eficaz para superar estas barreras educativas.

La realidad aumenta permite a los estudiantes interactúen con información adicional sobre un tema. Mediante el uso de esta tecnología, donde se pueden superponer gráficos para brindar una mejor experiencia visual. Además, las imágenes tridimensionales ofrecen una representación más realista y detallada de los conceptos. Las descripciones complementarias proporcionan información adicional que amplía el conocimiento del estudiante brindando un enfoque motivador, novedoso y entretenido para los estudiantes de nivel primario.

## 1.2. ANTECEDENTES

La enseñanza de los órganos del cuerpo humano para estudiantes puede ser compleja si se considera la cantidad tan variada de órganos que poseemos y sus diversas funciones. Al igual que ocurre con cualquier asignatura, el impartir una información a estudiantes debe hacerse de forma gradual; se deben de tomar en cuenta sus capacidades para procesar y racionalizar la explicación que les estamos dando.

El principal desafío que enfrentan los estudiantes de primaria radica en la falta de estímulos que capturen su atención, ya que cada uno de ellos adquiere conocimientos de manera distinta. Por esta razón, es importante considerar diferentes métodos de aprendizaje, siendo especialmente relevantes en estudiantes de primaria aquellos enfoques que involucran el aprendizaje visual y auditivo. En este sentido, resulta beneficioso emplear imágenes y audios que complementen su proceso de aprendizaje.

La realidad aumentada se ha utilizado para crear experiencias de aprendizaje interactivas y emocionantes. Se han desarrollado aplicativos y recursos educativos que utilizan la realidad aumentada para enseñar conceptos difíciles de manera más fácil y atractiva.

En cuanto a trabajos similares se puede considerar los siguientes y estos serán de gran utilidad como apoyo.

- ✓ **Título:** El uso de reproducción de video en realidad aumentada como recurso educativo en el área de biología.

**Autor:** Orias Yamaguchi, Daniel Yoshiro

**Año:** 2021.

**Descripción:** Con tiempo el avance de la tecnología nos permite desarrollar y plantear nuevas técnicas alternativas para ser utilizadas en la educación, uno de estos avances que tuvo mucha relevancia en los últimos años fue el uso de la realidad aumentada aplicada en diferentes ámbitos tanto educativos o de entretenimiento, teniendo bastante aceptación por parte de los usuarios ya que este tipo de tecnología siempre despierta el interés y la curiosidad en las personas. En el presente trabajo se explica la investigación y desarrollo para lograr la implementación de la aplicación en realidad aumentada con reproducción de

videos llamada ARBideology, que está orientada a ser utilizada como recurso educativo para el área de biología.

- ✓ **Título:** Realidad aumentada y reconocimiento de imágenes en el ámbito educativo.

**Autor:** Realidad aumentada y reconocimiento de imágenes en el ámbito educativo

**Año:** 2015

**Descripción:** El propósito del presente trabajo de investigación trata de reforzar los procesos de enseñanza y aprendizaje del tema universo cósmico del texto escolar ciencias sociales en estudiantes de sexto grado de primaria, a través del uso de tecnologías, utilizando la realidad aumentada a través del reconocimiento de imagen del texto escolar para la visualización de modelos 3D y la realidad virtual como instrumento para la representación del universo.

- ✓ **Título:** Aplicación móvil de Realidad Aumentada como material didáctico para la enseñanza de la lengua Aymara I

**Autor:** Castillo Gómez, Sonia Jacinta

**Año:** 2020

**Descripción:** El presente proyecto surge con el objetivo de diseñar una aplicación móvil de Realidad Aumentada como material didáctico para la enseñanza de la lengua Aymara I que coadyuve en la comprensión de palabras y la pronunciación en la Universidad San Francisco de Asís, en base a los conceptos y herramientas para el desarrollo de la aplicación mediante marcadores para que el dispositivo móvil reconozca las imágenes 3D y la reproducción del audio.

- ✓ **Título:** Aplicación De Realidad Aumentada Como Herramienta Orientada Al Proceso De Enseñanza Y Aprendizaje

**Autor:** Silva Guzman, Yhara Belen; Ticona Flores, Leyda Salet

**Año:** 2020.

**Descripción:** La sociedad cambia constantemente y avanza, actualmente nos encontramos en la era digital en donde vemos que la tecnología se usa para diferentes áreas, a esto llegamos al uso de la realidad aumentada el cual permite

sobreponer información visual sobre el mundo real. Esta tesis de grado consiste en la elaboración e implementación de una aplicación de realidad aumentada como herramienta orientada al proceso de enseñanza y aprendizaje, enfocada a la educación y enseñanza. El presente trabajo de investigación comienza con el estudio del tema, siendo así se plantearon los objetivos a cumplir, los problemas con los que se encontró la carrera de Odontología. También se describe de forma detallada y resumida todas las teorías empleadas en la aplicación. La creación de la aplicación de realidad aumentada orientada como herramienta permitió mejorar la enseñanza y aprendizaje, haciendo que al interactuar con los objetos 3D se pueda motivar el aprendizaje y reforzar los conocimientos de los estudiantes.

### **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.3.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo mejorara el proceso de aprendizaje de los órganos del cuerpo humano en estudiantes de tercero de primaria?

#### **1.3.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS**

- No se aprovecha la motivación que la tecnología puede estimular en el aprendizaje de los estudiantes.
- El ritmo de aprendizaje de los estudiantes no es similar, lo que produce un desnivel de aprendizaje durante el avance de la materia.
- El poco tiempo invertido por parte de los profesores limita ver el avance y evaluación continua del estudiante.

### **1.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS**

#### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una aplicación de realidad aumentada que permita ayudar en el proceso de aprendizaje de los órganos del cuerpo humano en estudiantes de tercero de primaria, con el fin de aumentar su comprensión.

#### **1.4.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS**

- Aplicar las herramientas necesarias para hacer más dinámico el aprendizaje, promoviendo así la interactividad en el proceso educativo.

- Permitir al estudiante aprender los órganos del cuerpo humano a su ritmo de aprendizaje, de tal forma que permita retomar el avance no asimilado las veces que se requiera.
- Realizar evaluaciones continuas, para que pueda reforzar los contenidos y ver nivel de comprensión.

## **1.5. HIPÓTESIS**

La aplicación de realidad aumentada mejorara el rendimiento académico en el proceso de aprendizaje de los órganos del cuerpo humano en un 60%.

### **1.5.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

- Variable independiente: Aplicación de realidad aumentada.
- Variable dependiente: proceso de aprendizaje de los órganos del cuerpo
- Variable interviniente: tecnología

## **1.6. JUSTIFICACIÓN**

### **1.6.1. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

La incorporación de la realidad aumentada en la educación puede contribuir a disminuir los costos relacionados ya que no se requerirá de adquirir de materiales educativos habituales, hasta en lugar de adquirir modelos físicos que pueden llegar a ser costosos o libros especializados, el uso de un aplicativo de realidad aumentada ofrece una representación virtual detallada que es actualizable. Esto evita gastos adicionales.

### **1.6.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

El uso de la realidad aumentada en la educación brinda más oportunidades de aprendizaje a los estudiantes, especialmente a aquellos que no tienen acceso a laboratorios o materiales educativos especializados. Esto ayuda a cerrar las brechas y les permite explorar y comprender los órganos humanos de manera visual y práctica.

Además, la realidad aumentada crea una experiencia de aprendizaje envolvente y atractiva. Los niños se sienten más involucrados en el proceso educativo al interactuar directamente con los órganos humanos de forma virtual. Esto despierta su curiosidad, aumenta su interés en la anatomía humana y los motiva a aprender.

### **1.6.3. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA**

La realidad aumentada será una las formas predominantes, por la que los estudiantes podrán aprender de manera real. Es una tecnología que se está utilizando mucho en la actualidad en el ámbito de la educación. La aplicación que se plantea solo requiere de un dispositivo móvil.

## **1.7. ALCANCES Y LÍMITES**

### **1.7.1. ALCANCES**

La aplicación que se realizará está capacitada para realizar la siguiente tarea:

- Ayudará a los estudiantes al aprendizaje de los órganos del cuerpo humano de manera gráfica.
- La aplicación mostrará las características de los órganos del cuerpo humano.
- Se diseñará un módulo evaluador, donde el tutor debe ser capaz de brindar resultados de la evaluación e informar sobre el rendimiento del estudiante.
- Se diseñarán modelos de los órganos del cuerpo humano tridimensionales para que el estudiante pueda interactuar con ellas.

### **1.7.2. LÍMITES**

El presente trabajo contempla como límites lo siguientes puntos:

- El aplicativo está disponible solo para móviles que solo cuenten con sistema operativo Android.
- El aplicativo solo estará disponible en un solo idioma español.
- La presente investigación se limita para el uso de estudiantes de tercero de primaria.
- El aplicativo solo abarca los órganos del cuerpo humano.

## **1.8. APORTES**

### **1.8.1. APORTE TEÓRICO**

Para abordar la implementación de la aplicación de realidad aumentada para el aprendizaje de los órganos del cuerpo humano en estudiantes de tercero de primaria, se aplicarán dos metodologías fundamentales: el Diseño de Aplicación con Realidad Aumentada y la Metodología Ágil para el Diseño de Aplicaciones Multimedia y Dispositivos Móviles

MADAMDM. Estas metodologías fueron seleccionadas debido a su relevancia en el desarrollo de aplicativos móviles y su capacidad para promover la capacidad de visualización y el compromiso del usuario. La metodología de Diseño de Aplicación con Realidad Aumentada permitirá estructurar la experiencia de aprendizaje, asegurando una secuencia coherente y el uso adecuado de elementos de realidad aumentada para una comprensión óptima de los órganos humanos. Por otro lado, la Metodología MADAMDM proporcionará un enfoque ágil y centrado en el usuario, asegurando la adaptación del aplicativo a las necesidades y preferencias de los estudiantes de primaria.

### **1.8.2. APORTE PRÁCTICO**

La aplicación de realidad aumentada desarrollada tendrá un impacto significativo en los estudiantes de tercero de primaria que están cursando la materia de ciencias o que tienen interés en aprender sobre el cuerpo humano. Esta herramienta facilitará la labor del maestro al presentar de manera interactiva y en 3D la estructura de los órganos del cuerpo humano. Además, permitirá a los estudiantes explorar y obtener información detallada sobre las características de cada órgano. Esto brindará a los estudiantes una comprensión más amplia y profunda de la anatomía humana, lo que facilitará su proceso de aprendizaje.

## **1.9. METODOLOGÍA**

### **1.9.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

Para el desarrollo del trabajo a realizar se usará el método de investigación científico y el tipo de investigación deductivo, exploratorio y descriptivo. El método de investigación científica se caracteriza por llevar una serie de pasos sistemáticos e instrumentos que lleva un conocimiento científico, dentro de esta metodología se encuentra la investigación en el principio se aplicara de tipo exploratorio y para finalizar de tipo descriptivo.

### **1.9.2. METODOLOGÍA DE INGENIERÍA**

Para el desarrollo de nuestra aplicación, utilizaremos la metodología MADAMDM (Metodología Ágil para el Diseño de Aplicaciones Multimedia y Dispositivos Móviles). Esta metodología está compuesta por cuatro enfoques distintos que se integran para ofrecer una solución robusta y eficiente. Las metodologías que forman parte de MADAMDM son: Programación Extrema (XP) este enfoque se centra en mejorar la

calidad del software y la capacidad de respuesta a los cambios en los requisitos del cliente. A través de prácticas como la programación en parejas y el desarrollo orientado a pruebas, aseguramos que el código sea robusto y flexible. Metodologías Orientadas a Objetos para la Producción de Software Multimedia e Hipermedia estas metodologías proporcionan un marco estructurado para el desarrollo de aplicaciones multimedia, asegurando que los componentes multimedia e hipermedia se integren de manera efectiva y eficiente. Web Engineering (Ingeniería Web Basada) este enfoque se especializa en el diseño, desarrollo y mantenimiento de aplicaciones web de alta calidad. Asegura que las aplicaciones sean escalables, seguras y fáciles de mantener. Método de Diseño Hipermedia Objeto Orientado (OOHDM) este método se enfoca en el diseño de aplicaciones hipermedia, facilitando la creación de interfaces de usuario intuitivas y navegables. Estas metodologías aportan características relevantes que nos ayudarán a cumplir con nuestros objetivos de manera efectivas.

Además, implementaremos la Metodología de Diseño de Aplicaciones con Realidad Aumentada (RA). Esta metodología considera aspectos cruciales para la creación de un software de calidad y funcional, incluyendo: Definición de Hardware y Software la identificación y selección del hardware y software necesarios para el desarrollo de la aplicación, asegurando compatibilidad y rendimiento óptimo. Diseño de Marcadores, Modelado y Texturizado 3D la creación de marcadores y modelos 3D texturizados que serán utilizados en la aplicación de realidad aumentada, garantizando una experiencia de usuario inmersiva. Codificación desarrollando del código necesario para integrar todos los componentes de la aplicación, asegurando que funcione de manera fluida y sin errores. Diseño de Interfaz de Usuario creación de interfaces de usuario intuitivas y atractivas, facilitando la interacción del usuario con la aplicación. Pruebas Realización de pruebas para asegurar que la aplicación funcione correctamente en diversos escenarios y dispositivos, y para identificar y corregir cualquier problema.

Con esta combinación de metodologías, buscamos desarrollar una aplicación que no solo cumpla con los estándares de calidad y funcionalidad, sino que también proporcione una experiencia de usuario excepcional.

## 2. CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1. REALIDAD AUMENTADA

La realidad aumentada potencia los sentidos humanos a través de los cuales percibimos el mundo que nos rodea, como la vista, el oído, el olfato, el tacto y el gusto. Se trata de una nueva lente que complementa la información del mundo real con la información digital, creando un entorno donde se superponen imágenes, marcadores o información virtual sobre imágenes del mundo real. Bajo el concepto de realidad aumentada se engloban aquellas tecnologías que permiten esta superposición en tiempo real. Esta fusión entre información y objetos virtuales con objetos reales brinda una experiencia al usuario tan inmersiva que puede llegar a sentir que forma parte de su realidad cotidiana, incluso llegando a olvidar la tecnología que lo respalda (Telefónica, 2011).

Una descripción de alto nivel del funcionamiento de la realidad aumentada es mostrada en la figura adjunta donde la tecnología actúa como una lente a través de la cual vemos el mundo físico (básicamente gente, lugares y cosas). La gran capacidad de esta lente, que es el sistema de realidad aumentada, es la de superponer sobre el entorno físico información digital relevante.



**Figura 2.1.** Esquema General Del Concepto De Realidad Aumentada.

Fuente: Telefónica,2011.

### 2.1.1. HISTORIA DE LA REALIDAD AUMENTADA

La historia de la Realidad Aumentada podría remontarse a 1960. En aquellos años, debido a la limitada capacidad de procesamiento de los ordenadores, únicamente se podían mostrar sencillas imágenes wireframe en tiempo real. El término Realidad Aumentada fue acuñado en 1990 por Tom Claudell, un investigador de la compañía aérea Boeing. Claudell y sus colegas desarrollaron sistemas HMD (Head-mounted Display) que permitían a los ingenieros ensamblar complejos cableados en las aeronaves mediante la proyección de imágenes sobre un “display” muy cercano a los ojos. (Renoso,2018)



**Figura 2.2.** HMD (Head-mounted Display).

**Fuente:** Bockholt, 2017.

Durante la década de los 90 se desarrollaron aplicaciones industriales y militares basadas en Realidad Aumentada, pero los requerimientos técnicos de aquella época mantuvieron esta tecnología fuera del alcance de la mayor parte de los usuarios.

En 1999 un gran avance en el desarrollo de la Realidad Aumentada se produjo cuando Hirokazu Kato creó ARToolkit, una potente biblioteca de herramientas para crear

aplicaciones de Realidad Aumentada. ARToolkit permitió que la Realidad Aumentada fuese accesible a un abanico mucho más amplio de investigadores y desarrolladores.

## 2.2. ACTUALIDAD DE LA REALIDAD AUMENTADA

En la actualidad, la Realidad Aumentada vive una época dorada gracias al gran desarrollo de los Smartphone o teléfonos inteligentes, evolucionando hacia aplicaciones fáciles de usar, más prácticas y útiles desde el punto de vista del usuario (Renoso,2018).

La realidad aumentada ha evolucionado hasta convertirse en una herramienta versátil y poderosa que se utiliza en una amplia variedad de industrias y campos, ofreciendo nuevas formas de interactuar con el mundo que nos rodea y mejorando nuestras experiencias cotidianas.



**Figura 2.3.** Aplicativo de Realidad Aumentada.  
**Fuente:** Bockholt, 2017.

### 2.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA REALIDAD AUMENTADA

La realidad aumentada (RA) es una tecnología que combina elementos del mundo real con elementos virtuales generados por computadora para crear una experiencia interactiva y enriquecida. Algunas de las características clave de la realidad aumentada son:

- ✓ **Interactividad:** La RA permite a los usuarios interactuar con los elementos virtuales superpuestos en el mundo real a través de gestos, movimientos o comandos de voz.
- ✓ **Superposición de información:** La RA superpone información digital, como gráficos, texto, videos o animaciones, sobre el entorno físico en tiempo real, enriqueciendo la percepción del usuario.
- ✓ **Integración con el entorno físico:** La RA utiliza la cámara y los sensores de un dispositivo (como un teléfono inteligente o unas gafas especiales) para reconocer y mapear el entorno físico y superponer los elementos virtuales de manera coherente.
- ✓ **Visualización en 3D:** La RA a menudo utiliza modelos tridimensionales para representar los elementos virtuales, lo que permite una visualización más realista y envolvente.
- ✓ **Movilidad:** La RA puede ser experimentada en movimiento, ya que los dispositivos móviles permiten a los usuarios llevar consigo la tecnología y explorar diferentes entornos.
- ✓ **Personalización:** La RA puede adaptarse a las preferencias y necesidades individuales de los usuarios, permitiendo la personalización de la experiencia.
- ✓ **Aplicaciones en tiempo real:** La RA proporciona información y elementos virtuales en tiempo real, lo que permite una interacción inmediata con el entorno físico.

Estas características hacen que la realidad aumentada sea una tecnología versátil y poderosa que se utiliza en una amplia variedad de industrias y aplicaciones, desde el entretenimiento y la educación hasta la medicina y la navegación. (Azuma,1997,355-385).

### **2.3. TIPOS DE REALIDAD AUMENTADA**

La realidad aumentada (RA) es una tecnología emergente que ha capturado la imaginación de muchos debido a su capacidad para fusionar el mundo físico con elementos digitales. A medida que la tecnología continúa avanzando, la aplicación de la realidad aumentada se extiende a una variedad de campos, desde la educación y el entretenimiento hasta la

medicina y la industria. En este contexto, es fundamental comprender los diferentes tipos de realidad aumentada que existen y cómo se utilizan en diversas aplicaciones.

- a) **RA basado en marcadores:** Requiere el uso de marcadores físicos, como códigos QR o imágenes específicas, para activar la superposición de contenido digital en el mundo real cuando son detectados por una cámara.
- b) **RA basado en ubicación:** Utiliza la geolocalización para superponer información digital en entornos del mundo real. Esta forma de RA es común en aplicaciones móviles que ofrecen información sobre puntos de interés cercanos.
- c) **RA sin marcadores:** No necesita marcadores físicos para superponer contenido digital en el mundo real. En su lugar, utiliza algoritmos de reconocimiento de patrones, superficies y características del entorno para colocar objetos virtuales.
- d) **RA basado en reconocimiento de objetos:** Reconoce objetos del mundo real y superpone información digital relevante. Por ejemplo, apuntar la cámara de un teléfono a un automóvil podría mostrar información sobre su modelo, año y características.
- e) **RA basado en reconocimiento facial:** Utiliza algoritmos de reconocimiento facial para superponer efectos o información digital en tiempo real sobre los rostros de las personas, como filtros de redes sociales o información de identificación.
- f) **RA basado en gestos:** Permite interactuar con objetos virtuales utilizando gestos físicos, como movimientos de las manos o la cabeza, para controlar la experiencia de realidad aumentada. (Azuma,1997).

### **2.3.1. REALIDAD AUMENTADA EN MARCADORES**

Los marcadores en realidad aumentada son elementos físicos, como imágenes impresas, códigos QR o características del entorno, que se utilizan como puntos de referencia para activar la superposición de contenido digital sobre el mundo real. Cuando un dispositivo de realidad aumentada detecta uno de estos marcadores a través de su cámara u otros sensores, puede colocar y alinear el contenido digital de manera precisa en relación con el marcador. (Poetker, 2019).

### 2.3.1.1. MARCADORES DE IMÁGENES

Patrones gráficos específicos, como logotipos o imágenes impresas, que activan contenido digital cuando son detectados por una cámara.



**Figura 2.4.** Marcadores.  
**Fuente:** Caro y Hernando 2015.

### 2.3.1.2. CÓDIGOS QR

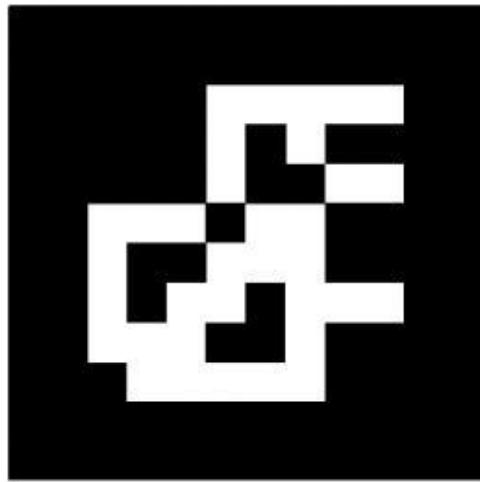
Códigos bidimensionales que contienen información codificada y que, al ser escaneados, activan contenido digital relevante.



**Figura 2.5.** Representación código QR.  
**Fuente:** Esteban, 2017.

### 2.3.1.3. MARCADORES

Marcadores diseñados específicamente para ser reconocidos por el software de realidad aumentada. Suelen tener formas y patrones visuales únicos.



**Figura 2.6.** Representación del Marcador.

Fuente: Esteban, 2017.

### 2.3.2. REALIDAD AUMENTADA SIN MARCADORES

En la realidad aumentada sin marcadores, el software utiliza el entorno físico como base para la superposición de contenido digital, sin necesidad de elementos adicionales como imágenes impresas o códigos QR. Algunos enfoques comunes de realidad aumentada sin marcadores incluyen:

- ✓ **Reconocimiento de superficies:** El software detecta y reconoce superficies planas, como mesas o paredes, para superponer contenido digital sobre ellas.
- ✓ **Reconocimiento de objetos:** El software identifica objetos del mundo real, como muebles o herramientas, para superponer información digital relevante sobre ellos.
- ✓ **Geolocalización:** Utiliza la ubicación del dispositivo mediante GPS para superponer contenido digital en ubicaciones específicas del mundo real. (Poetker, 2019).

