

**Tour del Parque Museo De Infantería De Marina utilizando tecnología de Realidad
Aumentada basada en reconocimiento.**

Fernando Issan Oñate Rodríguez

Erik Dair Vergara Hernández

Asesores

Alex David morales acosta

Sergio Antonio Sánchez Hernández

Corporación Universitaria Antonio José de Sucre

Facultad de Ciencias de la Ingeniería

Ingeniería de Sistemas

Sincelejo, Sucre

2021

Dedicatoria

Erik Dair Vergara Hernández, dedico este proyecto de tesis a: Mis padres por haberme dado el apoyo a lo largo de mis estudios universitarios. A mi abuela Dalia Osorio Navarro que siempre ha estado al pendiente de mi formación personal y profesional. A todos y cada uno de los docentes que me han brindado todos sus conocimientos y experiencias contribuyendo a mi formación como ingeniero de sistemas.

Fernando Issan Oñate Rodríguez, dedico este proyecto de tesis a: A mi madre Marta Rodríguez, mi tía Adriana Rodríguez y esposo, a mi amigo Cesar Contreras por apoyarme en mi formación durante todo el recorrido de mi carrera como ingeniero de sistemas, grandes agradecimientos también a todos los docentes que fueron mentores y guía fundamental para el correcto desarrollo de mis actividades académicas, a todos aquellos familiares que estuvieron conmigo durante todo este proceso, a todos ellos gracias por su brindarme sus consejos y experiencia.

Agradecimientos

A todos y cada uno de los maestros, por brindarnos todo su apoyo incondicional, en creer que podemos ser los grandes profesionales; por tener paciencia y esmero para que triunfáramos en todos y cada uno de los retos propuestos a lo largo del desarrollo de esta carrera

A nuestras familias por brindarnos apoyo en cada una de las dificultades que pasamos durante toda la vida educativa y ayudarnos siempre a salir adelante, confiando en nosotros y sobre todo motivándonos a ser mejores personas cada día.

A toda la facultad de Ingeniería de Corporación Universitaria Antonio José de Sucre, por compartir vivencias y momentos que se recordaran siempre.

¡Muchas Gracias!

Contenido

Dedicatoria.....	II
Agradecimientos	III
Tabla de contenido ilustración.....	VI
Tabla de contenido de tablas.....	VII
Resumen	8
Abstract.....	9
Planteamiento del problema	10
Justificación.....	13
Objetivos.	15
General.....	15
Específicos.....	15
Marco Teórico.....	16
Conectivismo.....	16
Métrica de Evaluación de Software	16
ISO/IEC 25000	16
ISO/IEC 25010	17
Realidad aumentada	18
Vuforia Engine:.....	18
Unity.....	19
Cascada.	19
Museo.	19
El Comando General de las Fuerzas Militares de Colombia.	19
Antecedentes.....	20
Variables de estudio.	22
Variables independientes:	22
Variables dependientes:	22
Operacionalización de variables.	23
Tabla 1.....	23
Metodología.....	24
Procedimiento.....	25
Ingeniería y Análisis del Sistema:.....	25
Análisis de los requerimientos del sistema:.....	26

Diseño:	26
Desarrollo:.....	26
Prueba:.....	27
Mantenimiento:.....	27
Instrumentos.....	28
Resultados.....	28
Etapa 1: Ingeniería y análisis del sistema.....	28
Etapa 2: Requerimientos funcionales y no funcionales.....	29
Limitaciones	31
Riesgos	31
Etapa 3: Diseño	32
Arquitectura del aplicativo.....	32
Ilustración 4.....	33
Flujo de Datos del aplicativo	33
Interfaz gráfica de usuario	34
Etapa 4: Desarrollo.....	36
Script Cambio de escena.....	40
Script Captura pantalla	40
Script Control de Volumen.....	41
Script Control Slider	41
Script Cerrar App.....	42
Etapa 5: Pruebas	43
Pruebas de funcionalidades.....	43
Pruebas de Compatibilidad.....	47
Pruebas de aceptación.....	48
Conclusiones	52
Recomendaciones.....	53
Referencias.....	55
Anexos.....	57
Ilustración 24.	58
<i>Presupuesto</i>	58
.....	58

Tabla de contenido ilustración

Ilustración 1. Estructura de la Norma ISO 25010.....	17
Ilustración 2: Modelo de Desarrollo en cascada.....	25
Ilustración 3. Descripción del Funcionamiento del Aplicativo.	32
Ilustración 4. Diagrama de flujo del aplicativo.....	33
Ilustración 5. Prototipo menú principal del aplicativo.....	34
Ilustración 6. Protótipo vistas de escanear.	34
Ilustración 7. Prototipo imagen Target escaneado.....	35
Ilustración 8. Prototipo créditos.....	35
Ilustración 9. Pre Configuración del Aplicativo	36
Ilustración 10. Creación de Escena en Unity.	37
Ilustración 11. Diseño del Menú Principal.	38
Ilustración 12. Diseño del Slider de los Créditos.....	38
Ilustración 13. Integración de Modelo 3D	39
Ilustración 14. Uso en espacios abiertos.	43
Ilustración 15. Muestra de la calidad del contenido.	44
Ilustración 16. Verificación de la orientación del contenido.	44
Ilustración 17. Uso en espacios cerrados.	45
ilustración 18. Uso en espacios poco iluminado.....	45
Ilustración 19. Superposición de contenidos.	46
Ilustración 20. Fácil acceso a la información.....	49
Ilustración 21. Contenidos audio visuales de calidad.	49
Ilustración 22. Porcentaje de información presentada.	50

Ilustración 23. Utilidad de la herramienta.....	51
Ilustración 24. Presupuesto.	58

Tabla de contenido de tablas

Tabla 1. Operacionalizacion de Variables.	23
Tabla 2. Requerimiento funcionales y no funcionales.....	30
Tabla 3. Pruebas de compatibilidad.....	47
Tabla 4. Cronograma de Actividades.....	57

Resumen

Debido a las medidas de bioseguridad y distanciamiento social tomada por los diferentes gobiernos a nivel mundial, nacional y regional, se puede decir que cerca del 90% de los museos a nivel mundial se han visto en la obligación de cerrar sus puertas al público; lo cual afecta directamente los ingresos que estos perciben, contribuir al aumento del desempleo además puede existir la pérdida del patrimonio cultural y histórico, debido a estos factores la gran mayoría de los museos se han visto en la obligación de crear nuevas estrategias que les permitan divulgar y promocionar las colecciones patrimoniales tanto culturales como naturales.

Por lo anterior el objeto del presente proyecto es desarrollar un prototipo de software para realizar tour en el parque museo de infantería de marina utilizando Realidad Aumentada. La metodología en esta etapa inicial de la investigación es básica con un alcance descriptivo y finalmente se concluye con el desarrollo tecnológico. Dentro de los resultados obtenidos se puede mencionar que estos se logra realiza un análisis documental de las tecnologías existentes logrando determinar las herramientas necesarias para llevar a cabo el desarrollo del aplicativo, se determina el funcionamiento interno, se realizan visitas y entrevistas semi estructuras mediante las cuales de logran identificar los requerimientos funcionales y no funcionales los cuales el aplicativo debe cumplir, por otra parte en la fase de desarrollo de logra generar prototipos funcionales del aplicativo los cuales son socializados para recibir las respectivas retroalimentación que permitan el desarrollo de un prototipo funcional que cumplan con los estándares mínimos de calidad según la norma ISO 25010.

Abstract

Due to the biosecurity and social distancing measures taken by the different governments at the global, national and regional levels, it can be said that about 90% of the museums worldwide have been forced to close their doors to the public; which directly affects the income they receive, contributing to the increase in unemployment, there may also be the loss of cultural and historical heritage, due to these factors the vast majority of museums have been forced to create new strategies that allow them to disseminate and promote heritage collections, both cultural and natural. Therefore, the purpose of this project is to develop a software prototype to tour the marine infantry museum park using Augmented Reality. The methodology in this initial stage of the research is basic with a descriptive scope and finally it is concluded with the technological development.

Among the results obtained, it can be mentioned that these are achieved, a documentary analysis of the existing technologies is achieved, determining the necessary tools to carry out the development of the application, the internal functioning is determined, visits and semi-structured interviews are carried out through which They manage to identify the functional and non-functional requirements which the application must meet, on the other hand, in the development phase, it manages to generate functional prototypes of the application which are socialized to receive the respective feedback that allows the development of a functional prototype that meets with the minimum quality standards according to ISO 25010.

Planteamiento del problema

Con el decreto 457 expedido por el Gobierno Nacional y firmado por el Presidente de la República en marzo de 2020, se estableció el Aislamiento Preventivo Obligatorio o, comúnmente denominado, cuarentena, “para todas las personas habitantes de la república”, y, desde que comenzó todo este proceso de prevención, entre otras medidas de restricción tomadas por la mayoría de los gobiernos del mundo a causa de la pandemia del Covid-19, muchos establecimientos de carácter público y privado se han visto en la obligación de cesar sus actividades laborales con los clientes, es decir, tuvieron que mantener sus instalaciones físicas sin acceso al público en general debido a las restricciones con respecto al contacto físico en establecimientos cerrados y públicos, dictadas e impuestas por el Gobierno Nacional. (Presidencia, 2020, pág. 1)

Dentro de la definición de establecimientos que tuvieron que cerrar sus puertas, se encuentran los museos, estos establecimientos se encargan de incorporar, mantener, investigar, divulgar y exhibir todo tipo de contenido educativo acerca de los patrimonios, tanto históricos como culturales, de las civilizaciones. Un análisis de la UNESCO a distintos informes muestra como resultado que en el año 2020 casi el 90% de los museos del mundo (aproximadamente más de 85.000) han tenido que cerrar, temporal o definitivamente, sus puertas a la población. (UNESCO, 2020, pág. 1).

