

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD AUMENTADA (AR) CON UNITY
QUE PERMITA OBTENER INFORMACIÓN SOBRE ARTEFACTOS HISTÓRICOS DEL
MUSEO GUANE DE LA UNAB, UTILIZANDO RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES.**

CARLOS ANDRÉS REY BERMÚDEZ

MAYRA STEFANNIE QUIJANO ESPARZA.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

BUCARAMANGA

2020

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD AUMENTADA (AR)
CON UNITY QUE PERMITA OBTENER INFORMACIÓN SOBRE
ARTEFACTOS HISTÓRICOS DEL MUSEO GUANE DE LA UNAB,
UTILIZANDO RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES.**

CARLOS ANDRÉS REY BERMÚDEZ

MAYRA STEFANNIE QUIJANO ESPARZA.

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO DE
SISTEMAS**

DIRECTOR

ANDRES ELIAS MRAD RICAURTE

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

BUCARAMANGA

2020

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE GRADO	8
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	8
1.2 OBJETIVOS	9
1.2.1. Objetivo General	9
1.2.2. Objetivos Específicos.....	9
2. RESULTADOS ESPERADOS.....	10
3. ANTECEDENTES	10
4. ESTADO DEL ARTE.....	14
4.1 INVESTIGACIONES INTERNACIONALES	14
4.2 INVESTIGACIONES NACIONALES	15
4.3 INVESTIGACIONES LOCALES.....	16
5. MARCO TEÓRICO.....	18
5.1 REALIDAD AUMENTADA (AR)	18
5.1.1. Aplicaciones de la realidad aumentada.....	19
5.1.2. Frameworks para realidad aumentada	23
5.2 RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES.....	25
5.2.1. Frameworks para reconocimiento de imágenes	27
6. DISEÑO METODOLÓGICO.....	28
6.1 Diseño de la investigación	28
6.2 Etapas de la investigación.....	29
7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	32
8. PRESUPUESTO	33
8.1 PRESUPUESTO GLOBAL.....	33
8.2 DESCRIPCIÓN DE LOS GASTOS DE PERSONAL.....	33
8.3 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE SOFTWARE.....	33
9. RESULTADOS.....	34
9.1 HERRAMIENTAS DE DESARROLLO	34
9.2 REQUERIMIENTOS PARA EL DESARROLLO	35
9.3 OBJETOS ARQUEOLÓGICOS DEL MUSEO GUANE.....	53
9.4 DISEÑO DE LA APLICACIÓN	54
9.4.1. Pantalla de Inicio.....	54
9.4.2. Pantalla principal – Menú	55
9.5 ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS Y DIAGRAMA DE CASOS DE USO	58
9.6 DIAGRAMAS DE SECUENCIAS	60
9.7 IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS.....	62
9.7.1. Resultado de las pruebas	63
9.8 ENCUESTA.....	64

9.8.1.	RESULTADOS.....	69
9.8.2.	DISCUSION DE RESULTADOS.....	75
10.	CONCLUSIONES.....	76
11.	RECOMENDACIONES.....	78
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	80
ANEXOS: 82		
	ANEXO 01:.....	82
	ANEXO 02:.....	84

Lista de tablas

Tabla 1. Investigaciones Internacionales	14
Tabla 2. Investigaciones Nacionales	15
Tabla 3. Investigaciones Locales	16
Tabla 4. Cronograma de actividades	32
Tabla 5. Presupuesto Global.....	33
Tabla 6. Descripción de los gastos de personal.....	33
Tabla 7. Descripción de los equipos de software	33
Tabla 8. Herramientas de desarrollo	34
Tabla 9. Antes y después del modelado del objeto.	45
Tabla 10. Objetos arqueológicos museo Guane	53
Tabla 11. ¿Cuál es tu edad?.....	69
Tabla 12. ¿ Crees que la Realidad Aumentada es útil para aprender?	70
Tabla 13. ¿ Cree que la aplicación es una forma didáctica para adquirir conocimientos sobre la cultura Guane?	70
Tabla 14. ¿Consideras que la aplicación UGuane es fácil de usar?	71
Tabla 15. ¿Qué tal le pareció el uso de la Realidad Aumentada en la aplicación para ayudar a dar información en tiempo real?	72
Tabla 16. ¿Recomendarías la aplicación UGuane?	72
Tabla 17. ¿Cuál es la calificación que le das a la aplicación?.....	73
Tabla 18. ¿Qué otra cosa cree que la aplicación debería tener como función adicional?.....	73
Tabla 19. ¿Qué mejorarías de esta aplicación?	74

Lista de figuras

Figura 1. Árbol del problema.	9
Figura 2. Realidad Aumentada.	18
Figura 3. Aplicaciones AR Educación.	19
Figura 4. MUSUNAB-AR.	20
Figura 5. MUSUNAB-AR.	21
Figura 6. Realidad aumentada en la medicina.	22
Figura 7. AR en entretenimiento.	23
Figura 8. Códigos QR.	26
Figura 9. Objeto Guane #3 en Meshroom.	36
Figura 10. Modelo 3D en Meshroom.	37
Figura 11. Objeto Guane #4 en Meshroom.	37
Figura 12. Objeto Guane #5 en Meshroom.	38
Figura 13. Objeto Guane #6 en Meshroom.	38
Figura 14. Objeto #5 del museo Guane.	39
Figura 15. Modelo 3D del objeto #5 en Meshroom.	40
Figura 16. Objeto #6 del museo Guane.	40
Figura 17. Objeto 3D del objeto #6 en Meshroom.	41
Figura 18. Objeto Guane #1 en Meshroom.	41
Figura 19. Objeto Guane #2 en Meshroom.	42
Figura 20. Objeto Guane #3 en Meshroom.	42
Figura 21. Objeto Guane #4 en Meshroom.	43
Figura 22. Objeto 3D en Blender.	44
Figura 23. Modelado del objeto 3D en Blender.	45
Figura 24. Objeto en Model Target Generator.	46
Figura 25. Rango de detección del objeto en Model Target Generator.	47
Figura 26. Versiones e instalación en Unity.	48
Figura 27. Proyecto en Unity tipo 3D.	48
Figura 28. Proyecto en Unity.	49
Figura 29. Proyecto en Unity con Vuforia Engine AR.	49
Figura 30. Proyecto en Unity y ARCamera.	50
Figura 31. Proyecto en Unity y Model Target.	50
Figura 32. Configuraciones de la ARCamera.	51
Figura 33. Key License.	51
Figura 34. Importar el Model Target.	52
Figura 35. Escoger el Model Target.	52
Figura 36. Pantalla de Inicio.	54
Figura 37. Pantalla principal - Menú.	55
Figura 38. Pantalla Menú – Iniciar recorrido.	56
Figura 39. Pantalla Menú – Galería.	57

Figura 40. Pantalla Menú – Mapa Guane.....	57
Figura 41. Pantalla Menú – Acerca de... ..	58
Figura 42. Diagrama de casos de uso de UGuane.....	59
Figura 43. Diagrama de secuencia – Iniciar recorrido.	60
Figura 44. Diagrama de secuencia – Galería.....	61
Figura 45. Diagrama de secuencia – Mapa Guane.....	61
Figura 46. Diagrama de secuencia – Acerca de... ..	62
Figura 47. Encuesta en Questionpro.com.....	64
Figura 48 Primera pregunta en Questionpro.com	65
Figura 49 Segunda pregunta en Questionpro.com	65
Figura 50 Tercer pregunta en Questionpro.com.....	66
Figura 51 Cuarta pregunta en Questionpro.com	66
Figura 52 Quinta pregunta en Questionpro.com	67
Figura 53 Sexta pregunta en Questionpro.com	67
Figura 54 Séptima pregunta en Questionpro.com.....	68
Figura 55 Octava pregunta en Questionpro.com.....	68
Figura 56 Novena pregunta en Questionpro.com.....	69
Figura 57. Logo de la aplicación.....	85
Figura 58. Ubicación de la aplicación en el móvil.....	86
Figura 59. Pantalla de inicio de la aplicación móvil.....	86
Figura 60. Pantalla principal de la aplicación móvil.....	87
Figura 61. Opción iniciar recorrido.....	88
Figura 62. Opción Galería.....	89
Figura 63. Opción mapa Guane.....	89
Figura 64. Opción Acerca de.....	90

INTRODUCCIÓN

1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE GRADO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Actualmente la UNAB recibe una gran cantidad de estudiantes cada semestre (UNAB, 2018), teniendo así un pequeño escenario en la universidad donde los estudiantes no tienen un amplio conocimiento sobre ésta, sus características y todos los beneficios que ofrece. Razón por la cual poner en manos de los estudiantes de nuevo ingreso información pertinente sobre un sitio de gran impacto cultural, el cual es el museo Guane, logra que sentirse parte de la institución y poder ubicarse dentro de un edificio más de la universidad, sea de gran interés para promover principios que están presentes en el PEI (Programa Educativo Institucional UNAB) como el conocimiento, la armonía y la ciudadanía (UNAB, 2012). Aprovechando la ubicuidad de los dispositivos móviles, este proyecto abordara la problemática descrita utilizando realidad aumentada y reconocimiento de imágenes para empoderar a los estudiantes con mayor conocimiento sobre su entorno y generar un interés sobre la historia que hay detrás de los objetos que se encuentran dentro del museo. Para ello se realizará una pequeña prueba piloto sobre el museo Guane, mediante una aplicación de realidad aumentada con reconocimiento de imágenes en Unity 3D.

A continuación, se plantea el árbol del problema para entender mejor cuales son las causas y efectos de la problemática que se va a abordar.



Figura 1. Árbol del problema.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Desarrollar una aplicación móvil que permita la interacción aumentada con los objetos ubicados en el museo Guane de la Universidad Autónoma de Bucaramanga utilizando reconocimiento de imágenes y realidad aumentada.

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Identificar las tecnologías y dispositivos necesarios para el reconocimiento de objetos 3D del mundo real e interacción aumentada mediante AR en dispositivos móviles.

2. Desarrollar una aplicación para dispositivos móviles que permita mediante el uso de la cámara la detección correcta de objetos 3D del mundo real y la interacción con el objeto mediante AR.
3. Realizar una prueba piloto de la aplicación desarrollada con los pictogramas y objetos históricos ubicados en el museo guane de la UNAB.

2. RESULTADOS ESPERADOS

Los resultados esperados son los siguientes:

3. Identificación del conocimiento sobre las distintas maneras, técnicas y herramientas en las que se puede llegar a utilizar las tecnologías actuales de la Realidad aumentada y el reconocimiento de objetos 3D. En el siguiente trabajo podemos encontrar las diferentes herramientas para cumplir con este resultado (Flórez & Buriticá, 2013).
4. Desarrollo de una aplicación que permita mediante el uso de la cámara del dispositivo, cámara la detección correcta de objetos 3D del mundo real y la interacción con el objeto mediante AR.
5. Realización de una prueba piloto de la aplicación desarrollada con los pictogramas y objetos históricos ubicados en el museo Guane de la UNAB.

3. ANTECEDENTES

En los últimos años la Realidad Aumentada ha dado mucho de qué hablar, ya que ofrece buena experiencia en móviles, y combina el entorno físico real, con elementos digitales, como textos, imágenes y videos. El poder de la realidad aumentada ha despertado el interés

en la actualidad porque gracias a ella se puede hablar de museos inteligentes que utilizan esta tecnología para difundir el conocimiento y los objetos que atesoran.

La implementación de la realidad aumentada en los museos ya es todo un hecho, gracias a los avances de la tecnología, se puede ofrecer información interactiva al usuario en tiempo real, consiguiendo que las personas interactúen con la historia de una manera dinámica.

La Realidad Aumentada, no es una tecnología nueva. Según (Carbajal, Zárate, & Montañez, 2006) “A finales de la década de 1950 Morton Heilig diseñó la primera experiencia multisensorial virtual, desarrollando un equipo denominado Sensorama”, con un aspecto que nos recuerda a las actuales máquinas de videojuegos, el Sensorama combinaba video, audio, vibración, viento e incluso olores empacados” y gracias a esto los espectadores podían interactuar con sus cinco sentidos.

Distintas fuentes siguieron el trabajo investigativo de los cuales se resalta el de los investigadores según (Badilla Quesada & Sandoval Poveda, 2016) “Tom Caudell y David Mizell, investigadores de la compañía aeronáutica Boeing, se les atribuye el haber acuñado el término Realidad Aumentada en 1992”. Las conclusiones de las investigaciones sostienen que la realidad aumentada avanza rápidamente y es una herramienta capaz de mostrar a las personas contenidos reales y didácticos al mismo tiempo, favoreciendo la experiencia que se puede obtener en estos espacios.

Subsiguientes trabajos en Realidad Aumentada, como la investigación para mejorar la disponibilidad de la información turística en la ciudad de Pacasmayo, esta tesis, cuyo objetivo de estudio es Desarrollar una aplicación móvil que brinde información al turista

en tiempo real de los atractivos turístico de la ciudad de Pacasmayo (Rodríguez & Rosales, 2017), concluye con el diseño de prototipos de la aplicación de Realidad Aumentada, y el desarrollo de esta aplicación lo realizan con Unity3d y Vuforia, esta tesis nos da un aporte sobre estas plataformas para desarrollar aplicaciones con realidad aumentada, reconocer imágenes en tiempo real.

Seguida de la tesis de investigación anterior, también se trae a colación los trabajos realizados en el año 2019 donde uno de ellos es sobre una aplicación de realidad aumentada con Unity 3D en interacción con el patrimonio cultural inmaterial, en este trabajo según (Huang, Xiang, & Li, 2019) “La tecnología de la AR es una tecnología digital emergente con un gran potencial de desarrollo y aplicación”, es este trabajo tienen presente la tecnología de Unity al igual que la tesis ya mencionada, tienen en cuenta los requerimientos de la aplicación con Unity y el diseño del sistema del programa virtual, en este último, realizan modelos 3D de los objetos y con esto construyen la proyección de la imagen del objeto, La presencia de la AR permite que los visitantes sientan un espacio real (Huang et al., 2019).

En ese mismo año realizaron otro trabajo, donde llevan a cabo un diseño y desarrollo de una aplicación móvil implementando la realidad aumentada para el turismo en la localidad de Santa Fe según (Javier & Barreto, 2019) “este proyecto se centra en proporcionar a los visitantes del distrito una experiencia más dinámica, utilizando herramientas tecnológicas innovadoras como la realidad aumentada (AR)”, el objetivo es promover el turismo en Bogotá y aumentar el impacto de los centros históricos. Este proyecto al igual que el

anterior presenta etapas de diseño y desarrollo de la aplicación, es decir tienen una metodología bien estructurada y esto nos brinda una mejor comprensión para el desarrollo de la aplicación, donde realizan bocetos de los escenarios, diseño de las interfaces, modelos tridimensionales, construcción de la aplicación y por último integran todo esto para construir la aplicación y comprobar su funcionamiento, detectando así cuales pueden ser las modificaciones que se deben realizar a futuro para llevar a cabo un buen funcionamiento. Toda esta información nos ayuda para a la hora de desarrollar nuestro proyecto de grado.

Indudablemente en la actualidad la Realidad Aumentada cobra mayor importancia debido a se encuentra presente en todos los ámbitos de nuestra vida, como en la educación, la ingeniería, el deporte, el ocio, esto se debe a que los objetos que tenemos a nuestro alrededor ofrecen pocas oportunidades de interacción, ya que son físicos y estáticos. Por esto surge hacer uso de la realidad aumentada y combinar elementos de un entorno real con elementos de un entorno virtual.

Esta conclusión está fundamentada en la revisión que se ha realizado sobre los antecedentes de las investigaciones sobre realidad aumentada, dispositivos móviles y centros de patrimonio cultural.

Como se ha observado, los estudios sobre la implementación de la realidad aumentada están relacionados con el avance de la tecnología y la forma de adquirir nuevos conocimientos haciendo buen uso de esta.

4. ESTADO DEL ARTE

El análisis del estado del arte que se presenta es la implementación de la realidad aumentada en los dispositivos móviles, y su aplicación basada en Unity 3D y Vuforia.

A continuación, se mostrarán unas tablas con la información relevante para el proyecto.

4.1 INVESTIGACIONES INTERNACIONALES

Tabla 1. Investigaciones Internacionales

Título	Autores	Keywords	Resumen	Cita	Año
Augmented reality system for tourism using image-based recognition	CC Chiu, WJ Wei, LC Lee, JC Lu	Dispositivos móviles, turismo.	Este estudio tuvo como objetivo explorar el diseño y la producción de materiales basados en dispositivos móviles para el turismo del patrimonio cultural y los resultados del aprendizaje turístico. Se adoptó una aplicación móvil para ayudar a los guías voluntarios en capacitación y a los visitantes a comprender mejor las connotaciones y los conocimientos asociados con la cultura de Dalongdong, Taipei, Taiwán.	Chiu, C. C., Wei, W. J., Lee, L. C., & Lu, J. C. (2019). Augmented reality system for tourism using image-based recognition. <i>Microsystem Technologies</i> , 1-16.	2019
The application of augmented reality and unity 3D in interaction with intangible cultural heritage	Huang, Weibo Xiang, Handun Li, Shaohui	Augmented reality · Unity 3D · Virtual reality · Interaction · Intangible cultural heritage	Este documento es aplicar el método de autoemisión al centro del patrimonio cultural inmaterial popular. El uso de la tecnología de bajo costo, la tecnología de Realidad Aumentada y la tecnología Unity 3D proporcionan una nueva forma de interacción. Al usar HMD, teléfono inteligente, Leap motion y software creado en UNITY 3D, Se logra la aplicación del programa de realidad aumentada. Permite a los usuarios interactuar con el patrimonio cultural intangible de manera fácil y completa en un entorno físico virtual. Basado en el principio de la interacción natural humana, se puede lograr mediante el escaneo estructurado de la imagen del objetivo de luz y el diseño y experimento de medición fotográfica.	Huang, W., Xiang, H. y Li, S. (2019). La aplicación de la realidad aumentada y la unidad 3D en interacción con el patrimonio cultural inmaterial. <i>Inteligencia Evolutiva</i> , 1-9.	2019

Realidad Aumentada para mejorar la disponibilidad de la información turística en la ciudad de Pacasmayo	Rodríguez, Henry Abelardo Rosales, Stephany Lisett	Realidad Aumentada, Unity 3D, Vuforia, C++, Smartphone, Turismo, Turista.	La presente investigación se analizó la disponibilidad de información sobre los lugares turísticos de la ciudad de Pacasmayo. Para el desarrollo de la aplicación se utilizó la plataforma de Unity 3D y su complemento Vuforia que da soporte para el desarrollo de Realidad Aumentada, lenguaje de programación C++. La característica para destacar de esta aplicación es el uso de realidad aumentada para mostrar información al turista, que consiste en combinar el mundo real con el virtual. Es decir; mostrar los lugares con su breve información, contenido multimedia que permitan conocer el patrimonio histórico de la Ciudad de Pacasmayo, enriqueciendo la experiencia visual y mejorando la calidad de comunicación.	Rodríguez Muñoz, H. A., & Rosales Aguirre, S. L. (2018). Realidad aumentada para mejorar la disponibilidad de la información turística en la ciudad de Pacasmayo.	2017
---	--	---	--	---	------