## 2.4. ELEMENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA

La realidad virtual se define como un sistema computarizado que replica un entorno ficticio, brindando al usuario la sensación de autenticidad. En este contexto, la escena percibida en un entorno físico real se enriquece con información generada por computadora. Para incorporar esta información adicional, es crucial realizar un análisis

del entorno físico del usuario, seguido de un procesamiento de los datos y su posterior visualización. Cada sistema de realidad aumentada requiere, como mínimo, la ejecución de cuatro tareas esenciales para llevar a cabo el proceso de ampliación. (Redondo,2012)

- Captación de la escena
- Identificación de escena
- Mezclado de realidad
- Visualización

a) **Captura de escenario:** Una de las tareas más importantes en cualquier sistema de realidad aumentada es la de identificar el escenario que se desea aumentar. En el caso de los sistemas que utilicen reconocimiento visual, es indispensable contar con algún mecanismo que permita recoger la escena para que pueda ser posteriormente procesada

b) **Identificación de escena:** El proceso de identificación de escenas consiste en averiguar qué escenario físico real es el que el usuario quiere que se aumente con información digital. Este proceso puede llevarse a cabo, básicamente, de dos maneras: utilizando marcadores o sin utilizarlos :

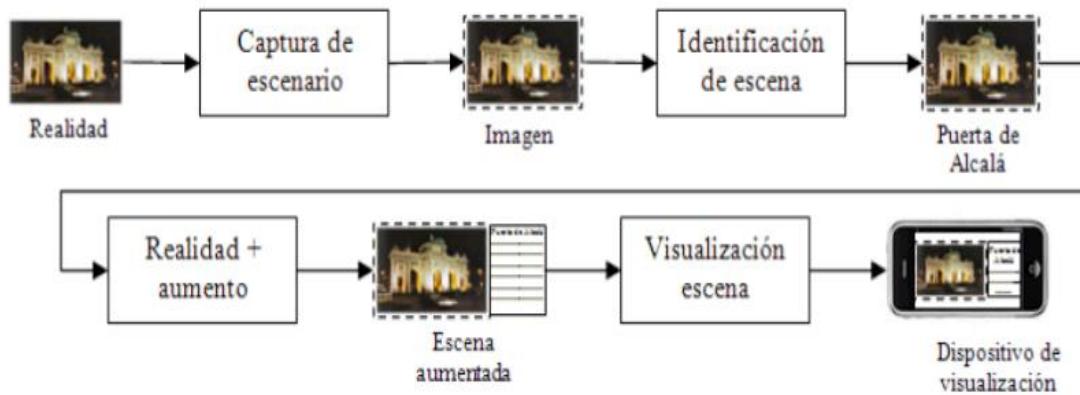
- **Reconocimiento por marcadores:** En los sistemas de realidad aumentada, un marcador es un objeto cuya imagen es conocida por el sistema. La identificación del marcador puede basarse en su geometría, su color o ambas características. El procesamiento del marcador implica un escaneo inicial seguido de un seguimiento iterativo en fotogramas sucesivos, con técnicas de búsqueda acotada para optimizar el rendimiento del sistema. Si el marcador no se encuentra en un fotograma, se pueden aplicar diferentes estrategias, como realizar un nuevo escaneo, buscar en regiones cercanas o usar predicción de movimiento. El número de marcadores que puede reconocer el sistema depende del algoritmo utilizado.
- **Reconocimiento sin marcadores:** Los sistemas de realidad aumentada pueden identificar la escena mediante reconocimiento de imágenes, estimación de la posición o una combinación de ambas, llamada identificación híbrida. Dentro de cada conjunto de técnicas, hay variaciones que dependen de las necesidades y capacidades del sistema. Aunque las técnicas habituales se centran en el

reconocimiento visual y el procesamiento de imágenes, también se pueden utilizar otros métodos, como el análisis de señales de radiofrecuencia o infrarrojas, según sea apropiado para cada situación.

c) **Mezclado de realidad aumentada:** después de identificar los escenarios, el siguiente paso es superponer la información digital deseada sobre la escena real capturada. Esta información puede ser visual, auditiva o táctil, aunque la mayoría de los sistemas de realidad aumentada se centran en la información visual. Aunque los dispositivos de visualización en estos sistemas suelen ser bidimensionales, como las pantallas de ordenadores o teléfonos móviles, es posible simular la sensación de tridimensionalidad en un plano 2D. Esto se logra mediante la técnica de proyección de perspectiva, que utiliza la superposición de dos imágenes bidimensionales capturadas desde diferentes ángulos para crear la ilusión de profundidad en imágenes 2D. Existen muchas librerías que permiten llevar a cabo esta tarea, entre ellas se menciona a Metaio SDK, Vuforia, ARToolkit. La utilización de una u otra librería dependerá de las necesidades del problema a resolver.

d) **Visualización:** Dentro de los sistemas de realidad aumentada, el último proceso que se lleva a cabo, y quizás uno de los más importantes, es el de visualización de la escena real con la información que se añade a la misma. El mundo real aumentado puede verse de tres formas diferentes:

- Imágenes generadas por computadora pueden ser superpuestas sobre objetos reales, permitiendo al usuario ver la escena de manera convencional, sin requerir dispositivos especiales.
- La fusión de imágenes generadas por computadora con el entorno real puede ser proyectada en una pantalla o gafas especiales "see-through" o "video-see-through", proporcionando al usuario una visión del mundo real aumentado.
- La combinación de imágenes generadas por computadora con el mundo real también puede ser visualizada a través de la pantalla de un dispositivo móvil, como una PDA o un teléfono móvil. (Redondo,2012).



**Figura 2.7.** Ejemplo de Realidad Aumentada.

Fuente: Redondo, 2012.

## 2.5. ÁREAS DE APLICACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA

Las aplicaciones relevantes de la realidad aumentada son aquellas que necesitan transformar el mundo físico al agregar información multidimensional para ofrecer versiones simplificadas y reestructuradas que revelen conocimiento. Estas aplicaciones se han desarrollado en diversos campos, entre los cuales se destacan la educación, turismo, el arte, el entrenamiento industrial, el entretenimiento, la divulgación científica y tecnológica, los museos, la presentación de productos, las narrativas interactivas, la industria militar y la medicina. (Redondo, 2012).

### 2.5.1. REALIDAD AUMENTADA EN TURISMO

La Realidad Aumentada ofrece una interacción significativa y una manera intuitiva, rápida y atractiva de mostrar información. Por esta razón, se está implementando cada vez más en el turismo, patrimonio y cultura, donde se busca atraer al público y proporcionar una experiencia interactiva sencilla. Los turistas buscan un valor añadido a sus viajes más allá de las guías impresas tradicionales y están interesados en una información personalizada y fácilmente accesible en cualquier momento y lugar. Por tanto, tantas empresas privadas como administraciones públicas están invirtiendo en nuevas tecnologías para promover recursos patrimoniales y turísticos, reconociendo su potencial como un diferenciador atractivo para los visitantes en el futuro. (Olivencia, 2014).

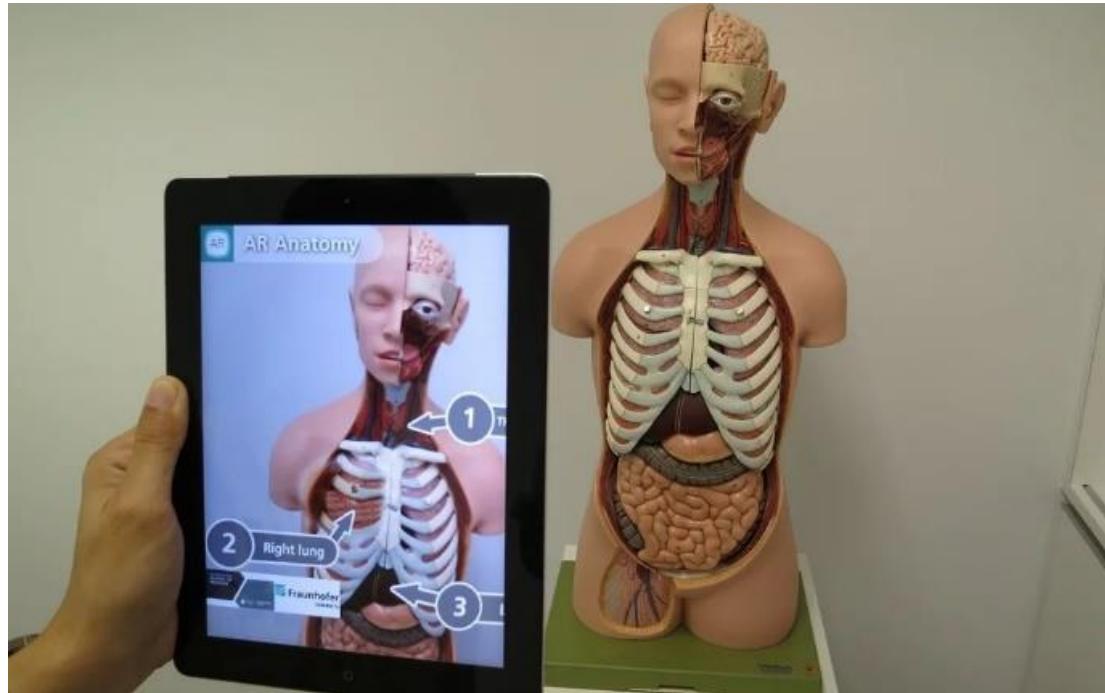


**Figura 2.8.** Realidad aumentada aplicada en Turismo.

**Fuente:** Ovilencia, 2014.

### 2.5.2. REALIDAD AUMENTADA EN MEDICINA

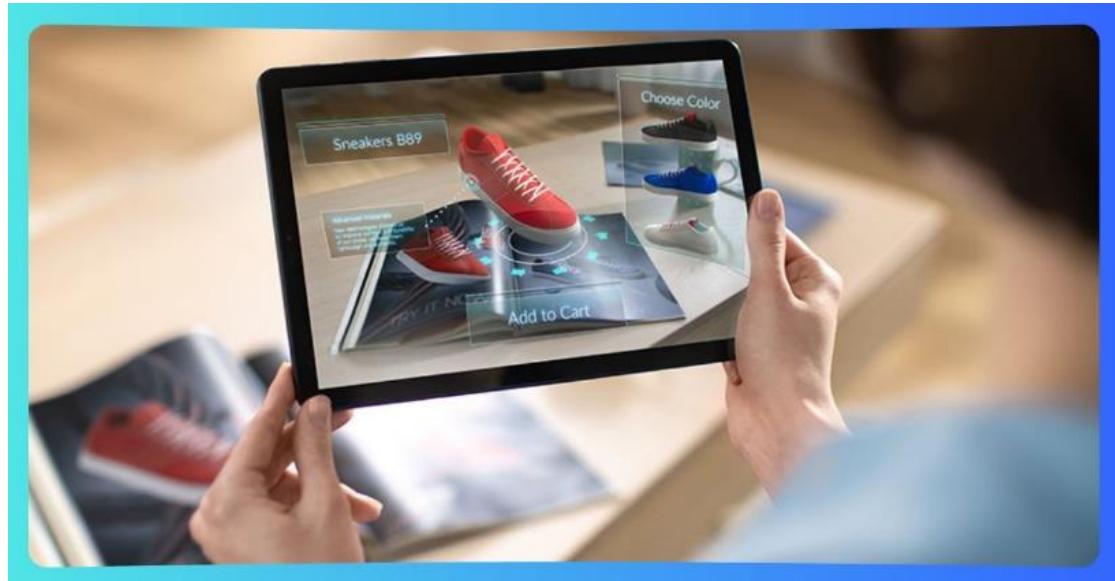
En el área de la medicina, la realidad aumentada desempeña un papel crucial al permitir a los profesionales de la salud visualizar resultados tridimensionales de los pacientes. Además de ello, durante procedimientos quirúrgicos, esta tecnología proporciona información vital en tiempo real, como el ritmo cardíaco, la presión arterial y los niveles de oxígeno, sin requerir que el cirujano aparte la vista de la operación. Esto no solo aumenta la eficiencia y precisión del procedimiento, sino que también mejora la seguridad del paciente al brindar un monitoreo continuo y detallado sin interrupciones. (Cano y Franco, 2015).



**Figura 2.9.** Realidad aumentada en la medicina.  
**Fuente:** Cano y Franco, 2015.

### 2.5.3. REALIDAD AUMENTADA EN MARKETING

En marketing se refiere a la utilización de esta tecnología para crear experiencias interactivas y envolventes que involucren a los consumidores y promuevan productos, servicios o marcas. La RA en marketing permite superponer elementos digitales, como imágenes, videos o información, sobre el mundo físico, visible a través de dispositivos como teléfonos inteligentes, tabletas o gafas de realidad aumentada. Esto brinda a las marcas la oportunidad de ofrecer a los consumidores experiencias únicas y personalizadas, tales como la visualización de productos en su entorno real antes de la compra, la participación en juegos interactivos relacionados con la marca, o la exploración de contenido digital vinculado a productos físicos. La RA en marketing busca mejorar la participación del consumidor, aumentar la percepción de la marca y generar un mayor impacto en las estrategias de comunicación y promoción. (Siracusa,2015)

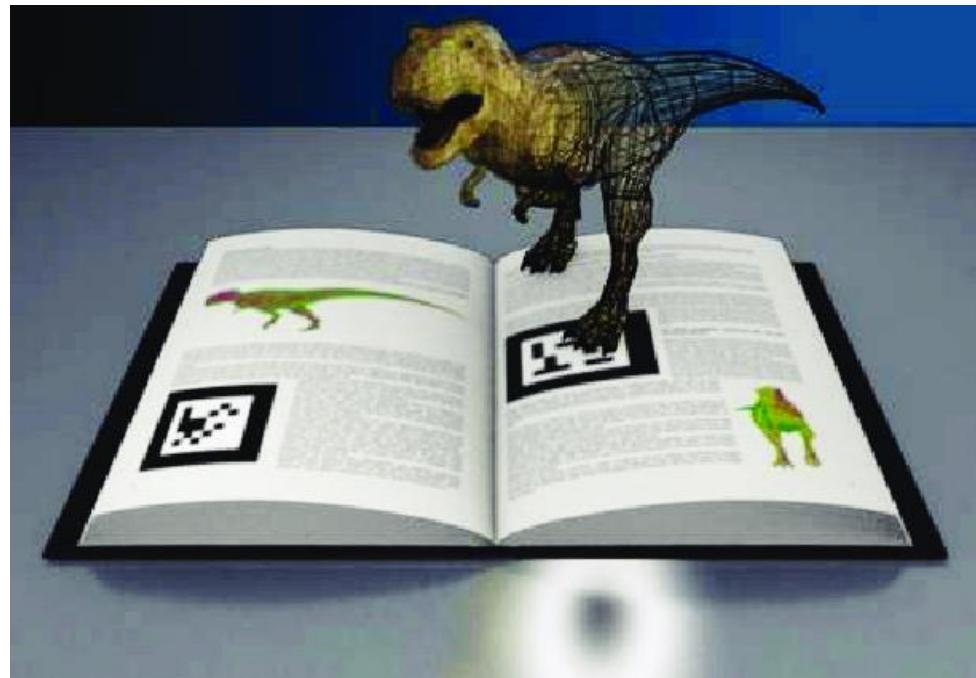


**Figura 2.10.** Visualización de la RA en Marketing.

Fuente: Wordpress, s.f.

#### 2.5.4. REALIDAD AUMENTADA EN LA EDUCACIÓN

En el ámbito de la educación, la realidad aumentada ha demostrado ser altamente beneficiosa al crear experiencias de aprendizaje mixtas que motivan a los estudiantes a investigar y descubrir otros aspectos de una materia, brindando perspectivas alternativas a lo enseñado. Esta tecnología fomenta la participación activa del estudiante al permitirle interactuar con contenido digital superpuesto al entorno físico, lo que enriquece su comprensión y retención del material educativo. Además, la realidad aumentada facilita la visualización de conceptos abstractos y la realización de experimentos virtuales, lo que proporciona a los estudiantes una experiencia práctica y envolvente que complementa la enseñanza tradicional. La realidad aumentada en el ámbito educativo amplía las posibilidades de enseñanza al ofrecer un enfoque innovador y dinámico que impulsa el compromiso y el aprendizaje activo de los estudiantes. (Redondo,2012)



**Figura 2.11.** Magic Book Visualización de RA en la Educación.

Fuente: Redondo, 2012.

#### **2.5.4.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA REALIDAD AUMENTADA EN LA EDUCACIÓN**

La RA en el ámbito educativo es una tecnología innovadora que combina el mundo físico con el digital, permitiendo a los estudiantes interactuar con contenido virtual superpuesto en el entorno real. A través de dispositivos como Smartphone, tabletas o gafas especiales, los estudiantes pueden explorar conceptos abstractos, realizar experimentos virtuales y participar en experiencias de aprendizaje inmersivas. La realidad aumentada ofrece ventajas únicas, como una mayor participación, aprendizaje experiencial y personalización, pero también plantea desafíos en términos de costos, acceso y necesidad de integración curricular. En este contexto, se presenta las ventajas y desventajas de la realidad aumentada en la educación, así como su impacto potencial:

**a. Ventajas RA en la educación:**

- ✓ **Mayor participación y motivación:** La realidad aumentada puede hacer que el aprendizaje sea más interactivo y atractivo para los estudiantes, lo que puede aumentar su motivación para aprender.

- ✓ **Aprendizaje experiencial:** Permite a los estudiantes interactuar con objetos virtuales en un entorno realista, lo que facilita el aprendizaje basado en la experiencia y la comprensión de conceptos abstractos.
- ✓ **Personalización del aprendizaje:** La realidad aumentada puede adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes, proporcionando experiencias de aprendizaje personalizadas y diferentes niveles de dificultad.
- ✓ **Visualización de conceptos complejos:** Facilita la comprensión de conceptos abstractos y complejos al permitir a los estudiantes visualizarlos en un entorno tridimensional.

**b. Desventajas RA en la educación**

- ✓ **Costo:** La implementación de tecnologías de RA puede ser costosa, tanto en términos de hardware como de desarrollo de contenido personalizado.
- ✓ **Acceso a la tecnología:** No todos los estudiantes tienen acceso a dispositivos compatibles con RA, lo que puede crear disparidades en el acceso al aprendizaje.
- ✓ **Distracción:** Si no se utiliza de manera efectiva, la RA puede convertirse en una distracción en lugar de una herramienta de aprendizaje, desviando la atención de los objetivos educativos.
- ✓ **Limitaciones técnicas:** La tecnología de RA todavía tiene limitaciones técnicas, como problemas de seguimiento y renderización, que pueden afectar la calidad de la experiencia de aprendizaje. (Garcia,2017).

**2.6. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO PARA APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA.**

**2.6.1. VUFORIA**

Vuforia es un kit de desarrollo de software (SDK) que permite la construcción de aplicaciones de realidad aumentada. Una aplicación creada con Vuforia transforma la pantalla del dispositivo en una especie de "lente mágico", fusionando elementos del mundo real con elementos virtuales como letras, imágenes, etc. Similar a Wikitude, la cámara del dispositivo muestra vistas del mundo real a través de la pantalla, combinadas con objetos virtuales como modelos, bloques de texto, imágenes, etc.

Detrás del SDK de Vuforia se encuentra la empresa Qualcomm, reconocida por su desarrollo de microprocesadores para dispositivos móviles. Vuforia es una plataforma de desarrollo para aplicaciones de realidad aumentada, centrada principalmente en la tecnología de reconocimiento de imágenes y compatible con el desarrollo de aplicaciones para iOS, Android y Unity 3D.

Una aplicación creada con Vuforia consta de varios elementos:

- **Cámara:** Captura la imagen que luego es procesada por el rastreador.
- **Base de datos:** Creada utilizando el Administrador de Objetivos, almacena una colección de Objetivos para ser reconocidos por el rastreador, ya sea en la base de datos local o en la nube.
- **Targets:** Utilizados por el rastreador para reconocer objetos del mundo real, pueden ser de varios tipos.
- **Tracker:** Analiza la imagen de la cámara y detecta objetos del mundo real en los fotogramas de la cámara para encontrar coincidencias en la base de datos.



**Figura 2.12.** Logo Vuforia.  
**Fuente:** Vuforia 2024.

## 2.6.2. UNITY

Unity es un motor desarrollado por Unity Technologies, ofrece una plataforma de desarrollo tanto en 2D como en 3D, y para quienes estén buscando llevar su juego a

multitud de dispositivos, aquí encontrarán compatibilidad con Windows, Mac, Linux, Android, IOS. WebGL, PlayStation 3, PlayStation 4, Wii U, Xbox One, Xbox 360. Es un motor de desarrollo o de juegos el término motor de videojuego, game engine, hace referencia a un software el cual tiene una serie de rutinas de programación que permiten el diseño, la creación y el funcionamiento de un entorno interactivo; es decir, de un videojuego. (Unity, 2024).

El éxito de Unity ha llegado en parte debido al enfoque en las necesidades de los desarrolladores independientes que no pueden crear ni su propio motor del juego ni las herramientas necesarias o adquirir licencias. El enfoque de la compañía es "democratizar el desarrollo de juegos", y hacer el desarrollo de contenidos interactivos en 2D y 3D lo más accesible posible a tantas personas en todo el mundo como sea posible. (Unity, 2024).



**Figura 2.13.** Logo Unity.

**Fuente:** Unity, 2024.

### 2.6.3. BLENDER

Blender es un software CAD (Computer Aided Design) multiplataforma de código abierto dedicado al modelado, animación y creación de gráficos tridimensionales. Su versatilidad permite a los usuarios realizar una amplia gama de tareas creativas, desde la creación de modelos 3D y la aplicación de texturas hasta la animación, renderizado, simulaciones de partículas y física, edición no lineal de video, composición y desarrollo de aplicaciones 3D interactivas, como juegos. Inicialmente, Blender se distribuyó de forma gratuita, pero sin el código fuente, con manuales disponibles para la venta. Sin embargo, más adelante, el proyecto adoptó una licencia de software libre, lo que significa que el código fuente

está disponible para que la comunidad lo modifique y distribuya de acuerdo con las condiciones de la licencia GPL (General Public License).

Blender es compatible con una amplia gama de sistemas operativos, incluyendo todas las versiones de Windows, Mac OS X, Linux, Solaris, Free BSD e IRIX. Su comunidad activa y su constante desarrollo lo convierten en una herramienta poderosa y accesible para artistas digitales, diseñadores, animadores, desarrolladores de juegos y muchos otros profesionales creativos. (Pinzas,2009).



**Figura 2.14.** Logo Blender.

Fuente: Blender, 2024.

## **2.7. METODOLOGÍA DE DISEÑO DE APLICACIONES DE REALIDAD AUMENTADA.**

La metodología de diseño para la aplicación de realidad aumentada se compone de distintas fases: análisis de requerimientos, diseño y modelado, implementación y pruebas (Mora y Molina, 2016).