Los museos estuvieron cerrados una media de 155 días y que aparte de esto, hasta abril de 2021 les tocó volver a colocar en pausa todas sus operaciones, se detalla también que cabe la posibilidad de que el 13% de los museos del mundo puede que no lleguen a operar nuevamente y que solamente el 5% pudieron disponer de recursos digitales para ofrecer sus servicios de forma virtual, a esto se le suma aproximadamente un descenso del 70% de visitas

presencialmente y una reducción de entre el 40 y 60% de los ingresos de los museos del mundo en comparación con el 2019. En el informe mundial sobre museos 2021 titulado “Los museos del mundo ante el COVID – 19”, revela que en Latinoamérica y el Caribe el 99.9% (8.061 de 8.067) de los museos estuvieron temporalmente cerrados, (UNESCO, 2021, pág. 1).

En la edición Museos y Patrimonio de la revista periódica Cultura y Desarrollo, se destaca el pensamiento de Herman Van Hooff, director de la oficina regional de cultura para América Latina y el Caribe de la UNESCO, el cual resalta la importancia que tienen los museos y centros culturales como espacios llenos de oportunidades de transmisión de valores culturales, conocimiento e identidades, y su contribución a la economía regional y a la generación de empleo. (UNESCO, 2012, pág. 1).

Asimismo, frente a esta crisis que ha afectado a la mayoría de los museos del mundo, se pronunció la directora general de la UNESCO Audrey Azoulay (2021), afirmando que: “En medio de la crisis, no debemos perder de vista la importancia fundamental de garantizar el acceso a la cultura y conservar nuestro patrimonio.” y agregó además “no sólo para garantizar su supervivencia, sino para prepararlos para el futuro”, (pág. 1).

Además, se pronunció el subdirector general de cultura de la UNESCO Ernesto Ottone R. sobre la importancia de los museos para la sociedad, "Los museos son más que simples espacios donde se preserva y promueve el patrimonio de la humanidad", añadió también, "Son también espacios fundamentales de educación, inspiración y diálogo. En una situación en la que miles de millones de personas de todo el mundo están separadas unas de otras, los museos pueden unirnos", (UNESCO, 2020, pág. 1). Por otra parte, haciendo hincapié en una de las metas del Objetivo de Desarrollo Sostenible en el Marco de Acción de Educación 2030, exactamente el #4, el cual está relacionado con la educación y en especial con la inclusión y

no discriminación en el acceso a las bases de la enseñanza, lo cual incluye permitir el libre acceso al conocimiento a través de los museos.

Es así como de esta forma la participación de la UNESCO en aras de promover sistemas educativos que desarrollen soluciones que ayuden a mitigar el impacto de los obstáculos en la participación y el rendimiento de los docentes, fomenta la innovación en el aprendizaje y mejora la igualdad en el acceso al aprendizaje, especialmente en zonas rurales donde la población que no va a las escuelas son la mayoría.

Partiendo de los inconvenientes que trajo consigo la pandemia y el Aislamiento Preventivo Obligatorio que se extendió por varios meses desde marzo de 2020, es importante resaltar las dificultades a las que se enfrentan los museos para poder operar y brindar sus servicios de forma convencional y adecuada, es por eso que en el marco de la pandemia, para los museos se les dificulta poder operar y ampliar en número de visitantes que cruzan sus puertas sin descuidar la salud y seguridad de los empleados y visitantes, razón por la cual se recurre a nuevas estrategias para la exhibición y promoción de sus colecciones históricas y culturales. En la Constitución Política de Colombia existen artículos que favorecen la protección del patrimonio natural y cultural, además de que hay leyes y deberes para preservarlos, esto con el fin de preservar lo que hoy es lo que nos preceden.

En lo concerniente al Parque Museo Infantería de Marina, es un museo relativamente joven, abrió sus puertas al público el 17 de agosto de 2012 con el fin de exhibir la historia de la Infantería de Marina de Colombia (SIMCO, 2020, pág. 1). El museo ofrece información acerca de la Infantería de Marina colombiana y dispone de espacios recreativos, tecnológicos y culturales para que el proceso de apropiación de la información, de las diferentes etapas de la Infantería, sea lo más claro posible. Uno de sus aportes a la educación de la población son

las visitas que realizan diferentes instituciones educativas de nivel básico del departamento Sucre, es allí donde radica la importancia de los museos tanto en el mundo como en el país o en la región.

Por lo anterior surge la siguiente pregunta problema.

¿Cómo se puede llegar a desarrollar un prototipo de software que pueda servir de complemento en la apropiación de la información de objetos o ilustraciones históricas en el Parque Museo De Infantería De Marina utilizando tecnología de Realidad Aumentada basada en reconocimiento?

Justificación

La Unesco afirma que la cultura de alguna u otra forma, tiene el poder de producir grandes cambios en la sociedad, es por esto que apoyar a los museos y a la cultura es de suma importancia para desarrollar la creatividad, la cual es un elemento importante para establecer civilizaciones abiertas e inclusivas y que en conjunto con el patrimonio, estos dos elementos contribuyen en la edificación de sociedades del conocimiento, innovadoras, dinámicas y prósperas, con un progreso estable durante el tiempo, sin embargo, viendo las enormes ventajas que tiene la preservación del patrimonio, la cultura no fue tomada en cuenta en las conversaciones y debates sobre el desarrollo, hasta años recientes, (UNESCO, 2021, pág. 1).

Partiendo de este punto, se hace evidente que conservar los museos y apoyarlos para que sigan contribuyendo a la conservación de la historia, la cultura, el conocimiento y libre pensamiento, es de gran importancia, sin embargo, la repercusión que tuvo pandemia en la educación ha sido implacable, según un informe de la UNICEF, una consecuencia de

mantener las escuelas cerradas causó que aproximadamente 137 millones de niños se quedaran sin recibir educación de forma presencial. (Seusan & Maradiegue, 2020, pág. 1).

Es por eso por lo que, en marzo de 2020 con auspicio de la UNESCO, de las Naciones Unidas, la sociedad civil, el sector privado y comunidades educativas, se creó la Coalición Mundial para La Educación con el propósito de apoyar a algunos países a mitigar las carencias en la conectividad para que de esta forma puedan diseñar e implementar soluciones innovadoras en pro de fomentar el aprendizaje inclusivo en tiempos de pandemia.

Como consecuencia de la pandemia en 2020 y parte de 2021, numerosos museos no han tenido el flujo de visitantes que normalmente recurren a sus instalaciones como medio de distracción, turismo o educación, es por esto que les ha tocado implementar nuevas tecnologías, para equilibrar la descompensación de visitantes presencialmente, en América Latina y la Región Caribe, han optado por usar redes sociales, exhibiciones en línea, entre otras actividades, para sobrepasar los obstáculos que la pandemia trajo consigo, un ejemplo de esto sería el Museo de Livingstone, este con el fin de disminuir el riesgo de contagio entre sus visitantes, tomó como medida cerrar sus puertas físicas, pero sigue operando activamente a través de Facebook y su portal web. (UNESCO, 2020, pág. 1)

Partiendo de esta base, en el presente proyecto se hará uso o implementación de recientes tecnologías en el campo de la realidad aumentada, las cuales son idóneas para permitirle al usuario gozar de experiencias simuladas y enriquecidas con información digital, de esta forma se le da a conocer al visitante una serie de datos e información relacionada con lo que está observando en la vida real, así se le facilita comprender mucho mejor el contexto de los objetos y su historia. Con este proyecto se beneficiarán los potenciales usuarios que visiten el Parque Museo de Infantería de Marina, el cual facilita a los usuarios obtener datos

históricos concernientes con el patrimonio exhibido en el museo permitiendo así, un mejoramiento en el entendimiento de conceptos u objetos que hacen parte del recorrido autónomo, por el museo, de forma presencial.

Objetivos.

General

- Desarrollar un prototipo software para realizar un tour en el Parque Museo De Infantería De Marina utilizando tecnologías de Realidad Aumentada Basada en Reconocimiento.

Específicos

- Analizar los requerimientos funcionales y no funcionales para la planeación del prototipo de software con tecnologías de Realidad Aumentada Basada en Reconocimiento.
- Diseñar la arquitectura del prototipo software aplicando diagramas representativos, para la representación de la estructura y el flujo de datos.
- Validar el prototipo de software con tecnología de Realidad Aumentada Basada en Reconocimiento a través de las características de calidad propuestas en la norma ISO 25010.

Marco Teórico.