4.2 INVESTIGACIONES NACIONALES

Tabla 2. Investigaciones Nacionales

Título	Autores	Keywords	Resumen	Cita	Año
Turismo en la localidad de Santa Fe a través del diseño y desarrollo de una aplicación móvil	CF Martínez Camargo, WJ Rivera Barreto	Turismo; realidad aumentada; Bogotá; Santa Fe; aplicaciones móviles; Android	En Bogotá D.C. está ubicada la localidad de Santa Fe, un distrito reconocido por ser uno de los centros culturales más importantes de la ciudad. Con los años, se ha convertido en el hogar de diversos lugares culturales y una importante atracción turística. Este proyecto se centra en proporcionar a los visitantes del distrito una experiencia más dinámica, utilizando herramientas tecnológicas innovadoras como la realidad aumentada (AR). En vista de su valor histórico y atractivo turístico, fueron elegidos cinco de los lugares más visitados en esta localidad para implementar este proyecto. El objetivo es aumentar el impacto de estos lugares en la memoria de los visitantes, fortalecer y promover el turismo en Bogotá, poniendo a disposición una aplicación móvil interactiva que sea fácil de usar y que presente la información a los visitantes con un aspecto atractivo. Este proyecto presenta las etapas en el proceso de diseño y desarrollo de la aplicación: dibujo, desarrollo de modelos 3D, integración de elementos en Unity, programación y compilación.	Camargo, C. F. M., & Barreto, W. J. R. (2019). Turismo en la localidad de Santa Fe a través del diseño y desarrollo de una aplicación móvil implementando la realidad aumentada. Designio. Investigación en diseño gráfico y estudios de la imagen, 1(1), 43-74.	2019

Diseño y desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada para el museo Weilbauer de la PUCE	Daquilema Pérez, Gonzalo Xavier	Realidad Aumentada, aplicación móvil	El presente estudio se basa en la utilización de la tecnología de Realidad Aumentada para la generación de material audiovisual de objetos del Museo Weilbauer tales como audios y animaciones en 3D. La forma en que se lleva al cabo el trabajo se basa en las herramientas Unity y Blender. Unity en conjunto con una librería gratuita llamada EASY-AR sirve para la generación de reconocimiento de imágenes. Por otro lado, Blender se utiliza para la modelación de objetos y animaciones en tres dimensiones. En conjunto, estas herramientas sirven para la mejora de la experiencia del público en el recorrido por esta clase de establecimientos como museos.	Daquilema Pérez, G. X. (2019). Diseño y desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada para el Museo Weilbauer de la PUCE (Bachelor's thesis).	2019
--	---------------------------------	--------------------------------------	---	--	------

4.3 INVESTIGACIONES LOCALES

Tabla 3. Investigaciones Locales

Título	Autores	Keywords	Resumen	Cita	Año
EducAR: uso de la realidad aumentada para el aprendizaje de ciencias básicas en ambientes educativos y colaborativos	Quintero, R. A. L., Santoyo-Díaz, J. S., & Briceño-Pineda, W.	Realidad aumentada, material didáctico, educación, deserción universitaria.	Este documento presenta el desarrollo de un sistema de aprendizaje enfocado a la enseñanza de los cursos de ciencias básicas en la Universidad Autónoma de Bucaramanga - UNAB, el cual utiliza la Realidad Aumentada como tecnología integradora entre la teoría y la práctica, facilitando la apropiación de nuevos conceptos y promoviendo el interés de los estudiantes por los cursos relacionados. Para esto se creó un modelo compuesto por 3 componentes: estrategias de aprendizaje, tecnología de aprendizaje y modelo pedagógico. Para el desarrollo del aplicativo móvil se utilizó el programa Unity 3D versión 5.3.1 el cual es una importante plataforma de desarrollo de videojuegos 2D y 3D. También se utilizó Vuforia utilizando su SDK (software development kit), este programa permite el uso de la pantalla del dispositivo como medio de proyección de la Realidad Aumentada.	Quintero, R. A. L., Santoyo-Díaz, J. S., & Briceño-Pineda, W. (2019). EducAR: uso de la realidad aumentada para el aprendizaje de ciencias básicas en ambientes educativos y colaborativos. Revista Educación en Ingeniería, 14(27), 65-71.	2019

Augmented Reality for Mobile Devices in Support of Museums	Jaime M. Trillos	Dispositivos móviles inteligentes, Realidad aumentada, Metaio, Turismo, Museos.	Se describe el desarrollo, la implementación y evaluación de MUSUNAB-AR; una aplicación de realidad aumentada (AR) para dispositivos móviles Android. Se ha destinado especialmente para su uso en áreas de patrimonio y cultura especialmente para la sala de arqueología Guane en la Universidad Autónoma de Bucaramanga-UNAB. Esta aplicación se basa en la georreferenciación y reconocimiento de imágenes que actúan como marcadores a partir del entorno real. Una vez que se asocian con la información virtual aparecen modelos 3D, 2D y videos. El objetivo principal era crear una información para dispositivos móviles en el ámbito del patrimonio y la cultura, donde se pudo evaluar la facilidad de uso, la eficacia y la eficiencia del uso de AR en los dispositivos móviles a través del Modelo de Calidad de Software para dispositivos Móviles.	Ujueta, J. M. T. (2013). Augmented reality for mobile devices in support of museums. Revista Colombiana de Computación, 14(1), 43-61.	2013
--	------------------	---	---	---	------

Con este análisis del estado del arte podemos conocer cuáles son los trabajos que se han hecho hasta el momento, los cuales implementan la tecnología de la realidad aumentada, cabe recalcar que el más cercano al proyecto es el trabajo realizado por Jaime Manuel Trillos, quien desarrollo y diseño la aplicación de MUSUNAB-AR, este es un proyecto que se realizó con el fin de que las personas conozcan las colecciones de cerámica de la cultura Guane y un poco de su historia.

MUSUNAB-AR es una aplicación de realidad aumentada (AR) para dispositivos móviles Android, desarrollada con Metaio SDK 5.0, la aplicación muestra información sobre la cultura, arqueología y piezas encontradas en el museo Guane de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, todo esto lo hace gracias a la tecnología de la realidad aumentada, por lo que no necesita de un guía o acompañante dentro del museo.

A diferencia de MUSUNA-AR nuestra aplicación se realizará con las herramientas de Unity 3D y Vuforia, ya que son frameworks para realidad aumentada y reconocimiento de

imágenes, donde podemos llevar nuestra creatividad en tiempo real y desarrollar proyectos y modelos en 2D y 3D.

5. MARCO TEÓRICO

Para tener una mejor comprensión del trabajo, a continuación, se tienen en cuenta unos conceptos muy importantes los cuales hacen parte del proceso para el desarrollo de la aplicación. Los conceptos son los siguientes: Realidad Aumentada, Reconocimiento de imágenes y Frameworks.

5.1 REALIDAD AUMENTADA (AR)

La realidad aumentada es una tecnología que permite al usuario interactuar con objetos del mundo real por medio de aplicaciones, entrelazando el mundo virtual con el real, de esta forma las personas obtienen una experiencia más completa y realista.

Así que, en contraste, la AR se entiende como la generación de imágenes nuevas a partir de la combinación de información digital en tiempo real y el campo de visión de una persona, la AR se puede considerar como una mezcla entre lo completamente artificial y lo completamente real. (Badilla Quesada & Sandoval Poveda, 2016).



Figura 2. Realidad Aumentada.
Fuente: Tomado de ELKONOS (2019)

5.1.1. Aplicaciones de la realidad aumentada

Es necesario conocer algunas de las aplicaciones de esta tecnología que avanza a pasos agigantados, y tiene ámbitos en diferentes campos que conoceremos a continuación.

- **Realidad Aumentada en la educación**

La realidad aumentada es una herramienta muy útil en el campo educativo, que permite recrear la realidad y dar vida a los objetos para su estudio, por medio de esta tecnología el proceso de aprendizaje de los estudiantes será de una forma rápida y divertida, ya que las aplicaciones con realidad aumentada se enfocan en diferentes ámbitos, donde podrán desarrollar toda su creatividad y reforzar sus conocimientos mediante la visualización de objetos 3D (Meredith, 2015).

Según (Meredith, 2015) en el artículo **Augmented Reality Teaching and Learning** realizado en el año 2015, En el cual se habla de los resultados que se obtienen al implementar la tecnología AR en entornos de aprendizaje formales y no formales como lo pueden ser escuelas, universidades, museos, parques y zoológicos. Dichos resultados son:

- Investigación auténtica, Observación participante, Peer coaching, enseñanza recíproca, participación periférica legítima con múltiples modos de representación.



Figura 3. Aplicaciones AR Educación.

Fuente: Tomado de Carballo (2019)

- **Realidad Aumentada en museos y turismo**

La realidad aumentada en los museos es una nueva ventana al arte, ya que aporta un gran valor y ofrece al usuario una experiencia única, completa y atractiva, con esta tecnología los jóvenes podrán conocer los tesoros que se encuentran en los museos.

Por otra parte, en la Universidad Autónoma de Bucaramanga, desarrollaron una aplicación llamada **MUSUNAB-AR**, que implementa elementos de realidad aumentada, para dar a conocer el museo Guane que se encuentra en esta universidad, por medio de esta aplicación se desea generar interés en el patrimonio cultural.



Figura 4. MUSUNAB-AR.

Fuente: Tomado de (Grupo de Investigación de Tecnologías de Información-GTI, 2014)

En la figura 3 Podemos observar que en “la pantalla principal se encuentran 7 botones, cada botón representa una funcionalidad de realidad aumentada” (Social, 2017).

Las características que tiene esta aplicación son:

- ✓ Geolocalización del museo por medio del GPS y localización de los puntos de interés donde se encuentra Realidad Aumentada dentro del museo.

- ✓ Reconocimiento de piezas encontradas en el museo donde se da a conocer más detalle de la pieza desde el dispositivo móvil.
- ✓ Relieve 3D del mapa de Santander donde se detalla los lugares donde habitaron los Guane.
- ✓ Animación 2D donde se detalla información sobre los Guane.
- ✓ Video informativo sobre las costumbres de los Guane.
- ✓ Imagen en 360 grados con vista del interior del museo Guane de la UNAB. (CIIO UNAB, s.f.)

La intención del desarrollo de esta aplicación es dar a conocer a todas las personas, no necesariamente estudiantes, información relevante sobre la cultura Guane y los objetos que ellos utilizaban los cuales se encuentran en el museo de la UNAB, podemos aprender esto gracias a esta tecnología de AR y sin necesidad de un guía turístico. (Trillos, 2013)



Figura 5. MUSUNAB-AR.
Fuente: Tomado de (MUSUNAB, 2014)

- **Realidad Aumentada en la medicina**

La aplicación de la realidad aumentada en la medicina también es muy útil ya que con esta tecnología pueden combinar imágenes y modelos 3D con elementos reales, aportando ventajas en el área de la anatomía, ya que se pueden visualizar los órganos del ser humano en tiempo real, y poderlos estudiar a profundidad, “también ha facilitado el trabajo en campos como la cirugía, a través de resonancias magnéticas que hacen posible tomar datos del interior del paciente de manera invasiva y realizar una reconstrucción que puede ser superpuesta sobre el cuerpo físico en tiempo real” (Flórez & Buriticá, 2013). Gracias a la implementación de esta herramienta las personas que están estudiando medicina, lo podrán hacer de una forma diferente ya que es una experiencia interactiva tridimensional.

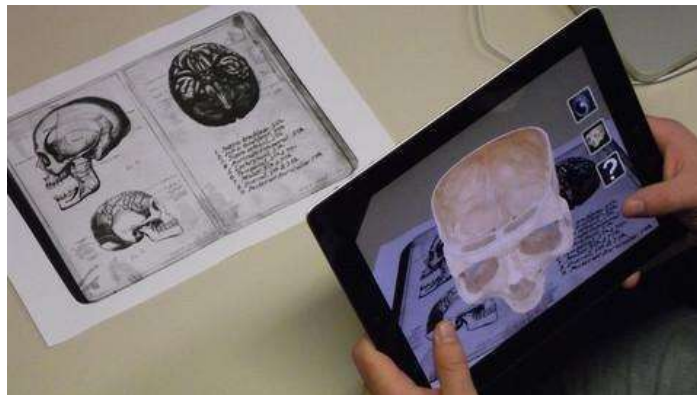


Figura 6. Realidad aumentada en la medicina.

Fuente: Tomado de (iSkullAR)

- **Aplicaciones dedicadas al entretenimiento**

La realidad aumentada sin duda ha sido un atractivo para el apartado de entretenimiento y es aquí posiblemente el lugar donde se ven por primera vez por la mayoría de las personas. Se puede encontrar aplicaciones en los videojuegos como PlayStation 3 que

presenta un juego llamado **Wonderbook** (Pejman Mirza-Babaei, 2014) donde no se usa el control remoto convencional sino un mando distinto donde no controlas el juego oprimiendo botones sino realizando movimientos con él y plasmándolos en la pantalla; las redes sociales, una de ellas es Snapchat, Facebook e Instagram (Stark, 2018) para el uso de los filtros en sus fotos, Libros e historietas (Oyelude, 2017), donde se realiza un muestreo de información adicional acorde a la temática del libro o historieta. Gracias a estas implementaciones las personas especialmente los niños se han visto beneficiados debido a que esta tecnología resulta muy llamativa.



Figura 7. AR en entretenimiento.

Fuente: Tomado de Goshawck (2013)

5.1.2. Frameworks para realidad aumentada

Para hacer posible todas las anteriores aplicaciones que se han nombrado en los distintos entornos y ambientes, sin duda fue necesaria una herramienta para llevarlo a cabo, y a esta herramienta es a lo que se le denomina como framework, un software base desarrollado para poder realizar la implementación de la realidad aumentada en el entorno que se desea, aquí se presentan algunos de ellos:

- **ARToolKit:** Es una biblioteca de código abierto donde se puede crear aplicaciones de realidad aumentada, funciona por medio de capacidades de seguimiento de video para identificar la posición de la cámara y la posición de los objetos del mundo real, teniendo estas dos ubicaciones se puede plasmar la imagen virtual en el mundo real por medio de la pantalla del dispositivo.
- **ATOMIC Web Authoring Tool:** Herramienta que permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada y la exportación a cualquier sitio web, Con la facilidad de poder ser usada por personas que no sepan programar.
- **Blender:** Es una herramienta principalmente para el desarrollo de modelos 3D, iluminación, animación y renderizado, este Framework es usado en realidad aumentada para crear o diseñar muchos de los modelos que serán plasmados en la aplicación final.
- **Unity:** Es una herramienta usada principalmente para el desarrollo de videojuegos 2D y 3d donde se puede controlar lo que la aplicación final va a plasmar en pantalla, esta herramienta es el puente para poder usar el primer framework mencionado (ARTolKit) y es muy usado para la realizar todo tipo de proyectos o aplicaciones que requieran gestionar modelos 2D y 3D.
- **AR-Media:** Es un aplicativo a la realidad aumentada donde se desarrollan algoritmos para el reconocimiento de imágenes u objetos 3D del mundo real en tiempo real.

5.2 RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES

Al hablar de esta tecnología sin duda se debe adentrar en el ámbito de la programación de computadoras ya que es la única forma que hay aparte de la percepción humana para poder hacer esta tarea, la cual conlleva en poner a disposición del observador una imagen y este pueda llegar a buscar toda la información que contiene, procesarla, y reconocer sus características.

El reconocimiento de imágenes por programación de computadoras conlleva a una serie de pasos definidos para poder llegar a obtener resultados finales, dichos pasos han sido modificados o cambiados a lo largo de los años, haciendo que nazcan muchas técnicas de poder realizar un reconocimiento de imágenes y esto para aplicarse a proyectos específicos u optimizar este proceso. El reconocimiento de imágenes llevan en su funcionamiento base el apartado de programación llamado machine learning, el cual consiste en un ciclo donde se generan códigos con muchas soluciones, se evalúan y se clasifican, las que obtienen mejores resultados se conservan y las que no se destruyen, a partir de las conservadas se generan nuevas soluciones y vuelve a empezar el ciclo hasta llegar a una meta que define el programador (Alpaydin, 2020)

Hoy en día el reconocimiento de imágenes se utiliza en muchos ámbitos como la generación de códigos QR, redes sociales, marketing digital, salud, seguridad, entre otros.

- **Códigos QR**

Ejemplos muy conocidos del reconocimiento de imágenes son los códigos QR inventados por la corporación japonesa Denso Wave, los cuales son barras bidimensionales que

conlleven información codificada tanto en la dirección vertical como la horizontal, contiene una serie especial de característica, para poder ser leído por un escáner o en la actualidad por un smartphone, la lectura de este código consiste en situar la imagen buscando los cuadrados más grandes que aparecen en 3 de sus esquinas, al obtener la imagen el escáner la secciona en muchas partes, se procesa fila por fila el código hasta crear una matriz binaria donde cada punto coloreado o sin color representa un “1” o un “0”, y allí realiza una serie de operaciones hasta decodificar el mensaje oculto (Ennoi Ottaviani, 1999). (Cham, 2007)



Figura 8. Códigos QR.
Fuente: Tomado de Ramirez (2018)

✓ **Reconocimiento de imágenes en redes sociales**

Otra aplicación que vemos hoy son las redes sociales como los filtros que usa Instagram a la hora de realizar una foto, donde en primera instancia se reconoce el rostro de la persona y posteriormente se vincula con la realidad aumentada para generar contenido como textos, gráficos, modelos 3d en cierta ubicación del rostro de la persona.

✓ **Reconocimiento de Imágenes en Marketing**

El reconocimiento de imágenes no solo ha sido usado para reconocer cierta imagen específica, también se ha usado para compararlas con otras imágenes y poder sacar

características que tengan en común, de esta forma es como se ha implementado en el marketing digital donde se comparan imágenes de perfiles de usuarios, y a partir de ellas se puede llegar a descubrir los gustos, comportamiento y opiniones del usuario en general, de esta forma se pueden reconocer los usuarios que posiblemente adquirirán cierto producto o servicio, haciendo que el envío de publicidad se pueda clasificar para cada usuario. (Ruben Tous, 2018)

5.2.1. Frameworks para reconocimiento de imágenes

Las herramientas para llevar a cabo las anteriores implementaciones nombradas se presentarán a continuación.

- ✓ **Runaway:** Es una herramienta donde se puede hacer todo tipo de modificación y reconocimiento de imágenes mediante programación, dicha programación es muy robusta por lo cual este framework tiene la opción de que los datos se procesen de manera remota y no local para un mayor rendimiento, todo el servicio que ofrece lo podemos implementar en los entornos de desarrollo que manejen javascript, HTTP, Socket.io y OSC. (AI, 2020)
- ✓ **Vuforia:** Es un Framework el cual maneja el reconocimiento de imágenes ligado a la realidad aumentada, se podrá implementar con la herramienta de Unity 3D y Android Studio. (Engine, 2020)
- ✓ **Meshroom:** Es un Framework que se basa en el ordenamiento de muchas imágenes tomadas a un mismo objeto para llegar a formar un modelo 3D y plasmarlo en distintos entornos. (Meshroom, 2020).