### **2.7.1. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTO**

- **Metas:** Selección de las áreas, piezas clave y bibliografía para complementar la información general.
- **Técnicas:** Se puede utilizar técnicas de Realidad Aumentada Móvil o de Escritorio.
- **Realidad Aumentada:** Se determina el uso de marcadores o posición.
- **Definición de Hardware:** Determinar el hardware tanto de desarrollo como del usuario final.

- **Definición de Software:** Desarrollo del proyecto necesario para poder instalar la aplicación.
- **Definición de principios de usabilidad:** Se considera la interacción, presentación, navegación, panorámica, sonido, orientación y ayuda.

### 2.7.2. DISEÑO Y MODELADO

- **Diseño del modelado del software:** Realiza el modelado de las obras en 3D, así como una interfaz tomando en consideración aspectos de usabilidad.
- **Diseño del material incluido:** Se consideran galerías fotográficas, videos, textos, audios descriptivos, modelados y texturizados en 3D, diseño de marcadores o imágenes que permitan el desarrollo de Realidad Aumentada.
- **Diseño de la interfaz:** Se realiza los diseños de interfaz, botones, colores adecuados para realizar la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada.

### 2.7.3. IMPLEMENTACIÓN

Es la etapa del proceso de planificación que se realiza una vez aprobado el plan. La ejecución consiste en poner en funcionamiento a los responsables para que se realicen las acciones (actividades y operaciones), destinadas a cumplir las metas previstas en el plan.

### 2.7.4. PRUEBAS

Durante la fase de pruebas del proyecto, se prueba la implementación para asegurarse de que toda la personalización del diseño del proyecto cumple las necesidades de los interesados.



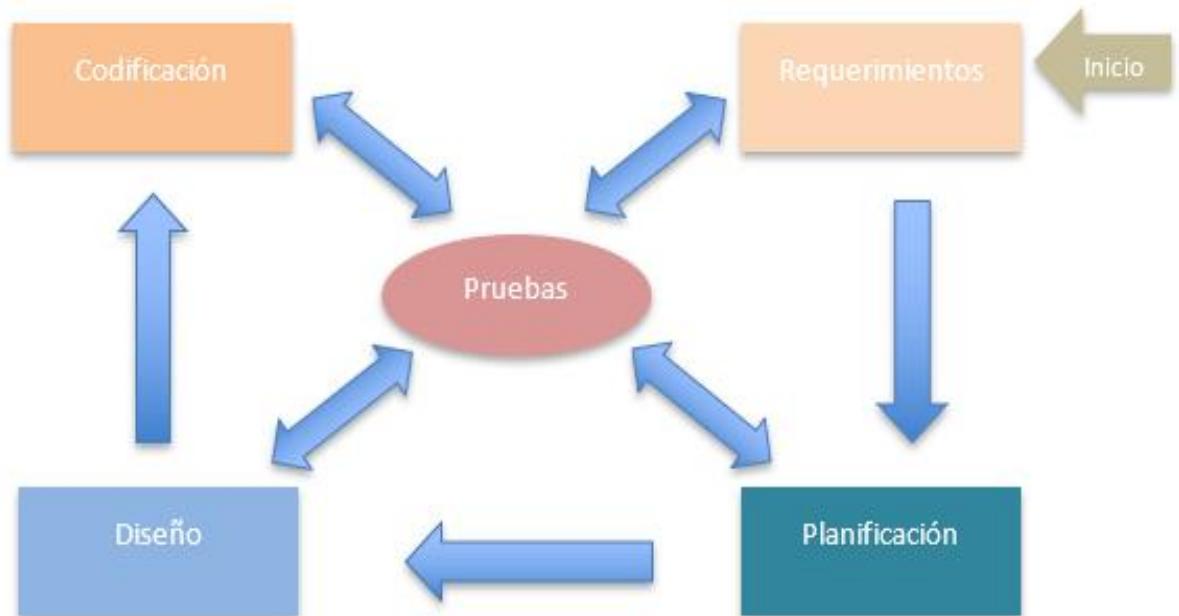
**Figura 2.15.** Fases de la Metodología de diseño de aplicaciones de RA.

Fuente: Elaboración Propia, 2024.

## 2.8. METODOLOGÍA ÁGIL PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES MULTIMEDIA DE DISPOSITIVOS MÓVILES

El propósito de MADAMDM , es brindar apoyo a los desarrolladores que deseen elaborar algún tipo de aplicativo. Esta misma se encuentra dividida en cinco fases.

Para desarrollar MADAMDM (Metodología Ágil para el Diseño de Aplicaciones Multimedia de Dispositivos Móviles), se emplearon cuatro metodologías diferentes: XP (Programación Extrema), MOOMH (Metodología Orientada a Objetos para la producción de software Multimedia e Hipermedia), UWE (Ingeniería Web Basada en Objetos) y OOHDM (Método de Diseño Hipermedia Objeto Orientado). Estas metodologías fueron seleccionadas por sus características relevantes que contribuyen a alcanzar los objetivos y facilitan el desarrollo y diseño de aplicaciones para dispositivos móviles en diversos sistemas operativos. (Fuzi,2013).



**Figura 2.16.** Fases de la Metodología MADAMDM.  
**Fuente:** Fuzi, 2013.

Cuando se aplica la Metodología MADAMDM, es necesario seguir cada una de sus fases y realizar pruebas para evaluar el funcionamiento de la aplicación. En términos generales, se establecen las siguientes fases y etapas durante el desarrollo de esta metodología.



**Figura 2.17.** Esquema General.

Fuente: Fuzi, 2013.

En 2013, Fuzi define cada una las cinco fases de la metodología MADAMDM:

### 2.8.1. FASE DE REQUERIMIENTO

En MADAMDM es la primera fase de un proyecto donde el usuario fija las características necesarias para realizar la aplicación móvil, es importante destacar que esta fase pretende determinar las principales necesidades del mercado y de los usuarios tomando en cuenta estudios analíticos y recolección de información minuciosa, esta fase se divide en las siguientes etapas:



**Figura 2.18.** Esquema de las etapas de la fase de requerimientos.

Fuente: Fuzi, 2013.

#### **2.8.1.1. REQUERIMIENTO DE LOS USUARIOS**

Una vez finalizada la fase de análisis de mercado, se da inicio a la recopilación de los requisitos de los usuarios. Se proporciona un formulario que se distribuye entre un grupo de usuarios para registrar sus experiencias con aplicaciones previamente utilizadas, asegurándose de que estas aplicaciones comparten características similares al software que se desarrollará en el futuro.

#### **2.8.1.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA**

Por último, se tiene la etapa de análisis de toda la información recolectada, donde el desarrollador debe determinar cuáles son las características fundamentales que predomina en su aplicación móvil, para así poder apoyar la siguiente fase de la metodología y formar objetivos claros. No obstante, el desarrollador podrá utilizar las siguientes herramientas para el análisis de los datos:

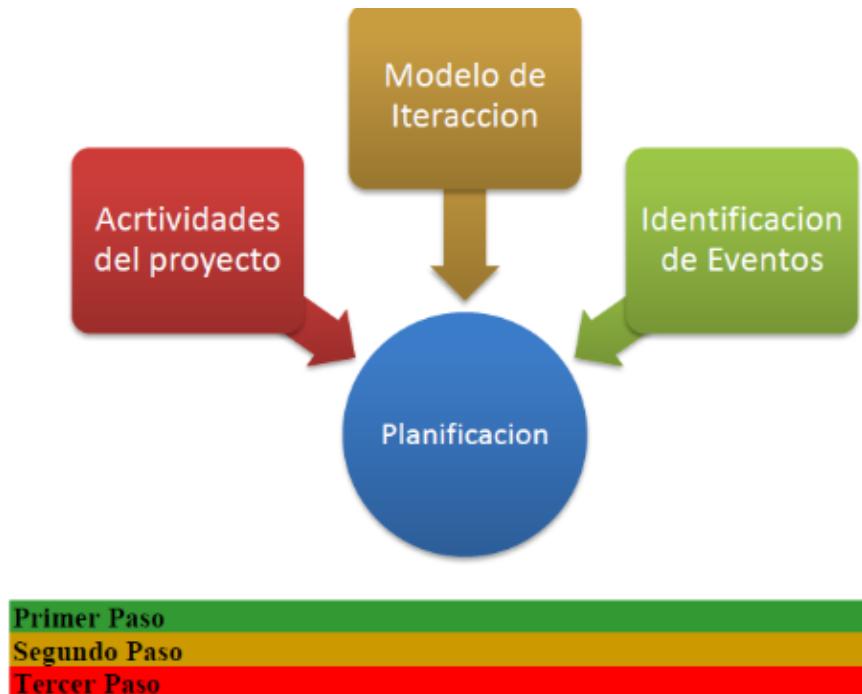
- **Análisis de la Información:** Antes de emplear esta herramienta, el desarrollador necesita examinar previamente el panorama actual del mercado. Esto le proporcionará una comprensión sólida de las tendencias y de las 21 aplicaciones multimedia que benefician a los dispositivos móviles. Luego, se procede con el análisis de los requisitos de los usuarios, lo que permite formar una visión general de lo que se pretende desarrollar.

#### **2.8.2. FASE DE PLANIFICACIÓN**

Por su parte, es posible diseñar una planificación tras la identificación precisa del problema que se ha de abordar. Una vez conocida e interpretada esa problemática, se postula el desarrollo de las alternativas para su abordaje o solución. Después de definir las

ventajas y las desventajas de esos posibles enfoques, se opta por la planificación más conveniente y se decide su puesta en práctica.

Un propósito adicional de la planificación consiste en coordinar los esfuerzos y los recursos dentro de las organizaciones. Se ha dicho que la planificación es como una locomotora que arrastra el tren de las actividades de la organización, la dirección y el control. El desarrollador está en la obligación de organizar y planificar las actividades, ya teniendo una idea de cómo es el comportamiento del mercado y cuáles son las necesidades de los usuarios, se puede dar inicio a una planificación de la aplicación que se desea elaborar, para ello se deben cumplir los siguientes factores:



**Figura 2.19.** Esquema general de las fases de Planificación.  
**Fuente:** Fuzi, 2013.

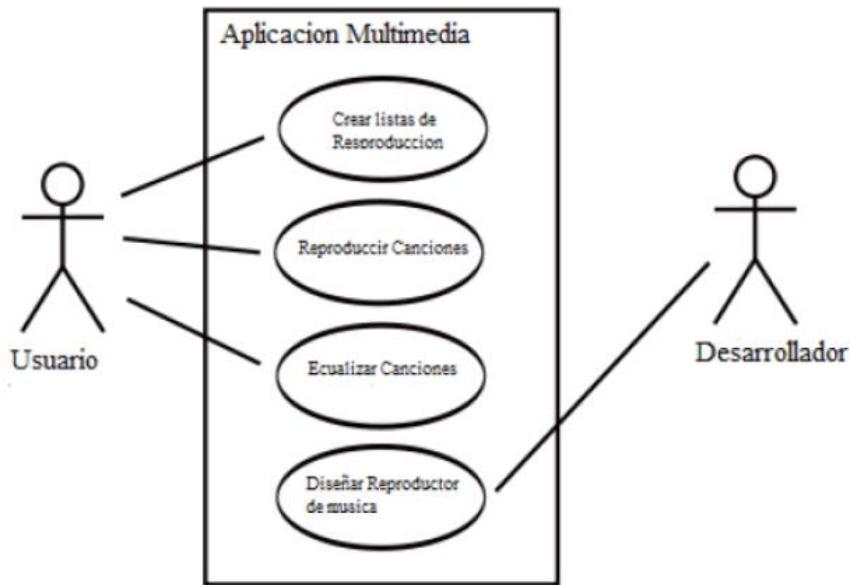
### 2.8.2.1. IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS

El desarrollador inicia su planificación de los eventos que tendrá el usuario con la aplicación, desglosando y modelando las capacidades, conociendo y definiendo las características que tendrá para los terminales, es decir, se desglosará las limitaciones del diseño y codificación del software.

### 2.8.2.2. MODELO DE ITERACIÓN

El modelo de iteración será un esquema basado en las relaciones que poseen las distintas herramientas del dispositivo móvil, como, por ejemplo: la cámara, el flash, teclado, Wifi, entre otros. Además, se debe plasmar, las posibles interfaces que existirán en la aplicación, todo este proceso se realiza de forma general, con el fin de mantener la idea.

- **Diagrama de Caso de Uso:** Mediante los diagramas de casos de uso se podrán plasmar las relaciones que tendrán los usuarios con la aplicación ya concluida, además de dividir los patrones que posee la aplicación y definir la clase de aplicación que se desea desarrollar.



**Figura 2.20.** Diagrama de Casos de Uso para una Aplicación Multimedia Móvil.

Fuente: elaboración propia, 2024.

### 2.8.2.3. ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Esta fase es fundamental en el modelo de planificación del proyecto, ya que implica que el desarrollador registre las actividades y los resultados esperados, considerando la posibilidad de imprecisiones. Estas actividades deben ser factibles y seguir un orden lógico en el tiempo para garantizar el desarrollo adecuado de la aplicación.

- **Cuadro de procesos**

En el diagrama de procesos, se plasmarán las actividades de la metodología y a su vez se marcarán la culminación de cada una de ellas al pasar del tiempo, esto con el fin de organizar las ideas y mantener el rumbo correcto de los pasos de la metodología.

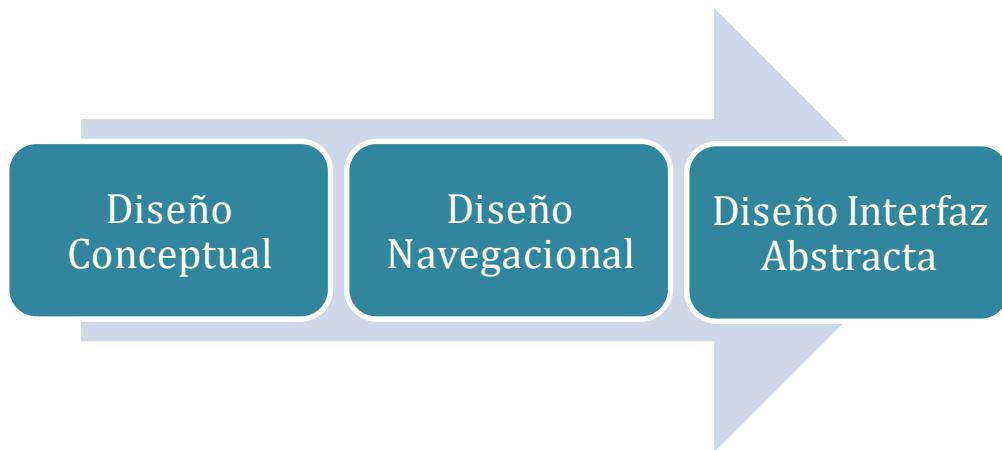
Cuadro de Procesos			
	Culminada	Prueba Ejecución	Prueba Diseño
Diseño Conceptual	Sin Observaciones		
Diseño Navegacional	Sin Observaciones		
Diseño Interfaz Abstracta	Sin Observaciones		
Codificación	Se necesita Prueba	Exitosa	
Prueba	Sin Observaciones		

**Figura 2.21.** Diagrama de Procesos Ejemplo.

Fuente: Fuzi, 2013

### 2.8.3. FASE DE DISEÑO

El desarrollador inicia con el diseño de la aplicación, teniendo en cuenta diversas herramientas que brindan los sistemas operativos móviles para la estructura y colores que deben poseer las aplicaciones. Existen sistemas operativos móviles que limitan a los desarrolladores a estructuras de interfaz e iconos, donde se deben plasmar únicamente los modelos planteados por el sistema operativo móvil. Para el diseño se deben de seguir las siguientes etapas:



**Figura 2.22.** Etapas de la Fase de Diseño.

Fuente: Fuzi, 2013

### **2.8.3.1. DISEÑO CONCEPTUAL**

En esta etapa se construye el esquema conceptual que tendrá la aplicación por objetos del dominio, sus relaciones o colaboraciones entre ellos. Este diseño está conformado por clases, relaciones y subsistema.

### **2.8.3.2. DISEÑO NAVEGACIONAL**

En esta etapa, el desarrollador debe definir los esquemas y estructuras de la aplicación previamente concientizado de las limitantes de su aplicación y de las herramientas que brindan el SO dentro del el paquete de desarrolladores. Por su parte, esta etapa se considera una de las más críticas ya que es aquí donde el desarrollador va a dar pie a su estructura de aplicación y es donde el mismo brindara los pasos a seguir para cambiar entre los diferentes módulos.

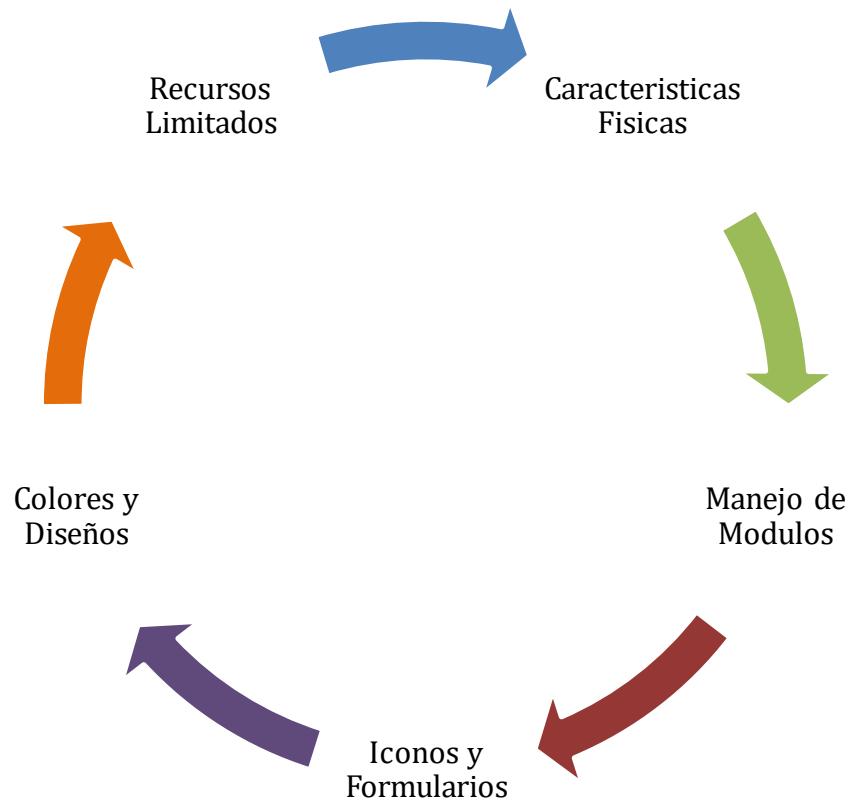
### **2.8.3.3. DISEÑO DE INTERFAZ ABSTRACTA**

Durante la fase de diseño de aplicaciones para dispositivos móviles puede resultar imprescindible definir la estructura de los elementos de las interfaces gráficas, para definir claramente comportamientos y obtener una idea mucho menos abstracta que en otras fases del diseño.

En esta etapa, el desarrollador debe unir los conceptos plasmados en las 2 anteriores etapas y crear una interfaz abstracta, agregando los contenidos necesarios para su aplicación multimedia como lo son: Audio, Video, Imágenes. Por su parte, se puede decir que en esta etapa el desarrollador puede implementar los bocetos que sean necesarios para amoldar el diseño de la aplicación al resultado esperado

### **2.8.3.4. PASOS PARA EL DISEÑO DE LA APLICACIÓN**

Se pretende, que para la metodología la fase de diseño sea uno de los puntos más críticos para el desarrollo de una aplicación móvil multimedia, ya que este tipo de software deben tener gran calidad de colores, además, de gráficos llamativos para el usuario final, a continuación, se presenta un esquema general de diseño.



**Figura 2.23.** Pasos para el Diseño de la Aplicación Móvil.

Fuente: Fuzi, 2013

**a) Características Físicas**

En este punto, el desarrollador debe tener muy presente las distintas resoluciones que tienen los terminales a que van dirigido el producto final, además, tener en cuenta la variedad de gamas a nivel de procesador y memorias que podrá soportar la aplicación y determinar en si cuáles serán los requerimientos mínimos para el buen desemvolvimiento de la aplicación.

**b) Manejo de Módulos**

En cuanto al manejo de módulos, se tiene que el desarrollador debe mantener estándares poco saturados de información para el buen desempeño de la aplicación, esto con el fin de crear interfaces ligeras e intuitivas para el usuario, donde el mismo reconocer los errores y pueda fácilmente ejecutar el proceso deseado.

**c) Iconos y Formularios**

Por consiguiente, en este módulo el desarrollador inicia con la creación de los iconos de pantalla principal y los formularios de las interfaces, donde es importante tener en cuenta los tamaños para no entorpecer el funcionamiento de la aplicación y la poca saturación de iconos, además, se debe preparar el método de notificación si en el caso la aplicación utiliza y las ventanas de ayuda para el usuario.

**d) Colores y Diseños**

Por otro lado, se tiene el módulo más artístico de todos, en el cual el desarrollador deberá tener imaginación y creatividad para la creación y buena saturación de colores en el diseño de las interfaces, es importante apoyarse en los estándares de cada uno de los sistemas operativos móviles y delimitar un estándar específico.

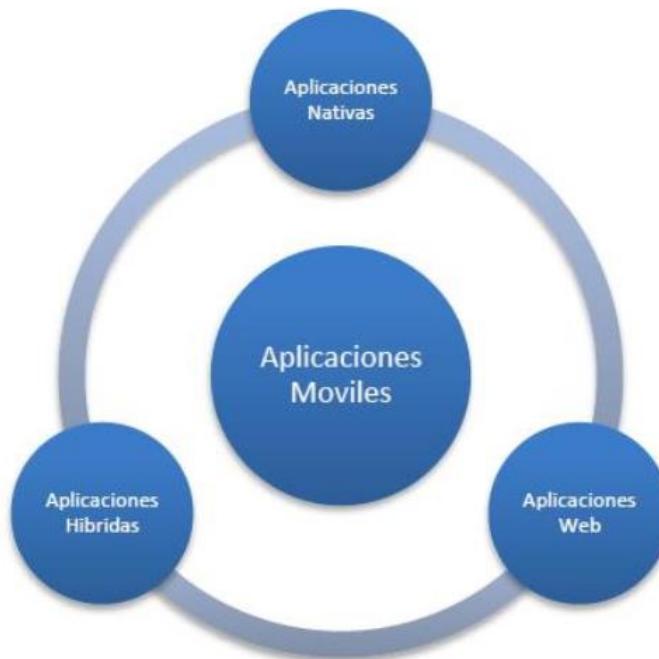
**e) Recursos Limitados**

Por último, el desarrollador deberá comprender las limitaciones que presentan los dispositivos móviles, ya que no es lo mismo ejecutar la aplicación en un PC que en un Smartphone, en esta etapa es de considerar que la aplicación sea capaz de ejecutarse en cualquier tipo de dispositivo teniendo en cuenta capacidad de los existentes en el mercado. Todos estos pasos anteriormente mencionados quedan sujetos al gusto del desarrollador, dados únicamente para guiar el diseño de la aplicación y crear paso a paso interfaces agradables y sencillas para el usuario final.