Conectivismo

El conectivismo propone que las decisiones están basadas en principios que cambian rápidamente. Continuamente se está adquiriendo nueva información. La habilidad de realizar distinciones entre la información importante y no importante resulta vital. También es crítica la habilidad de reconocer cuándo una nueva información altera un entorno basado en las decisiones tomadas anteriormente. (Coria A, 2013, pág. 54)

Métrica de Evaluación de Software

A nivel mundial la demanda por productos de software y la oferta de estos mismos ha ido creciendo y, mucho más en la actualidad con los sistemas interconectados, en la ingeniería de software. Es por esto por lo que las métricas de evaluación de software son tan importantes en la actualidad, las métricas evalúan diversos factores de calidad con el propósito de abarcar lo general a lo particular, de esta forma se reduce la subjetividad en las asignaciones de valores, tanto cuantitativos como cualitativos. (Cuervo, et al. 2016).

En lo que respecta a directrices para la regulación de calidad de software a nivel internacional se encuentra la norma ISO/IEC 25000. y en el marco de esta, se encuentra la norma ISO/IEC 25010.

ISO/IEC 25000

El modelo ISO/IEC 25000, provee criterios que definen los requisitos de calidad sobre un producto final de software, donde no solo se toma en cuenta las propiedades del software, sino que también las exigencias del usuario, el cual será una guía en la retroalimentación sobre el comportamiento del software. Por otra parte, el modelo estandarizado ISO/IEC 25000 se encuentra compuesto por cinco divisiones por las siguientes normas ISO, a) ISO/IEC

2500n: división para la gestión de la calidad, b) ISO/IEC 2501n: división para el modelo de calidad, c) ISO/IEC 2502n: división para la medición de calidad, d) ISO/IEC 2503n: división para los requisitos de calidad y e) ISO/IEC 2504n: División para la evaluación de calidad. (ISO 25000, 2014, pág. 1)

ISO/IEC 25010

En cuanto a la norma ISO/IEC 25010 debe someterse a una evaluación de calidad del software, por esta razón, en este proyecto, se explicará lo más claramente posible las diferentes características de evaluación de calidad. (Ver ilustración 1).

Esta norma de calidad está compuesta por ocho propiedades de calidad: A) Idoneidad funcional, B) Eficiencia en el desempeño, C) Compatibilidad, D) Usabilidad, E) Fiabilidad, F) Seguridad, G) Mantenibilidad, y H) portabilidad (ISO 25010, 2011, pág. 4)

Ilustración 1

Estructura de la norma ISO 25010



Nota: El modelo de calidad del producto definido por la ISO/IEC 25010. Reproducida de ISO/IEC 25010, de (ISO 25000, 2021, pág. 1)

Realidad aumentada

La realidad aumentada (RA) puede ser representada como la integración de objetos virtuales en 3D a entornos reales a fin de enriquecer su percepción en un ambiente no inmersivo, por ello en el siguiente apartado se describen los principales conceptos y teorías que forman parte fundamental del presente trabajo investigativo. Según Innovae, una empresa que se dedica a trabajar o desarrollar proyectos relacionados con la realidad virtual y realidad aumentada, una empresa con más de 16 años de experiencia en el contexto de la industria 4.0, la realidad aumentada integra contenidos gráficos sobre un punto en el plano de la vida real. Utiliza dispositivos móviles inteligentes y/o gafas, que añaden cierta información digital a la realidad que ve el usuario, si se utilizan dispositivos móviles inteligentes (como teléfonos y tabletas), la información se capta a través de la cámara del dispositivo.

Por otra parte, si se utilizan gafas de realidad aumentada, el resultado se muestra en forma de proyección sobre la lente de las gafas que generan una sensación de holograma (INNOVAE, 2021, pág. 1). Para desarrollar soluciones basadas en realidad aumentada, es necesario utilizar, dependiendo de la finalidad del proyecto, algunas tecnologías y herramientas o kits de desarrollo para diseñar e implementar la realidad aumentada al proyecto, entre estas herramientas se encuentran:

Vuforia Engine:

Según el sitio de Vuforia Engine Developer Libray, Vuforia Engine es la plataforma que más utilizada para el desarrollo de AR (Augmented reality de sus siglas en inglés) o Realidad Aumentada, compatible con teléfonos móviles, tabletas y gafas de realidad aumentada. Permite que los desarrolladores agreguen funcionalidades de visión avanzada por computadoras a sus archivos instalables de Android, IOS y aplicaciones de la UWP

(Universal Windows Platform por sus siglas en inglés) para crear experiencias realistas con objetos del entorno real. (VUFORIA ENGINE, 2021, pág. 1)

Unity.

Unity es una plataforma de operación y desarrollo de contenido 3D y 2D en tiempo real, es una de las plataformas más utilizadas para que diseñadores y desarrolladores colaboren en pro de crear experiencias interactivas y envolventes (Unity, 2021, pág. 1).

Cascada.

Según Pressman (2010) la metodología en cascada sugiere un enfoque sistemático y secuencial para el desarrollo del software, este ciclo comienza con la especificación de los requerimientos por parte del cliente y avanza a través de planeación, modelado, construcción y despliegue, para después finalizar con el apoyo del software realizado (pág. 34).

Museo.

Un museo es un lugar o institución donde se exponen, conservan y exhiben al público, objetos que hacen parte del patrimonio cultural e histórico de una civilización, entidad, persona o del planeta, según la UNESCO, los museos del mundo han venido en auge, pasando de 22.000 en 1975 a aproximadamente 95.000 en la actualidad, estos pueden llegar a jugar un papel importante en la economía de un lugar, avivando las llamas de una economía creativa y el dialogo razonable entre la participación ciudadana. (UNESCO, 2021, pág. 1).

El Comando General de las Fuerzas Militares de Colombia.

Es la institución gubernamental de más alto rango en lo que tiene que ver con planeamiento y dirección estratégica sobre las instituciones castrenses de Colombia. Esta mantiene bajo sus directrices al Ejército Nacional, la Armada Nacional y las Fuerzas Aéreas

colombianas y una de sus funciones es asesorar al presidente, entre otros altos funcionarios de la Republica en asuntos militares y que además tiene como misión defender la soberanía, independencia e integridad del país, contribuyendo así a la seguridad de los ciudadanos y los recursos del Estado. Dentro de la institución de la Armada Nacional, se encuentra la Infantería de Marina, esta se encarga de desarrollar operaciones y ejercer control terrestre y fluvial dentro de la jurisdicción asignada a la Armada. (Comando General de las Fuerzas Militares, 2021, pág. 1)

Antecedentes

En el año 2016 Maria Isabel Zapata Cardenas realizó un trabajo denominado “*Aplicación en realidad aumentada para divulgación del patrimonio cultural*”, en el cual se buscaba Diseñar e implementar una aplicación con contenidos de realidad aumentada para la reactivación de la Plaza de Mercado Cisneros. Dentro de los resultados obtenidos se logró realizar ensayos experimentales con diferentes públicos, en un rango de edades entre los 21 y los 46 años. Debido a que la aplicación fue desarrollada y evaluada únicamente para dispositivos con sistema operativo Android, se organizaron ensayos in situ en la zona física donde existió la Plaza. Por otra parte, mediante este trabajo investigativo se logra concluir que las posibilidades que ofrece la realidad aumentada en espacios patrimoniales han crecido exponencialmente en los últimos años debido a su gran atractivo para el público, constituyendo un importante recurso dentro de los programas culturales más vanguardistas. (Cardenaz, 2016, pág. 33)

Para el año siguiente el investigador Antonio Castellanos López realizó un trabajo investigativo el cual denomino “*Realidad Aumentada Para La Mejora De La Visita Al Museo De La Telecomunicación*” dicho trabajo tiene como objetivo realizar una aplicación de

realidad aumentada, en dispositivos con sistema operativo Android, para el Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra, en la cual se entregó como resultado una aplicación con todos los eventos y la interfaz del usuario/a. Tras haber conseguido una interfaz y haber hecho funcionar y comprobar por separado todos los eventos, logrando concluir que actualmente hay números que avalan que la realidad aumentada es una tecnología en pleno crecimiento y que cada vez más desarrolladores apuestan por esta tecnología. Las posibilidades que esta ofrece han sido estudiadas y dan ganas de seguir desarrollando y creando nuevos proyectos enfocados en visitas enriquecidas (López, 2018, pág. 2).

Para el año 2018, Paola Cepeda Galvis, Miguel Mendoza Moreno y Ariel Rodríguez Hernández desarrollaron un trabajo investigativo denominado “*Tecnologías De Realidad Aumentada Para Enriquecer Ambientes Culturales Y Educativos. Caso: El Museo De Historia Natural De La UPTC*” en el cual se presenta el resultado de desarrollar una solución basada en la tecnología de realidad aumentada y el uso de dispositivos móviles con el propósito de enriquecer la interactividad de espacios con fines educativos y culturales, como los museos, para el caso particular: el museo de Historia Natural Luis Gonzalo Andrade de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC).

Como resultados de este trabajo investigativo se logró demostrar que a través de la realidad aumentada es posible la construcción de escenarios en 3D que permiten enriquecer la experiencia final de usuario en museos de carácter cultural y educativo, potenciando la experiencia del usuario y aportando valor educativo a las visitas guiadas. La mayoría de los visitantes que participaron en la prueba piloto manifestaron interés de volver al museo cuando se tenga implementada la solución e indicaron que recomendarían a otras personas la visita al

museo para conocer y explorar estas tecnologías que hacen más interactiva, recreativa y didáctica la visita al museo (CEPEDA-GALVIS, et al. 2018).

Variables de estudio.