Con base a la descripción de los frameworks para realidad aumentada y reconocimiento de imágenes mencionados anteriormente, se selecciona las herramientas de Unity y Vuforia, ya que Unity permite realizar proyectos y modelos en 2D, 3D y Vuforia es una herramienta para dispositivos móviles, donde se maneja el reconocimiento de imágenes ligado a la realidad aumentada, mediante el cual se implementa con la herramienta Unity 3D y Android Studio.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 Diseño de la investigación

Para la realización y desarrollo del proyecto se escoge el modelo de proceso incremental ya que, en él se ve reflejada la estructura general de la ingeniería de software que está definida por cinco actividades estructurales las cuales son: comunicación, planeación, modelado, construcción y despliegue. (Pressman, 2010).

El modelo de proceso incremental consiste en aplicar secuencias escalonadas a medida que avanza el calendario de las actividades y cada secuencia lineal produce incrementos de software que posteriormente serán entregados. (Pressman, 2010).

Se escoge este modelo de desarrollo debido a que se tienen definidos con claridad los requerimientos del proyecto, pero no se llega a tener un alcance general de esfuerzo de desarrollo debido a que en la tarea del reconocimiento de los objetos se guardarán datos que se generan en el instante en que se esté realizando la construcción del proyecto. Por otro lado, también es apropiado llegar a tener ciertas funcionalidades del proyecto limitadas

a lo largo de la realización de este en cada incremento que se realice, esto para fraccionar el proyecto y hacerlo más ordenado en cuanto a las funcionalidades que va a tener. Durante el desarrollo del proyecto se llevará un control de versiones por medio de la herramienta de GitHub a la hora de realizar cada incremento.

6.2 Etapas de la investigación

- ✓ Identificar las tecnologías y dispositivos necesarios para el reconocimiento de objetos 3D del mundo real e interacción aumentada mediante AR en dispositivos móviles.
 - Se realizarán búsquedas investigativas de documentos actuales por medio de herramientas digitales legales y confiables de los distintos temas del estudio. Bases de datos como IEEE, SpringerLink y Science Direct; buscadores como Scopus y Google académico.
 - Se seleccionarán posibles documentos pertinentes a los temas de investigación y se clasificarán de acuerdo con cada tema.
 - Se realizará el análisis profundo de cada documento, identificando las herramientas utilizadas, el método de realización, los resultados obtenidos y sus conclusiones.
 - Se filtrarán los documentos obtenidos, desechando los que se crean no pertinentes a los temas de investigación.
 - Se decidirá qué herramientas escoger para desarrollar el proyecto.

- ✓ Desarrollar una aplicación para dispositivos móviles que permita mediante el uso de la cámara la detección correcta de objetos 3D del mundo real y la interacción con el objeto mediante AR.
- Se diseñará la parte estética de la aplicación, se decidirá qué información se le dará al usuario y qué opciones tendrá para navegar en el aplicativo móvil, esto por medio de herramientas de diseño gráfico básicas como Draw.io, Visual Basic, etc.
 - Se investigará sobre el tema en estudio el cual es la cultura Guane. (MUSUNAB, 2014)
 - Se seleccionará qué información se mostrará a los usuarios, de qué manera y cuándo se hará de acuerdo con la posición de los objetos ubicados en el museo Guane.
 - Se diseñarán los distintos tipos de información ya sean, textos, imágenes, modelos 3D, sonidos, entre otros. Lo anterior se realizará por medio de herramientas de edición de texto, sonido, imágenes, o modelos 3D como Microsoft office Word, Photoshop, Blender, Etc.
 - Se realizará la tarea del reconocimiento de los objetos ubicados en el museo Guane por medio de la herramienta seleccionada para ello ya sea Vuforia Engine, Runway, etc.

- Se programará la relación que tendrá la tarea de reconocer las imágenes y la información, por medio de las herramientas necesarias, ya sean Unity 3D, Android Studio, etc.
 - Durante el proceso de la programación se llevará un control de versiones del aplicativo móvil por medio de la herramienta de GitHub.
 - Determinación del aplicativo móvil final.
 - Se decidirá si el aplicativo se cargará a alguna plataforma digital de tienda de aplicaciones como AppStore o PlayStore.
- ✓ Realizar una prueba piloto de la aplicación desarrollada con los pictogramas y objetos históricos ubicados en el museo Guane de la UNAB.
- Se dará a conocer la aplicación por parte de los autores del proyecto presencialmente en la institución o por medio del correo institucional con la herramienta Gmail.
 - Se realizará una encuesta a los usuarios teniendo en cuenta la facilidad de uso, el rendimiento, la relevancia de la información, el diseño, entre otras; esto por medio de la herramienta de encuestas de Google o Microsoft Office Word.
 - Se analizarán los datos obtenidos por la encuesta y se sacarán conclusiones a partir de allí.

7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 4. Cronograma de actividades

ETAPAS	ACTIVIDADES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Identificar las tecnologías y dispositivos necesarios para el reconocimiento de objetos 3D del mundo real e interacción aumentada mediante AR en dispositivos móviles.	Informe para el anteproyecto de las distintas tecnologías y herramientas para la implementación de Realidad Aumentada y el reconocimiento de imágenes	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■															
	Cuadro comparativo de las tecnologías y herramientas del informe en la actividad anterior																																
	Informe de las tecnologías escogidas para realizar el desarrollo de la aplicación													■	■																		
Desarrollar una aplicación para dispositivos móviles que permita mediante el uso de la cámara la detección correcta de objetos 3D del mundo real y la interacción con el objeto mediante AR.	Determinar el diseño de experiencia de usuario																	■	■														
	Definir y realizar la respectiva información adicional que mostrará la aplicación al usuario, puede ser:(textos, imágenes, videos, audios, modelos 3D).																	■	■														
	Realizar y gestionar todo el debido proceso que conlleva el poder reconocer los objetos del museo con las herramientas y tecnologías escogidas																					■	■	■	■								
	Realizar la integración de las dos actividades anteriores, mostrar la información adicional con respecto al objeto reconocido																									■	■	■	■				
Realizar una prueba piloto de la aplicación desarrollada con los pictogramas y objetos históricos ubicados en el museo Guane de la UNAB.	Dar a conocer la aplicación con publicidad por parte de los autores del proyecto o por medio del correo institucional																															■	
	Realizar una encuesta a los usuarios que hayan utilizado el aplicativo móvil de acuerdo con el funcionamiento y relevancia de la aplicación																															■	
	Realización de conclusiones a partir de los datos obtenidos con la encuesta																															■	

8. PRESUPUESTO

El presupuesto estimado para el desarrollo del trabajo de grado es el siguiente:

8.1 PRESUPUESTO GLOBAL

Tabla 5. Presupuesto Global

RUBROS	FUENTES		TOTAL
	UNAB	OTRA	
Personal	\$ 4.864.000	\$ 32.000.000	\$ 36.864.000
Equipos y Software	\$ -	\$ 3.600.000	\$ 3.600.000
Materiales, Suministros y Bibliografía	\$ 2.000.000	\$ -	\$ 2.000.000
Internet y plan de datos	\$ 400.000	\$ 880.000	\$ 1.280.000
TOTAL	\$ 7.264.000	\$ 36.480.000	\$ 43.744.000

8.2 DESCRIPCIÓN DE LOS GASTOS DE PERSONAL

Tabla 6. Descripción de los gastos de personal

INVESTIGADOR	FORMACIÓN ACADÉMICA	FUNCIÓN DENTRO DEL PROYECTO	DEDICACIÓN	DURACIÓN	RECURSOS		TOTAL
					UNAB	OTRA	
Carlos Rey	Estudiante Ingeniería de sistemas	Investigador y Programador	Estudiante	8 meses	\$ -	\$ 16.000.000	\$ 16.000.000
Mayra Quijano	Estudiante Ingeniería de sistemas	Investigadora y Programadora	Estudiante	8 meses	\$ -	\$ 16.000.000	\$ 16.000.000
Andrés Mrad	Profesor del programa de Ingeniería de Sistemas	Revisor y corrector	Profesor	8 meses	\$ 4.864.000	\$ -	\$ 4.864.000
TOTAL					\$ 4.864.000	\$ 32.000.000	\$ 36.864.000

8.3 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE SOFTWARE

Tabla 7. Descripción de los equipos de software

EQUIPOS-SOFTWARE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	UNAB	TOTAL
Computadora Personal (portátil) Lenovo	1	\$ 1.500.000	\$ -	\$ 1.500.000
Computadora Personal (portátil) Lenovo	1	\$ 1.500.000	\$ -	\$ 1.500.000
Dispositivo móvil	1	\$ 600.000	\$ -	\$ 600.000
TOTAL				\$ 3.600.000

9. RESULTADOS

9.1 HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

Las herramientas que se utilizaron para el desarrollo de la aplicación de Realidad Aumentada fueron Meshroom, Blender, Unity y Vuforia.

Tabla 8. Herramientas de desarrollo

 <p>Fuente: https://github.com/alicevision/meshroom</p>	<p>Meshroom es un programa que nos permite una reconstrucción 3D a partir de fotografías. Es un Framework que se basa en el ordenamiento de muchas imágenes tomadas a un mismo objeto para llegar a formar un modelo 3D y plasmarlo en distintos entornos. (Meshroom, 2020).</p>
 <p>Fuente: https://www.blender.org/about/logo/</p>	<p>Blender Es una herramienta principalmente para el desarrollo de modelos 3D, iluminación, animación y renderizado, este Framework es usado en realidad aumentada para crear o diseñar muchos de los modelos que serán plasmados en la aplicación final. (https://www.blender.org/)</p>
 <p>Fuente: https://unity3d.com/es/legal/branding_trademarks</p>	<p>Unity es una plataforma que nos permite el desarrollo 3D, la versatilidad de Unity permite crear proyectos con mucha comodidad, y es muy utilizado para realizar todo tipo de proyectos o aplicaciones que requieran gestionar modelos 2D y 3D.</p>
 <p>Fuente: https://www.invelon.com/vuforia/</p>	<p>Vuforia es un Framework el cual maneja el reconocimiento de imágenes ligado a la realidad aumentada, se podrá implementar con la herramienta de Unity 3D y Android Studio. (Engine, 2020)</p>

Con estas 4 herramientas se tiene un mejor rendimiento para el desarrollo de la aplicación y se puede integrar al sistema operativo Android.

9.2 REQUERIMIENTOS PARA EL DESARROLLO

En este apartado se muestra cómo se desarrolló la aplicación móvil con Realidad Aumentada y reconocimiento de imágenes, con el fin de guiar al lector sobre procedimiento que se tuvo en cuenta.

Los componentes para la creación de la aplicación son:

- Meshroom
- Blender
- Unity
- Vuforia

Paso 1: Configuración del entorno de desarrollo

Primero se debe crear una cuenta en la página web de Vuforia, después de esto se instala la herramienta de Unity en el ordenador con el Model Target Generator, la herramienta de Meshroom y Blender

Paso 2: Obtener las fotos de los objetos

Obtener fotografías de los objetos arqueológicos del museo Guane de la Unab. Esta información se encuentra en la página web de MUSUNAB, que es un Museo Universitario de Colecciones Patrimoniales, donde se encontraron recursos digitales que ayudaron a complementar el desarrollo de la aplicación. Las imágenes fotográficas se obtuvieron de la página de MUSUNAB, debido a que no se pudo obtener acceso a los

objetos del museo a los objetos del museo para realizar la fotogrametría.

Paso 3: Crear modelos con Meshroom

Con la técnica de la fotogrametría no siempre se obtienen modelos 3D a la perfección de cómo son en la vida real, por lo tanto, en este paso se utilizó la información digital de MUSUNAB.

Una vez recolectada las fotografías de los objetos arqueológicos, se importan en la herramienta de Meshroom para formar modelos 3D sobre los objetos que se encuentran en el museo Guane, sin embargo, las imágenes no son suficientes o no cumplen las características requeridas para que el programa pueda construir el modelo 3D, dejando partes del objeto sin reconocer.

Esto pasa con todas las imágenes, así que no se puede sacar un modelo 3D reconocible del objeto.

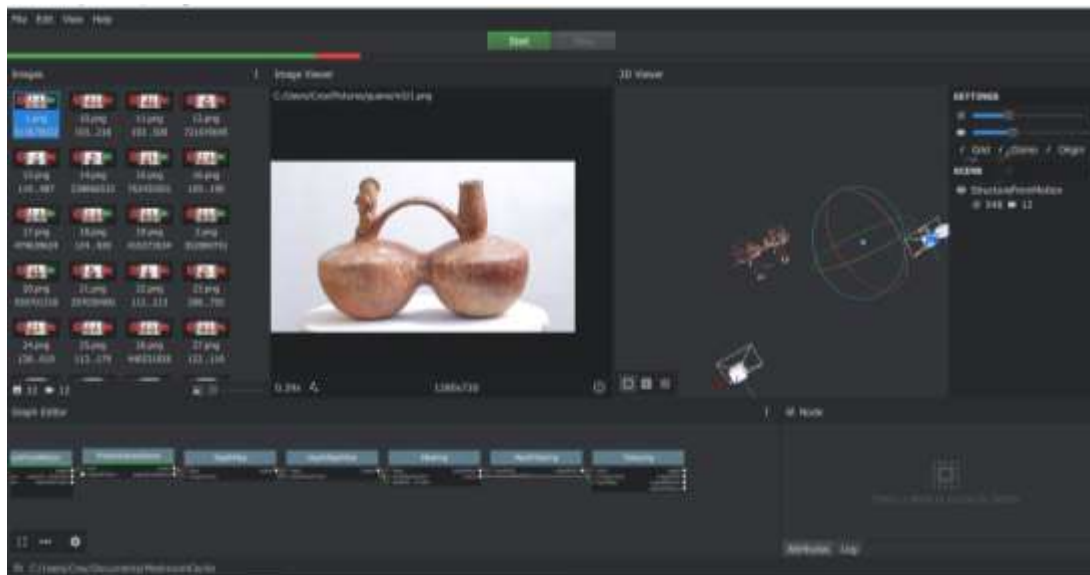


Figura 9. Objeto Guane #3 en Meshroom.