**2.8.4. FASE DE CODIFICACIÓN**

Es una de las etapas más extensas del proyecto, donde el desarrollador debe tener claro cuál va a ser el tipo de aplicación multimedia desea desarrollar bien sea nativa, una aplicación bajo ambiente web o una aplicación híbrida, ya que de ello dependerá el código y la sintaxis del sistema.

En la mayor parte de las ocasiones relacionamos desarrollos móviles con aplicaciones nativas. Este tipo de desarrollos son desarrollos hechos de forma específica para un determinado sistema operativo.



**Figura 2.24.** Esquema general de la aplicación móvil.

**Fuente:** Fuzi, 2013

#### 2.8.4.1. APPLICACIONES NATIVAS

Este tipo de aplicaciones están hechas para ejecutarse en un dispositivo y sistema operativo específico. Este tipo de aplicaciones se crean con distintos tipos de lenguajes. Este tipo de aplicaciones corren de forma más eficiente sobre estos dispositivos ya que sus componentes están diseñados de forma específica para este sistema operativo. Además, este tipo de aplicaciones pueden emplear todos los sensores y elementos del teléfono: cámara, GPS, acelerómetro, agenda, etc.

Por su parte, el código fuente de estas aplicaciones se escribe en función del dispositivo para el que trabajemos. Este código fuente se compila a un ejecutable bien sea para los dispositivos iOS el ejecutable será un archivo. APP, para los dispositivos Android será APK, para los dispositivos BlackBerry. COD y para los dispositivos Windows Mobile .XAP.

Todos aquellos recursos (imágenes, iconos) que la aplicación necesita para ejecutarse quedan en el archivo compilado. Este archivo está ya listo para ser distribuido y subido al marketing del sistema operativo seleccionado.

### 2.8.5. FASE DE PRUEBA

MADAMDM desde cualquiera de las fases se puede saltar a la fase de prueba, esto creando un filtro donde el desarrollador puede evaluar y visualizar un resultado rápido de la aplicación en ejecución. Teniendo en cuenta que si se consigue algún tipo de error puede regresar cualquier punto para corregirlo.



**Figura 2.25.** Esquema de fases de prueba

Fuente: Fuzi, 2013

En esta fase, el desarrollador debe evaluar dos etapas, las cuales son: ejecución y resultado, estos tienen como propósito evaluar las factibilidades de la aplicación, realizando ejecuciones dentro de los dispositivos móviles o brindando diseños en fase beta a usuarios para su evaluación. Además, se hace uso de una tabla de desempeño donde se marca las características del software.

#### 2.8.5.1. ETAPA DE EJECUCIÓN

El desarrollador, inicia la ejecución en frío de la aplicación ya sea de su diseño, de su modelo o diagrama, esto con el fin de validar que el mismo se ejecute de forma coherente entre las interfaces o módulos y brinde estabilidad para un resultado óptimo.

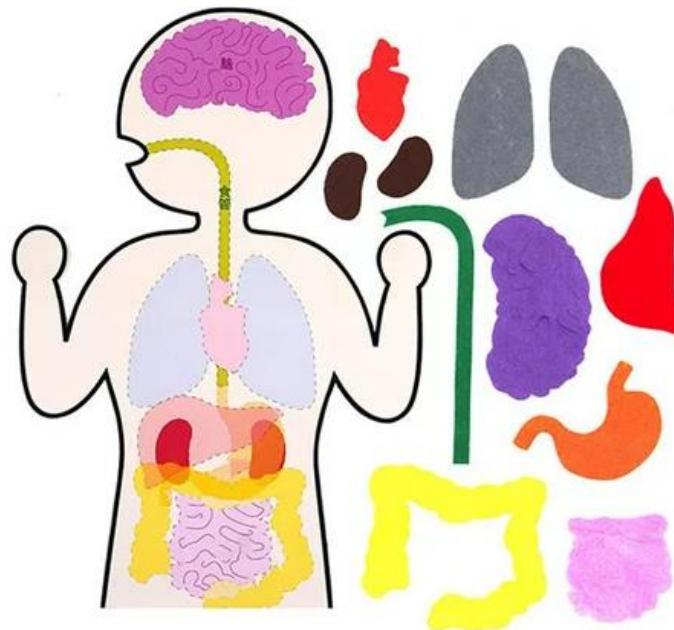
#### 2.8.5.2. ETAPA DE RESULTADOS

Por otro lado, esta etapa el desarrollador ingresa valores en la aplicación, donde se mide la eficiencia y certeza de las variables y los cálculos codificados o planteados en el proyecto, es decir, en esta prueba se busca validar que las variables ingresadas brinden el resultado esperado. Por lo tanto, esta fase trata de un control de calidad para dar salida al producto final ya elaborado y así garantizar que será un producto de calidad y cubrirá las expectativas de los usuarios finales. Para dar por finalizado, se presenta esta metodología

de fácil uso para cualquier desarrollador, brindando posibilidades de emprender proyectos pequeños y de una duración media-baja.

## **2.9. ÓRGANOS DEL CUERPO HUMANO EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA**

La enseñanza va de acuerdo al proceso de desarrollo y maduración de los estudiantes. Tal que, en el nivel Inicial no se busca que expliquen los sucesos que se producen el mundo, sino que lo conozcan y lo describan. En Primaria, se produce una acercamiento lento y progresivo, un tránsito, de ideas que describían al mundo, hacia ideas que empiezan a construir los conocimientos y por ende las primeras explicaciones. En la educación primaria, los órganos del cuerpo humano pueden ser definidos como las partes del cuerpo encargadas de realizar funciones específicas para el correcto funcionamiento del organismo. Estos órganos son estructuras especializadas que trabajan en conjunto para llevar a cabo diferentes procesos vitales. (Tacca,2010).



**Figura 2.26.** Principales Órganos del cuerpo humano.

**Fuente:** Orientacionandujar,2018.

## **2.10. CARACTERÍSTICAS DE LOS ÓRGANOS DEL CUERPO HUMANO**

Los órganos se agrupan formando sistemas y aparatos, donde funcionan de forma integrada. (Cordova,2003).

En un nivel básico, algunos de los órganos del cuerpo que se enseñan en la educación primaria son:

- Corazón: órgano muscular que bombea la sangre a través del sistema circulatorio. Está situado en el tórax por detrás del esternón y delante del esófago, la aorta y la columna vertebral. A ambos lados de él están los pulmones. El corazón descansa sobre el diafragma, músculo que separa las cavidades torácica y abdominal. (Ballesteros,2019).
- Pulmones: Son dos órganos de color rosado, responsables de la respiración, donde se lleva a cabo el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono. Situados en el interior de la caja torácica que están protegidos por los omoplatos, costillas y esternón
- Cerebro: órgano principal del sistema nervioso central, encargado de controlar y coordinar las funciones del cuerpo y procesar la información.
- Estómago: órgano del sistema digestivo donde se lleva a cabo la digestión de los alimentos. Es una cavidad del tubo digestivo en forma de saco que se encuentra situado entre el esófago y el intestino delgado
- Hígado: órgano que realiza múltiples funciones, incluyendo la producción de bilis y la desintoxicación de sustancias en el cuerpo. Se encuentra situado debajo del músculo diafragma ocupando la parte superior derecha de la cavidad abdominal.
- Riñones: Son dos órganos del sistema excretor encargados de filtrar y eliminar los desechos y el exceso de líquidos del cuerpo que se encuentran situados uno a cada lado de la columna vertebral a la altura de la cintura.
- Intestinos: órganos largos y delgados que se encargan de la absorción de nutrientes y la eliminación de los desechos sólidos. Comprende dos partes: intestino delgado, de unos ocho metros de largo y de un grosor y un grosor al dedo pulgar; intestino grueso, continua a la anterior y es de mayor diámetro.

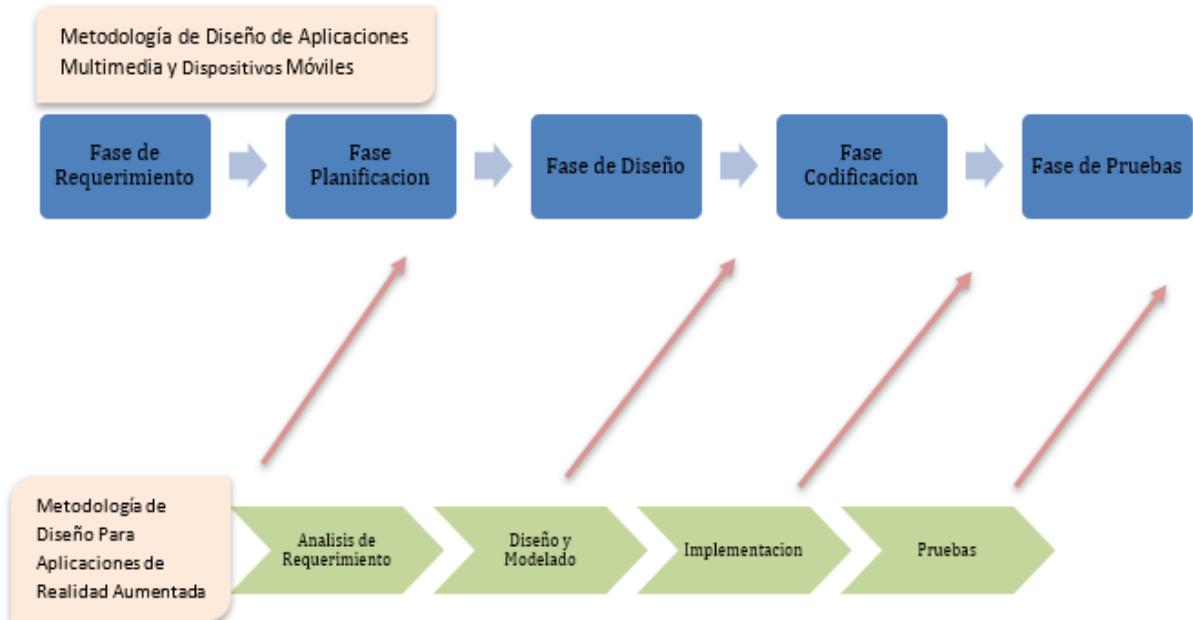
### **3. CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **3.1. INTRODUCCIÓN**

El capítulo anterior el marco teórico se realizó una investigación donde se pudo repasar sobre conceptos que ahora serán la base para el desarrollo de la aplicación en Realidad Aumentada en 3D para el aprendizaje de los órganos del cuerpo humano enfocado en estudiantes de tercero de primaria, y así poder alcanzar los objetivos del primer capítulo. Se detallará el desarrollo de la aplicación de realidad aumentada, para ello es necesario aplicar conjuntamente la metodología MANDAMDM y metodología de diseño para aplicaciones de realidad aumentada, ya que se trata de una aplicación móvil.

#### **3.1.1. REFACTORIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA MADAMDM Y METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA**

En la presente aplicación de realidad aumentada para el aprendizaje de los órganos del cuerpo humano enfocado a estudiantes de tercero de primaria se trabajará con dos metodologías, por lo cual es necesario reestructurar las mismas, la primera metodología a utilizar es la MADAMDM (Metodología Ágil para el Diseño de Aplicaciones Multimedia de Dispositivos Móviles) está enfocada al desarrollo exclusivo del ámbito móvil, esta metodología que consta de cinco fases. La segunda metodología a utilizar será la Metodología de Diseño de Aplicaciones de Realidad Aumentada, esta metodología consta de cuatro fases, Se escogió estas dos metodologías y las cuales se combinarán en el proceso de desarrollo de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada.



**Figura 3.1.** Diagrama de refactorización de las metodologías usadas.

Fuente: Elaboración Propia, 2024.

### 3.2. FASE DE REQUERIMIENTOS

En esta fase se definirán las características necesarias para realizar la aplicación de aprendizaje de los órganos del cuerpo humano aplicando realidad aumentada, las cuales deben llegar a cumplir los objetivos siendo que este punto será de gran importancia.

#### 3.2.1. REQUERIMIENTOS DE USUARIOS.

En la actualidad todos tienen acceso a los aplicativos móviles siendo que estos no son usados adecuadamente por parte de los estudiantes en especial si son niños.

Una forma de aprendizaje que ayuda a los estudiantes es el aprendizaje visual que estos responden a estímulos que le llaman la atención y hacen más interactiva la forma en la que ellos perciben cualquier información.

Con esta necesidad y teniendo en cuenta consultas realizadas a estudiantes de primaria y a educadores es que se desarrolla esta aplicación, para así poder aprovechar el uso de los dispositivos móviles que hoy en día son indispensables y puedan ellos aprender de forma autodidacta los órganos del cuerpo humano aumentando su comprensión además de evaluar dicho progreso.

### **3.2.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA**

Al realizar los análisis a los requerimientos de los estudiantes de tercero de primaria y asimismo de los profesores, se observó que los estudiantes tienen dificultades en asimilar y comprender los órganos del cuerpo humano. Ya que al momento de observar lo que son los órganos en un libro de material impreso no cuentan con información interactiva como poder visualizar el objeto en el espacio y ver detalles, que estos pueden mostrarse con la tecnología actual.

También de acuerdo a la información recolectada por parte de estudiantes y profesores a base de encuestas se tiene que la mayoría de los estudiantes tiene acceso a un dispositivo móvil Android, lo cual hará más sencillo a aplicaciones de aprendizaje como este es el caso, son la aplicación de aprendizaje para los órganos del cuerpo humano.

Se observa también que los estudiantes no reciben un seguimiento de lo aprendido por el poco tiempo invertido por parte de los educadores y estos al no ser reforzados en sus hogares produce un desnivel de aprendizaje.

Es por ello que se realiza esta aplicación, para coadyuvar en un mejor aprendizaje cumpliendo los requerimientos que se solicitan como: Realizar un aplicativo que sea de fácil uso y llamativo, enseñar de forma didáctica haciendo uso del mundo real combinado con la tecnología además de realizar pruebas que nos ayuden a determinar el incremento de su rendimiento.

### **3.2.3. REQUERIMIENTO DE LA APLICACIÓN MÓVIL**

Con la información recolectada se especificaron requisitos necesarios para realizar el aplicativo móvil de realidad aumentada, para esto se tomó en consideración los requerimientos funcionales y no funcionales.

#### **a) Requerimientos Funcionales**

- **Reconocimiento de Marcadores:** Al abrir la aplicación de realidad aumentada y escoger uno de los órganos del cuerpo humano, se abrirá la cámara del dispositivo móvil y reconocerá de manera automática el marcador y realizará el proceso correspondiente.

- **Visualización de la Realidad Aumentada:** una vez realizado el proceso correspondiente al marcador seleccionado la aplicación debe mostrar el modelo 3D con realidad aumentada del órgano del cuerpo humano elegido con el fin de mostrar detalles e información.
- **Información Multimedia:** Para una mejor comprensión se implementa recursos multimedia que acompañan la visualización del modelo, los cuales muestran un detalle más interactivo para los estudiantes.
- **Examen del estudiante:** Para lograr verificar la comprensión del estudiante se realizarán pruebas simples que ayudarán a pasar de un modelo a otro en una prueba individual así también se contará con una prueba general que permitirá observar la comprensión del estudiante con el aplicativo.

#### b) Requerimientos no Funcionales

Estos requerimientos son fundamentales para el buen funcionamiento de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada.

- **Usabilidad:** Los usuarios finales tanto como estudiantes profesores y padres de familia deben ser capaces de identificar el funcionamiento de la aplicación de manera fácil, siendo el tiempo de aprendizaje de uso los más corto posible con una tasa errores en el manejo baja.
- **Fiabilidad:** La Aplicación de Móvil de Realidad Aumentada deberá ofrecer un óptimo rendimiento para los estudiantes, teniendo un uso optimo sin generar complicaciones en su funcionamiento ni con otras aplicaciones instaladas.
- **Visualización:** la interfaz de la aplicación y las figuras que serán mostradas con interactiva visual.
- **Fácil Uso:** La aplicación debe ser de fácil uso y de ingreso, teniendo un manual de usuario básico para aprender el funcionamiento de la interfaz.

#### 3.2.4. METAS

Las metas de la aplicación son proporcionar un entorno de aprendizaje para los estudiantes y ellos puedan comprender mejor sobre los órganos del cuerpo humanos en la educación

primaria se mostrarán los modelos 3D como ser el corazón, pulmones, riñón, páncreas, hígado, estomago, intestino y cerebro.

Los modelos que se presentaran son aprendidos en la escuela en cursos de nivel primario y que favorecerán en un aumento de aprendizaje, dichos modelos se desplegaran con realidad aumentada haciendo uso de la cámara de celular y acompañado de elementos multimedia que colaboren en un aprendizaje más interactivo.

### **3.2.5. TÉCNICAS**

Se usará como técnica la Realidad Aumentada Móvil. Los usuarios podrán instalar la aplicación Móvil de Realidad Aumentada en sus propios dispositivos Android, dicha aplicación empleara la cámara como medio principal.

### **3.2.6. DEFINICIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE**

La aplicación de realidad aumentada para el aprendizaje de los órganos del cuerpo humano será implementada únicamente en el sistema operativo Android, que es adaptable a cualquier modelo de celular con versiones 4.4.2 para adelante.

El software de desarrollo utilizado para el desarrollo del aplicativo es: Blender para el diseño de modelos 3D, motor gráfico Unity 3D donde serán procesados los modelos Y Vuforia SDK para guardar y crear marcadores.

### **3.2.7. PRINCIPIOS DE USABILIDAD**

Para que el aplicativo de Realidad Aumentada tenga un alto nivel de calidad, es indispensable que cuente con los siguientes principios de usabilidad:

- a) **Interacción:** Se incorporará el uso de marcadores con modelos 3D de los órganos de acuerdo al modelo a desplegar, visualizando el modelo 3D. con respuestas agiles a acciones que ejecute el usuario.
- b) **Presentación:** El aplicativo de Realidad Aumentada será de fácil uso que contará con un diseño amigable y de simple comprensión. Cuando el usuario ingrese elija un modelo este debe permitir dar inicio a la realidad aumentada al enfocar la cámara del dispositivo móvil de tal forma que la información se despliegue de forma inmediata.

- c) **Sistema de Navegación:** Esta aplicación contara con 6 marcadores pertenecientes a los principales órganos del cuerpo humano en el aprendizaje primario, contara con otras secciones que llevaran a determinados lugares de la aplicación, por ello debe tener un sistema de navegación continua, manejando atrás, adelante.
- d) **Información Multimedia:** Se mostrará imágenes, sonido e información adicional de acuerdo a los marcadores utilizados. Esto con el fin de que se pueda comprender fácilmente lo que se está observado.
- e) **Orientación y ayuda:** El aplicativo de Realidad Aumentada contara con una guía de simple comprensión, el cual indicara el manejo correcto al momento de navegar en la aplicación.

### 3.3. FASE DE PLANIFICACIÓN

Con la fase de requerimientos concluida, se procede a definir la planificación del proyecto y los módulos que comprenden.

#### 3.3.1. IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS

En esta parte se realizará la planificación de los eventos para el desarrollo del aplicativo y su correcto funcionamiento, de tal forma que el usuario en nuestro caso hace referencia al estudiante pueda interactuar con la aplicación.

Los eventos que serán necesarios son:

- a) **Definir Pantallas:** Se definen las pantallas con las que se contara la aplicación de realidad aumentada, estas van de acuerdo a los requerimientos y se pueden interactuar entre ellas.
- b) **Marcadores para los modelos:** Estos son necesario para que se lleve a cabo el proceso de Realidad Aumentada y como son orientadas a estudiantes de nivel primario deberán ser llamativas.
- c) **Modelos en 3D y texturas:** Se realizan los modelos haciendo uso de la herramienta Blender, los modelos en este caso son los órganos del cuerpo humano al ser orientadas a estudiantes tendrán un diseño más amigable con la forma de caricaturas animadas.

- d) **Módulo de Realidad Aumentada:** Este módulo se encarga de realizar el proceso de Realidad Aumentada a partir del reconocimiento de marcadores. Cuando se reconoce el marcador se mostrará el modelo 3D y la información necesaria que será reconocida por la cámara del teléfono móvil.
- e) **Modulo Principal:** en este se incluirá el menú principal y se unirán los demás módulos para obtener la aplicación.
- f) **Módulo de Información Multimedia:** Se mostrarán información multimedia que acompañan a las figuras a desplegar videos, audios proporcionando más detalles sobre las figuras mostradas.
- g) **Módulo de Evaluación:** Nos permite medir la comprensión del estudiante al usar el aplicativo, contara con una ventana en la cual realizará sencillas preguntas en cuanto a reconocimiento del órgano del cuerpo.

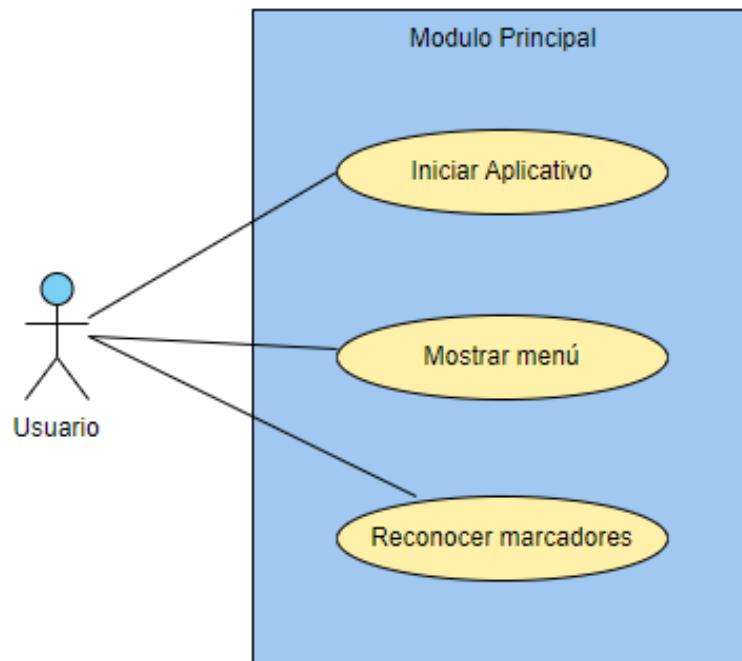
### 3.3.2. MODELO DE ITERACIÓN

Este modelo permite tener un esquema basado en las relaciones entre usuario y la aplicación móvil, además se describen las distintas interfaces junto a los actores de la aplicación. De estos esquemas el que más se usa serán los diagramas de casos de uso, que compara el mundo real con las acciones que realiza el usuario-actor, de esta manera se tendrán ciertas interfaces necesarias.

- **Diagrama de Casos de Uso:** Para crear los diferentes casos de uso, es necesario que cada uno de los requerimientos funcionales anteriormente definidos, vayan a ser cubiertos de manera general ya que la aplicación se encuentra en una fase de refinamientos.