Las variables de estudio son características o propiedades propias de la naturaleza del proyecto de investigación que pueden ser distintas entre sí y tener distinto comportamiento a lo largo del tiempo, esto puede sugerir que puede que afecten a otras variables o al resultado de la investigación, o puede que no, para el caso de este proyecto, las variables son atributos que debe tener tanto el desarrollo del prototipo de software como su ejecución y validación, los resultados de sus respectivas mediciones serán medidos en unidad de porcentajes.

Variables independientes:

Las variables independientes de esta investigación abarcan todo lo que tiene que ver con las tecnologías de Realidad Aumentada Basadas en Reconocimiento que se usarán para desarrollar el prototipo, dependiendo de los factores y requisitos que lleven a su utilización:

- Metodología de desarrollo.
- Tecnologías de Realidad Aumentada Basadas en Reconocimiento.

Variables dependientes:

- Compatibilidad
- Usabilidad
- Funcionalidad

*Operacionalización de variables.***Tabla 1***Operacionalización de Variables.*

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES
Metodología de desarrollo.	Optimización de procesos en el desarrollo.	Porcentaje de resolución de problemas y avances considerables en el proyecto.	0% como no iniciado y 100% como finalizado.
Tecnologías de Realidad Aumentada Basadas en Reconocimiento.	Área y enfoque en el funcionamiento del software.	Cambios en los requerimientos del software.	Cantidad de tecnologías usadas.
Compatibilidad.	Porcentaje de compatibilidad de la aplicación con tipos de dispositivos móviles inteligentes y Sistemas Operativos.	Ejecución de la aplicación y sus funcionalidades.	0% como no operativo y 100% como totalmente compatible.
Usabilidad.	Grado de dificultad y curva de aprendizaje del prototipo de software.	Porcentaje o índice de aceptación del prototipo entre los usuarios.	0% como extremadamente difícil de usar y 100% como muy fácil de usar.
Funcionabilidad.	Nivel de errores a lo largo del tiempo de ejecución y optimización de recursos.	Porcentaje de recursos consumidos y mensajes de errores.	0% como muy funcional y 100% como nada funcional. Cantidad de errores.

Metodología.

La presente investigación encaja en la definición de dos tipos de alcance de una investigación, la primera es la definición de investigación básica de alcance descriptivo, el cual, según Sampieri et al. (2014) en un estudio con alcance descriptivo se busca medir o recoger información sobre los conceptos, variables, grupos, comunidades, objetos o personas sometidas a análisis sin influir en su comportamiento y en los datos recolectados (pág. 155). Además, “consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden principalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin tener como objetivo ninguna aplicación o utilización determinada, Independientemente del área del conocimiento“ (MINCIENCIAS, 2016, pág. 72),

En esta etapa de la investigación se contemplarán algunas tecnologías de Realidad Aumentada Basada en Reconocimiento aplicada en el contexto de los museos, aparte de esto, se identificará el patrimonio histórico y cultural que se exhibe en el Parque Museo De Infantería De Marina con el fin de determinar el tipo de contenido que se mostrará por medio del prototipo de software propuesto en diferentes formatos (texto, audio, imágenes, modelados 3D y videos).

La segunda es la definición de investigación científica aplicada, en este tipo de investigación “no se obtienen como resultados el desarrollo de prototipos, sin embargo, dentro de las actividades que componen la investigación científica podría desarrollarse prototipos para validar una hipótesis, pero en ambientes no relevantes” (MINCIENCIAS, 2016, pág. 72). Dados estos conceptos, el propósito de la investigación es desarrollar un prototipo de software con tecnologías de Realidad Aumentada Basada en Reconocimiento, esto supondrá una mejoría en la interacción con el patrimonio histórico y cultural en el museo, además de ayudar

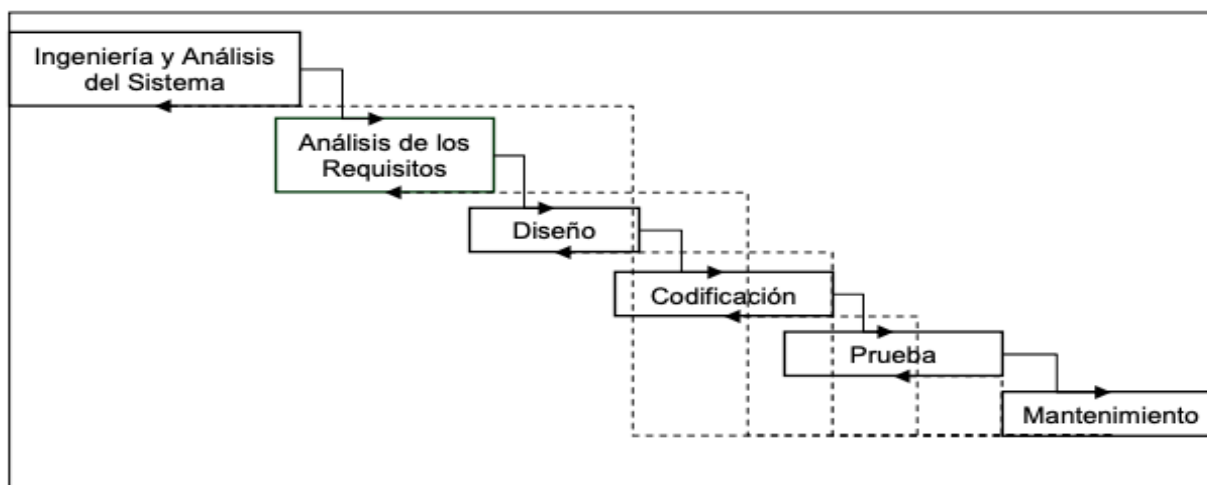
en el aprendizaje y captación del contexto y la historia del patrimonio mediante la visualización de datos importantes sobre este, de los potenciales visitantes del museo, lo cual le brindará una cierta autonomía al observador, proporcionando información digital sobre el patrimonio militar resguardado en el museo en un lugar específico, al momento que este apunte con su dispositivo móvil cualquiera de los targets indicados para validar la hipótesis.

Procedimiento.

La presente investigación se enmarca en la metodología de desarrollo en cascada descrita en la Ilustración 2.

Ilustración 2.

Método en Cascada.



Nota: Estructura de la Metodología en cascada, Adaptado del Modelo en Cascada, de (Gonzalez, 2019, pág. 3)

Ingeniería y Análisis del Sistema:

Se realiza el análisis documental de la problemática descrita y se realiza un mapeo de las herramientas y tecnologías existentes a través de una investigación de los antecedentes bibliográficos que permita estudiar los conceptos técnicos y tipos de las tecnologías de Realidad

Aumentada, en esta misma etapa es necesario caracterizar las variables de estudio y el levantamiento de requerimientos.

Análisis de los requerimientos del sistema:

Una vez identificado la problemática, se realiza una visita al parque museo de la infantería de marina con el objetivo de visualizar y vivir la experiencia de un tour en el parque museo, observar la ruta guiada, reconocer los estantes y realizar unas primeras tomas fotográficas.

Por otra parte, se realiza una entrevista semiestructurada al sargento del parque museo generando los insumos necesarios para la identificación de los requerimiento funcionales y no funcionales del aplicativo.

Diseño:

Se realiza una búsqueda de aplicaciones móviles ya existentes que estén, por lo menos un poco, relacionadas con la temática de estudio, luego de la búsqueda se logra visualizar una idea de referencia para los diseños de la interfaz de usuario. Se determina la orientación Landscape o formato horizontal debido a que esta esta orientación permite tener una mejor organización y distribución de los controles y objetos en pantalla del aplicativo. Se realizan los primeros mockups los cuales son debidamente socializados y mejorados. Por otra parte, se realiza una nueva visita al parque museo con el diseñador gráfico para generar las piezas graficas necesarias para dar paso a la fase de desarrollo.

Desarrollo:

Teniendo un panorama amplio del aplicativo, se inicia el desarrollo del aplicativo en el cual se integran cada uno de los Targets, piezas fotográficas, contenidos textuales y auditivos

generados con ayuda del diseñador gráfico y funcionarios del museo. Se realiza la creación de las escenas principales, la creación de los Scripts ligados a algunas las funcionalidades del aplicativo así como la incorporación de librerías o plugins útiles para algunas otras funciones que tendrá el aplicativo, tales como Native Gallery, la cual es una librería que hace uso de funciones nativas del sistema operativo Android, dentro de las cuales se encuentra la captura de pantalla o screenshot, FreeButtonSet, es una librería gratuita de Unity con diseño de botones y fuente de texto, Vuforia, que es una tecnología que permitirá el escaneo de imágenes y objetos dentro del museo. Por último, se genera la exportación del aplicativo móvil en un archivo APK listo para pasar a la fase de pruebas y errores.

Prueba:

En esta fase se realizar el trabajo de campo y las instalaciones de la aplicación en diferentes dispositivos móviles con diferentes características, durante esta etapa se procederá a realizar un recorrido en el Parque Museo Infantería de Marina validando la funcionalidad del prototipo, el cual va a entregar los diferentes datos asociados a las variables independientes del presente estudio. Estos se realizarán mediante el uso de Smartphone con sistema operativo Android en su versión 7.0 o superior, validando el correcto funcionamiento, la compatibilidad del aplicativo y la usabilidad del aplicativo. Luego a través de una encuesta se realiza una recopilación de las opiniones de los usuarios internos al parque museo de la infantería de marina y externos al parque museo. Datos que son debidamente analizados para su posterior interpretación.