Fuente: Propia

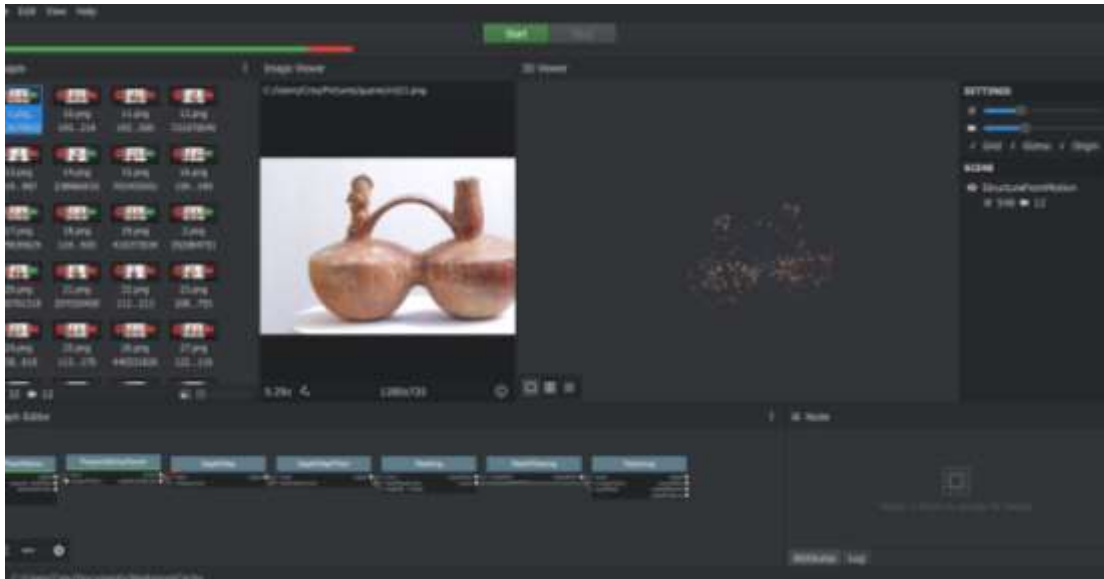


Figura 10. Modelo 3D en Meshroom.
Fuente: Propia

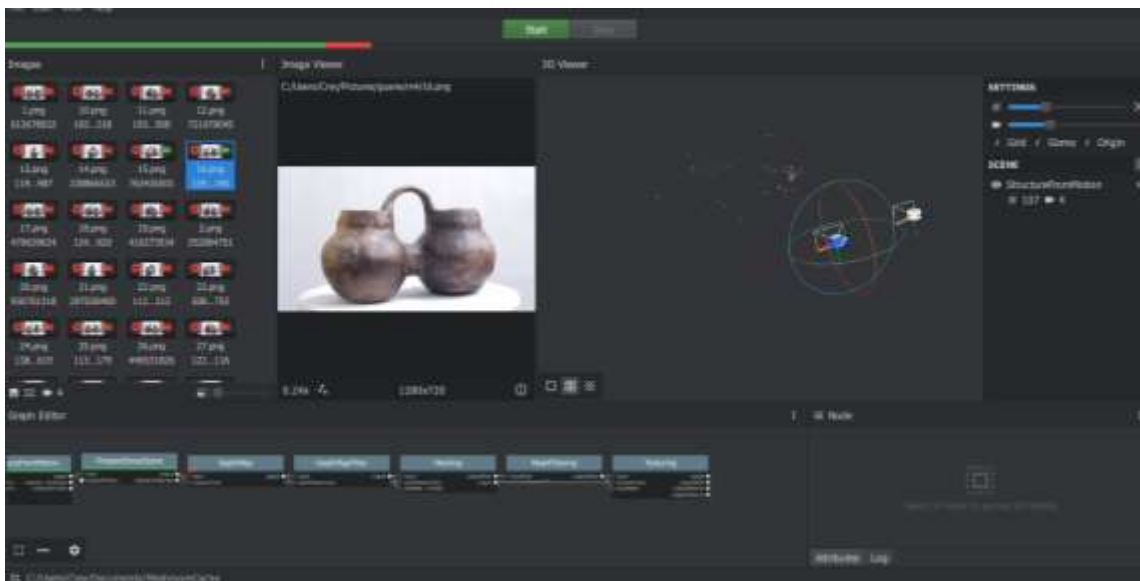


Figura 11. Objeto Guane #4 en Meshroom.
Fuente: Propia

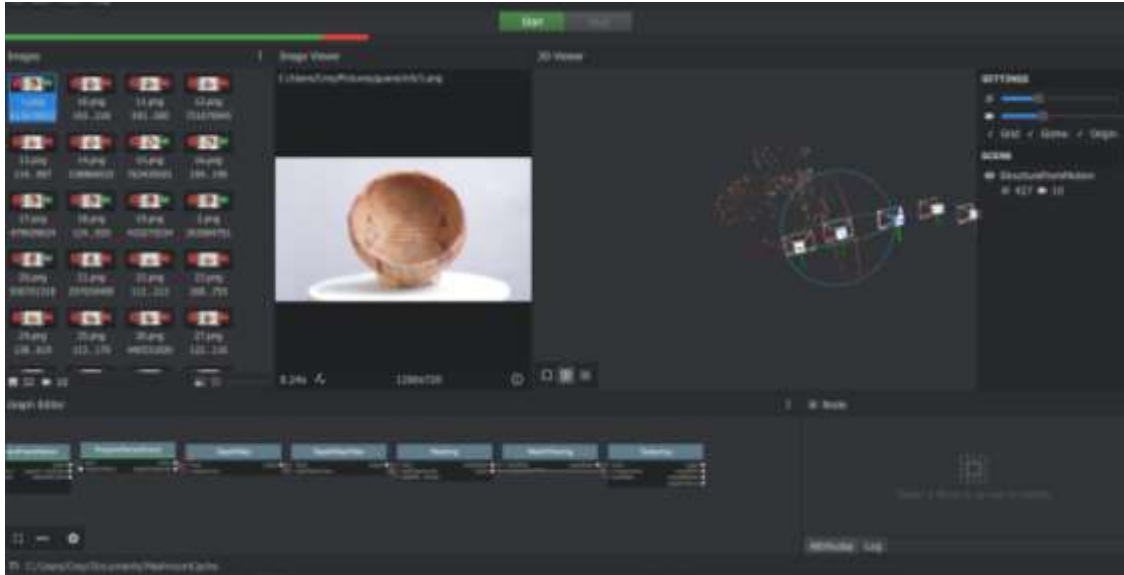


Figura 12. Objeto Guane #5 en Meshroom.
Fuente: Propia

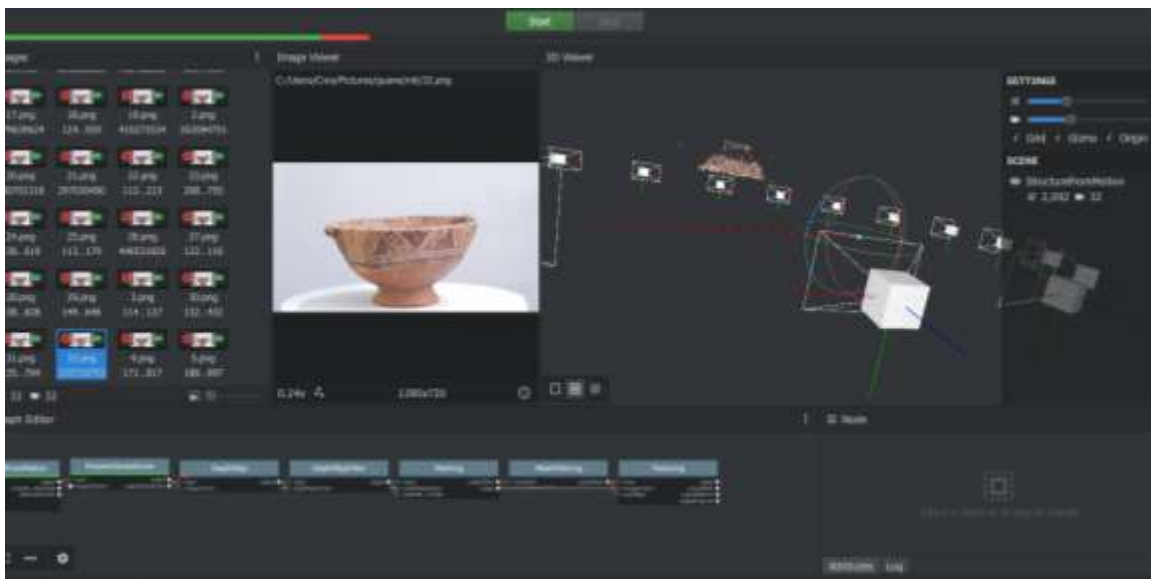


Figura 13. Objeto Guane #6 en Meshroom.
Fuente: Propia

Después de analizar la herramienta de Meshroom, sus funciones y consultar su guía, se concluye que para realizar por completo el modelo 3D por medio de fotogrametría es

necesario tener una tarjeta gráfica marca NVIDIA de las que aparecen soportadas en la página de Meshroom, y el computador con el cual se está trabajando, tiene una tarjeta gráfica integrada marca AMD, una solución fue omitir ciertos procesos a la hora de realizar el modelo 3D. El resultado no es el mejor, ni tampoco el más perfecto, pero es una solución rápida para poder obtener un modelo.

Otros datos para considerar son:

- La forma en que se toma la foto: El programa se apoya en el desenfocado de la imagen tomando la información que esta desenfocada para modelar y la que no está enfocada la desecha, por lo tanto, con las imágenes obtenidas de MUSUNAB no es posible realizar el modelo del todo bien, porque ciertas partes de las esculturas están desenfocadas como la que aparece a continuación y esto hace que el modelo no se realice completamente.



Figura 14. Objeto #5 del museo Guane.
Fuente: Tomado de MUSUNAB

Y con imágenes como estas los resultados que se tienen son modelos incompletos como el siguiente.



Figura 15. Modelo 3D del objeto #5 en Meshroom.
Fuente: Propia.

Realizar fotos a figuras muy parecidas si se ve desde cualquier parte en un ángulo de 180° y tener un fondo blanco en cada foto como se muestra a continuación, hace muy difícil para la herramienta poder identificar cuál es su frente o costado, por lo tanto, no podrá realizar bien el modelo 3D final.



Figura 16. Objeto #6 del museo Guane.
Fuente: Tomado de MUSUNAB

Los resultados con imágenes como estas, con ángulos de este tipo son las siguientes:

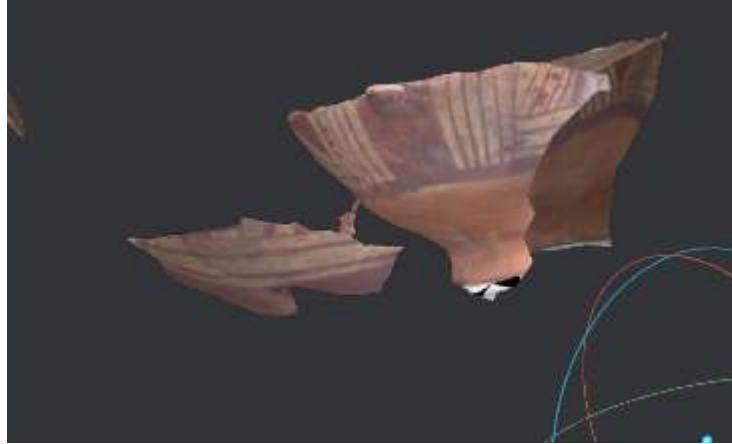


Figura 17. Objeto 3D del objeto #6 en Meshroom.
Fuente: Propia.

El resultado son modelos inconsistentes donde no se construye de manera correcta y coloca la información en el lugar equivocado.

Los resultados con las otras imágenes son ligeramente mejores:

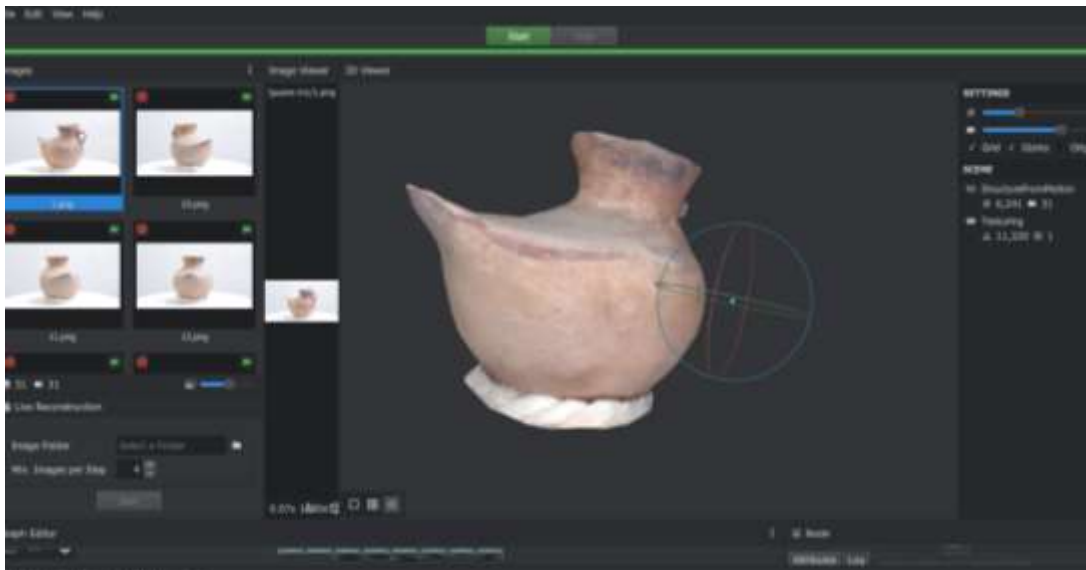


Figura 18. Objeto Guane #1 en Meshroom.
Fuente: Propia.

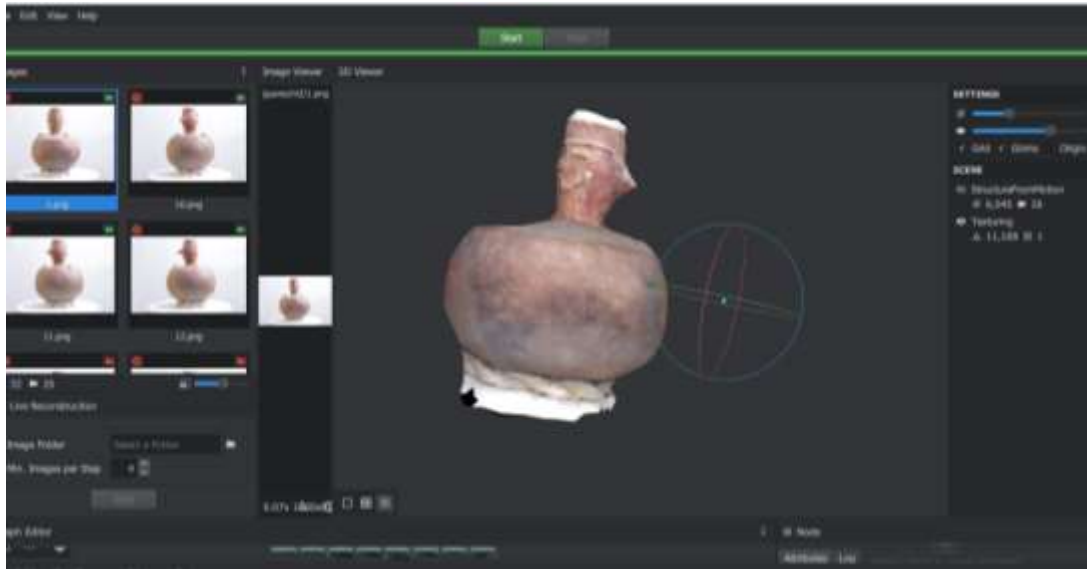


Figura 19. Objeto Guane #2 en Meshroom.
Fuente: Propia.

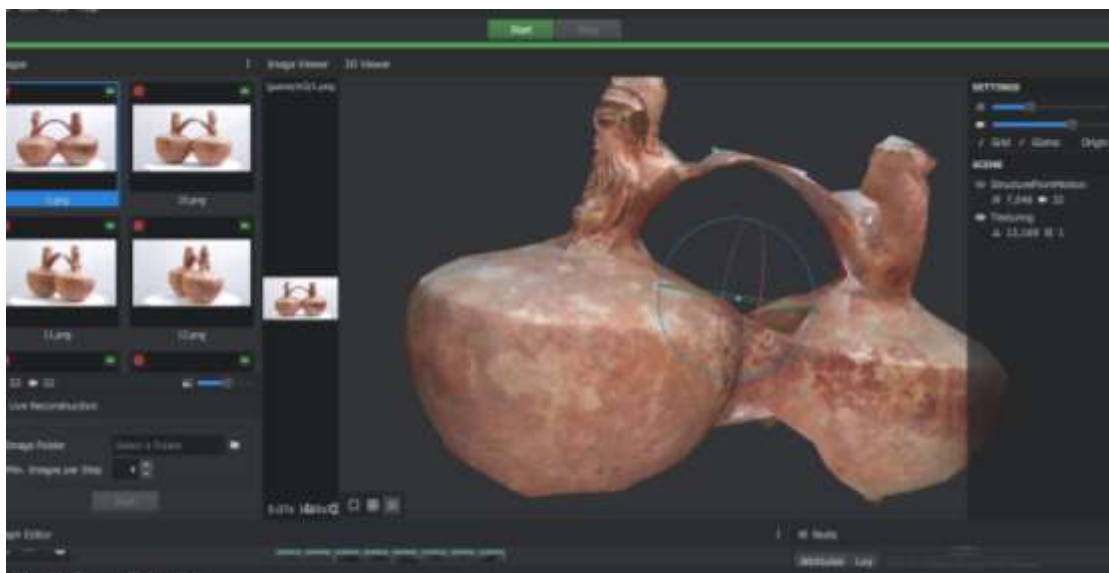


Figura 20. Objeto Guane #3 en Meshroom.
Fuente: Propia.

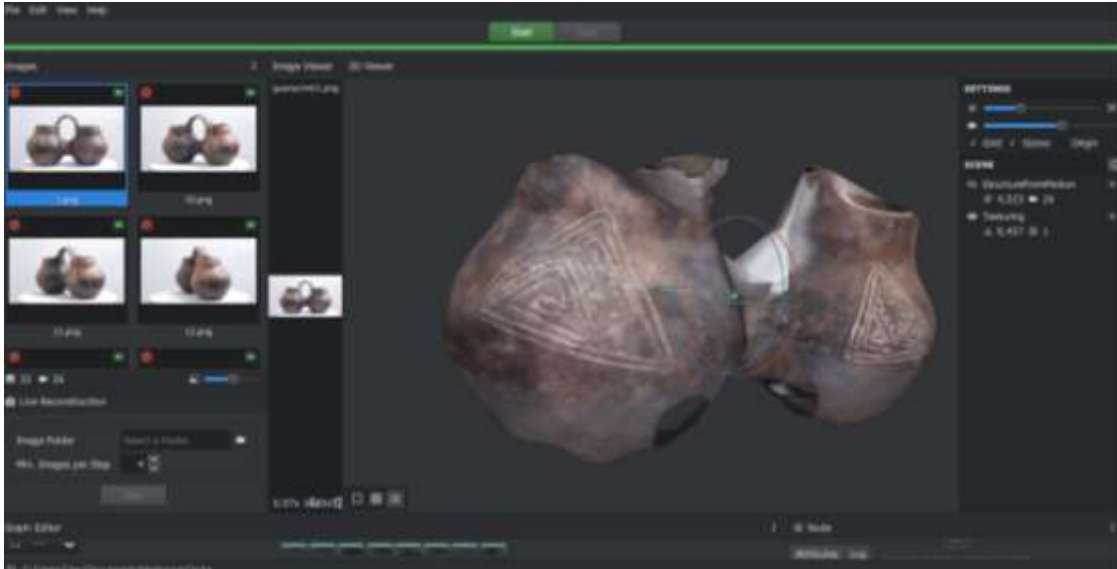


Figura 21. Objeto Guane #4 en Meshroom.
Fuente: Propia.

Al tener estos resultados lo que se hace es usa una herramienta o framework donde se puedan mejorar un poco los modelos 3D obtenidos con Meshroom.

Paso 4: Editar modelos 3D

Luego de obtener los modelos 3D se preparan con la herramienta Blender para ser editados, mejorar su calidad y modificar errores, además de esto se prepara el modelo con la textura e iluminación para ser exportado como formato .fbx el cual mantiene todos los elementos, funcionalidad e información del archivo original.

Blender es una herramienta que se usa para el rediseño, retoque o limpieza de los modelos 3D.

Con esta herramienta lo primero que se hace es buscar el modelo que genera Meshroom y la importamos a esta. Esta herramienta exige una computadora con especificaciones técnicas avanzadas dependiendo del tamaño de los modelos y lo que se vaya a hacer con

ella, donde los requisitos mínimos son de 4gb de RAM, un CPU de 2Ghz y tarjeta gráfica con 1GB de RAM.

Al inicio es complicado entrar a utilizar esta herramienta ya que en ingeniería de sistemas no se suele hacer modelos 3D para ninguna asignatura, por ende, no se tenía ningún conocimiento previo y se tuvo que iniciar desde cero en el aprendizaje de este framework para poderlo usar de forma adecuada.



Figura 22. Objeto 3D en Blender.
Fuente: Propia.

Las modificaciones que se hacen son respecto a la forma de la figura, se le adicionan caras de tal forma que la figura no tenga huecos y se le agrega un material y una textura parecidas a la de la figura ya que esas nuevas caras no tienen esa información.

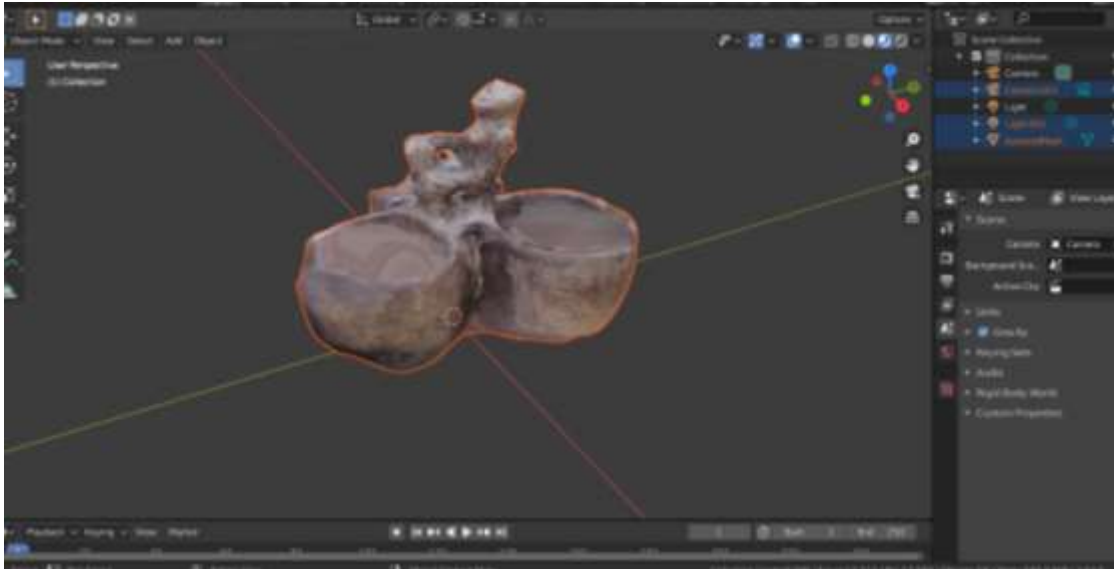
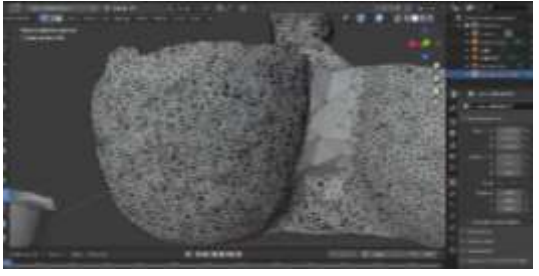
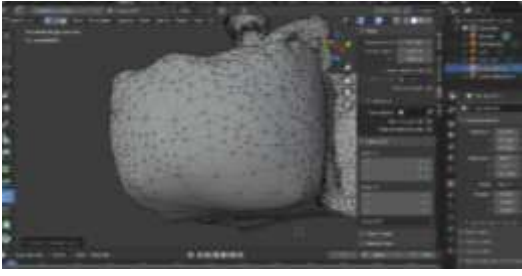


Figura 23. Modelado del objeto 3D en Blender.
Fuente: Propia.