#### 3.3.2.1. MODULO PRINCIPAL

En este módulo se detalla la interacción que realiza el usuario desde el momento en el que inicia la aplicación, visualiza el menú y enfoca los marcadores, estas acciones se detallan en el diagrama de casos de uso en la figura 3.2.



**Figura 3.2.** Diagrama de casos de uso del Módulo Principal.  
**Fuente:** Elaboración Propia, 2024.

### 3.3.2.2. INICIAR APlicATIVO MÓVIL

Caso de uso para iniciar la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada como se puede observar. Ver tabla 3.1.

<b>Caso de Uso:</b> Iniciar la Aplicación Móvil			Nro. 1
<b>Descripción</b>			Inicia la aplicación móvil de realidad aumentada.
<b>Actores</b>			Estudiante
<b>Precondiciones</b>			Dispositivo móvil debe ser de sistema operativo Android, se usará marcadores.
	<b>Paso</b>	<b>Acciones del actor</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
	1	El usuario Inicia la aplicación	La aplicación muestra el menú

<b>Flujo de eventos normal</b>	2	El usuario podrá usar la aplicación
<b>Post condición</b>	La aplicación esta lista para ingresar al menú.	

**Tabla 3.1.** Descripción de casos de uso – selección de menú.

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**3.3.2.3. VER MENÚ PRINCIPAL**

Caso de uso para visualizar el menú principal de la aplicación. Ver Tabla 3.2.

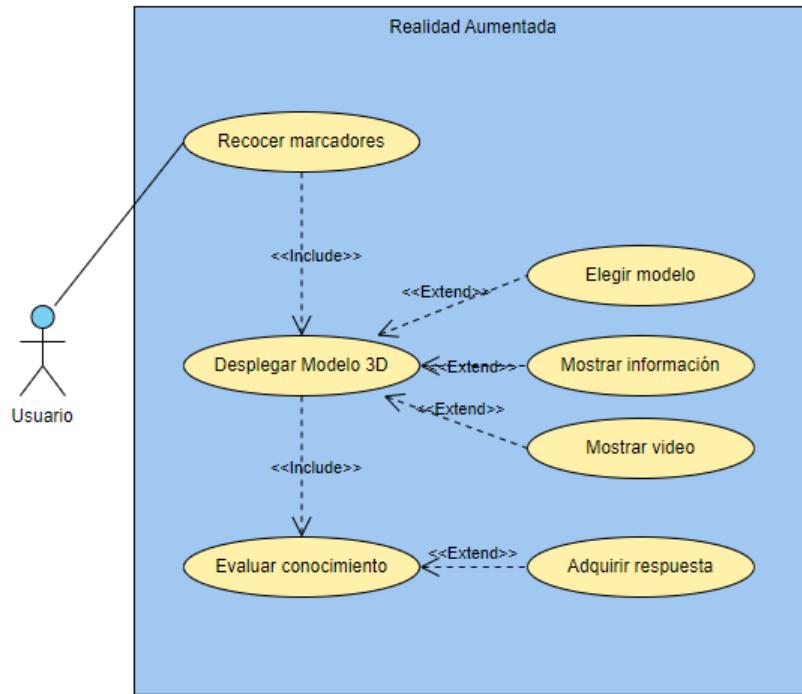
<b>Caso de Uso:</b> Selección del menú	Nro. 2		
<b>Descripción</b>	Caso de uso para que el usuario interactúe con el menú de la aplicación de realidad aumentada.		
<b>Actores</b>	Estudiante		
<b>Pre-Condición</b>	El usuario debe estar dentro de la aplicación.		
<b>Flujo de eventos normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acciones del actor</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
	1	El usuario podrá elegir entre opciones que se proporciona.	El sistema reconoce la opción del usuario que selecciono.
	2	El usuario elige una opción distinta a la de salir.	La aplicación redirige al usuario a la opción seleccionada abriendo una nueva ventana.
<b>Post condición</b>	3	El usuario escoge la opción salir	La aplicación se cerrará y regresa al menú del celular
	La aplicación se prepara para cambiar de entorno y avanzar entre los menús seleccionados		

**Tabla 3.2.** Diagrama de caso de uso ver menú

Fuente: Elaboración Propia, 2024

### 3.3.2.4. MÓDULO DE REALIDAD AUMENTADA

En este módulo se contempla todo lo relacionado a la generación del proceso de Realidad Aumentada mediante el reconocimiento de los marcadores. Figura 3.3.



**Figura 3.3.** Diagrama de casos de uso – Realidad Aumentada.

Fuente: Elaboración Propia, 2024.

- **RECONOCIMIENTO DE MARCADORES**

Caso de uso para el Reconocimiento de marcadores. Ver Tabla 3.3.

		Nro. 3
<b>Caso de Uso:</b> Reconocimiento de Marcadores		
<b>Descripción</b>	Caso de uso para el reconocimiento de marcadores ingresa al entorno para visualizar el modelo.	
<b>Actores</b>	Estudiante	
<b>Pre- Condición</b>	El estudiante debe elegir el modelo a visualizar y tener el marcador correspondiente, enfocar dicho marcador con la cámara de su dispositivo móvil.	

	<b>Paso</b>	<b>Acciones del actor</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
<b>Flujo de eventos normal</b>	1	El estudiante escoge el órgano del cuerpo humano que desea desplegar.	La aplicación activa la cámara del celular.
	2	El usuario orienta la cámara	La cámara mostrara la información correspondiente.
<b>Post condición</b>	La cámara reconoce el marcador		

**Tabla 3.3.** Diagrama de casos de uso – reconocimiento de marcadores.

**Fuente:** Elaboración Propia, 2024.

- **MOSTRAR MODELO EN REALIDAD AUMENTADA**

Caso de uso para mostrar el modelo en Realidad Aumentada de acuerdo al modelo seleccionado conjuntamente el marcador.

			Nro. 4
<b>Caso de Uso:</b> Mostrar Modelo en Realidad Aumentada			
<b>Descripción</b>			Caso de uso para mostrar el modelo en Realidad Aumentada desde el dispositivo móvil.
<b>Actores</b>			Estudiante
<b>Pre- Condición</b>			El estudiante se debe encontrar en la parte de los modelos a mostrar en realidad aumentada y apuntar a un marcador seleccionado al azar.
<b>Flujo de eventos normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acciones del actor</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
	1	El estudiante elige un marcador	La aplicación activa la cámara del celular.
	2	El usuario orienta su cámara al marcador seleccionado	El sistema reconoce el marcador y procede a enviar el modelo en 3D del órgano del cuerpo humano.

<b>Post condición</b>	El estudiante visualizara el modelo 3D del órgano del cuerpo humano elegido.
-----------------------	--

**Tabla 3.4.** Diagrama de casos de uso – Mostrar modelo en Realidad Aumentada.**Fuente:** Elaboración Propia, 2024.

- **MOSTRAR INFORMACIÓN MULTIMEDIA**

Caso de uso para mostrar información adicional y poder entender de mejor forma cada órgano del cuerpo humano. Ver tabla 3.5

			Nro. 4
<b>Caso de Uso:</b> Mostrar Información Multimedia			
<b>Descripción</b>	Caso de uso para mostrar información adicional que sea interactiva de acuerdo al marcador seleccionado.		
<b>Actores</b>	Estudiante		
<b>Pre- Condición</b>	El estudiante se debe escoger y apuntar el marcador correcto para obtener información adicional.		
<b>Flujo de eventos normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acciones del actor</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
	1	El estudiante enfoca con la cámara el marcador que contiene la información adicional	El sistema lo reconoce el marcador y procede a mostrar un video con respecto al órgano del cuerpo humano que sea seleccionado.
	2	El estudiante puede obtener dicha información.	El video se podrá visualizar mientras el estudiante lo enfoque con la cámara del dispositivo móvil.
	<b>Post condición</b>	La experiencia será más didáctica al observar el modelo 3D en Realidad Aumentada.	

**Tabla 3.5.** Diagrama de casos de uso – Mostrar Información multimedia.**Fuente:** Elaboración Propia, 2024.

- **DESPLEGAR EVALUACIÓN INDIVIDUAL AL ESTUDIANTE**

En este caso de uso presenta los procesos que el estudiante sigue hasta reforzar lo aprendido una vez que visualiza el modelo en 3D juntamente con toda la información multimedia proporcionada por el aplicativo. Ver tabla 3.6.

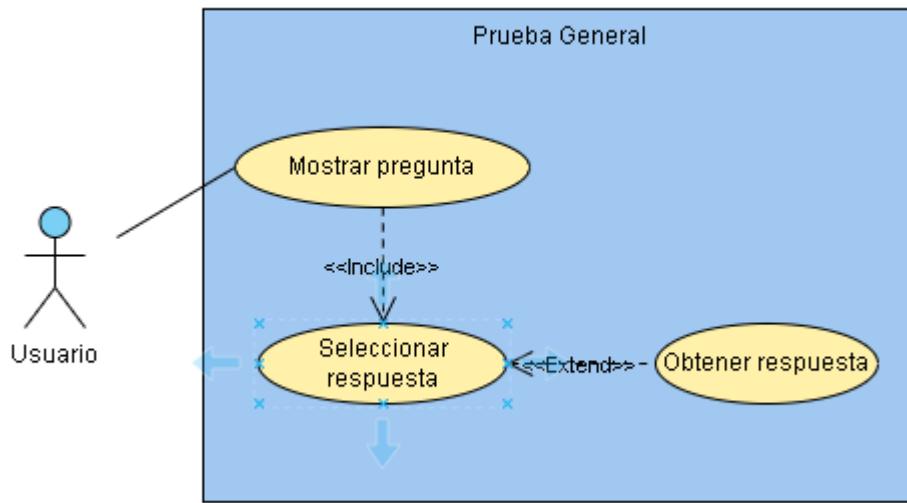
<b>Caso de Uso:</b> Mostrar Pregunta de Evaluación				Nro. 4
<b>Descripción</b>	Caso de uso para mostrar la pregunta al estudiante para reforzar lo aprendido respecto al modelo que visualiza			
<b>Actores</b>	Estudiante			
<b>Pre- Condición</b>	El estudiante encontrarse en la parte donde se visualiza la Realidad Aumentada.			
<b>Flujo de eventos normal</b>	Paso	Acciones del actor	Respuesta del sistema	
	1	El estudiante enfoca con la cámara el marcador	El sistema lo reconoce el marcador y procede a mostrar el modelo identificado	
	2	El estudiante visualiza la información del modelo.	El sistema una vez terminado la información proporcionada desplegará una pregunta.	
	3	El estudiante presiona la opción siguiente	El sistema desplegará una pregunta.	
<b>Post condición</b>	4	El estudiante debe seleccionar la respuesta correcta.	La aplicación retorna si la respuesta es correcta avanzar al siguiente modelo, caso contrario desplegará otra pregunta.	
	La evaluación individual será de apoyo al estudiante, de modo que le ayude a repasar la información adquirida sobre un modelo 3D.			

**Tabla 3.6.** Diagrama de casos de uso – Mostrar modelo para evaluación.

**Fuente:** Elaboración Propia, 2024.

### 3.3.2.5. MODULO DE EVALUACIÓN GENERAL AL ESTUDIANTE

Este módulo presenta los procesos que debe seguir el estudiante para reforzar lo aprendido con el aplicativo de manera general donde se le proporciona una serie de preguntas aleatorias de selección múltiple. Figura 3.4.



**Figura 3.4.** Diagrama de casos de uso – Prueba General.  
**Fuente:** Elaboración Propia, 2024.

- **MOSTRAR PREGUNTA**

Caso de uso para mostrar pregunta. Ver Tabla 3.7.

<b>Caso de Uso:</b> Mostrar Pregunta			Nro. 5
<b>Descripción</b>			Caso de uso para mostrar pregunta ingresa al entorno.
<b>Actores</b>			Estudiante
<b>Pre- Condición</b>			El estudiante dentro del aplicativo, en la ventana de menú principal.
<b>Flujo de eventos normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acciones del actor</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
	1	El estudiante debe escoger la opción de <b>Prueba</b> que se muestra en el menú principal	La aplicación desplegará una ventana con preguntas aleatorias de selección múltiple.

	2	El usuario (estudiante) debe reconocer la respuesta.	La aplicación debe retornar sí respondió de manera correcta la pregunta.
<b>Post condición</b>	La evaluación o prueba general será de apoyo al estudiante para mejorar su aprendizaje.		

**Tabla 3.7.** Diagrama de casos de uso – mostrar pregunta.

Fuente: Elaboración Propia, 2024.

### 3.3.3. ACTIVIDADES DEL PROYECTO

En esta etapa se plasmará las actividades del proyecto y los resultados de cada una de ellas. Estas actividades deberán ser reales.

#### 3.3.3.1. CUADRO DE PROCESOS

En este cuadro se plasmarán las actividades que implica la metodología y su estado de culminación, del cual obtendremos un mejor orden, al terminar cada actividad se marcará en el cuadro. Ver tabla 3.8.

CUADRO DE PROCESOS			
ACTIVIDADES	CULMINADA	PRUEBA DE EJECUCIÓN	PRUEBA DE RESULTADOS
Definir Órganos los órganos del cuerpo humano implementar.	Sin Observaciones	Exitosa	Exitosa
Análisis de las herramientas de desarrollo de Realidad Aumentada	Sin Observaciones	Exitosa	Exitosa
Selección de plataformas de desarrollo para la aplicación.	Sin Observaciones	Exitosa	Exitosa
Análisis del diseño de los órganos del cuerpo humano.	Sin Observaciones	Exitosa	Exitosa

Instalación y configuración de las herramientas de desarrollo que se utilizaran.	Sin Observaciones	Exitosa	Exitosa
Diseño de marcadores (Targets).	Sin Observaciones	Exitosa	Exitosa
Diseño y modelado en 3D con Blender.	Sin Observaciones	Exitosa	Exitosa
Registro y creación de la base de datos en Vuforia.	Sin Observaciones	Exitosa	Exitosa
Importación de los modelos a Unity.	Sin Observaciones	Exitosa	Exitosa
Configuración del menú navegacional.	Sin Observaciones	Exitosa	Exitosa
Desarrollo del entorno de la escena.	Sin Observaciones	Exitosa	Exitosa
Creación de información multimedia.	Sin Observaciones	Exitosa	Exitosa
Desarrollo de Realidad aumentada con Vuforia y Unity.	Sin Observaciones	Exitosa	Exitosa
Importación del proyecto.	Sin Observaciones	Exitosa	Exitosa
Pruebas de aplicación.	Sin Observaciones	Exitosa	Exitosa

**Tabla 3.8.** Cuadro de Procesos.  
**Fuente:** Elaboración Propia, 2024.

### **3.4. FASE DE DISEÑO**

En esta fase de la metodología se inicia el diseño de la aplicación, teniendo en cuenta los requerimientos que fueron planeados.

#### **3.4.1. DISEÑO CONCEPTUAL**

La aplicación de Realidad aumentada tendrá que estar instalada en el dispositivo móvil, al abrir el aplicativo debemos esperar a que carguen los recursos correspondientes y se podrá visualizar una ventana de bienvenida con opciones que se tendrán, como empezar con la aplicación, la sección de prueba de evaluación general y la sección de manual de ayuda.

Una vez ingresamos a la opción de Empezar se nos desplegará la ventana con los diferentes modelos a visualizar de los órganos del cuerpo humano, estas estarán en un listado correlativo. Y podemos seleccionar cualquier modelo para poder iniciar con la cámara de nuestro dispositivo móvil.

Una vez escogido el modelo y de igual manera el marcador correspondiente del órgano del cuerpo humano seleccionado, se procede a enfocar el marcador el cual nos permitirá ver el modelo en 3D del órgano del cuerpo humano y la información que se proporcionará acerca del modelo.

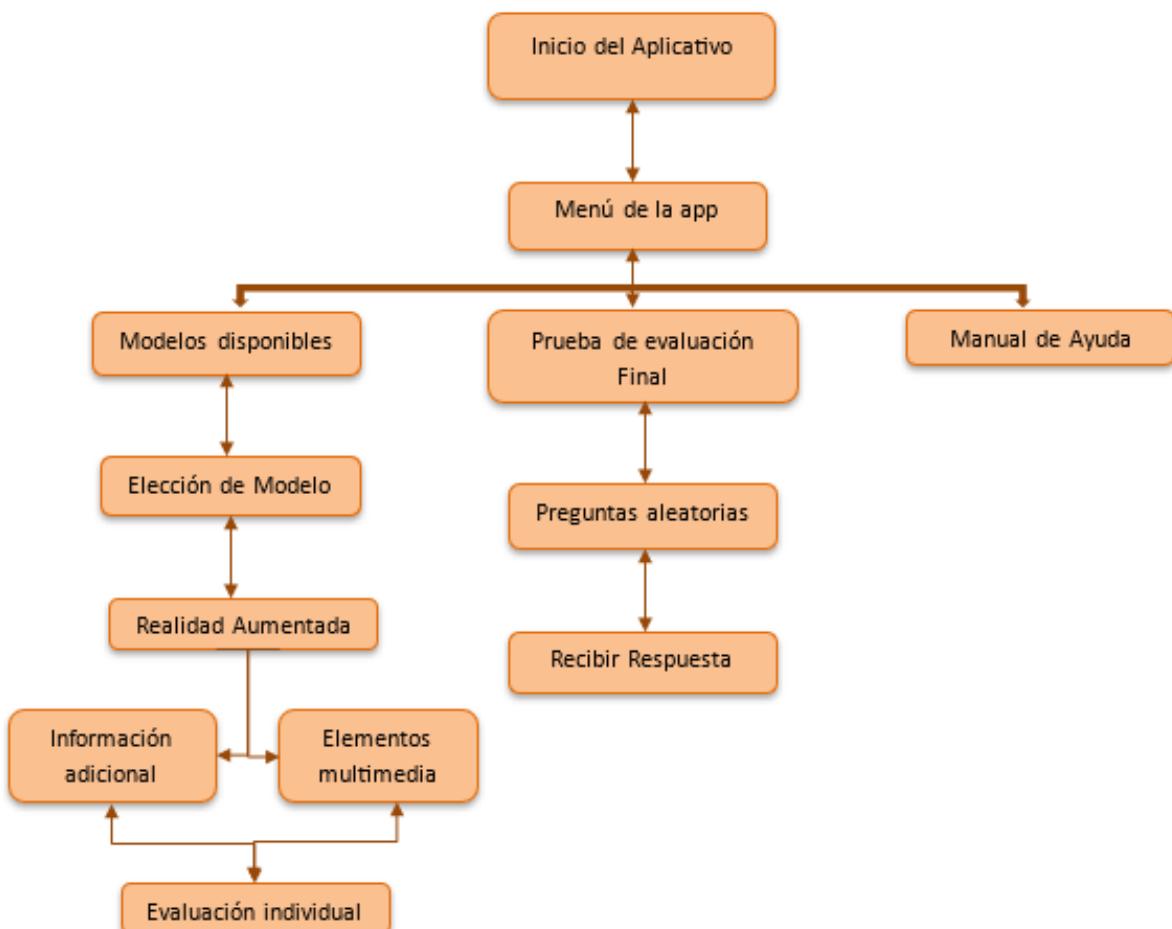
Se podrá observar el material multimedia del modelo, se tendrá la opción de siguiente para continuar con otro modelo, previo la visualización de este tendrá una parte de evaluación individual para continuar en caso de acertar con la respuesta se procede a avanzar de forma correcta, caso contrario deberá visualizar nuevamente la información correspondiente al modelo actual. Así también tendrá la opción para volver al menú.

Volviendo al menú se podrá visualizar las opciones con las que cuenta y la opción de prueba de evaluación general, manual de ayuda y salir para cerrar el aplicativo.

#### **3.4.2. DISEÑO NAVEGACIONAL**

En esta etapa, se procederá a visualizar y definir la estructura de la aplicación móvil con realidad aumentada. El diseño de la estructura permitirá a los estudiantes navegar por el aplicativo de manera intuitiva y sin complicaciones, asegurando una experiencia de usuario fluida y agradable. Los estudiantes tendrán la capacidad de explorar todas las

funcionalidades y características que ofrece la aplicación móvil, lo que incluye: Interfaz de Usuario amigable que facilitará la navegación y el acceso a las distintas secciones de la aplicación. Manual de ayuda este permitirá a los estudiantes a familiarizarse rápidamente con las funciones de la aplicación. Acceso a educativos aumentados, como modelos 3D, simulaciones interactivas y recursos multimedia adicionales, que enriquecerán su proceso de aprendizaje. La aplicación contara con una sección de evaluación donde los estudiantes tendrán un desafío a sus conocimientos.



**Figura 3.5.** Diagrama de Diseño Navegacional.  
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

### 3.4.3. DISEÑO DE INTERFAZ ABSTRACTA

En Esta etapa se realiza el diseño de los bocetos que se consideren necesarios para la aplicación de realidad aumentada, se creará una interfaz abstracta, definiendo la estructura

de los elementos, interfaces graficas que tendrá el aplicativo a través de bocetos llegando al resultado esperado.

#### **3.4.3.1. DISEÑO DE BOCETOS PARA LA APLICACIÓN**

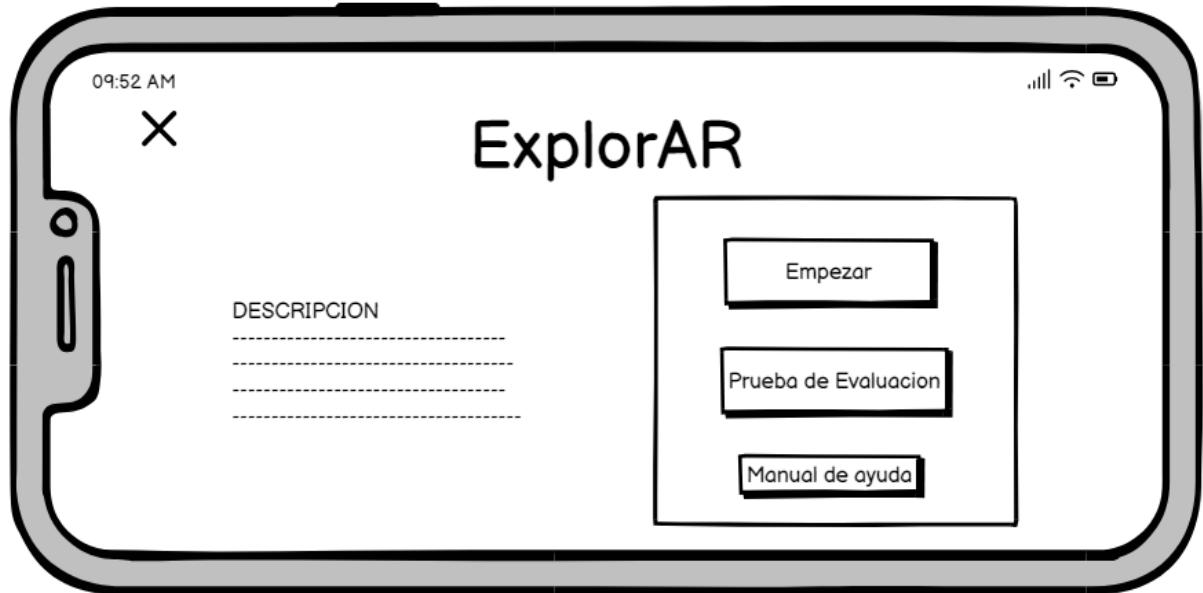
En esta etapa de la metodología es donde se podrá implementar y realizar el diseño de los bocetos de las pantallas que tendrá el aplicativo móvil, se creará una interfaz abstracta, definiendo la estructura de los elementos que tendrá nuestra aplicación de realidad aumentadas a través de bocetos.