Mantenimiento:

Una vez recopilada la información de las experiencias de los usuarios se procede a mejorar los puntos relevantes en los cuales los usuarios se sienten insatisfechos. Con el

objetivo de realizar una entrega de un aplicativo que deje una buena experiencia de usuario. Como producto se elabora un informe detallado sobre las variables independientes en el marco de las normas ISO/IEC 25000 e ISO/IEC 25010.

Instrumentos.

Las técnicas de recolección de datos son aquellas formas de recolectar u obtener la información, un ejemplo de técnica es la encuesta en sus dos modalidades (entrevista o cuestionario), que es la técnica que se usará en esta investigación para la retroalimentación correspondiente a las funcionalidades y usabilidad del prototipo de software.

Según el autor Arias (1999), “Los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información. Ejemplo: fichas, formatos de cuestionario.” (pág. 38).

Resultados

En el desarrollo del presente trabajo investigativo se fundamenta bajo la metodología de desarrollo en cascada la cual se encuentra conformada por las siguientes etapas: ingeniería y análisis del sistema, análisis de requerimientos, diseño, desarrollo, pruebas y mantenimiento.

Etapas que se han cumplido de manera efectiva y a continuación se presentan los resultados obtenidos en cada una de estas etapas.

Etapa 1: Ingeniería y análisis del sistema

Se realiza una visita al parque museo de la infantería de marina en donde se llevan a cabo entrevistas semiestructuras al sargento J. Barrera en cargo de la dirección del parque museo. Facilitando de esta manera el levantamiento de requerimiento funcionales y no

funcionales del aplicativo, además se logran identificar los insumos necesarios para el desarrollo de este.

Etapa 2: Requerimientos funcionales y no funcionales

Teniendo en cuenta lo anterior dicho y dando cumplimiento al primer objetivo específico, se presenta a continuación la primera tabla de los resultados en la cual se describen los requerimiento funcionales y no funcionales que se lograron determinar, las principales características tenidas en cuenta en el desarrollo del aplicativo siguiendo los lineamientos de un buen diseño.

Finalmente se obtienen los insumos necesarios para llevar a cabo la formulación de los requerimientos presentados en la Tabla 2.

Tabla 2*Requerimientos Funcionales y no Funcionales del Sistema*

Requerimientos funcionales	Requerimientos no funcionales
El Sistema debe superponer contenidos digitales con el uso de la cámara, como objetos y expresiones culturales en formato multimedia.	La Interfaz Gráfica debe ser intuitiva para que el usuario tenga una correcta idea del uso de la aplicación.
El sistema debe reconocer marcadores de tipo objetivo de imagen, modelo 3D u objeto.	El aplicativo debe ordenar los objetos del museo por categorías
La aplicación, en el módulo principal deberá permitirle al usuario elegir la acción consecuente mediante botones de elección.	El sistema debe cumplir con los estándares de usabilidad y portabilidad.
El aplicativo debe mostrar imágenes de los elementos del museo.	Para el desarrollo de la aplicación será necesario usar como entorno de desarrollo gráfico Unity 3D a la cual se le incorpora una librería específica para realidad aumentada llamada Vuforia.
El aplicativo debe mostrar información pertinente de los objetos culturales expuestos en el museo.	
El sistema debe poder reconocer bajo condiciones ambientales normales, los distintos targets dentro del museo.	
La aplicación deberá tener una sección de sugerencias para la respectiva retroalimentación de sus funciones.	

Nota. En la Tabla 2 se describen los requerimientos del sistema que fueron tenidos en cuenta para el desarrollo del aplicativo.

Limitaciones

Es importante mencionar el presente proyecto conto con ciertos aspectos que postergaron el correcto desarrollo de las actividades aspectos como: la falta de conocimientos en el área de estudio, Incompatibilidades de ciertas herramientas de diseño con Unity, La entrega tardía de los recursos necesarios para la creación de las piezas fotográficas, el corto tiempo para el desarrollo del aplicativo, la movilización al museo para realizar pruebas y recolectar la información necesaria del lugar.

Cada uno de estos aspectos mencionados pueden contribuir a incumplimientos en las entregas, a la desprogramación del cronograma de trabajo. Afectando directamente al objeto principal del trabajo en desarrollo.

Riesgos

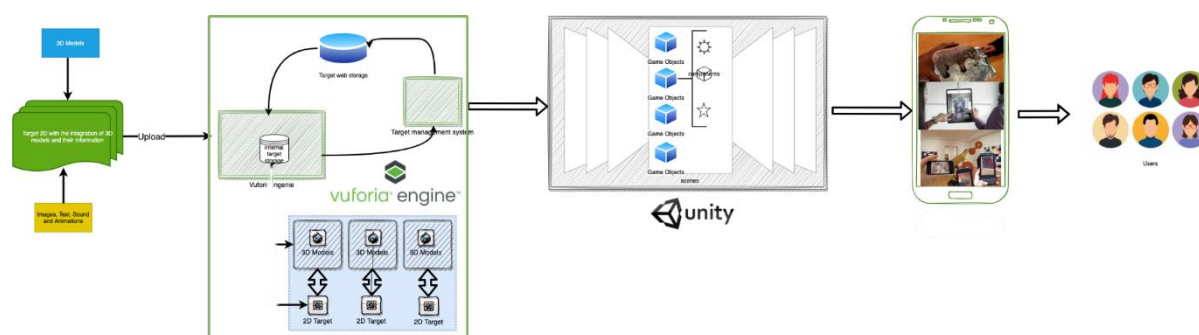
Dentro de los riesgos que se tienen dadas las limitaciones existentes se pueden mencionar aspectos como: incompatibilidades de las herramientas de desarrollo con los equipos destinados para ello, la entrega del prototipo fuera de los límites de tiempos establecidos, las tecnologías de Vuforia no se adapten al entorno del museo, la aplicación no sea totalmente compatible con todos los dispositivos Android o IOS.

Etapa 3: Diseño

En aras del cumplimiento del segundo objetivo específico, se presenta los diagramas ilustrativos de la arquitectura interna que permite el correcto funcionamiento del aplicativo (*ver Ilustración 3*) y el flujo de datos en el interior del aplicativo (*ver Ilustración 4*).

Ilustración 3

Arquitectura del aplicativo

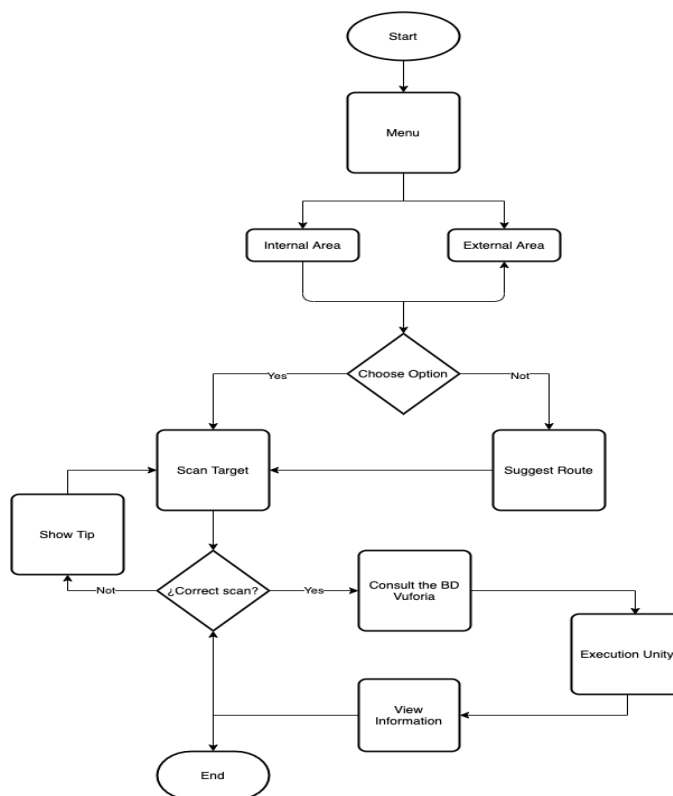


Fuente: Elaboración Propia.

En la Ilustración 3. se describe de forma gráfica el funcionamiento del software el cual consta del uso de Imagen Targets 2D (Códigos QR) son generados y cargados en la plataforma de administración de licencias de Vuforia, luego de cargar cada uno de los Targets, se descarga el KEY de la base de datos y se integra en Unity en donde se comienzan a relacionar los targets con los contenido digital como imágenes, sonidos y texto, que a su vez están relacionados con el contenido expuesto en el museo. Después de organizar y diseñar cada una de las escenas dentro de Unity se exporta el aplicativo móvil con el cual van a interactuar los usuarios. De esta manera grosso modo funciona el aplicativo.

Ilustración 4

Flujo de Datos del aplicativo



Fuente: Elaboración Propia.

En la Ilustración 4. Se describe el ciclo de vida del correcto funcionamiento del aplicativo móvil se inicia desde las acciones iniciales del usuario y las respuestas del aplicativo comprendidas en una serie de pasos y validaciones las cuales se pueden apreciar en el diagrama de flujo.