También lo que se hace en esta herramienta es redimensionar la figura para tenerla a una escala similar a la del mundo real y reducir el número de vértices o caras ya que son muchas y al reducirlas se puede obtener una disminución en el peso del modelo 3D sin afectar el resultado.

Tabla 9. Antes y después del modelado del objeto.

Antes	Después
	

Posteriormente lo que se hace en Blender es exportar los modelos 3D para tenerlos actualizados y optimizados.

Paso 5: Crear modelos en el Model Target Generator

Una vez creada la cuenta en la página web de Vuforia, se ingresa al Model Target Generator (MTG), el cual convierte un modelo 3D en una base de datos de Vuforia, así que se importan los modelos que se editaron en Blender y con el MTG se genera un archivo compatible para poder importarlos a Unity (package manager). En esta herramienta genera un archivo que podrá recibir el framework de Unity posteriormente, es exclusiva para generar objetivos a partir de modelos 3D, indicando desde que perspectiva se quiere leer el objeto, desde que ángulo, definir qué tipo de objetivo es y creación de base de datos de una o varios objetivos. Se importa el modelo 3D ya actualizado y optimizado.

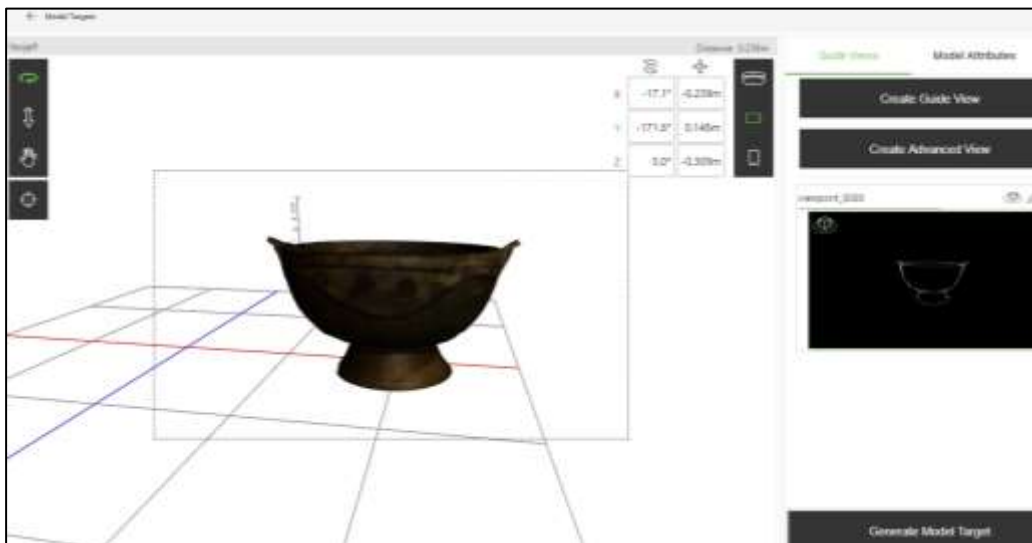


Figura 24. Objeto en Model Target Generator.

Fuente: Propia.

Dentro del MTG se define su procedencia, si es un objeto escaneado, el modelo de un carro o un modelo estándar. También se define el rango de detección que tendrá el objeto, si será de 360 grados o de menos, dependiendo de la situación, y se define desde que

ángulo se podrá detectar dicho objeto.

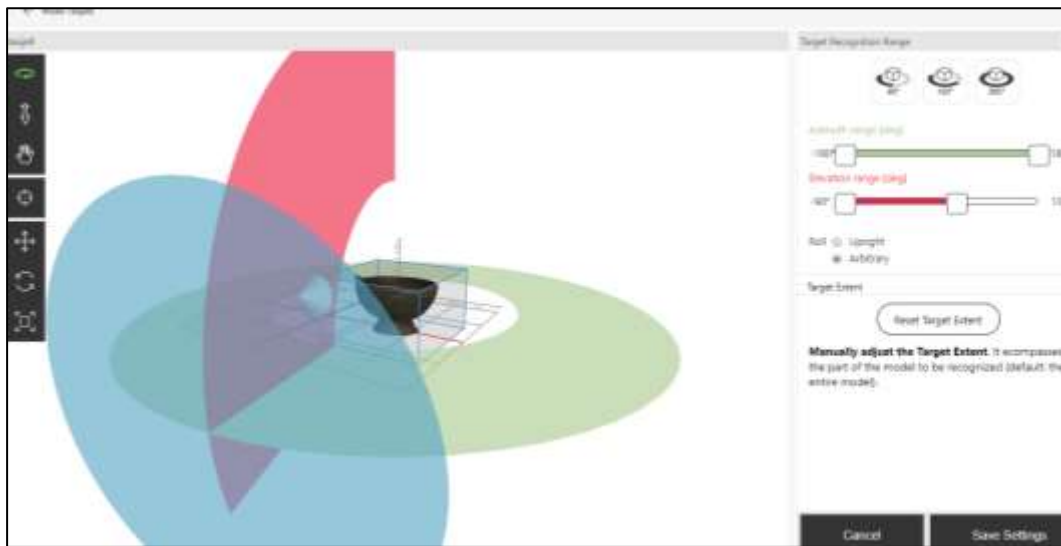


Figura 25. Rango de detección del objeto en Model Target Generator.
Fuente: Propia.

Esta herramienta tiene ciertas restricciones a la hora de importar un modelo u objeto 3D, una de ellas es que su textura no debe tener mucho peso, en ese punto había un problema porque la textura que tenían los modelos era muy grande, en un principio no se supo cómo modificar esto sin disminuir la calidad del modelo, pero después de investigar se llega a la conclusión de que Meshroom por defecto crea texturas demasiado grandes, lo que se hace es modificar el tamaño de la textura desde Meshroom y por ende se realiza el proceso de la fotogrametría una vez más.

Paso 6: Crear un proyecto en Unity

Se ingresa a Unity Hub que funciona como un launcher de Unity donde tiene un control de sus versiones e instalación de módulos adicionales si se quieren instalar.

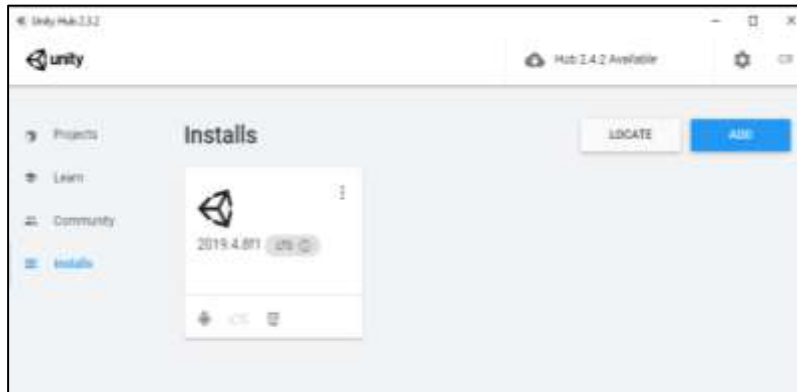


Figura 26. Versiones e instalación en Unity.

Fuente: Propia

En este apartado se debe implementar la plataforma de Android para que pueda funcionar en esta plataforma, de igual modo el framework de Visual Studio para poder acceder a los scripts o documentos de código donde se podrá modificar el apartado lógico de la aplicación. Luego de eso se procede a crear un nuevo proyecto de Unity, lo creamos de tipo 3D porque es la forma en que lo buscamos.



Figura 27. Proyecto en Unity tipo 3D.

Fuente: Propia

Una vez creado el proyecto se abre y lo primero que se debe hacer dentro de él es cambiar la plataforma a Android ya que Unity por defecto tiene la plataforma de Windows seleccionada.

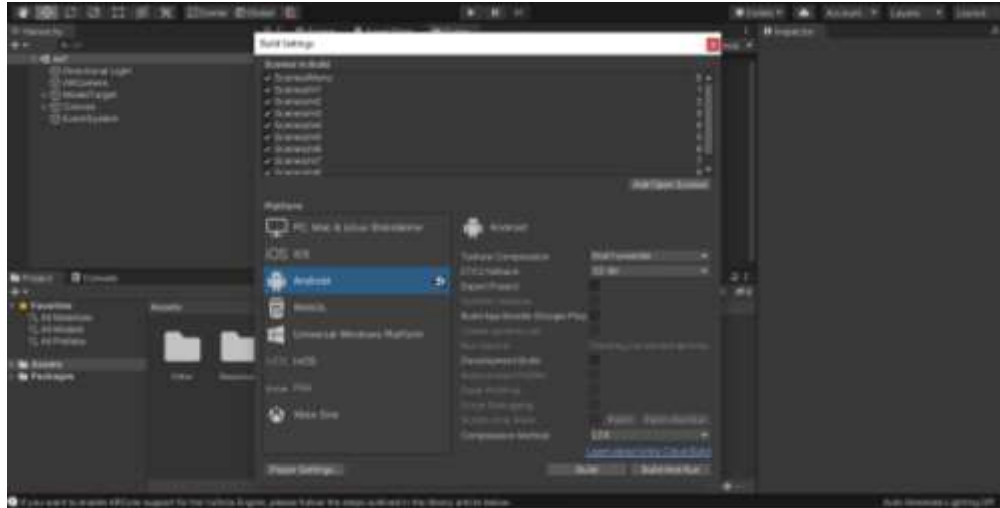


Figura 28. Proyecto en Unity.
Fuente: Propia

Una vez instalada la plataforma Android se importa el paquete de Vuforia que es la herramienta de reconocimiento 3d que permitirá realizar la importación de objetos de tipo Vuforia o tipo reconocimiento 3d. La importación de este paquete se realiza desde el apartado de unity packages ubicado en la opción Windows del menú de opciones que está en la parte superior derecha.



Figura 29. Proyecto en Unity con Vuforia Engine AR.
Fuente: Propia

Cuando ya se tiene la plataforma Android y el paquete de Vuforia, se pasa al desarrollo del proyecto donde se agregan objetos de tipo Vuforia, en específico ARCamera y Model Target.

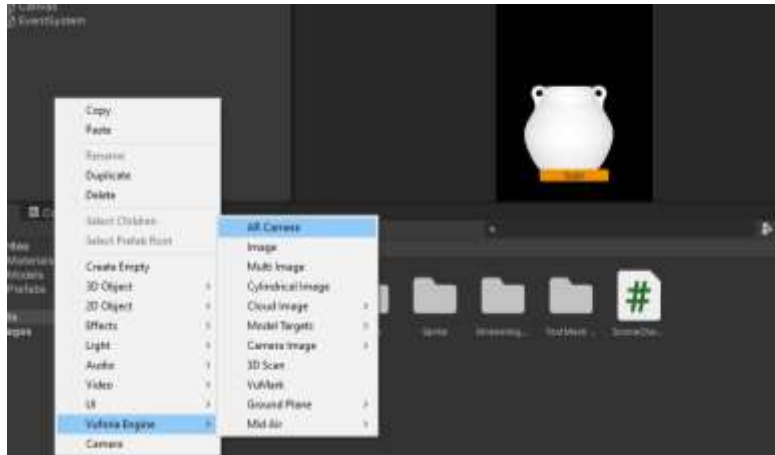


Figura 30. Proyecto en Unity y ARCamera.
Fuente: Propia

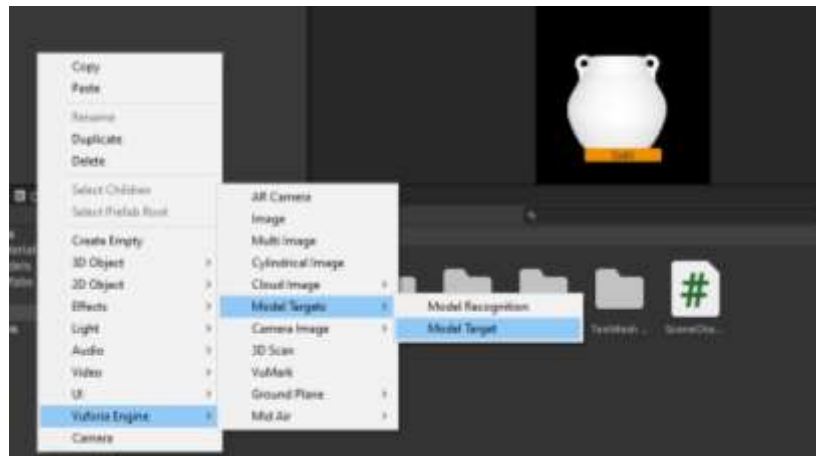


Figura 31. Proyecto en Unity y Model Target.
Fuente: Propia

La ARCamera nos sirve para poder tomar la cámara como referencia y así poder observar el objeto del mundo real. Cuando seleccionamos la ARCamera en sus propiedades podemos ver que se pueden modificar las configuraciones de Vuforia.

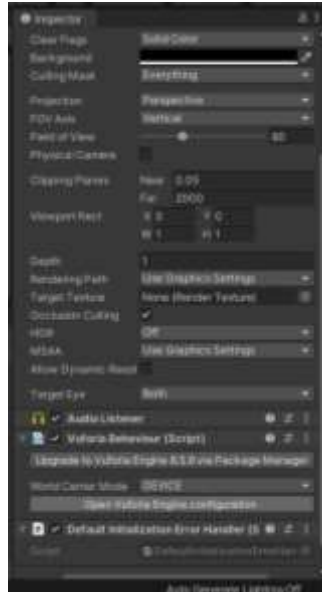


Figura 32. Configuraciones de la ARCamera.

Fuente: Propia

Se selecciona la opción de configuración y lo que se hace a continuación es ingresar la key license que se obtiene creando una cuenta en la página de Vuforia.

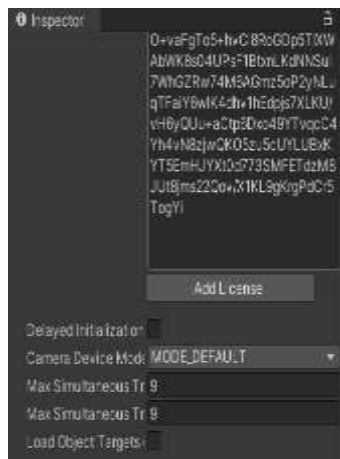


Figura 33. Key License.

Fuente: Propia

En cuanto al Model Target, se crea inicialmente y desde sus propiedades se escoge el Model Target que se generó en Model Target Generator, cabe recalcar que este Model Target debe ser importado con anterioridad.

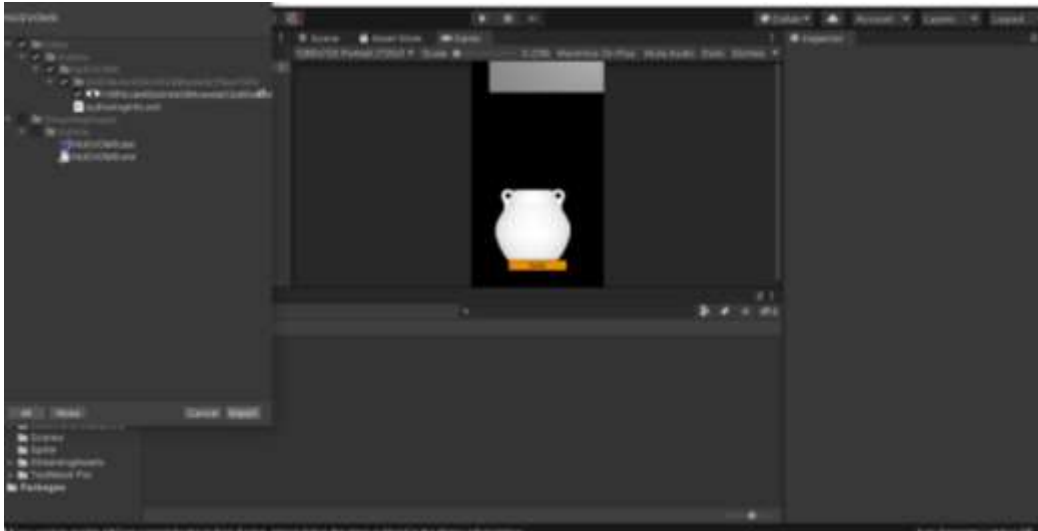


Figura 34. Importar el Model Target.
Fuente: Propia

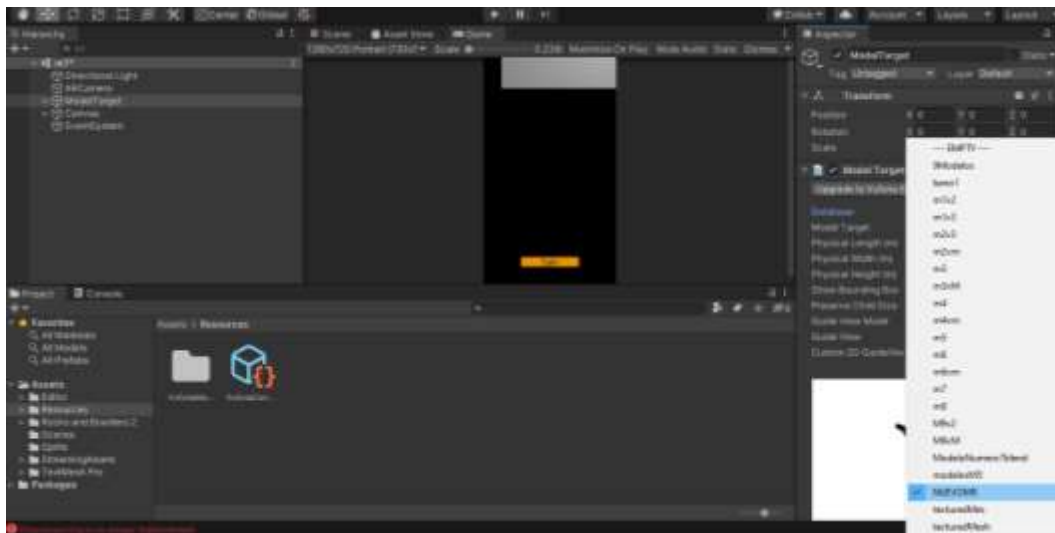


Figura 35. Escoger el Model Target.
Fuente: Propia

Este proceso se lleva a cabo con cada uno de los objetos 3D obtenidos con los frameworks mencionados anteriormente (Meshroom, Blender, Model Target Generator y Unity).