Usando las recomendaciones para el diseño de la aplicación de realidad aumentada, se hace uso de la herramienta Balsamiq Mockups, sugerida por la metodología para realizar el diseño de bocetos.

a) **Pantalla de menú principal:** Diseño del boceto del menú principal de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada. Esta cuenta con las siguientes opciones:

- Botón Empezar App el cual nos permitirá acceder a la siguiente pantalla que son los marcadores.
- Botón Prueba que nos da el acceso a una evaluación de preguntas generales sobre los órganos principales del cuerpo humano.
- Botón de manual de ayuda que nos permite acceder a la pantalla de ayuda al usuario en este caso el estudiante para mostrar indicaciones de cómo usar la aplicación.

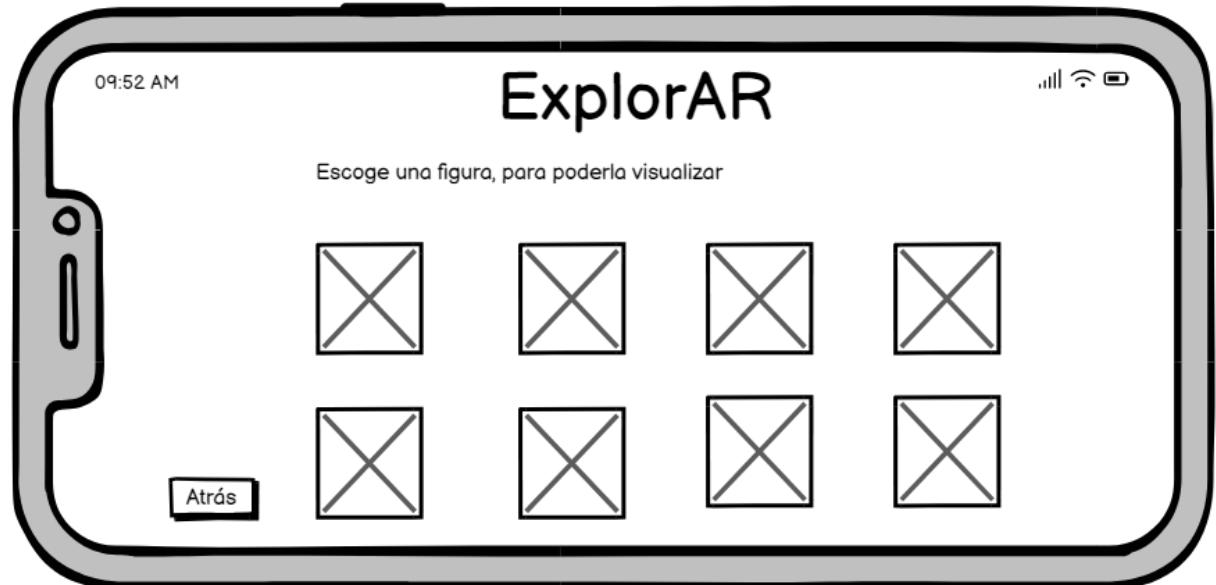
Ver figura 3.6. para visualización de boceto de menú principal.



**Figura 3.6.** Boceto del menú principal.

Fuente: Elaboración Propia, 2024.

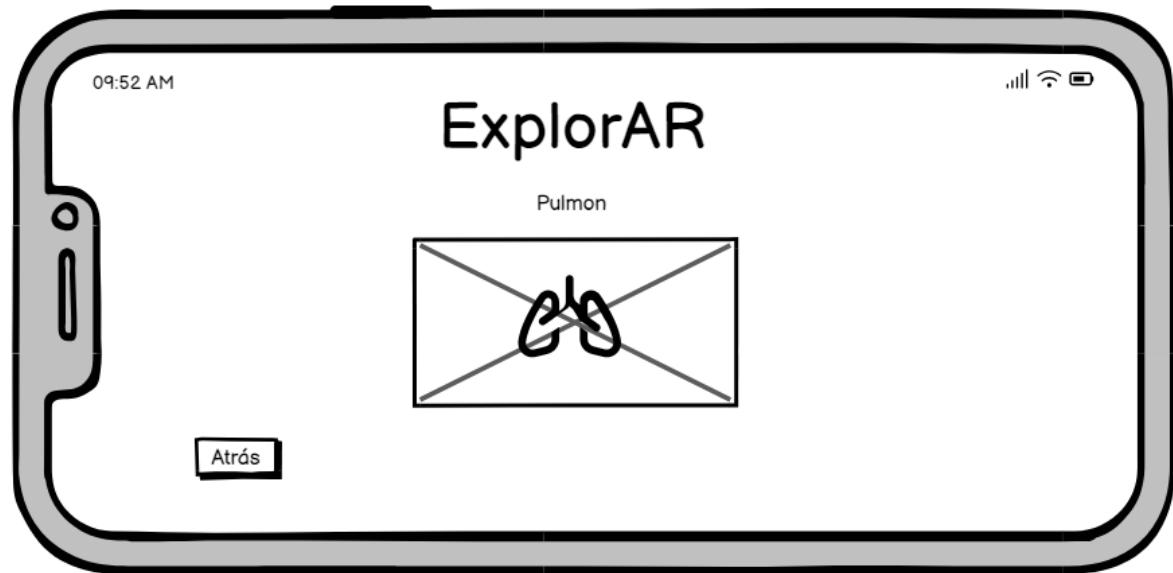
- b) **Menú de modelos:** Es la pantalla donde se verán los modelos disponibles para apreciar su visualización en 3D, estos modelos se listarán y se podrán acceder a cada una ellas y que serán de ayuda al estudiante, como se ve en la figura 3.7.



**Figura 3.7.** Boceto del menú de modelos de órganos del cuerpo humano.

Fuente: Elaboración Propia, 2024

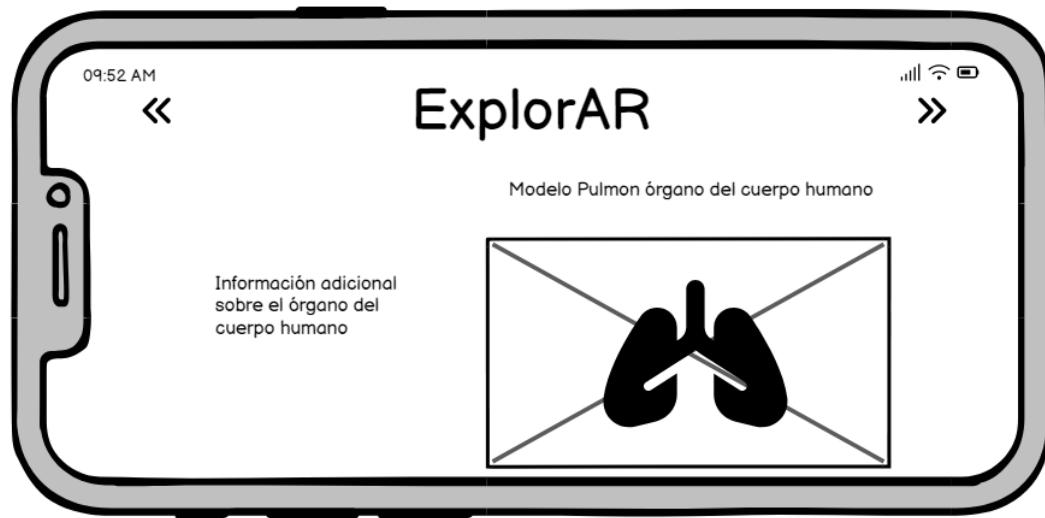
- c) **Marcadores de los modelos:** en esta pantalla se hará el uso de la cámara del dispositivo móvil para lograr ver el modelo usando el marcador correspondiente, como se observa en la figura 3.8.



**Figura 3.8.** Boceto del marcador del modelo.

**Fuente:** Elaboración Propia, 2024.

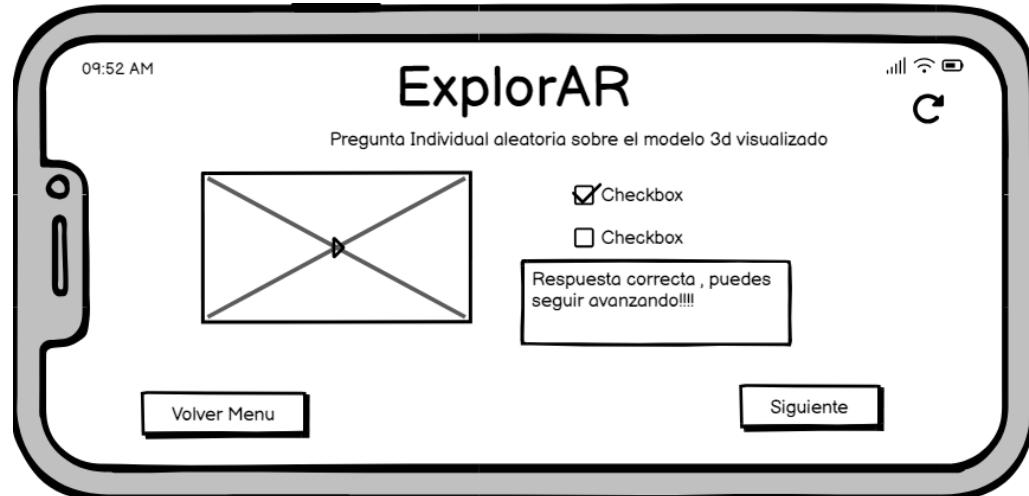
- d) **Realidad aumentada del modelo:** En esta pantalla se puede observar el modelo de realidad aumentada. Para llegar a este punto, es necesario ubicar correctamente el marcador adecuado para la figura deseada y enfocarlo con la cámara del dispositivo móvil. Una vez enfocado, la aplicación desplegará automáticamente una ventana con el modelo de realidad aumentada, acompañado de información adicional y recursos multimedia como textos explicativos, imágenes y videos. La pantalla también ofrecerá elementos interactivos para que el usuario pueda rotar, ampliar o reducir el modelo, así como acceder a información detallada sobre partes específicas del modelo. Además, se incluirá retroalimentación visual y auditiva, como efectos sonoros y narraciones en audio, para mejorar la experiencia del usuario, como se observa en la figura 3.9.



**Figura 3.9.** Boceto de los elementos multimedia utilizados.

Fuente: Elaboración Propia, 2024.

- e) **Sección de Evaluación Individual:** previo a esta pantalla se deberá visualizar el modelo que fue escogido por el estudiante para continuar con otros modelos se realizará un control de lo comprendido con 2 preguntas aleatorias cual deberá ser respondida para avanzar caso contrario podrá visualizar nuevamente el modelo. Ver figura 3.10.

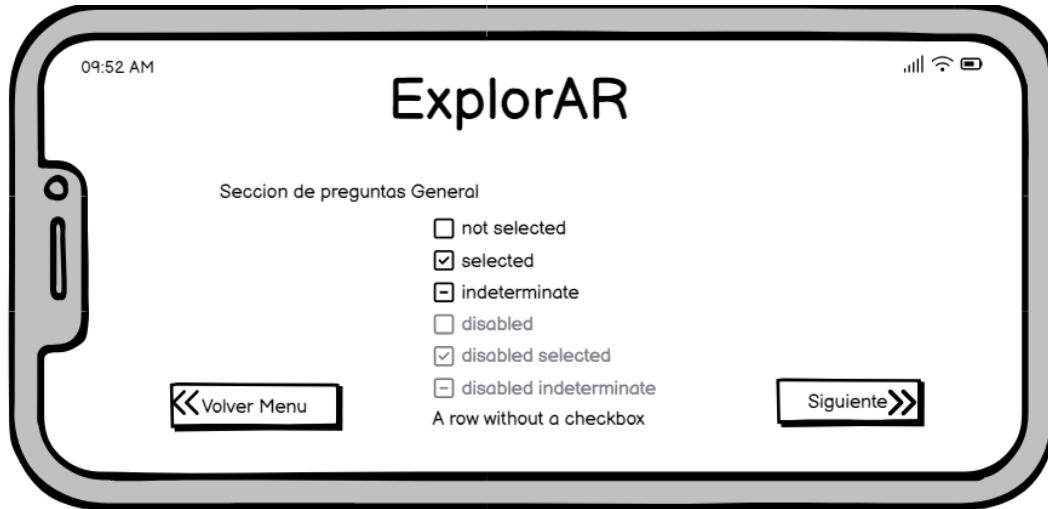


**Figura 3.10.** Boceto de la parte de evaluación individual.

Fuente: Elaboración Propia, 2024.

- f) **Sección de Evaluación General:** esta sección la podrá escoger el estudiante al momento de encontrarse en el menú principal este desafío es denominado como Prueba

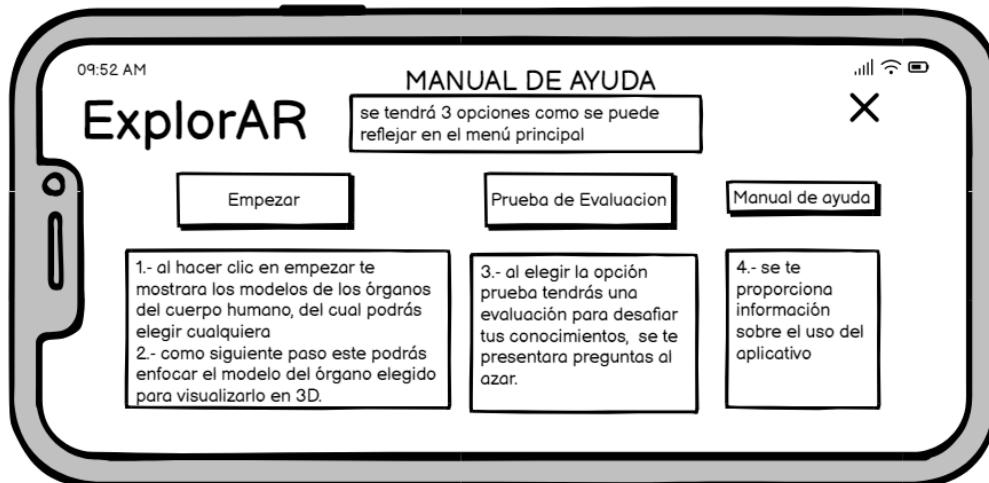
donde se evaluará con 10 preguntas aleatorias de manera general recolectando preguntas de todos los órganos proporcionados por el aplicativo. Ver figura 3.11.



**Figura 3.11.** Boceto de la parte de evaluación general.

Fuente: Elaboración Propia, 2024.

g) **Sección de Manual de ayuda:** esta parte el usuario (estudiante) obtendrá información de cómo utilizar el aplicativo, podrá ingresar a este apartado desde el menú principal seleccionando la parte de Manual de Ayuda donde abrirá otra pantalla en el cual se encuentra detalles de cómo utilizar el aplicativo de forma concreta y específica para su fácil comprensión. Ver figura 3.12.



**Figura 3.12.** Boceto de la parte de Manual de ayuda.

Fuente: Elaboración Propia, 2024.

### 3.4.4. DISEÑO Y MODELADO

En el diseño del presente aplicativo móvil se implementó una interfaz amigable e interactiva, con el objetivo de proporcionar una experiencia visual agradable para los estudiantes de nivel primaria. La interfaz incluye botones representativos y colores llamativos que facilitan la navegación y atraen la atención de los usuarios (estudiantes). Además, se incorporó una sección de ayuda destinada a orientar a los estudiantes en el uso correcto de la aplicación.

El aplicativo también presenta información multimedia relevante sobre los órganos del cuerpo humano, esta información multimedia incluye imágenes, videos y descripciones detalladas, permitiendo a los estudiantes explorar y tener una mejor comprensión.

#### 3.4.4.1. DISEÑO DE MARCADORES

Se diseñaron ocho modelos de los marcadores conforme a los requerimientos de la aplicación de realidad aumentada “ExplorAR” de los órganos del cuerpo humano, las cuales se presentan en las figuras 3.13 y figura 3.14.



**Figura 3.13.** Diseño de Marcadores.

Fuente: Elaboración Propia, 2024.



**Figura 3.14.** Diseño de Marcadores.

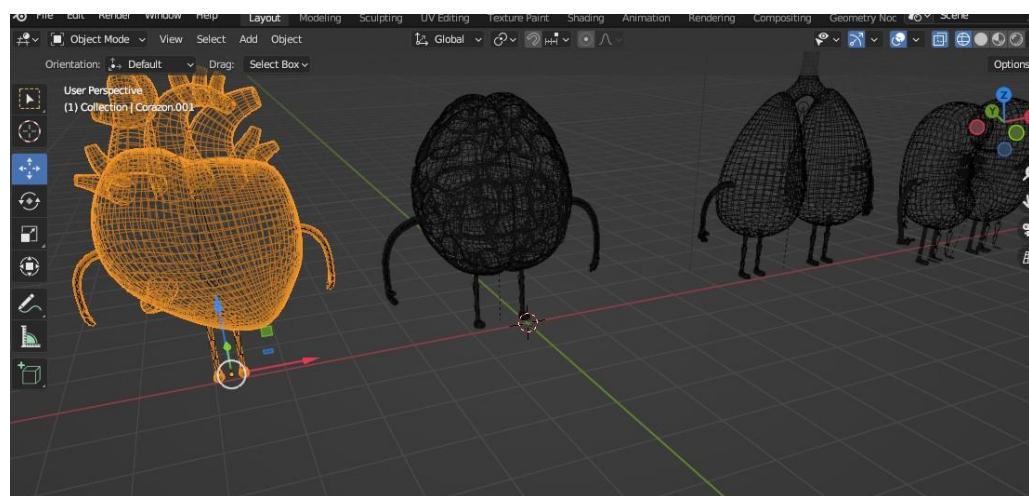
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

### 3.4.4.2. MODELADO Y TEXTURIZADO EN 3D

Las formas son líneas y grupos de líneas 2D, cuya principal función es servir de base para la creación de objetos 3D con ese sentido se procede a crear los modelos y texturas de los mismos, estos para ser usados al enfocar un marcador en la aplicación ExplorAR de acuerdo a los modelos de cada órgano que presente el marcador. Fueron realizadas en el programa de modelado y renderizado Blender.

#### a) Modelado de los órganos del cuerpo

En la figura 3.15 se muestra el modelo de nuestras figuras, a las cuales se les ha dado una forma adecuada para hacerlas más atractivas para los estudiantes. Estos modelos se diseñaron con el propósito de ser más didácticos y facilitar el aprendizaje.



**Figura 3.15.** Elaboración de Modelados en Blender.

Fuente: Elaboración Propia, 2024.

#### b) Texturizado de los modelos

En la figura 3.16 se muestra lo que fue el modelado incluyendo la textura final.

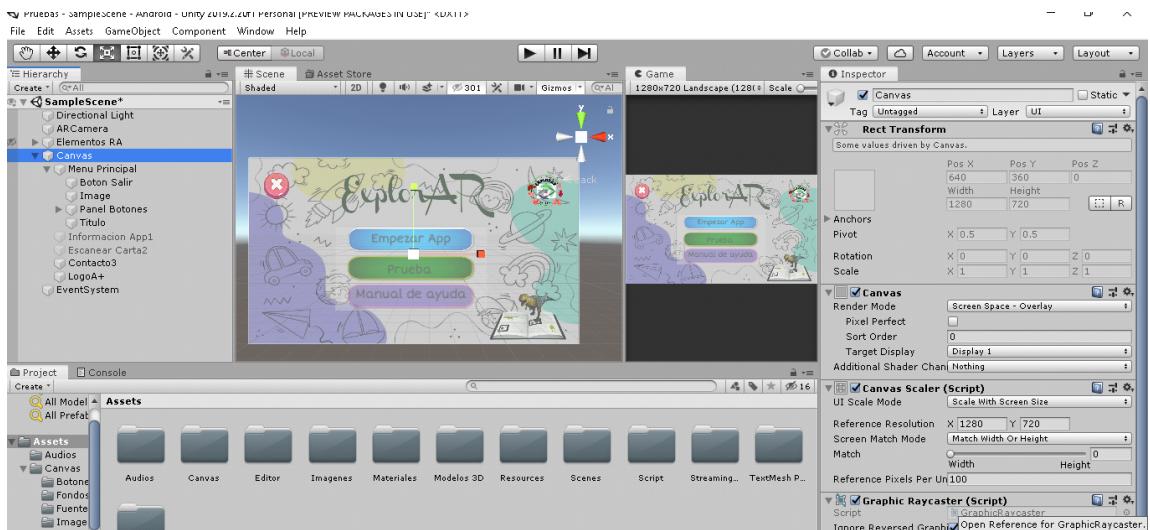


**Figura 3.16.** Texturizados de figuras en Blender.  
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

### 3.4.4.3. APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA

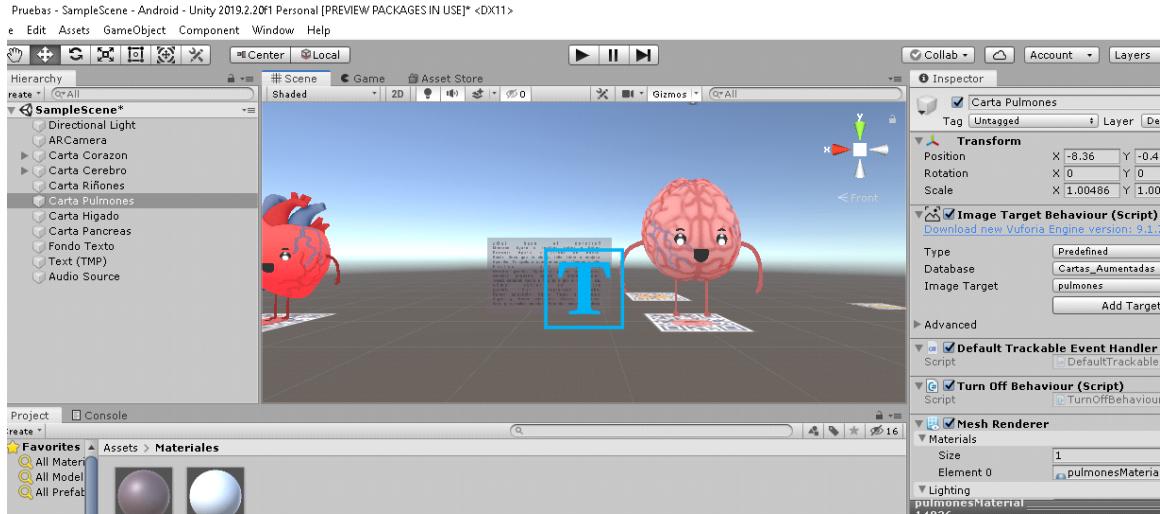
Se realizó el aplicativo de realidad aumenta usando los softwares de Unity y Vuforia que son herramientas que nos permiten construir aplicativos de realidad aumentada.