Interfaz gráfica de usuario

Ilustración 5

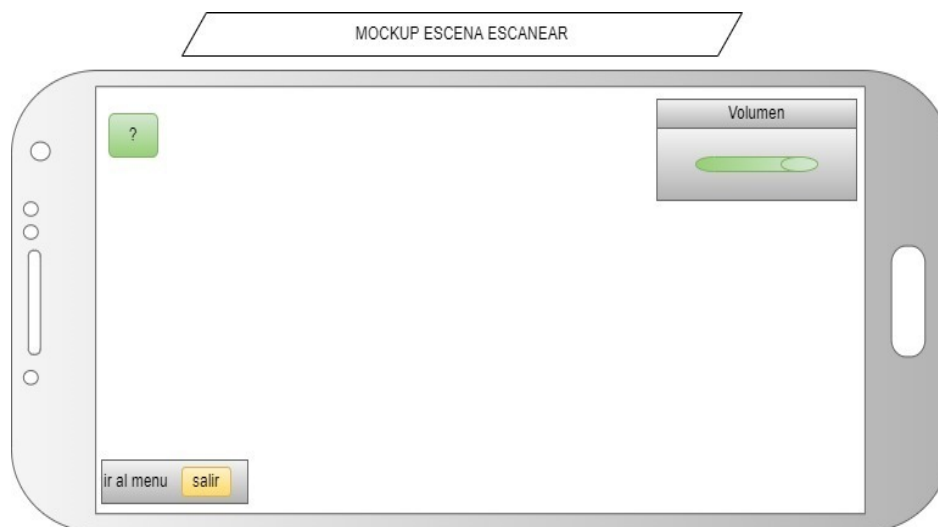
Prototipo menú principal del aplicativo.



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 6

Protótipo vistas de escanear.



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 7.

Prototipo imagen Target escaneado.



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 8.

Prototipo Créditos

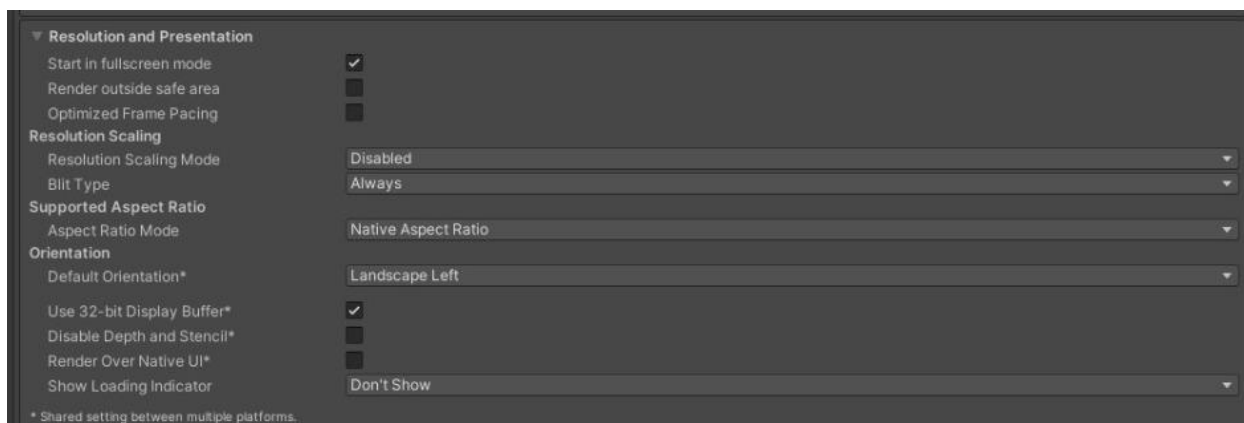


Fuente: Elaboración Propia.

En busca de ofrecer un aplicativo que genere una buena experiencia el en usuario al momento de interactuar con el aplicativo, fue necesario establecer ciertos parámetros generales como: resolución y presentación, el radio aspecto y la orientación.

Ilustración 9.

Pre-configuración del Aplicativo



Fuente: Elaboración Propia.

En la Ilustración 9, se pueden observar los aspectos preconfigurados dos para la aplicación, en la que se determina: un inicio de la aplicación en pantalla completa, un modo de radio aspecto nativo y una orientación landscape left. Todos estos parámetros se configuraron de esta manera con el objetivo de tener una buena distribución de los contenidos gráficos, textos y los botones de control.

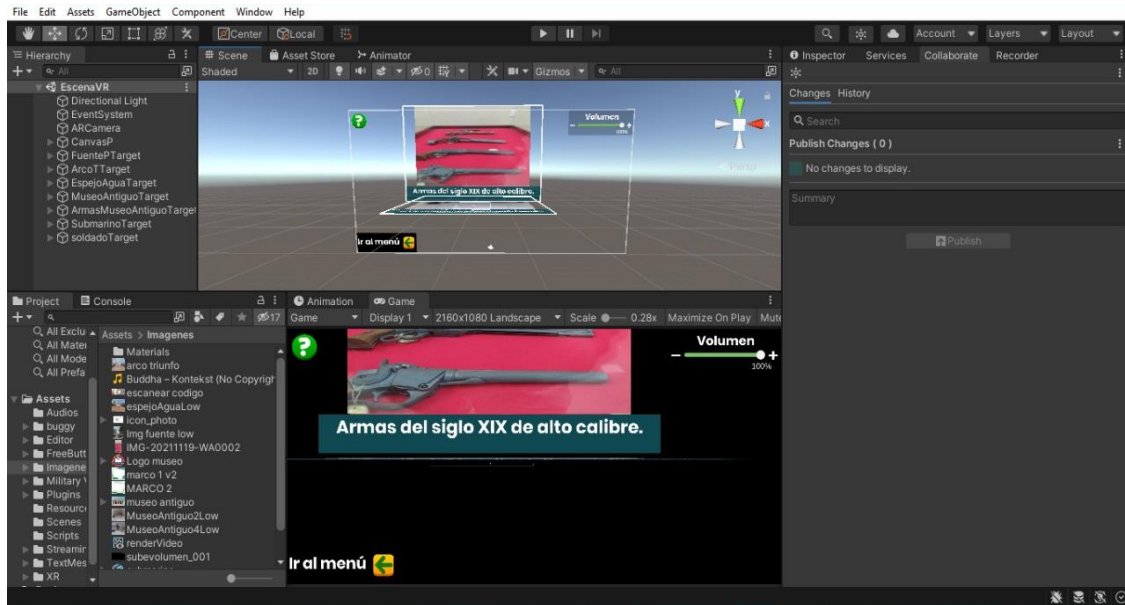
Etapa 4: Desarrollo

Durante el desarrollo del aplicativo se inicia con la creación de los Imagen Targets 2D, estos pasan a integrarse con la plataforma de administración de licencias de Vuforia para luego poder relacionarlos con Unity con las Piezas fotográficas y contenidos textuales

generados como se muestran en las Ilustración 10, Ilustración 11, Ilustración 12 e Ilustración 13:

Ilustración 10.

Creación de Escenas en Unity



Fuente: Elaboración Propia.

En la Ilustración 10, se puede observar el desarrollo de una de las escenas en la que se muestra la integración de un Imagen Target con imágenes propia del museo y textos.

Ilustración 11.

Diseño del Menú Principal

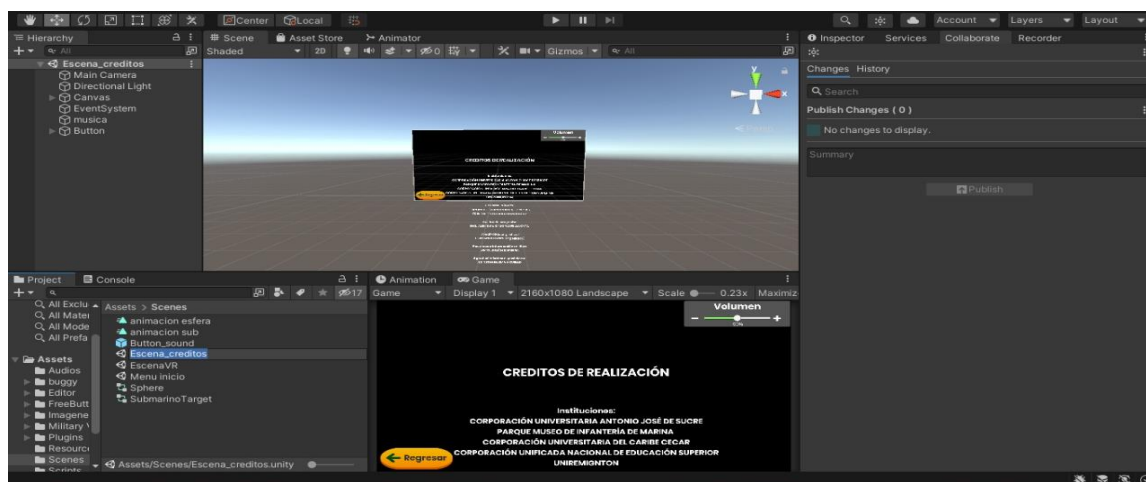


Fuente: Elaboración Propia.

En la Ilustración 11, se puede observar el menú principal mediante este menú el usuario podrá interactuar con el aplicativo.

Ilustración 12.