9.3 OBJETOS ARQUEOLÓGICOS DEL MUSEO GUANE

Se seleccionaron 9 objetos del museo Guane de la UNAB para realizar la aplicación de reconocimiento de imágenes y Realidad Aumentada. Los objetos son los siguientes:

Tabla 10. Objetos arqueológicos museo Guane

<p>Objeto N° 1</p> 	<p>Objeto N° 2</p> 	<p>Objeto N° 3</p> 
<p>Objeto N° 4</p> 	<p>Objeto N° 5</p> 	<p>Objeto N° 6</p> 
<p>Objeto N° 7</p> 	<p>Objeto N° 8</p> 	<p>Objeto N° 9</p> 

9.4 DISEÑO DE LA APLICACIÓN

La aplicación **UGuane** cuenta con una pantalla de inicio, donde te da la opción de entrar e interactuar con la Realidad Aumentada en el museo de la UNAB.

En la pantalla principal se encuentran 4 opciones con las que se puede visualizar los objetos arqueológicos del museo Guane de la UNAB y obtener información e historia sobre esa cultura, mediante reconocimiento de imágenes y Realidad Aumentada. En los anexos del documento se encuentra el manual de usuario, el cual brinda instrucciones necesarias sobre los requerimientos para el uso correcto de la aplicación móvil.

9.4.1. Pantalla de Inicio



Figura 36. Pantalla de Inicio.

Fuente: Propia

Una vez instalada la aplicación **UGuane**, el estudiante encontrara esta pantalla de inicio con un botón que te da la opción de entrar para interactuar con los objetos arqueológicos del museo Guane de la UNAB.

En la parte inferior se encuentra un botón para entrar e iniciar el recorrido de reconocimiento de los objetos que se encuentran allí, por medio de la Realidad Aumentada. Sera un recorrido agradable donde conocerás a más detalle la historia de la cultura Guane y los objetos que ellos utilizaban.

9.4.2. Pantalla principal – Menú



Figura 37. Pantalla principal - Menú.
Fuente: Propia

La estructura de la pantalla principal o menú está compuesta por 4 botones, la función de cada uno es la siguiente:

- **Iniciar recorrido:** Aquí los estudiantes inician el recorrido por el museo Guane de la UNAB con su dispositivo móvil.

El estudiante podrá aprender sobre cada objeto arqueológico que se encuentra allí, esto gracias al reconocimiento de imágenes y Realidad Aumentada, una vez que el dispositivo móvil reconoce el objeto, le suministrará información al estudiante y la historia relacionada al objeto.



Figura 38. Pantalla Menú – Iniciar recorrido.

Fuente: Propia

- **Galería:** En este apartado los estudiantes encontraran los objetos arqueológicos que se seleccionaron para realizar la aplicación móvil, estos objetos los podrán ver en 3D.



Figura 39. Pantalla Menú – Galería.
Fuente: Propia

- **Mapa Guane:** En esta opción los estudiantes podrán interactuar con la Realidad Aumentada y aprender acerca de esta cultura. Una vez que el dispositivo móvil reconoce el mapa, mostrara una corta descripción de esta cultura.



Figura 40. Pantalla Menú – Mapa Guane.
Fuente: Propia

- **Acerca de:** En este apartado les permite a los estudiantes conocer con qué fin se creó la aplicación móvil y los datos de los estudiantes que participaron en el proyecto.



Figura 41. Pantalla Menú – Acerca de...
Fuente: Propia

9.5 ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS Y DIAGRAMA DE CASOS DE USO

A continuación, se describe las especificaciones de los requisitos que el estudiante UNAB debe tener en cuenta sobre la aplicación cuya funcionalidad es la interacción aumentada con los objetos ubicados en el museo Guane de la Universidad Autónoma de Bucaramanga utilizando reconocimiento de imágenes y Realidad Aumentada.

La aplicación móvil cuenta con las siguientes funciones que permitirá a los estudiantes de la UNAB lo siguiente:

- Ingresar a la aplicación
- Iniciar recorrido en el museo Guanes
- Visualizar los objetos arqueológicos de la cultura.
- Obtener información sobre los objetos.

Esto se muestra gráficamente en el diagrama de casos de uso de la figura 14.

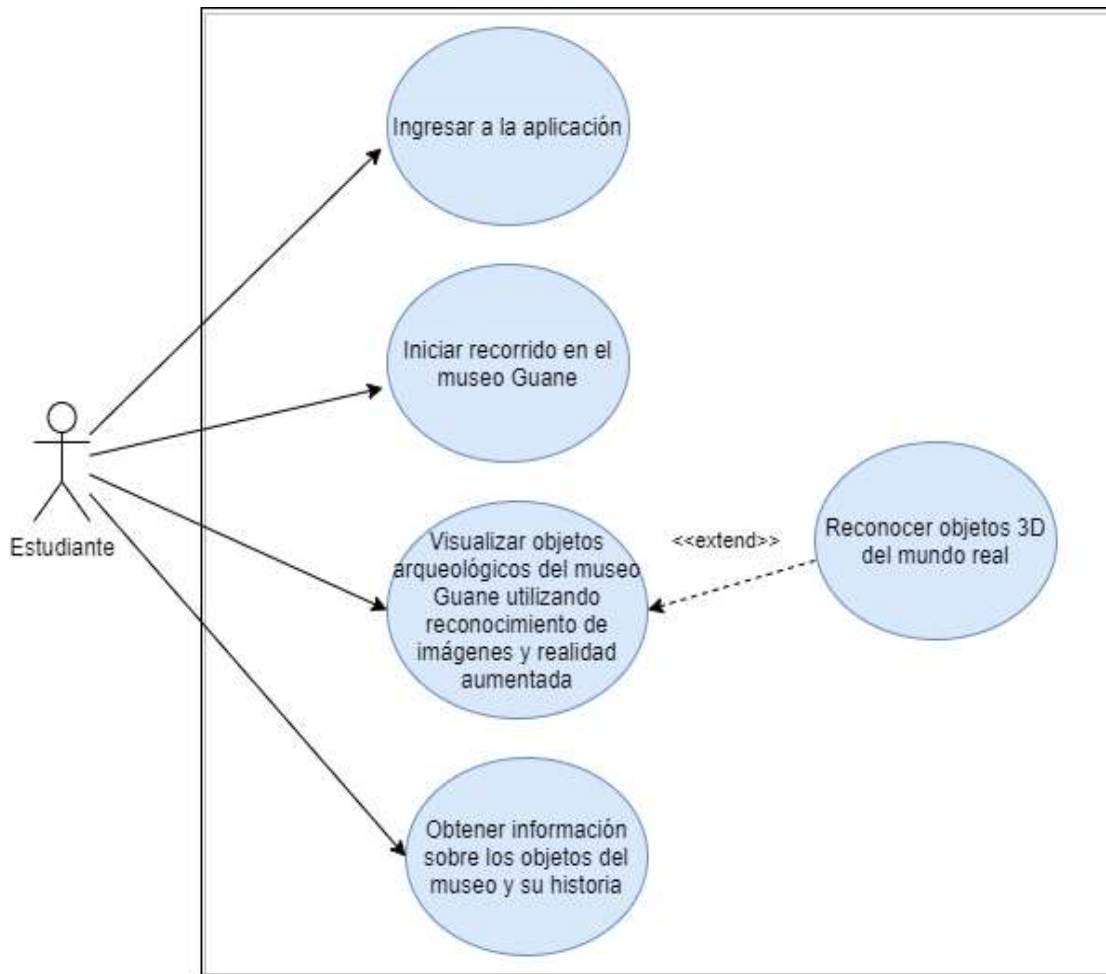


Figura 42. Diagrama de casos de uso de UGuane.

Fuente: Propia

9.6 DIAGRAMAS DE SECUENCIAS

Con los diagramas de secuencias se muestra la mayoría de la lógica interna de la aplicación **UGuane**.

El primer diagrama de secuencia en la figura 15 se muestra como el estudiante interactúa cuando ingresa a la aplicación y elige una opción que se encuentra en el menú, en este caso el diagrama muestra cuando el estudiante inicia el recorrido en el museo Guane, donde la aplicación **UGuane** le muestra información y modelos 3D de los objetos que se encuentran allí.

Seguidamente en las figuras 16 y 17 se muestran los diagramas de secuencia galería y mapa Guane, donde el estudiante obtiene información sobre esta cultura y puede visualizar igualmente los objetos en 3D. Y en el último diagrama se relaciona con la información de los estudiantes que participaron en el proyecto.

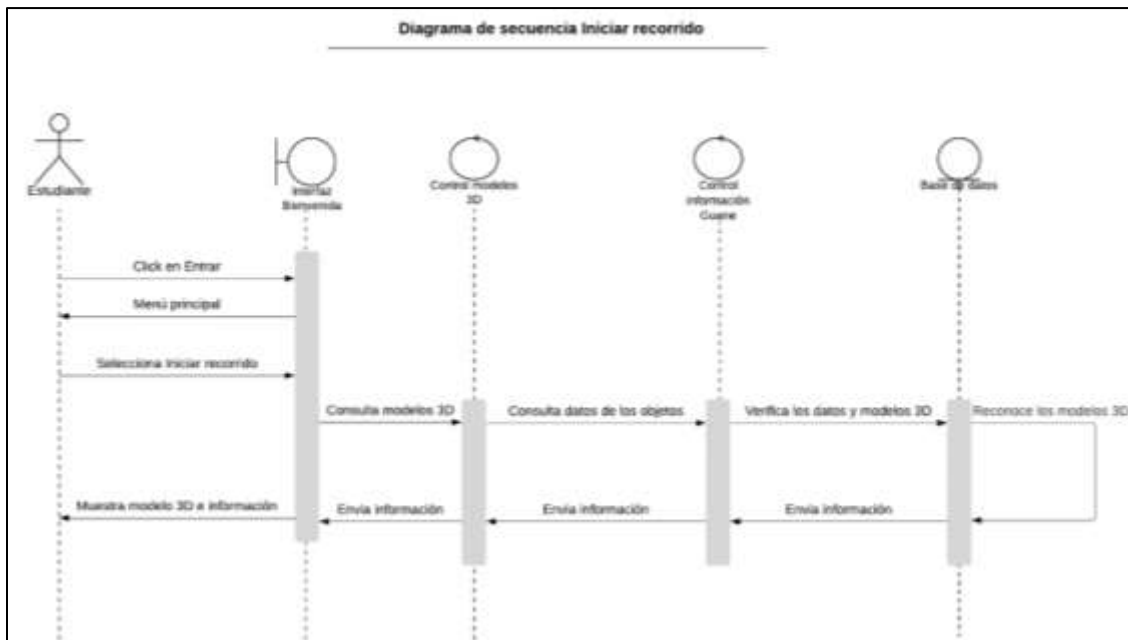


Figura 43. Diagrama de secuencia – Iniciar recorrido.

Fuente: Propia

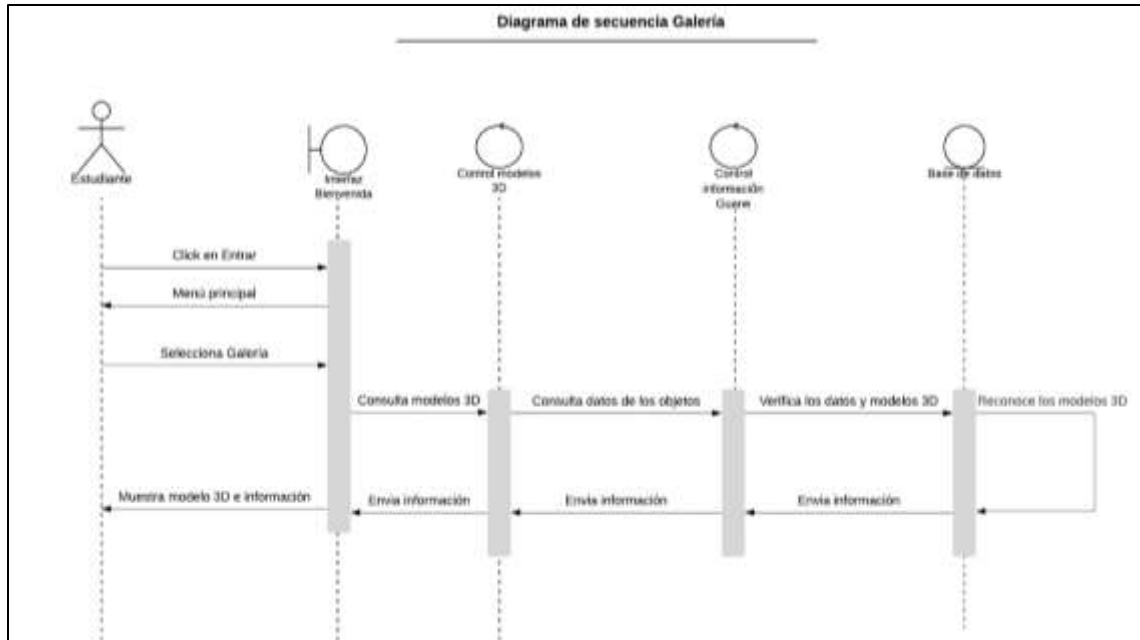


Figura 44. Diagrama de secuencia – Galería.
Fuente: Propia

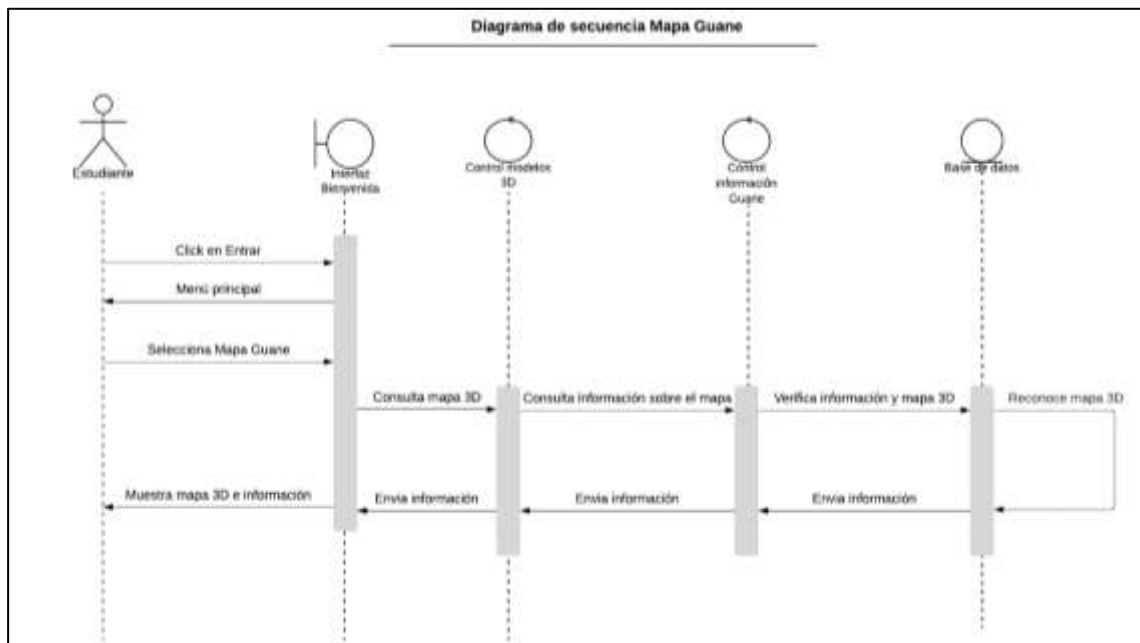


Figura 45. Diagrama de secuencia – Mapa Guane.
Fuente: Propia

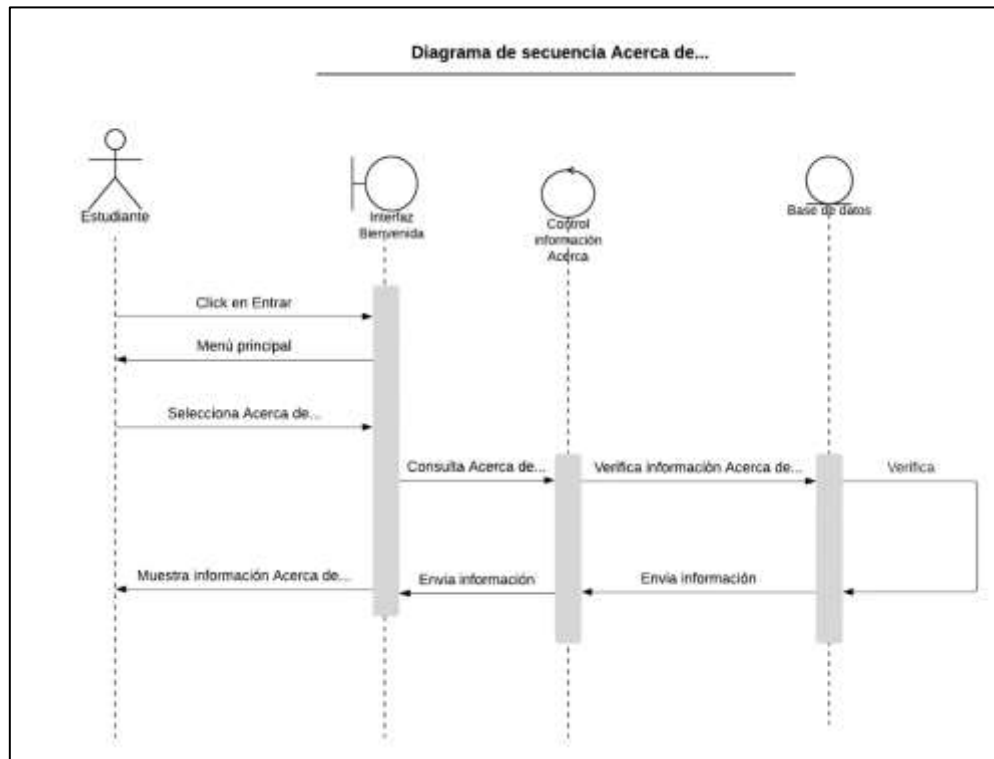


Figura 46. Diagrama de secuencia – Acerca de...
Fuente: Propia

9.7 IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS

Una vez presentado el diseño de la aplicación **UGuane**, el siguiente paso es implementar la aplicación a partir del diseño mencionado anteriormente. Así que se realizaron pruebas con las herramientas Unity y Vuforia, donde se importaron los modelos 3D de los objetos arqueológicos del museo, estas pruebas ayudarán a comprobar que la aplicación **UGuane** funcione correctamente y además cumpla con el objetivo del proyecto.