A continuación, se muestra la pantalla menú principal donde se encuentran las opciones de la aplicación, dando un correcto uso a los botones que se tiene.



**Figura 3.17.** Pantalla menú principal de la aplicación realizada en Unity.  
Fuente: Elaboración propia, 2024.

Con los modelos ya elaborados en Blender se procede a pasarlos a Unity, así poder realizar el aplicativo como se muestra en la figura, donde se observa la parte de información del modelo del órgano del cuerpo humano ya sea este texto o audio una vez se haya procedido a enfocar el marcador correspondiente.



**Figura 3.18.** Pantalla de información adicional del modelo de Unity.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

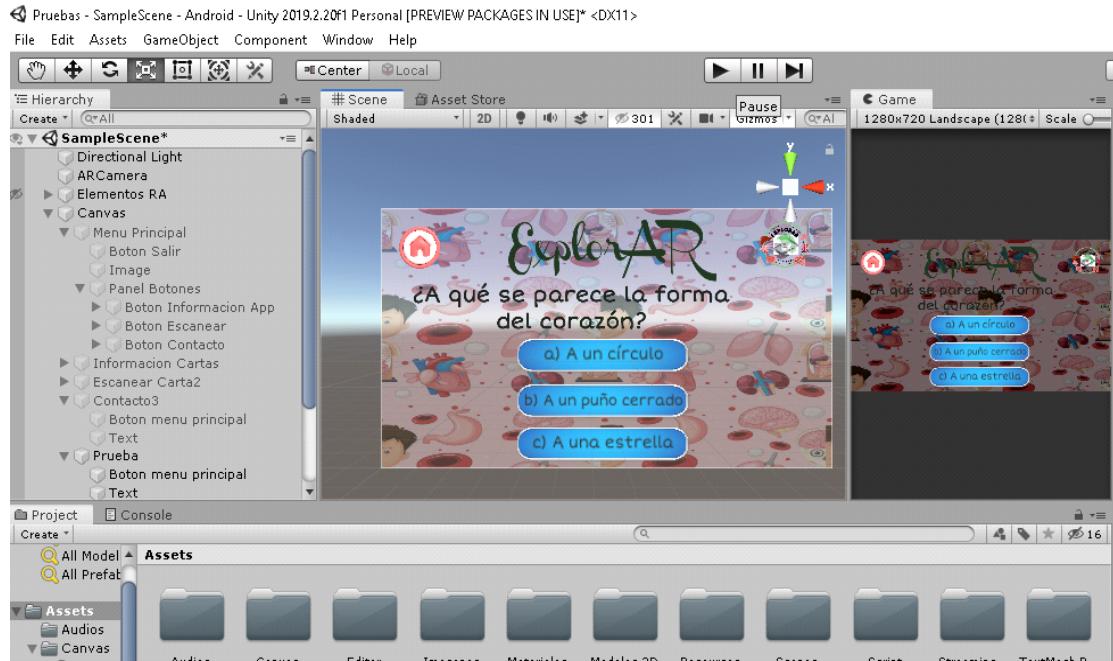
Como siguiente se tiene la ventana donde se observa una lista de los modelos con los que contara nuestro aplicativo, como se ve en la figura 3.19.



**Figura 3.19.** Pantalla listada de los modelos en Unity.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como ya se había mencionado la aplicación tendrá una sección de "Prueba de evaluación" donde se pondrá un desafío de todo lo aprendido con el uso del aplicativo al usuario, en nuestro caso el estudiante. en este apartado se realizará una serie de 10 preguntas aleatorias que tendrán un puntaje, el cual nos será útil para calcular el aprendizaje de cada estudiante. Como se observa en la figura 3.20.



**Figura 3.20.** Pantalla Sección Prueba de evaluación en Unity.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la siguiente pantalla se tiene la parte de Manual de ayuda el cual servirá de apoyo al estudiante en caso de tener inconvenientes con el aplicativo al momento de su uso, este apartado cuenta con información para un correcto funcionamiento.



**Figura 3.21.** Pantalla Sección Manual de ayuda en Unity.

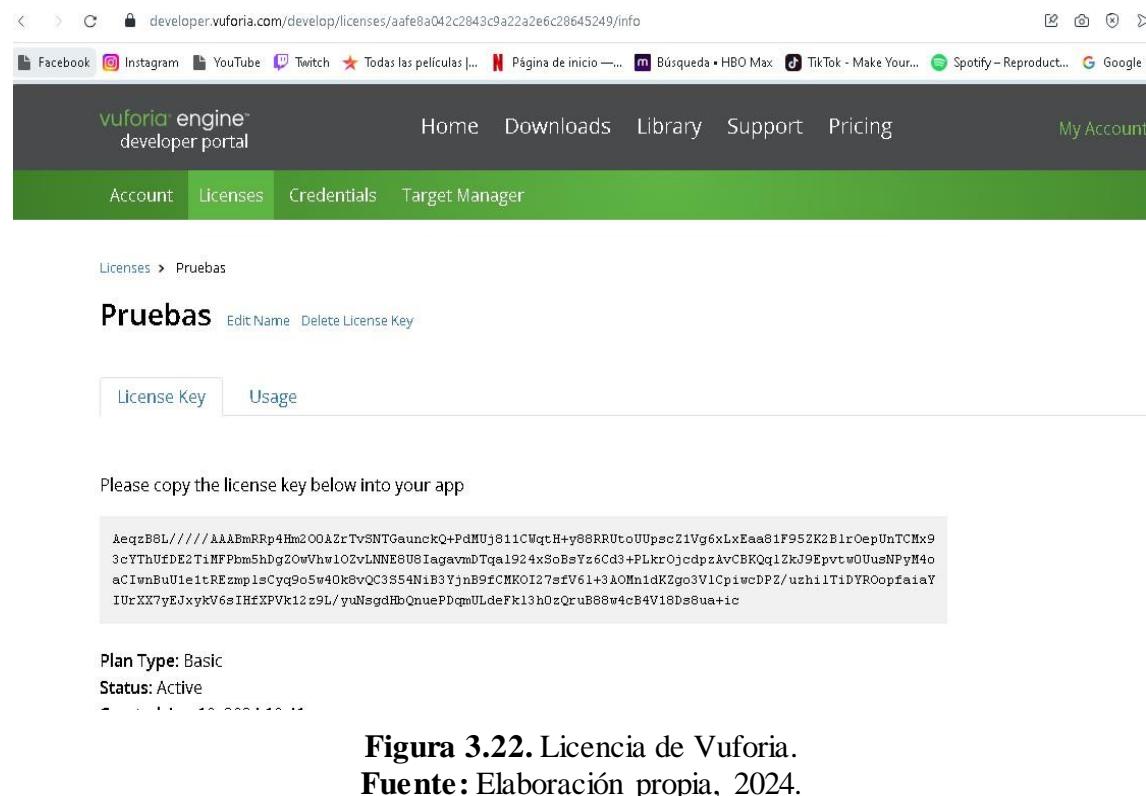
Fuente: Elaboración propia, 2024.

### 3.5. FASE DE CODIFICACIÓN

La codificación se llevará a cabo utilizando el software de desarrollo Unity, específicamente en la plataforma de desarrollo de Android. Durante este proceso, se configurarán cuidadosamente las dimensiones y las versiones necesarias para asegurar el óptimo funcionamiento de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada. Este enfoque nos garantizara que la aplicación funcione correctamente en una variedad de dispositivos, proporcionando una experiencia de usuario consistente y de alta calidad.

#### 3.5.1. RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES

Para el reconocimiento de marcadores (imágenes) se lo realizara con el servidor Qualcomm Vuforia, para ello es necesario primero registrarse en el sitio web de Vuforia Developers. Este registro permitirá la creación de una licencia, la cual es esencial para utilizar la biblioteca de Vuforia en el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada. Este procedimiento garantiza que se cumplan los requisitos necesarios para acceder a las herramientas y recursos proporcionados por Vuforia.



**Figura 3.22.** Licencia de Vuforia.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

### 3.5.2. CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS EN VUFORIA

Una vez creada la licencia para la aplicación, el siguiente paso es vincular dicha licencia con una base de datos que se generará en Vuforia. Esta base de datos permitirá almacenar las imágenes diseñadas para los marcadores. Una vez creada la base de datos, se podrá descargar un paquete que será utilizado en Unity 3D. Este paquete contendrá los datos locales de las imágenes, los cuales posteriormente se podrán transferir e instalar en un dispositivo móvil. Este proceso asegura que los marcadores estén correctamente configurados y accesibles para su uso en la aplicación de realidad aumentada.

The screenshot shows the Vuforia developer portal's Target Manager page. At the top, there is a navigation bar with links for Home, Downloads, Library, Support, Pricing, My Account, and Log Out. Below the navigation bar, there is a secondary navigation menu with links for Account, Licenses, Credentials, and Target Manager, where Target Manager is highlighted. The main content area has a breadcrumb navigation path: Target Manager > Tarjetas\_Aumentadas. The title of the page is "Tarjetas\_Aumentadas" with an "Edit Name" link. Below the title, it says "Type: Device". There is a button labeled "Targets (9)". On the right side of the page, there is a green button labeled "Download Database (All)". Below these buttons, there is a table listing the targets. The columns in the table are: Image, Target Name, Type, Rating, Status, and Date Modified. Two targets are listed: "corazon" and "cerebro". Both targets are of type "Image" and have a rating of 5 stars. The status for both is "Active", and the date modified is "Jun 10, 2024".

	Image	Target Name	Type	Rating	Status	Date Modified
<input type="checkbox"/>		corazon	Image	★★★★★	Active	Jun 10, 2024
<input type="checkbox"/>		cerebro	Image	★★★★★	Active	Jun 10, 2024

**Figura 3.23.** Creación de la base de datos en Vuforia  
**Fuente:** Elaboración propia, 2024.

Vuforia emplea algoritmos avanzados de reconocimiento de puntos para evaluar la adecuación de las imágenes subidas como marcadores. Este proceso de evaluación asigna una puntuación de hasta cinco estrellas, indicando la calidad y eficacia de las imágenes para ser reconocidas de manera inmediata. Las imágenes diseñadas para los marcadores deben alcanzar una calificación de cinco estrellas para garantizar un rendimiento óptimo en la aplicación de realidad aumentada.



**Figura 3.24.** Cargado de marcador en Vuforia.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

### 3.5.3. CODIGOS DE UNITY

Luego de armar la escena, se procede a cargar información multimedia a cada modelo 3D para ello se utilizó el siguiente código, ver figura 3.25. el cual detecta el modelo 3D y hace la respectiva verificación para reproducir la información multimedia, caso contrario no se reproduce nada (STOP).

```

Restricted Mode is intended for safe code browsing. Trust this window to enable all features. Manage Learn More

Modificado.cs | SeleccionarVentana.cs •
D: > proyectos > Pruebas > Assets > Script > Modificado.cs

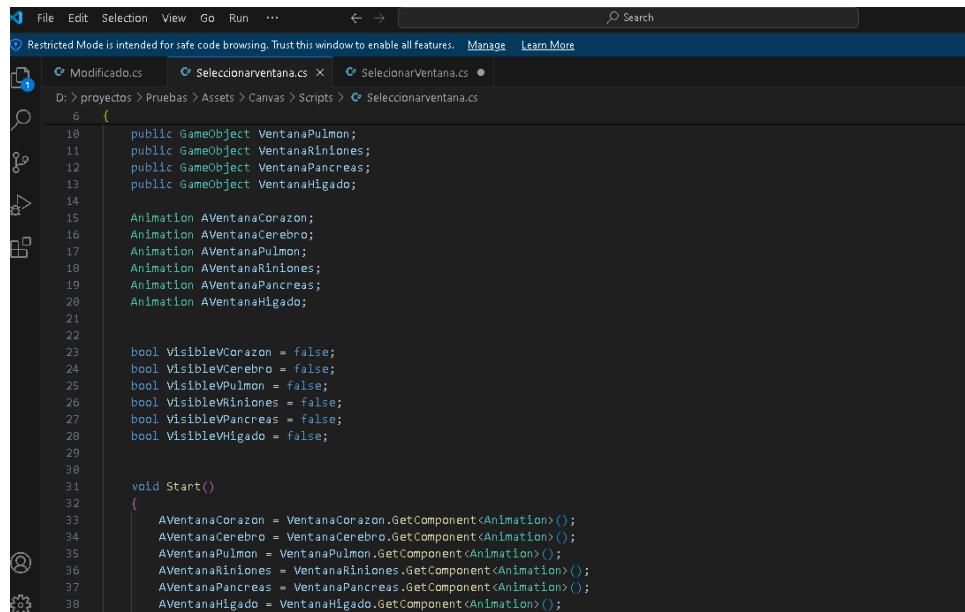
19 {
49     #region PUBLIC_METHODS
58     {
69         {
70             OnTrackingFound();
71             if(mTrackableBehaviour.TrackableName=="pulmon")
72             {
73                 aSource.PlayOneShot(aClip);
74             }
75         }
76         if(mTrackableBehaviour.TrackableName=="rinones")
77         {
78             aSource.PlayOneShot(aClip);
79         }
80     }
81     else if (previousStatus == TrackableBehaviour.Status.TRACKED &&
82             newStatus == TrackableBehaviour.Status.NO_POSE)
83     {
84         OnTrackingLost();
85         if(mTrackableBehaviour.TrackableName=="corazon")
86         {
87             aSource.Stop();
88         }
89         if(mTrackableBehaviour.TrackableName=="cerebro")
90         {
91             aSource.Stop();
92         }
93     }
94 }

```

**Figura 3.25.** Código de información multimedia en C#.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Para el diseño y navegación entre ventanas se utiliza el código que se muestra en la figura 3.26. y figura 3.27. el cual reconoce la ventana activa.

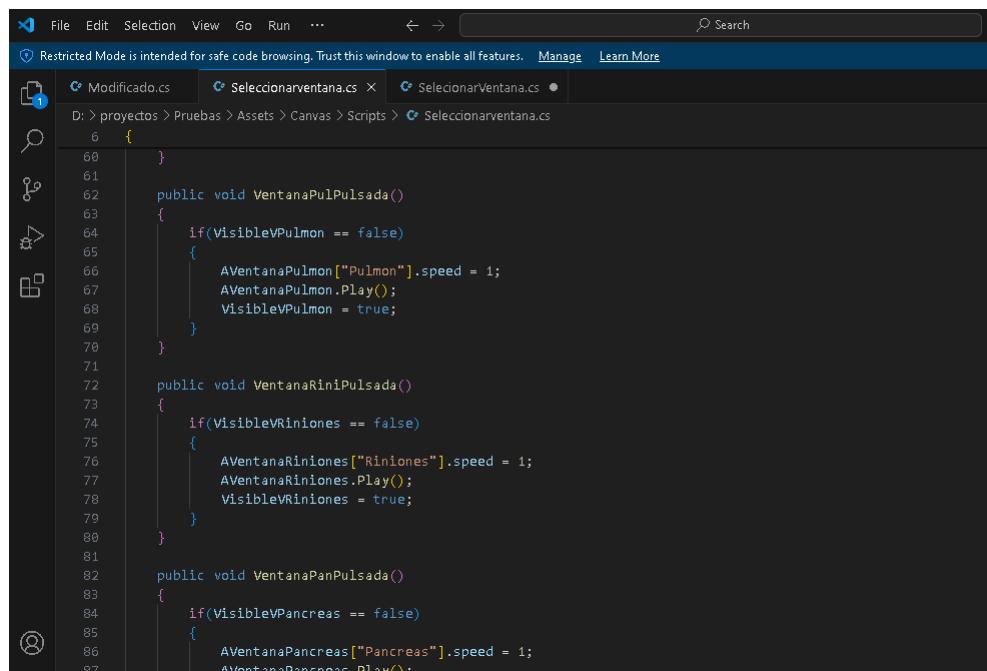


```

File Edit Selection View Go Run ...
Restricted Mode is intended for safe code browsing. Trust this window to enable all features. Manage Learn More
Modificado.cs Seleccionarventana.cs SeleccionarVentana.cs
D: > proyectos > Pruebas > Assets > Canvas > Scripts > Seleccionarventana.cs
6 {
10     public GameObject VentanaPulmon;
11     public GameObject VentanaRiniones;
12     public GameObject VentanaPancreas;
13     public GameObject VentanaHigado;
14
15     Animation AVentanaCorazon;
16     Animation AVentanaCerebro;
17     Animation AVentanaPulmon;
18     Animation AVentanaRiniones;
19     Animation AVentanaPancreas;
20     Animation AVentanaHigado;
21
22
23     bool VisiblevCorazon = false;
24     bool VisiblevCerebro = false;
25     bool VisiblevPulmon = false;
26     bool VisiblevRiniones = false;
27     bool VisiblevPancreas = false;
28     bool VisiblevHigado = false;
29
30
31     void Start()
32     {
33         AVENTANAcorazon = VentanaCorazon.GetComponent<Animation>();
34         AVENTANAcerebro = VentanaCerebro.GetComponent<Animation>();
35         AVENTANAPulmon = VentanaPulmon.GetComponent<Animation>();
36         AVENTANAriniones = VentanaRiniones.GetComponent<Animation>();
37         AVENTANAPancreas = VentanaPancreas.GetComponent<Animation>();
38         AVENTANAHigado = VentanaHigado.GetComponent<Animation>();
}

```

**Figura 3.26.** Código de navegación en C#.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2024.



```

File Edit Selection View Go Run ...
Restricted Mode is intended for safe code browsing. Trust this window to enable all features. Manage Learn More
Modificado.cs Seleccionarventana.cs SeleccionarVentana.cs
D: > proyectos > Pruebas > Assets > Canvas > Scripts > Seleccionarventana.cs
6 {
60 }
61
62     public void VentanaPulPulsada()
63     {
64         if(VisiblevPulmon == false)
65         {
66             AVENTANAPulmon["Pulmon"].speed = 1;
67             AVENTANAPulmon.Play();
68             VisiblevPulmon = true;
69         }
70     }
71
72     public void VentanaRiniPulsada()
73     {
74         if(VisiblevRiniones == false)
75         {
76             AVENTANAriniones["Riniones"].speed = 1;
77             AVENTANAriniones.Play();
78             VisiblevRiniones = true;
79         }
80     }
81
82     public void VentanaPanPulsada()
83     {
84         if(VisiblevPancreas == false)
85         {
86             AVENTANAPancreas["Pancreas"].speed = 1;
87             AVENTANAPancreas.Play();
}

```

**Figura 3.27.** Código de activar ventanas en C#.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2024.

Para la parte de las preguntas tenemos el siguiente script el cual permite generar preguntas que ya tenemos almacenadas de manera aleatoria como muestra en la figura 3.28.

```
13     private void Start()
14     {
15         generar Preguntas();
16     }
17 }
18
19 public void correct()
20 {
21
22     PyR. RemoveAt (ActualPreg);
23     generar Preguntas();
24
25 }
26
27
28 void setanswers()
29 {
30
31     for (int i=0; i< opciones.Length; i++)
32     {
33
34         opciones[i].GetComponent<AnswerScripts>().isCorrecto = false;
35
36         opciones[i].transform.GetChild(e).GetComponent<Text>().text = PyR[Actual_Preg] Respuestas[i];
37
38
39         if (PyR[ActualPreg].CorresctasRespuestas == i + 1)
40
41             opciones[i].GetComponent<AnswerScripts>().isCorrecto = true;
42
43     }
44 }
```

**Figura 3.28.** Código de preguntas en C#.

**Fuente:** Elaboración propia, 2024.

### **3.6. FASE DE PRUEBAS**

Se logró la integración completa de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada, combinando todos sus módulos operativos. Además, se llevaron a cabo pruebas para validar que la aplicación cumple con todas las especificaciones delineadas en el documento. Estos testeos incluyeron escenarios simulados y pruebas de usuario, destinados a identificar y corregir posibles fallos y asegurar la estabilidad y la usabilidad del sistema.

### **3.6.1. PRUEBAS UNITARIAS**

Se llevaron a cabo pruebas individuales para cada módulo con el fin de identificar y corregir los errores encontrados durante el desarrollo de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada. Cada módulo fue evaluado para asegurar que cumpliera con las especificaciones detalladas en el documento de requisitos.

### **3.6.2. PRUEBAS DE USABILIDAD**

Esta prueba se la realiza mediante un cuestionario enfocado en la usabilidad de la app, habrá una pregunta clave: "¿Qué calificación le da al uso del aplicativo?" Esta pregunta

busca saber qué tan bien se sintieron los usuarios al interactuar con nuestra app de realidad aumentada estas incluyen una escala de 0-10, donde 0 es pésimo y 10 muy bueno. Las respuestas nos ayudarán a entender cómo se sienten los usuarios (estudiantes) con la interfaz.

Nro.	Sexo	Calificación de la experiencia de usar el aplicativo
1	M	10
2	F	7
3	F	10
4	F	10
5	M	9
6	F	7
7	M	10
8	M	7
9	F	8
10	M	7
11	F	7
12	F	9
13	F	10
14	M	7
15	M	8
16	M	9
17	F	10
18	F	9
19	F	9
20	M	7

**Tabla 3.9.** Test de Usabilidad.  
**Fuente:** Elaboración propia,2024.

## **4. CAPÍTULO IV EVALUACIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1. INTRODUCCIÓN**

Ya concluido con el prototipo, se procederá a la evaluación respectiva de la Aplicación De Realidad Aumentada En El Proceso De Aprendizaje De Los Órganos Del Cuerpo Humano En Estudiantes De Tercero De Primaria cuya hipótesis planteada en el primer capítulo “La aplicación de realidad aumentada mejora el rendimiento académico en el proceso de aprendizaje de los órganos del cuerpo humano en un 60%”, para el cual se obtendrá información para alcanzar el objetivo de estudio y para analizar la veracidad de la hipótesis de investigación.

La prueba de Hipótesis se realizará utilizando el coeficiente de correlación de Pearson. Se Utilizará una muestra no más de 20 estudiantes.

### **4.2. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON**

El coeficiente de correlación de Pearson es una medida de dependencia lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas. A diferencia de la covarianza, la correlación de Pearson es independiente de la escala de medida de las variables. Podemos definir el coeficiente de correlación de Pearson como un índice que se utiliza para medir el grado de relación entre dos variables, siempre y cuando ambas sean cuantitativas y continuas.