Diseño de los Créditos

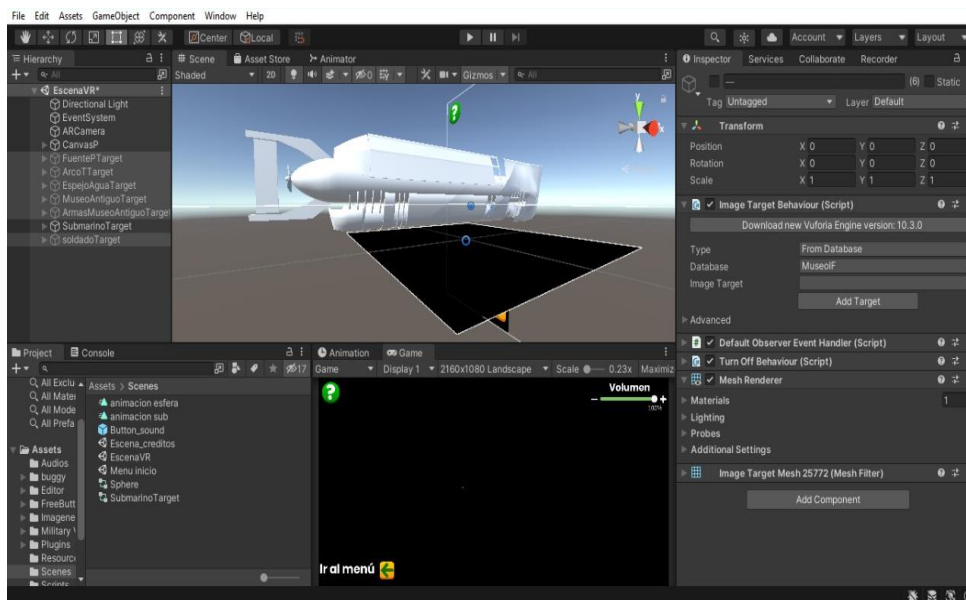


Fuente: Elaboración Propia.

En la Ilustración 12, se observa cómo se organiza el texto de los créditos dentro del canvas de Unity de tal forma que exista el efecto de transición dentro del aplicativo.

Ilustración 13.

Integración de Modelos 3D



Fuente: Elaboración Propia.

En la Ilustración 13, se puede observar cómo se realiza la integración de modelos 3D de objetos del parque museo, en este caso de un submarino este modelo cuenta con la particularidad de tener animaciones que le permiten girar las aspas del motor.

En Unity se realiza la creación de las escenas principales, la creación de los Script ligados a las funciones de necesarias para el cambio de escena, generar capturas de pantalla, control del volumen, control del slider y del cierre del aplicativo. Cada uno de estos Script se presentan a continuación:

Script Cambio de escena

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;
public class CambiarEscena : MonoBehaviour
{
    public int Escena;
    public void CambiarDeEscena()
    {
        SceneManager.LoadScene(Escena);
    }
}

```

Script Captura pantalla

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using System.IO;
public class CapturarPantalla : MonoBehaviour
{
    private IEnumerator screenShot()
    {
        yield return new WaitForEndOfFrame();
        Texture2D textura = new Texture2D(Screen.width, Screen.height, TextureFormat.RGB24, false);
        textura.ReadPixels(new Rect(0, 0, Screen.width, Screen.height), 0, 0);
        textura.Apply();
        string nombreIMG = "Screenshot_Museo_IMG - " + System.DateTime.Now.ToString("yyyy-MM-dd-hh-mm-ss")+ ".png";
        //PC
        //byte[] bytes = textura.EncodeToPNG();
        //File.WriteAllBytes(Application.dataPath + "/" + nombreIMG, bytes);
        //CELULAR
        NativeGallery.SaveImageToGallery(textura, "App Museo Imágenes", nombreIMG);
        Destroy(textura);
    }
}

```

```

    public void capturaImagen()
    {
        StartCoroutine("screenShot");
    }
}

```

Script Control de Volumen

```

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

public class Controladorvolumenaudios : MonoBehaviour
{
    private float volumenAudio = 1;
    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
        AudioListener.volume = volumenAudio;
    }

    public void modificarVolumen(float nuevoVolumen)
    {
        volumenAudio = nuevoVolumen;
    }
}

```

Script Control Slider

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using TMPro;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class SliderScript : MonoBehaviour
{
    [SerializeField] private Slider slider;
    [SerializeField] private TextMeshProUGUI texto;
    // Start is called before the first frame update
    void Start()

```

```

{
    slider.onValueChanged.AddListener((valor) => {
        texto.text = (valor*100).ToString("0")+ "%";
    });
}
// Update is called once per frame
void Update()
{
}
}

```

Script Cerrar App

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
public class CerrarAPP : MonoBehaviour
{
    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
    }
    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
    }
    public void Salir()
    {
        #if UNITY_EDITOR
            UnityEditor.EditorApplication.isPlaying = false;
        #else
            Application.Quit();
        #endif
    }
}

```

Etapa 5: Pruebas

En esta etapa se realizan las pruebas necesarias para validar el comportamiento de cada una de las variables de este estudio en este caso serían: la compatibilidad, la usabilidad y la aceptación por parte de los usuarios.

Pruebas de funcionalidades

Para el desarrollo de estas pruebas se contemplaron diferentes condiciones a las cuales sería sometido el aplicativo, con el fin de revisar su comportamiento, condiciones como: la iluminación de entorno, la orientación, el Angulo del enfoque, la posición de la imagen target y el espacio. A continuación, se presentan las respectivas ilustraciones:

Ilustración 14.

Uso del Aplicativo en Espacios Abiertos



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 15.

Muestra de la Calidad del Contenido.



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 16.

Verificación de la Orientación del Contenido.



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 17.

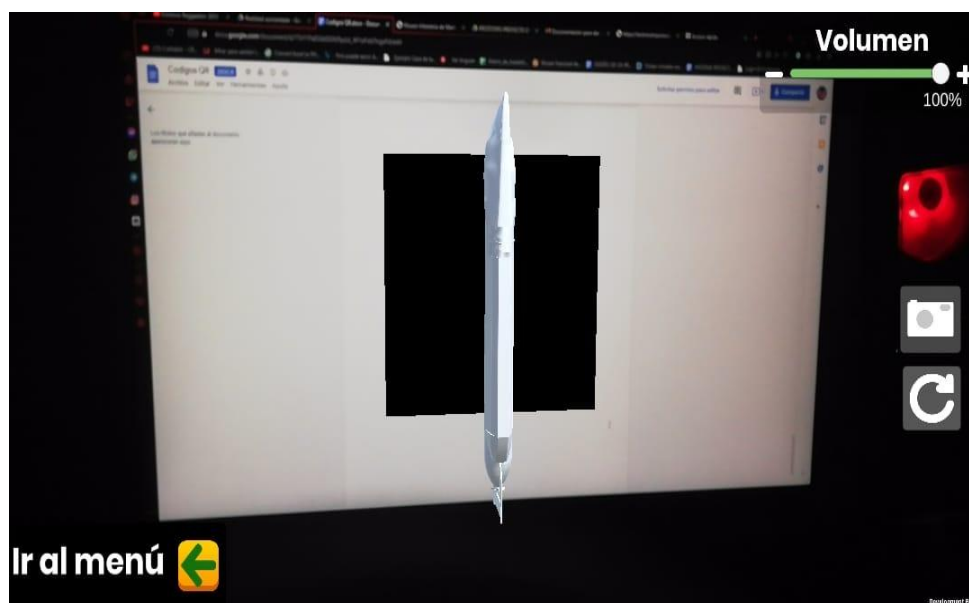
Uso en Espacios Abiertos



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 18.

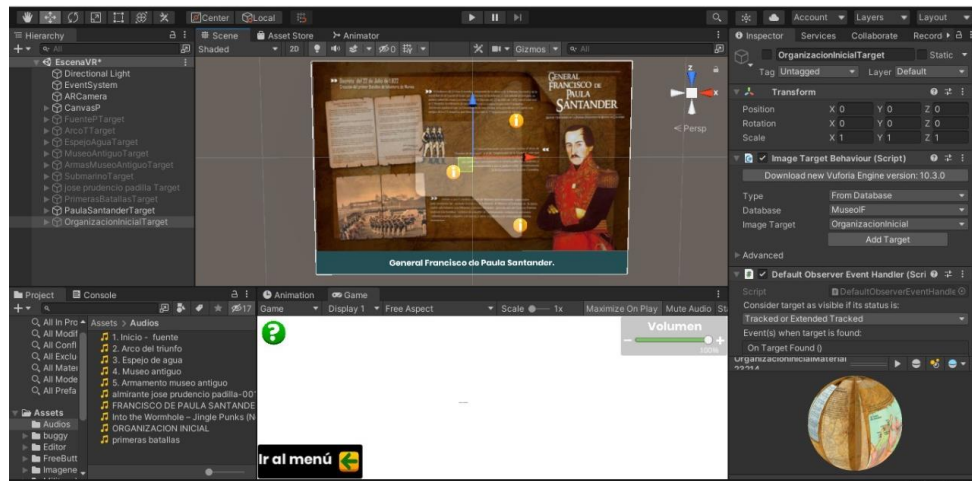
Uso del Aplicativo en Espacios de Poca Luz.



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 19.

Superposición de Contenidos.



Fuente: Elaboración Propia.

Al finalizar esta prueba se pueden observar en las ilustraciones anteriores comprendidas entre la ilustración 14 y la ilustración 19. El correcto comportamiento del aplicativo en las diferentes condiciones al que fue sometido, conservando el orden de los contenidos y sobre todo su funcionalidad.