El siguiente paso es realizar una serie de pruebas con cada uno de los objetos arqueológicos que se escogieron con los cuales se realizaron los modelos 3D. Al realizar estas pruebas se puede comprobar que la aplicación funcione correctamente y eso se

puede verificar si muestra los modelos 3D e información del objeto seleccionado. Estas pruebas se han separado con respecto a los objetos escogidos y también con respecto al mapa Guane y pictograma que se encuentra en el museo.

9.7.1. Resultado de las pruebas

Una vez realizadas las pruebas se puede concluir que al principio la cámara del móvil no reconocía los objetos y no sabíamos cual podía ser el error, se tuvo en cuenta todo lo que se investigo con respecto a disminuir los vértices de los objetos en Blender, ya que en el Model Target Generator se debe tener en cuenta un máximo de 400.000 polígonos o triángulos; y contener un máximo de 10 partes; y un máximo de 5 texturas; y utilizar un sistema de coordenadas, también se tuvo en cuenta la escala del objeto, la posición en el espacio, los colores, los agujeros que tenían los objetos o partes que faltaban al momento del modelado, es decir el proceso de pruebas no fue exitoso, ya que las figuras del mundo real comparadas con las creadas a partir de las imágenes por medio de fotogrametría no eran del todo exactamente iguales, así que se opta por mejorar la calidad de los modelos una vez más, mejorando un poco lo que era su color y su composición física para obtener una mayor similitud.

Con algunos objetos dio resultados y se pudieron reconocer sin embargo con otros no fue posible debido a su ambigüedad, en el aspecto en que la figura tenía muy pocos bordes, esto hacía que el modelo a reconocer tuviera poca información para diferenciarlo y así confundirlo con otro, otro aspecto a considerar eran las texturas que tenían los modelos. Los modelos que tienen pictogramas pintados en su composición tienen más probabilidad

de poder ser reconocido y tener un objetivo diferencial. Así que se escogen objetos los cuales no son muy ambiguos para poder tener una mayor probabilidad de ser reconocidos. Al final de todas estas pruebas, la aplicación UGuane reconoce algunos objetos del museo y otros no, como se mencionó anteriormente, esto se debe a su forma, color y textura.

9.8 ENCUESTA

La encuesta se realizó en una plataforma online llamada questionpro.com. Esta plataforma es muy intuitiva, por lo que las encuestas son fáciles de hacer, también trae unas plantillas o las puedes personalizar a tu gusto, así que por medio de esta plataforma se realizó la encuesta para aplicar a los estudiantes que utilizaran la aplicación **UGuane** y así tener los datos necesarios para conocer la opinión y recomendaciones de la aplicación.

A continuación, se mostrará la encuesta con sus respectivas preguntas.

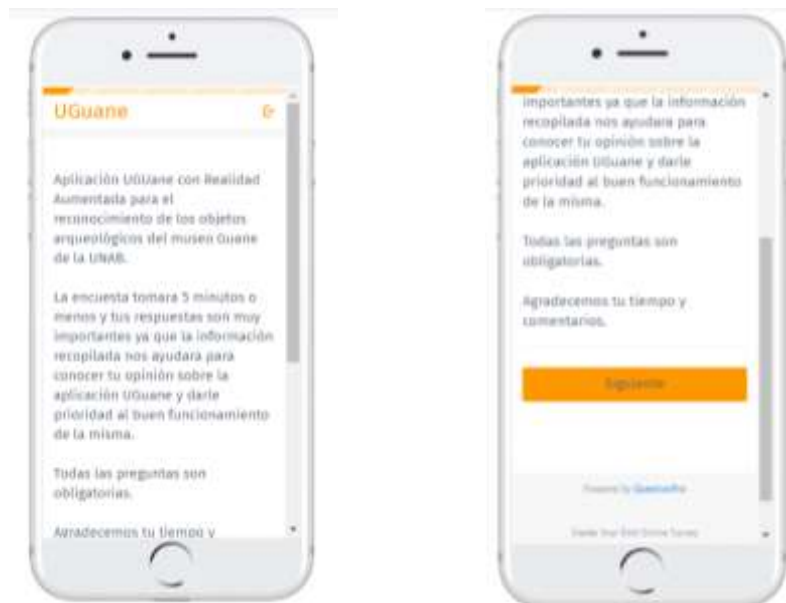


Figura 47. Encuesta en Questionpro.com

Fuente: Propia



Figura 48 Primera pregunta en Questionpro.com
Fuente: Propia



Figura 49 Segunda pregunta en Questionpro.com
Fuente: Propia



Figura 50 Tercer pregunta en Questionpro.com
Fuente: Propia



Figura 51 Cuarta pregunta en Questionpro.com
Fuente: Propia



Figura 52 Quinta pregunta en Questionpro.com
Fuente: Propia

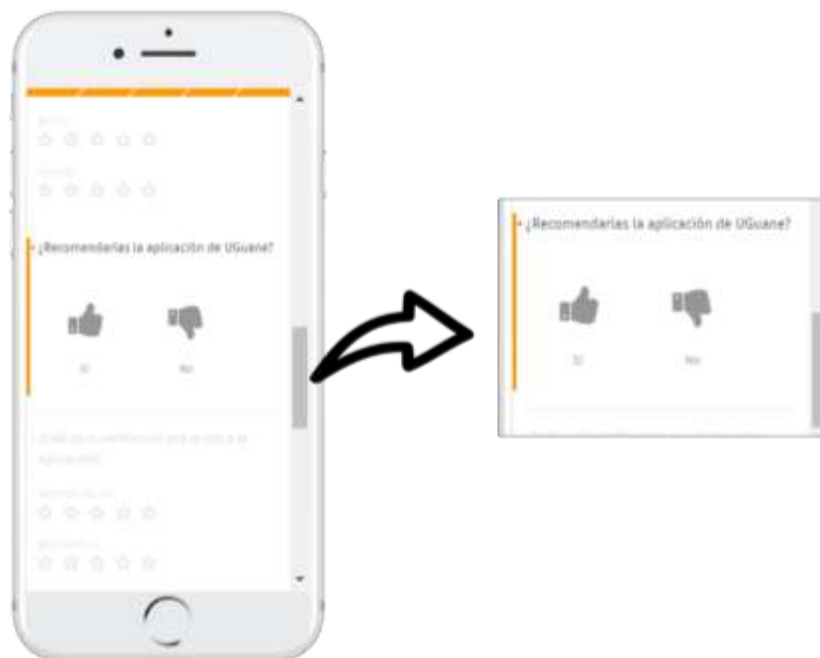


Figura 53 Sexta pregunta en Questionpro.com
Fuente: Propia



Figura 54 Séptima pregunta en Questionpro.com
Fuente: Propia



Figura 55 Octava pregunta en Questionpro.com
Fuente: Propia



Figura 56 Novena pregunta en Questionpro.com
Fuente: Propia

9.8.1. RESULTADOS

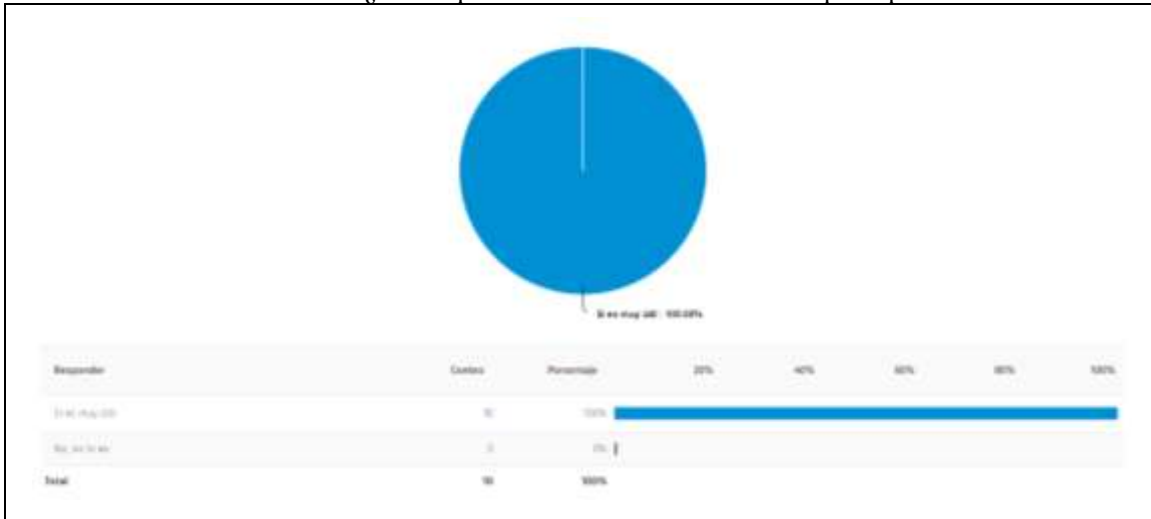
Tabla 11. ¿Cuál es tu edad?

1. ¿Cuál es tu edad?	
11/08/2020 36307556	21
11/08/2020 36305676	23
11/08/2020 36307268	25
11/08/2020 36306730	25
11/08/2020 36306710	21
11/08/2020 36306684	21
11/08/2020 36306236	21
11/08/2020 36306203	21 años
11/05/2020 36247252	25
11/05/2020 36247252	22

Interpretación: Analizando el grafico podemos observar que de las 10 personas encuestadas la edad promedio es de 21 años, esto corresponde al 50% de los encuestados,

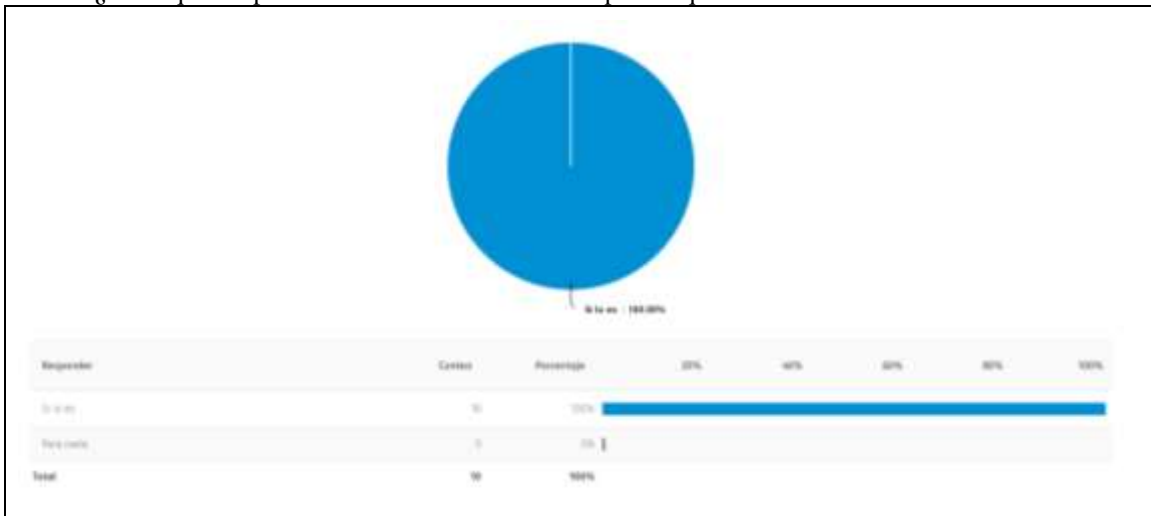
el 30% corresponde a 25 años, un 10% a 23 años y un 10% a 22 años.

Tabla 12. ¿ Crees que la Realidad Aumentada es útil para aprender?



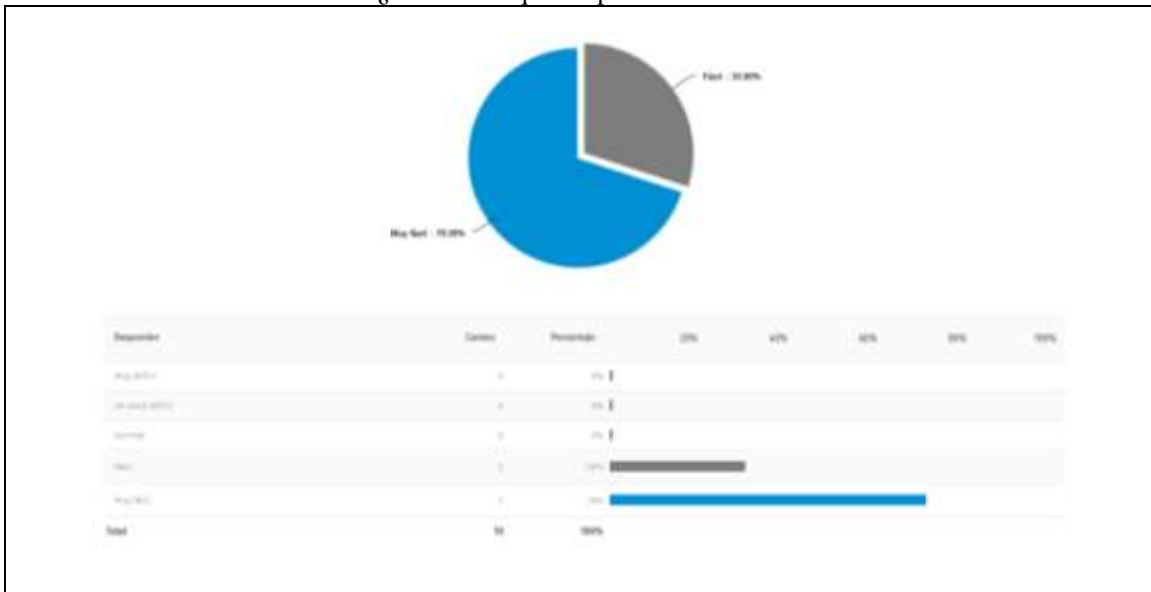
Interpretación: Analizando el grafico se evidencia que, de las 10 personas encuestadas, el 100% están de acuerdo que la Realidad Aumentada es útil al momento de aprender, es un aprendizaje basado en el descubrimiento.

Tabla 13. ¿ Cree que la aplicación es una forma didáctica para adquirir conocimientos sobre la cultura Guane?



Interpretación: Analizando el grafico se evidencia que, de las 10 personas encuestadas, el 100% respondió que, si lo es, es decir los encuestados estuvieron de acuerdo que esta aplicación es una forma didáctica de adquirir nuevos conocimientos sobre la cultura Guane.

Tabla 14. ¿Consideras que la aplicación UGuane es fácil de usar?



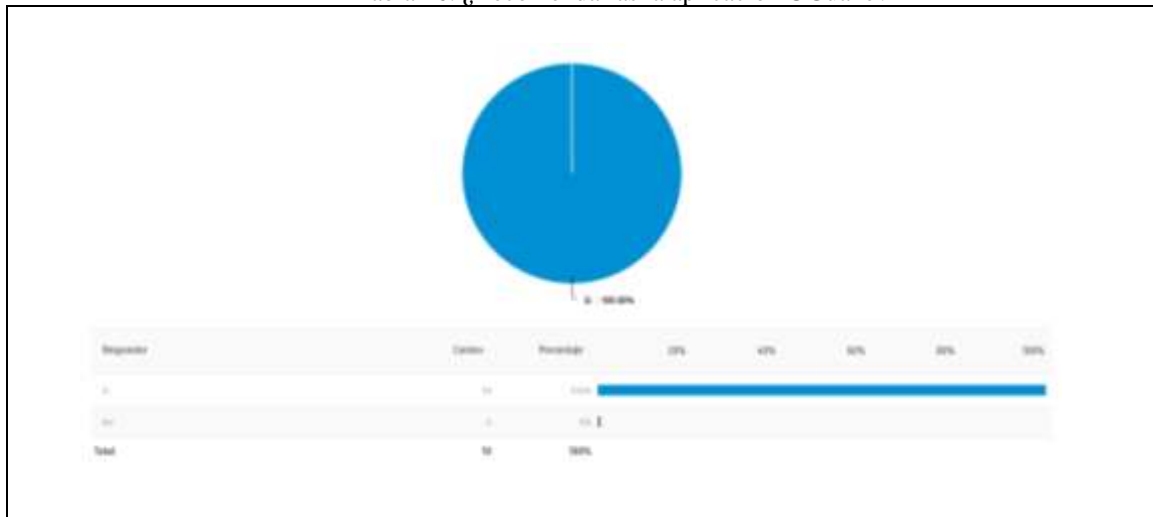
Interpretación: Analizando el grafico se evidencia que, de las 10 personas encuestadas, el 70% respondió que la aplicación UGuane es muy fácil de utilizar, el 30% responde que es fácil. Con estos porcentajes se puede decir que la aplicación es intuitiva .

Tabla 15. ¿Qué tal le pareció el uso de la Realidad Aumentada en la aplicación para ayudar a dar información en tiempo real?



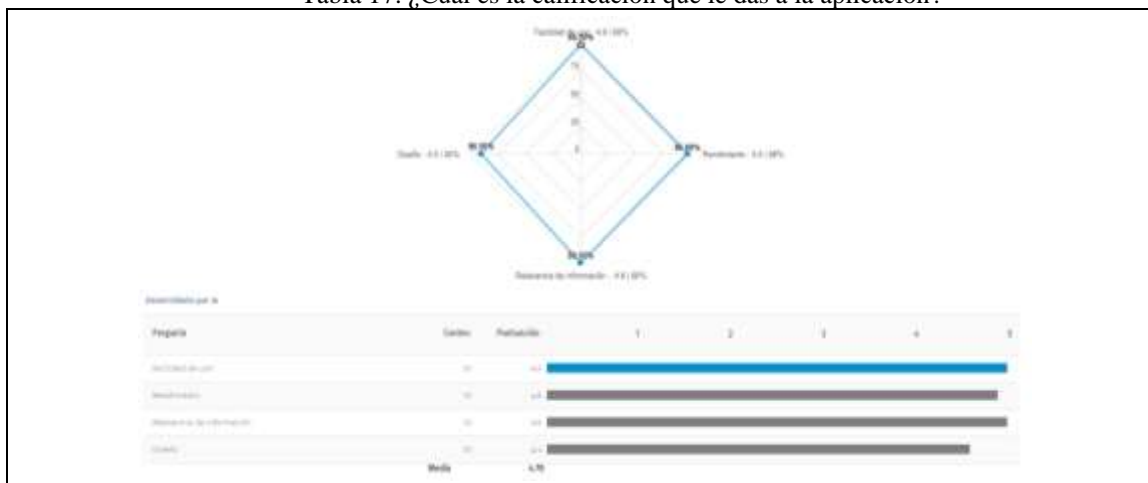
Interpretación: Analizando el grafico se evidencia que, de las 10 personas encuestadas, el 90% responde que es bueno la implementación Realidad Aumentada en la aplicación y el 10% respondió que no es muy bueno, este corresponde a que una persona no está de acuerdo.

Tabla 16. ¿Recomendarías la aplicación UGuane?



Interpretación: Analizando el grafico se evidencia que, de las 10 personas encuestadas, el 100% si recomendaran la aplicación.