#### **a) Coeficiente de Correlación de Pearson para una población**

Cuando se aplica a una población, el coeficiente de correlación de Pearson se representa por la letra griega  $\rho$  (rho) y se refiere a él como el coeficiente de correlación poblacional o el coeficiente de correlación poblacional de Pearson. Dado un par de variables aleatorias ( $X, Y$ ), el coeficiente de correlación poblacional de correlación poblacional de Pearson (también denotado por  $\rho_{XY}$ ) se define como:

$$\rho_{XY} = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{Cov(X, Y)}{\sqrt{Var(X)Var(y)}}$$

Donde:

- $\sigma_{XY}$  es la covarianza de X y Y.
- $\sigma_X$  es la desviación estándar de la variable X.

- $\sigma_Y$  es la desviación estándar de la variable Y

**b) Coeficiente de Correlación de Pearson para una muestra**

El coeficiente de correlación de Pearson cuando es aplicado a una muestra, se suele denotar por  $r_{XY}$  se refiere a este como el coeficiente de correlación muestral o el coeficiente de correlación muestral de Pearson. Dados  $n$  pares de datos, se define el coeficiente de correlación muestral como:

$$r_{XY} = \frac{n \sum(XY) - \sum X \sum Y}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Donde:

- $n$  es el tamaño de la muestra.
- $X, Y$  son puntos muestrales individuales indexados con  $i$ .

**c) Interpretación del Coeficiente de Correlación de Pearson**

El valor del índice de correlación varía en el intervalo  $[-1,1]$ , indicando el signo el sentido de la relación:

- Si  $r = 1$ , existe una correlación positiva perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables denominada relación directa: cuando una de ellas aumenta, la otra también lo hace en proporción constante.
- Si  $0 < r < 1$  entonces existe una correlación positiva.
- Si  $r = 0$ , entonces no existe relación lineal, pero esto no necesariamente implica que las variables son independientes, pueden existir todavía relaciones no lineales entre las dos variables.
- Si  $-1 < r < 0$ , existe una correlación negativa, lo que significa que a medida que una variable aumenta, la otra tiende a disminuir.
- Si  $r = -1$ , existe una correlación negativa perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables llamada relación opuesta: cuando una de ellas aumenta, la otra cambia su signo en proporción constante.

**d) Uso del coeficiente de Correlación de Pearson en Pruebas de Hipótesis**

Para evaluar si el coeficiente de correlación muestral ( $r$ ) es significativamente diferente de cero (es decir, si hay una relación lineal significativa entre las variables en la

población), se pueden utilizar los siguientes estadísticos de prueba, dependiendo del tamaño de la muestra:

- i. **Estadístico t:** se utiliza para muestras pequeñas, generalmente menos de 30 observaciones. Su cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$t = r \sqrt{\frac{n - 2}{1 - r^2}}$$

- ii. **Hipótesis:**

- $H_0$  (Hipótesis nula):  $r = 0$  (No hay correlación en la población).
- $H_1$  (Hipótesis alterna):  $r \neq 0$  (Hay correlación en la población).

- iii. **Distribución:** El valor t se compara con los valores críticos de la distribución t de Student con  $n - 2$  grados de libertad para la determinar la significancia.

#### **4.2.1. DESARROLLO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS**

##### **Hipótesis Nula y Alterna**

$H_0$  “La aplicación de realidad aumentada NO mejorara el rendimiento académico en el proceso de aprendizaje de los órganos del cuerpo humano en un 60% ( $r=0$ )”

$H_1$  “La aplicación de realidad aumentada mejorara el rendimiento académico en el proceso de aprendizaje de los órganos del cuerpo humano en un 60% ( $r\neq0$ )”

#### **4.2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO**

Para evaluar la aplicación, se realizaron dos pruebas diseñadas para medir la información asimilada por los estudiantes: una sin el uso de la aplicación de realidad aumentada y otra utilizando la aplicación de realidad aumentada. Estas pruebas fueron administrados a un grupo representativo de estudiantes, asegurando que los resultados reflejaran de manera precisa el impacto de la tecnología en el aprendizaje. Estas pruebas incluyeron una serie de preguntas aleatorias que evaluaban el conocimiento con referente al tema de los órganos del cuerpo humano en la educación primaria. Los resultados de estas pruebas fueron luego comparados para determinar la efectividad de la realidad aumentada en mejorar la retención de información y la comprensión de conceptos.

Como se puede apreciar en la tabla 4.1., los resultados que se realizaron sin hacer uso de la aplicación de realidad aumentada no son muy buenos.

Nro.	Sexo	Edad	Respuestas acertadas	Respuestas Incorrectas
1	M	8	6	4
2	F	8	7	3
3	F	7	7	3
4	F	8	3	7
5	M	8	5	5
6	F	8	7	3
7	M	8	5	5
8	M	7	4	6
9	F	8	6	4
10	M	7	5	5
11	F	7	6	4
12	F	8	4	6
13	F	8	3	7
14	M	8	5	5
15	M	7	6	4
16	M	8	6	4
17	F	8	7	3
18	F	8	4	6
19	F	9	5	5
20	M	7	4	6

**Tabla 4.1.** Resultados de calificación Sin utilizar el aplicativo**Fuente:** Elaboración propia 2024.

Como se puede apreciar en la tabla 4.2., los resultados obtenidos haciendo uso de la aplicación de realidad aumentada son buenos a comparación que los resultados obtenidos en el primer test.

Nro.	Sexo	Edad	Respuestas Acertadas	Respuestas incorrectas
1	M	8	8	2
2	F	8	9	1
3	F	7	9	1
4	F	8	9	1
5	M	8	7	3
6	F	8	10	0
7	M	8	8	2
8	M	7	8	2
9	F	8	10	0
10	M	7	8	2
11	F	7	7	3
12	F	8	9	1
13	F	8	7	3
14	M	8	8	2
15	M	7	7	3
16	M	8	9	1
17	F	8	9	1
18	F	8	7	3
19	F	9	8	2
20	M	7	7	3

**Tabla 4.2.** Resultados de calificación utilizando el aplicativo.**Fuente:** Elaboración propia,2024.

Para continuar con la demostración de la hipótesis se debe proceder a calcular los valores necesarios para ello se debe sumar cada columna de nuestros resultados como se muestra en la tabla 4.3., obteniendo como resultado lo siguiente:

Nro.	Calificación sin aplicación RA (X)	Calificación con aplicación RA (Y)	$(X^2)$	$(Y^2)$	$X * Y$
1	6	8	36	64	48
2	7	9	49	81	63
3	7	9	49	81	63
4	3	9	9	81	27
5	5	7	25	49	35
6	7	10	49	100	70
7	5	8	25	64	40
8	4	8	16	64	32
9	6	10	36	100	60
10	5	8	25	64	40
11	6	7	36	49	42
12	4	9	16	81	36
13	3	7	9	49	21
14	5	8	25	64	40
15	6	7	36	49	42
16	6	9	36	81	54
17	7	9	49	81	63
18	4	7	16	49	28
19	5	8	25	64	40
20	4	7	16	49	28

**Tabla 4.3.** Resultados para prueba de hipótesis.  
**Fuente:** Elaboración propia,2024.

Donde se obtiene los siguientes datos:

- $\sum X = 105$
- $\sum Y = 164$

- $\sum X^2 = 583$
- $\sum Y^2 = 1364$
- $\sum XY = 872$
- $n = 20$

### Cálculo del Coeficiente de Correlación de Pearson ( $r$ )

Utilizaremos la formula estándar del coeficiente de correlación de Pearson:

$$r_{XY} = \frac{n \sum(XY) - \sum X \sum Y}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Sustituyendo valores:

$$r_{XY} = \frac{20 * 872 - 105 * 164}{\sqrt{(20 * 583 - 105^2)(20 * 1364 - 164^2)}}$$

Entonces:

$$r_{XY} = \frac{17440 - 17220}{\sqrt{(11660 - 11025)(27280 - 26896)}}$$

$$r_{XY} = \frac{220}{\sqrt{(635)(384)}}$$

$$r_{XY} = \frac{220}{\sqrt{243840}}$$

$$r_{XY} \approx \frac{220}{493.76}$$

$$r_{XY} \approx 0.445$$

Se tiene que  $r$  se encuentra entre los valores  $0 < r < 1$  entonces existe una correlación positiva.

### Prueba de hipótesis

Para probar la hipótesis utilizamos el estadístico de Prueba t que se calcula utilizando la siguiente formula:

$$t = r \sqrt{\frac{n - 2}{1 - r^2}}$$

Reemplazando tenemos:

$$t = 0.445 \sqrt{\frac{20 - 2}{1 - 0.445^2}}$$

$$t \approx 2.106$$

**Determinamos el valor crítico:** Consulta mediante tablas de distribución t de Student, con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha = 0.05$ ) con grados de libertad  $d_f = n - 2$ . Se tiene como resultado aproximadamente 2.101.

Comparar  $|t|$  con el valor de critico: como  $|t| = 2.106$  es mayor que 2.101, rechazamos la hipótesis  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

$H_1$  “La aplicación de realidad aumentada mejorara el rendimiento académico en el proceso de aprendizaje de los órganos del cuerpo humano en un 60% ( $r \neq 0$ )” permiten afirmar que la aplicación ayuda y mejora el rendimiento en los estudiantes de tercero de primaria.

## 5. CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ya desarrollado el trabajo de investigación en donde se aplicó las metodologías definidas en el capítulo 1, y luego de observar los resultados obtenidos en el capítulo 4 con la recolección de datos, se termina el presente trabajo.

### 5.1. CONCLUSIONES

El desarrollo, las pruebas, el seguimiento y las evaluaciones de la "Aplicación de Realidad Aumentada en el Proceso de Aprendizaje de los Órganos del Cuerpo Humano en Estudiantes de Tercero de Primaria", siguiendo las directrices de la Metodología de Diseño para Aplicaciones de Realidad Aumentada y la metodología MADAMDM, han permitido comprobar su eficacia y utilidad en el ámbito educativo. La metodología adoptada pone un fuerte énfasis en la navegabilidad, la forma y la usabilidad de la aplicación, garantizando una estrecha relación con el usuario final, lo que es crucial para el éxito de aplicaciones móviles en el área multimedia.

La implementación de esta aplicación ha permitido cumplir con el objetivo general planteado: "Desarrollar una aplicación de realidad aumentada que facilite el aprendizaje de los órganos del cuerpo humano en estudiantes de tercero de primaria, con el objetivo de mejorar su comprensión". Además, los resultados obtenidos han llevado a la aceptación de la hipótesis: "La aplicación de realidad aumentada mejorará el rendimiento académico en el proceso de aprendizaje de los órganos del cuerpo humano en un 60%".

Asimismo, se han alcanzado los siguientes objetivos específicos definidos en el capítulo I:

- Aplicar herramientas innovadoras para dinamizar el aprendizaje: La utilización de la realidad aumentada ha promovido una mayor interactividad, capturando el interés de los estudiantes y facilitando una experiencia de aprendizaje más envolvente y atractiva.
- Permitir un aprendizaje autónomo y flexible: La aplicación permite a los estudiantes aprender a su propio ritmo, revisitando y reforzando los contenidos no asimilados tantas veces como sea necesario. Esta característica es fundamental

para atender las diferentes velocidades de aprendizaje de cada estudiante, asegurando una comprensión más profunda y duradera de los contenidos.

- Realizar evaluaciones continuas: La integración de evaluaciones dentro de la aplicación permite a los estudiantes reforzar los contenidos aprendidos y esto nos ayudara a determinar el rendimiento de los estudiantes.

En conclusión, la aplicación de realidad aumentada no solo ha demostrado ser una herramienta para mejorar el rendimiento en el aprendizaje de los órganos del cuerpo humano, sino que también ha aportado un valor significativo al proceso educativo en general. La combinación de métodos interactivos y evaluaciones continuas asegura un aprendizaje más dinámico, comprensivo y adaptado a las necesidades individuales de los estudiantes.

## 5.2. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta que se debe tomar en cuenta algunas medidas al momento de usar la aplicación y se puede realizar mejorar se brinda las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda utilizar dispositivos móviles con sistema operativo Android desde la versión 4.4.0 o superior. Esto asegurara que la aplicación funcione correctamente y sin inconvenientes técnicos, aprovechando las capacidades más recientes de hardware y software.
- La aplicación solo muestra ocho órganos del cuerpo humano. Una mejora significativa seria la ampliación del número de órganos representados, proporcionando así una cobertura más completa y detallada del cuerpo humano.
- Es esencial tener copias de los marcadores necesarios para acceder al módulo de realidad aumentada. Sin estos marcadores, los usuarios(estudiantes) no podrán utilizar las funcionalidades de la realidad aumentada de la aplicación. Por tanto, se recomienda mantener copias de respaldo de los marcadores.

## BIBLIOGRAFÍA

- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Balaguera, Y. D. A. (2013). Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. Estado actual. *Revista de tecnología*, 12(2), 111-123.
- Ballesteros, P. A. (2009). Anatomía del corazón. Libro de la salud cardiovascular del Hospital Clínico San Carlos y la Fundación BBVA. Bilbao: Fundación BBVA, 35-40.
- Bello, C. R. (2017). La realidad aumentada: lo que debemos conocer. *Tecnología Investigación y Academia*, 5(2), 257-261.
- Blender, (2019). [en línea] <<https://www.blender.org/about/>> [consulta: 2 octubre 2019]
- Bockholt, N. (2017). Realidad virtual, realidad aumentada, realidad mixta. Y ¿qué significa «inmersión» realmente. Retomado de: <https://www.thinkwithgoogle.com/intl/es-es/canales-de-publicidad/tecnologiaemergente/realidad-virtual-aumentada-mixta-que-significa-inmersion-realmente>.
- Cano, F. J. y Franco, B. M. (2015). Realidad Aumentada aplicada a objetos de aprendizaje para asignaturas de ingeniería informática. Medellín, Politécnico colombiano Jaime Isaza Cadavid, Facultad de Ingenierías, Ingeniería Informática, 24-26p.
- Córdoba, F. (2003). EL CUERPO HUMANO EL CUERPO HUMANO (Anatomía, fisiología, higiene y salud para maestros) (Anatomía, fisiología, higiene y salud para maestros). <http://www.uhu.es/francisco.cordoba/asignaturas/CUERPOHUMANO/TEMAS%20PDF/T2-Tejidos.pdf>
- Fuzi, C. (2013). Metodología Ágil para el Diseño de Aplicaciones Multimedia de Dispositivos Móviles. Licencia Creative Commons Atribución, NoComercial.

- García, S. R. (2017). Realidad aumentada y educación. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, (50), 237-239.
- Innovae. (2018) «Realidad Aumentada. Historia de la realidad aumentada»[en línea] [Consultado el 7 de octubre de 2019].
- Leschiutta, L. (2017). Recursos emergentes: enseñanza del cuerpo humano mediante aplicaciones de realidad aumentada y atlas virtuales.
- Mora, M. A. y Molina, S, C. R. (2016). Realidad Aumentada: Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Ingeniería de Software 2016, CONISOFT'16, del 27 al 29 de abril. 2016. Puebla, Puebla, México, Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología Universidad Autónoma de Tlaxcala, UAT. 5 p.
- Muñoz, C. A. (2020). Aplicación de la metodología mobile-d en el desarrollo de una app móvil para gestionar citas médicas del centro Jel Riobamba (Bachelor's thesis, Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo).
- Pinzás, A. R. C. (2009). Software libre aplicado al dibujo industrial: el caso Blender. *Industrial data*, 12(1), 62-67.
- Poetkerp, (2019). Augmented reality is changing the way we see the world – literally. < <https://learn.g2.com/augmented-reality>> [19 octubre 2019]
- Realidad Virtual y Realidad Aumentada con Unity 3D. (2017). Obtenido de Realidad Virtual y Realidad Aumentada con Unity 3D: [http://temarios.tic.umam.mx/Temarios/Presenciales/TemarioHTMLCorta/Aplicaciones\\_3d\\_interactivas/Realidad\\_virtual\\_y\\_realidad\\_aumentada\\_con\\_unity\\_3d.html](http://temarios.tic.umam.mx/Temarios/Presenciales/TemarioHTMLCorta/Aplicaciones_3d_interactivas/Realidad_virtual_y_realidad_aumentada_con_unity_3d.html)
- Redondo, D. A. (2012). Realidad aumentada. España: Universidad Carlos III de Madrid.
- Rodríguez, F. A. (2019). Un Caso Práctico de Mobile-D (Doctoral dissertation, ETSI\_Sistemas\_Infor).
- Tacca, D. R. (2010). La enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica.

Telefónica, F. (2011). Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo. Fundación Telefónica.

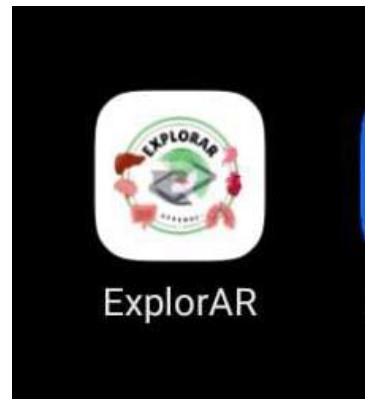
Unity. (2024). Acerca de Unity. [en línea]<<https://unity3d.com/es/unity>> [consulta: 13 de marzo de 2024].

Vuforia. (2024). Acerca de Vuforia. [en línea]<<https://developer.vuforia.com>> [consulta: 24 marzo de 2024].

# **ANEXOS**

## ANEXOS

### ANEXO 1: Inicialización de la aplicación de realidad aumentada ExplorAR.



debe hacer clic en el icono del aplicativo, este iniciara y mostrara el menú principal.

### ANEXO 2: Menú de la aplicación de realidad aumentada ExplorAR.



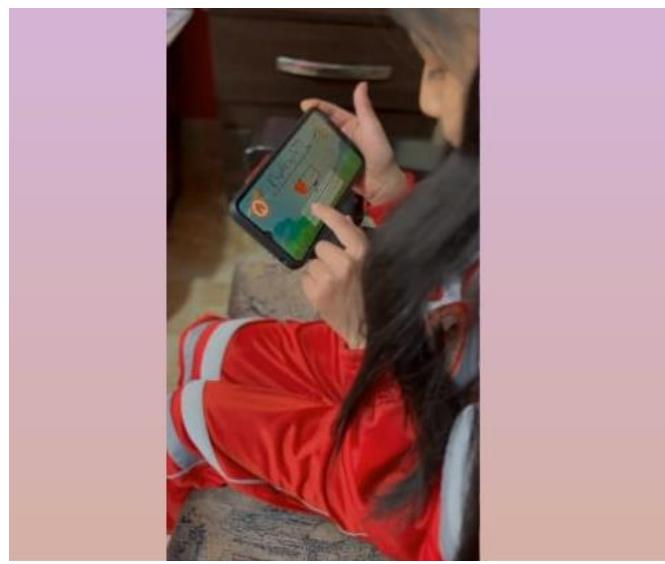
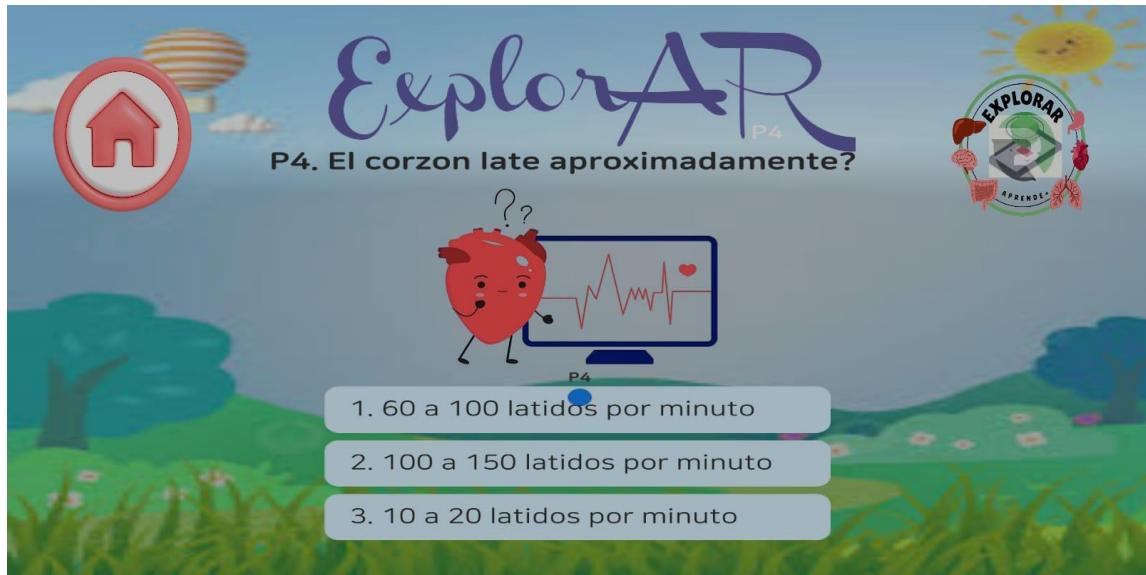
En esta parte se muestra las secciones con las que cuenta la aplicación, haga clic en el botón Información app para ver el contenido de la aplicación móvil.

### ANEXO 3: Ventana de Información App.



Esta ventana nos muestra el modelo del órgano humano en 3D con información complementaria interactiva, previamente enfocando con la cámara al marcador respectivo del modelo a visualizar.

#### ANEXO 4: Ventana de menú Empezar prueba.



Esta ventana nos muestra la parte práctica para que el estudiante pueda repasar lo aprendido con un test de preguntas aleatorias, obteniendo el resultado de respuestas correctas e incorrectas y un puntaje final.

## ANEXO 5: Ventana de menú Manual de ayuda.



Esta ventana nos muestra la guía para el uso del aplicativo móvil de realidad aumentada.

# DOCUMENTACIÓN

La Paz, 17 junio del 2024

Señor

Ph.D. José María Tapia Baltazar

**DIRECTOR**

**CARRERA DE INFORMATICA**

**FAC. CIENCIAS PURAS Y NATURALES**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**

Presente. -

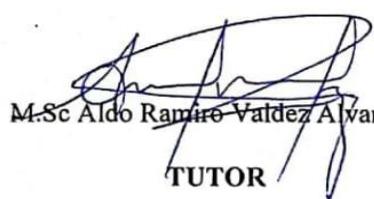
**Ref.- Conformidad y Aval de Tesis de Grado**

De mi mayor consideración:

Tengo a bien dirigirme a su persona , para darle a conocer que luego de efectuar el seguimiento a la estructura y contenido de la tesis de grado titulado: "APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE DE LOS ÓRGANOS DEL CUERPO HUMANO EN ESTUDIANTES DE TERCERO DE PRIMARIA.", elaborado por el universitario : GIOVANA RUTH USNAYO QUISPE, con C.I. 12480167 L.P. , en calidad de asesor expreso mi conformidad con el contenido y la forma de trabajo, dando mi aval para que el postulante pueda realizar la defensa de la Tesis de Grado, para optar al título de Licenciado en Informática mención Ingeniería en sistema Informáticos, de acuerdo a normas y reglamentos vigentes

Sin otro particular, me despido de su persona con las consideraciones más distinguidas.

Atentamente.

  
M.Sc Aldo Ramiro Valdez Alvarado  
**TUTOR**