Tabla 17. ¿Cuál es la calificación que le das a la aplicación?



Interpretación: Analizando el grafico se evidencia que, de acuerdo a los aspectos definidos para calificar la aplicación, siendo 5 el mayor puntaje y 1 en menor, el 90% califico con 5 la facilidad de uso de la aplicación, y el 10% califico 4 este aspecto, el 80% califico con 5 el rendimiento y el 20% califico con una nota de 4, con respecto a la relevancia de la información el 90% califico con 5 este ítem y el 10% califico con 4, y por último el 60% de los encuestados califico con 5 el diseño de la aplicación UGuane, el 30% con 4 y el 10% con una nota de 3.

Tabla 18. ¿Qué otra cosa cree que la aplicación debería tener como función adicional?

11/08/2022	30207298	No esta bien
11/08/2022	30208876	Debería tener sonido
11/08/2022	30207280	Que se tenga más en cuenta la versión
11/08/2022	30204730	Transferir imágenes del museo a la aplicación, para su posterior análisis
11/08/2022	30204730	Las funcionalidades concuerdan con el objetivo de la aplicación
11/08/2022	30208884	Que haya más opciones de
11/08/2022	30204234	Se podría implementar un recorrido con imágenes en 360° en un espacio que permita un museo, para que el usuario sea guiado e interactuando con cada elemento
11/08/2022	30208880	Indicar en qué zona del Museo se encuentra (Acceso/espacio de, superior derecho, inferior izquierdo, etc) para tener claridad de la ubicación en cuanto se visita el museo de forma física o presencial
11/08/2022	30207232	Que sea debería tener un apartado con videos sobre la cultura Guane
11/08/2022	30207232	Añadir para obtener una accesibilidad universal a la información

Interpretación: Analizando las respuestas de los encuestados, se evidencia que las funciones adicionales que debe tener la aplicación son:

- Incluir sonido
- Importar imágenes del museo a la aplicación
- Que haya más modelos 3D
- Implementar un recorrido de 360°
- Que la aplicación indique en que zona del museo se encuentra cada objeto
- Apartado de videos
- No solo texto, sino también audio para tener una accesibilidad universal a la información

Tabla 19. ¿Qué mejorarías de esta aplicación?

The image shows a screenshot of survey responses. The responses are as follows:

11/06/2020	36307506	Poder ampliar la información o el modelo
11/06/2020	36308476	Me parece que todo está bien.
11/06/2020	36307268	Nada
11/06/2020	36306730	Agregar los botón de la opción atrás
11/06/2020	36306790	Aunque la app es intuitiva le falta un poco de información al respecto de cuál es el propósito de la misma
11/06/2020	36306684	Nada, está bonita
11/06/2020	36306236	El diseño se puede mejorar
11/06/2020	36306203	Mejorar un poco la estética de la aplicación, lo demás está excelente.
11/05/2020	36247252	No, por el contrario creo que las interfaces de la aplicación y su funcionalidad está acorde
11/05/2020	36247252	Nada Muy buena !!

Interpretación: Analizando las respuestas de los encuestados, se tiene en cuenta cuales deben ser las mejoras para la aplicación UGuane, las cuales son:

- Poder ampliar la información o el modelo
- Agregar un botón de la opción atrás
- Información con respecto al propósito de esta
- Mejorar un poco el diseño
- Mejorar la estética de la aplicación

9.8.2. DISCUSION DE RESULTADOS

Después de analizar las respuestas de los encuestados, los datos obtenidos muestran resultados positivos, es decir que la realidad aumentada ayudar a retener mejor la información que se ve, también que la aplicación UGuane es fácil de usar e intuitiva, por lo que la recomiendan a otros estudiantes, y la calificación que le dan a la aplicación con respecto al diseño, el rendimiento, relevancia de la información, y la facilidad de uso es muy buena, todo esto da paso a que los estudiantes quieran incluir nuevos apartados para la aplicación y también dan su opinión sobre algunas mejoras que puede tener, es decir les agrada la aplicación y quieren ayudar a que se vea mejor para un futuro.

Todas estas respuestas son muy validas y nos ayudan a tener una mejor visión sobre qué es lo que los estudiantes buscan en una aplicación con realidad aumentada.

10. CONCLUSIONES

1. Con la ayuda de la herramienta Blender se logra mejorar la calidad de los modelos 3D, obteniendo así una mejor similitud de los objetos con respecto a los que se encuentran en el museo de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.
2. Se elaboró una aplicación, eligiendo los mejores objetos arqueológicos que se encuentran en el museo, esto dependiendo de su color y textura, esto para que sea más fácil reconocer el objeto y mostrar la información al respecto.
3. Gracias a las herramientas de Unity y Vuforia se logra desarrollar esta aplicación móvil con fines educativos, basada en realidad aumentada y reconocimiento de imágenes para el museo Guane de la UNAB.

A través de la interacción que tienen los estudiantes con el museo, se les facilitara conocer y aprender sobre la cultura, los objetos que ellos utilizaban en su vida cotidiana y los pictogramas que tenían.
4. La herramienta de Unity 3D está pensada para el desarrollo de videojuegos, sin embargo también se pueden realizar diferentes tipos de proyectos en él y entre estas el tema de la realidad aumentada, realidad mixta son muy buenos y se obtienen buenos resultados.
5. Con el uso de la aplicación móvil UGuane, los estudiantes podrán acceder a la información de una manera rápida y sencilla cuando se encuentren visitando el museo Guane.
6. La técnica de la fotogrametría es muy buena para realizar modelos 3d del mundo real sin embargo se necesita una gran cantidad de fotos del objeto desde diferentes

- perspectivas para obtener un modelo decente y esto por supuesto con la incertidumbre de que nunca un modelo va a quedar exactamente igual al del mundo real.
7. Los modelos generados con fotogrametría no son muy buenos para realizar un reconocimiento del mismo, lo que se hace normalmente es generar un modelo desde cero y posterior a eso realizar una impresión 3D del objeto y con este tiene mayor posibilidad de coincidencia o en su defecto limpiar y modificar el modelo generado para tratar de que su similitud sea mayor.
 8. La herramienta de Vuforia es muy buena para realizar el proceso de reconocimiento de objetos sin embargo tiene muchas limitaciones para llevar a cabo esa tarea, limitaciones como el tamaño de la textura, el color del objeto, la escala del mismo, el punto de origen, etc.
 9. La herramienta de Vuforia es muy común verla ser usada para el reconocimiento de imágenes sin embargo para el reconocimiento de objetos hay poca información al respecto.
 10. La herramienta de Blender es muy robusta y completa para realizar tareas de modelado 3D ya sea hacer figuras desde cero o modificar figuras hechas con anterioridad y realizar su proceso desde su composición, definición color, creación de materiales, agregado de textura, luces, efectos, etc. Además de esto, tiene una comunidad muy grande, es un framework muy conocido donde se puede encontrar mucha información y cursos al respecto y es una herramienta gratuita.
 11. No siempre tener un buen modelo es suficiente para que pueda ser reconocido por

medio del reconocimiento de imágenes, ya que si su forma es muy ambigua y poco diferenciadora no se podrá reconocer por la poca información que contiene, un ejemplo de un modelo de estos sería una pelota de fútbol totalmente esférica y de un solo color.

11. RECOMENDACIONES

1. Al desarrollar una aplicación en Unity con objetos 3D se recomienda que el modelo 3D sea un modelo impreso en 3D donde se genera a partir de un modelo creado digitalmente, esto para que haya mayor similitud y una mayor probabilidad de que el objeto pueda ser reconocido.
2. Se recomienda tener bases y conocimientos sobre las herramientas que se van a utilizar, esto para obtener mejores resultados a la hora del diseño.
3. Se pretende mejorar la aplicación en un futuro, teniendo en cuenta las respuestas de los estudiantes que se encuestaron, es decir incluir nuevos apartados para que la aplicación sea más llamativa.
4. Se recomienda para escanear objetos usando cámaras que integren infrarrojos ya que con estas se puede escanear el objeto con mayor precisión y sin requerir a la técnica de la fotogrametría.
5. Se recomienda usar otra herramienta o framework de reconocimiento de imágenes distinto a Vuforia si lo que se quiere es reconocer un objeto en general y no uno específico.
6. Para realizar el proceso de fotogrametría se recomienda tener una buena

computador con 8GB de RAM o más y con 2 GB de memoria gráfica o más.

7. Al momento de realizar el proceso de fotogrametría se recomienda modificar el subproceso de texture size que por defecto está seleccionada 8192, a 2048 o 1024 para al momento de importar el modelo en Vuforia no genere errores con respecto al tamaño de la textura.
8. Se recomienda usar este proceso de realidad aumentada y reconocimiento de imágenes para museos y publicaciones donde se puedan apreciar imágenes y realizar el proceso con respecto a estas.

12. BIBLIOGRAFÍA

- AI, 2. R. (01 de 01 de 2020). *RunwayML*. Obtenido de RunwayML:
<https://runwayml.com/>
- Alpaydin, E. (2020). *Introducción al maching learning*. Massachusetts.
- Badilla Quesada, M., & Sandoval Poveda, A. M. (2016). Realidad aumentada como tecnología aplicada a la educación superior: Una experiencia en desarrollo. *Innovaciones Educativas*, 17(23), 41-50. doi:10.22458/ie.v17i23.1369
- Carbajal, M., Zárata, I., & Montañez, E. (2006). Introducción a la realidad virtual. *Polibits* (33), 11-15.
- Carballo, S. (2019). *a_celula_realidade_virtual*. Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de [https://www.vermislab.com/realidad-aumentada-en-la-educacion/#iLightbox\[gallery6459\]/0](https://www.vermislab.com/realidad-aumentada-en-la-educacion/#iLightbox[gallery6459]/0)
- CIIO UNAB. (s.f.). *CIIO*. Obtenido de http://ciio.unab.edu.co/gti/index.php?option=com_content&view=article&id=68%3Aamusunab-ar&catid=7%3Asoftware&Itemid=10
- ELKONOS. (2019). *ELKONOS*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://eikonos.com/blog/usos-y-aplicaciones-de-la-realidad-aumentada-en-publicidad/>
- Engine, V. (1 de 1 de 2020). *Vuforia Engine*. Obtenido de Vuforia Engine:
<https://engine.vuforia.com/content/vuforia/en/engine.html>
- Flórez, J., & Buriticá, M. (2013). Realidad Aumentada aplicada a objetos de aprendizaje para asignaturas de ingeniería informática. *Applied Microbiology and Biotechnology*. doi:10.1016/j.bbapap.2013.06.007
- Goshawck, M. (2013). *El diario*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de https://www.eldiario.es/laliteraturaenlaplay/LIBRO-REALIDAD_AUMENTADA_6_104699534.html
- Grupo de Investigación de Tecnologías de Información-GTI. (2014). *ciiu unab*. Obtenido de [Imagen]:
http://ciio.unab.edu.co/gti/index.php?option=com_content&view=article&id=68%3Aamusunab-ar&catid=7%3Asoftware&Itemid=10
- Hernández, F. y B. (2006). Metodología de Investigación 2009 39 3.2.1 Problema de Investigación, (2006), 14. Retrieved from http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmk/munoz_m_m/capitulo3.pdf
- Huang, W., Xiang, H., & Li, S. (2019). The application of augmented reality and unity 3D in interaction with intangible cultural heritage. *Evolutionary Intelligence*, (0123456789). doi:10.1007/s12065-019-00314-6
- iSkullAR. (s.f.). *Effective Curriculum Ideas*. Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de <http://www.mahei.es/iskull.php?lang=es>
- Javier, w., & Barreto, R. (2019). Turismo en la localidad de Santa Fe a través del diseño y desarrollo de una aplicación móvil

- Meredith, T. R. (2015). Using Augmented Reality Tools to Enhance Children's Library Services. *Technology, Knowledge and Learning*, 20(1), 71–77.
<https://doi.org/10.1007/s10758-014-9234-4>
- Meshroom. (1 de 1 de 2020). *Meshroom*. Obtenido de Meshroom: <https://meshroom-manual.readthedocs.io/en/latest/>
- MUSUNAB. (2014). Obtenido de [Imagen]: Recuperado de:
<http://200.69.124.139/app/musunab/guane.php>
- MUSUNAB. (2014). *Mnemea*. Obtenido de
<http://200.69.124.139/app/musunab/guane.php>
- MUSUNAB-AR. (s.f.). *CIIO UNAB*. Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de
http://ciio.unab.edu.co/gti/index.php?option=com_content&view=article&id=68%3Amusunab-ar&catid=7%3Asoftware&Itemid=10
- Oyelude, A. A. (2017). Virtual and augmented reality in libraries and the education sector. *esmerald insight*.
- Pejman Mirza-Babaei, N. G. (2014). Comprender las expectativas con múltiples controladores en un videojuego de realidad aumentada. *ACM Digital Lybrary*, 201-206.
- Pressman, R. S. (2010). Ingeniería de software un enfoque practico. En R. S. Pressman, *Ingeniería de software un enfoque practico* (págs. 27-43). Mexico: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- Ramirez, I. (2018). *Xataka Android*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de
<https://www.xatakandroid.com/aplicaciones-android/cinco-apps-que-te-sirven-como-lector-codigos-qr-probablemente-tengas-instaladas>
- Rodríguez, H. A., & Rosales, S. L. (2017). Realidad Aumentada para mejorar la disponibilidad de la información turística en la ciudad de Pacasmayo, 90. Retrieved from <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4200>
- Social, A. D. E. S. (2017). Manual de Usuario eSICET Manual de Usuario eSICET, 1–5.
- UNAB. (2012). PEI Proyecto Educativo Institucional. En UNAB, *Proyecto Educativo Institucional* (págs. 17-19). Bucaramanga.
- UNAB. (2018). *Población estudiantil*. Obtenido de unab.edu.co:
https://www.unab.edu.co/sites/default/files/archivos/Unab_en_cifras_2018/5.%20Poblacion%20estudiantil.pdf

ANEXOS:

ANEXO 01:

ENCUESTA SOBRE FUNCIONAMIENTO Y RELEVANCIA DE LA APLICACIÓN UGUANE

La presente encuesta se realiza con la finalidad de recopilar información para conocer la opinión acerca de la aplicación **UGuane** y darle prioridad al buen funcionamiento de esta.

Todas las preguntas en esta encuesta son obligatorias, por favor complete la encuesta cuidadosamente.

1. ¿Cuál es tu edad?

2. ¿Crees que la Realidad Aumentada es útil para aprender?



3. ¿Cree que la aplicación es una forma didáctica para adquirir conocimientos sobre la cultura Guane?



4. ¿Consideras que la aplicación UGuane es fácil de usar?



5. ¿Qué tal le pareció el uso de la Realidad Aumentada en la aplicación para ayudar a dar información en tiempo real?



6. ¿Recomendarías la aplicación UGuane?



7. ¿Cuál es la calificación que le das a la aplicación?



8. ¿Qué otra cosa cree que la aplicación debería tener como función adicional?

9. ¿Qué mejorarías de esta aplicación?



Manual de Usuario

Carlos Andrés Rey
Mayra Stefannie Quijano



Universidad Autónoma de Bucaramanga
2020

OBJETO DEL DOCUMENTO

Este documento se realiza con el fin de enseñar a los usuarios de la UNAB el funcionamiento de la aplicación de Realidad Aumentada para el museo Guane. El manual brinda las instrucciones necesarias para proporcionar al usuario cuales son los requerimientos para el uso correcto de la aplicación móvil.

REQUERIMIENTOS PARA INSTALAR LA APLICACIÓN

Los requerimientos mínimos para que la aplicación funcione correctamente, son los siguientes:

1. Sistema Operativo Android (4.0 o superior)
2. Cámara integrada
3. Pantalla táctil
4. 400Mb de almacenamiento libre

RECONOCIMIENTO Y APERTURA DE LA APLICACIÓN

La aplicación UGuane se identifica con el icono que se muestra a continuación, este icono lo podrás ver una vez que la aplicación este instalada en tu dispositivo móvil.



Figura 57. Logo de la aplicación.

Fuente: Propia.



Figura 58. Ubicación de la aplicación en el móvil.
Fuente: Propia.

Al tocar el icono, se abrirá la pantalla principal, donde te da la opción de entrar e iniciar el recorrido por el museo de la UNAB.

USO DE LA APLICACIÓN

Interfaces de la aplicación

Pantalla de inicio



Figura 59. Pantalla de inicio de la aplicación móvil.
Fuente: Propia.

Al ingresar la aplicación te da la bienvenida al museo Guane de la UNAB y al fondo podrás ver el edificio de administración. En la parte inferior encontraras un botón que dice entrar, y este te llevara a la pantalla principal de la aplicación, donde podrás iniciar un recorrido agradable por el museo y mediante la Realidad Aumentada podrás conocer sobre la cultura Guane, los objetos arqueológicos y los pictogramas que ellos utilizaban.

Pantalla principal – Menú



Figura 60. Pantalla principal de la aplicación móvil.
Fuente: Propia.

En la pantalla principal se encuentra un menú con cuatro botones, cada botón representa una funcionalidad diferente, a continuación, se explicará mejor la funcionalidad que tiene cada uno.

Opción iniciar recorrido

En la opción de iniciar recorrido se le indica al usuario que se acerque a los objetos que se encuentran en el museo para comenzar con la realidad aumentada. La cámara reconoce el objeto y suministra información adicional sobre él.

Con la aplicación UGuane podrás aprender sobre algunos de los objetos arqueológicos que se encuentran en el museo de la UNAB, y no solo los objetos, sino también donde estaba ubicada esta cultura por medio del mapa y por supuesto cuales eran los pictogramas que ellos utilizaban.



Figura 61. Opción iniciar recorrido.

Fuente: Propia.

Opción de galería

En la opción de galería se encuentran nueve imágenes donde se pueden ver algunos de los objetos que se encuentran en el museo, en esta opción también utiliza la realidad aumentada para que aprendas de una manera más visual sobre la cultura. Cuando la

cámara reconoce el objeto, lo mostrara en 3D.



Figura 62. Opción Galería.
Fuente: Propia.

Opción mapa Guane

En la opción mapa guane se muestra la ubicación de los Guane, mediante la realidad aumentada podrás ver una corta descripción sobre esta cultura.



Figura 63. Opción mapa Guane.
Fuente: Propia.

Acerca de... (Créditos)

La opción acerca de, le permite al usuario conocer con qué fin se creó dicha aplicación y cuales estudiantes participaron en el proyecto.



Figura 64. Opción Acerca de.
Fuente: Propia.

CONSIDERACIONES FINALES

El éxito de una aplicación como lo es la de **UGuane** radica en la sencillez de las interfaces para que los usuarios se apropien de ella.

Te invitamos a que le des un buen y te facilite interactuar con los objetos ubicados en el museo Guane de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, esto gracias al reconocimiento de imágenes y Realidad Aumentada.

Cabe mencionar que esta aplicación se diseñó con Realidad Aumentada, para un entorno educativo y así facilitar la adquisición de conocimientos, la atención y motivación de conocer más sobre la cultura Guane.