Pruebas de Compatibilidad

Tabla 3

Pruebas de compatibilidad

Funciones / Dispositivos	Xiomi Note 8	Motorola G8 Plus	Xiomi Redmi Note 7	Huawei mate 10 lite 2017	Samsung SM-G530M
Sistema Operativo	Android 11	Android 10	Android 10	Android 8.0	Android 5.0.2
El Sistema debe superponer contenidos digitales con el uso de la cámara, como objetos y expresiones culturales en formato multimedia.	Si	Si	Si	Si	No
El sistema debe reconocer marcadores de tipo objetivo de imagen, modelo 3D u objeto.	Si	Si	Si	Si	No
La aplicación, en el módulo principal deberá permitirle al usuario elegir la acción consecuente mediante botones de elección	Si	Si	Si	Si	No
El aplicativo debe mostrar imágenes de los elementos del museo.	Si	Si	Si	Si	No
El aplicativo debe mostrar información pertinente de los objetos culturales expuestos en el museo.	Si	Si	Si	Si	No
El sistema debe poder reconocer bajo condiciones ambientales normales, los distintos targets dentro del museo.	Si	Si	Si	Si	No
La aplicación deberá tener una sección de sugerencias para la respectiva retroalimentación de sus funciones.	Si	Si	Si	Si	No

El aplicativo debe ordenar los objetos del museo por categorías	No	No	No	No	No
El aplicativo debe sugerir una ruta de desplazamiento por el museo	No	No	No	No	No

De la tabla 3, se puede evidenciar que el aplicativo es compatible con dispositivos móviles que cuenten con versiones de Android 6 en adelante, dado a que al intentar realizar la instalación en Versiones inferiores a esta sencillamente no fue posible, por ende, no se puede utilizar el aplicativo. Por otra parte, funciones como: ordenar los objetos del museo por categorías y sugerir una ruta de desplazamiento por el museo no se encuentran disponible en el aplicativo.

Pruebas de aceptación

Para llevar a cabo la evaluación de experiencia de usuario con el aplicativo, se envía el instalador del software y un documento que contiene las imágenes targets a los directivos del centro de investigación de la infantería de marina, los cuales una vez instalada el aplicativo proceden a interactuar con el software.

Finalizada la interacción, se realiza una encuesta en la que se evalúan los niveles de aceptación que tienen ellos como usuarios referentes al aplicativo.

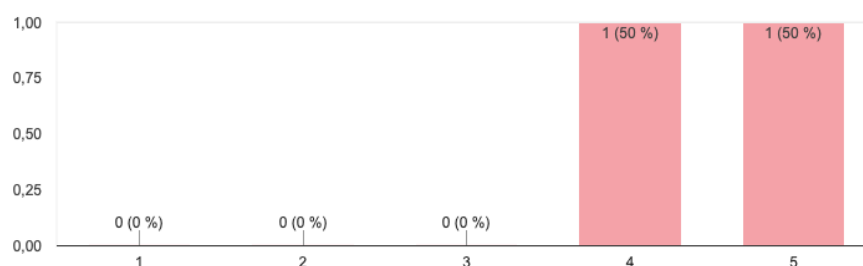
Haciendo uso de las siguientes graficas se representan a continuación los resultados de esta prueba.

Ilustración 20.

Fácil Acceso a la Información del Aplicativo.

Considera que el aplicativo movil permite un facil acceso a la informacion de cada uno de los patrimonios del museo?

2 respuestas



Fuente: Elaboración Propia.

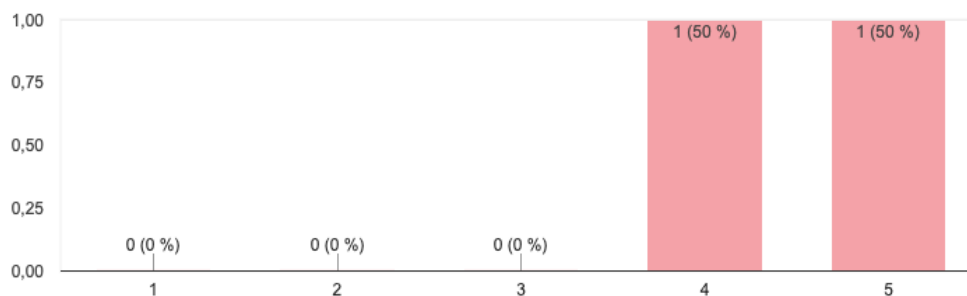
En la Ilustración 20, se puede evidenciar que, del total de respuestas a la pregunta, la mitad de las respuestas muestran una calificación, del 0 al 5, muy favorable de 5 y la otra mitad indica que es buena o de 4.

Ilustración 21.

Contenidos Audiovisuales de Calidad.

Considera usted que las imagen, texto, audio y videos expuestos en el aplicativo movil son de calidad y permiten la apropiacion del conocimiento acerca de los patrimonios del museo.

2 respuestas



Fuente: Elaboración Propia.

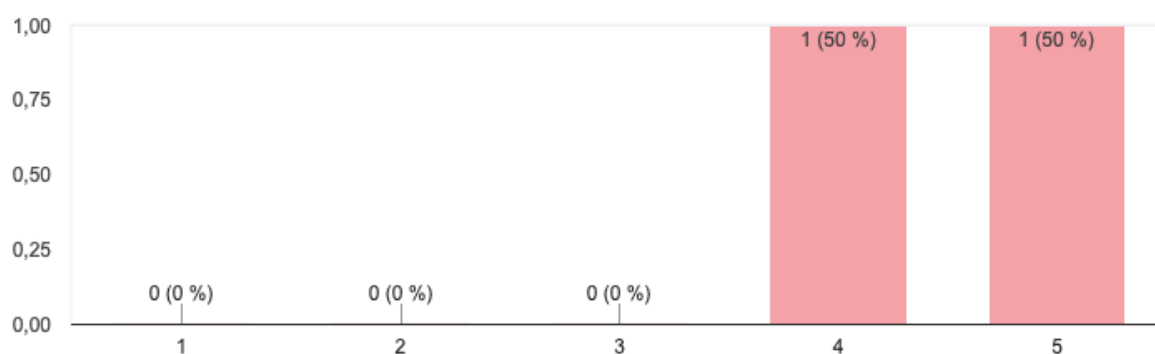
En la vista previa de la Ilustración 21, se puede observar que de 0 a 5, la mitad de las respuestas fue muy favorable o de 5, mientras que la otra mitad dijo que era de 4 o buena.

Ilustración 22.

Porcentaje de la Información Presentada.

Considera usted que la información textual, en imágenes, videos y audio es suficiente para conocer a detalle los datos más relevantes de cada patrimonio militar expuestos en el museo

2 respuestas



Fuente: Elaboración Propia.

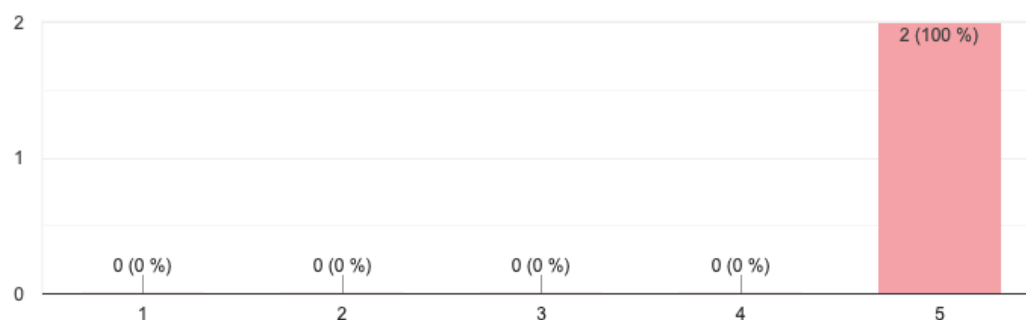
A la pregunta ¿Considera usted que la información textual, en imágenes, videos y audio es suficiente para conocer los datos más relevantes de cada patrimonio militar expuestos en el museo?, como se puede visualizar en la gráfica anterior, la mitad de las respuestas fue de muy favorable o de 5, mientras que el otro 50% fue bueno o de 4, por lo tanto, se puede concluir que la información suministrada en la aplicación es moderadamente suficiente para el usuario.

Ilustración 23.

Utilidad de la Herramienta

Considera usted que este tipo de herramienta puede ser utilizadas por los docentes de las instituciones educativas en su labor pedagógica para facilitar datos históricos de la naval colombiana a los estudiantes.

2 respuestas



Fuente: Elaboración Propia.

A la pregunta ¿Considera usted que este tipo de herramienta puede ser utilizadas por los docentes de las instituciones educativas en su labor pedagógica para facilitar datos históricos de la Naval Colombiana a los estudiantes?, como se puede evidenciar en la gráfica anterior, el total de respuestas arroja un 100% para muy favorable o 5, se puede concluir que este tipo de aplicativos sí puede ser de utilidad para los docentes en su labor académica dentro del museo.

Conclusiones

Debido a los plazos estipulados para el desarrollo del software, el análisis de requerimientos y casos de uso son unos procesos que demandan mucho tiempo y energía, por lo cual durante el transcurso natural de esta investigación puede que se hayan omitido algunos pasos para acortar los tiempos de entrega, pero que, en todo caso, no suponen riesgo alguno para esta misma.

A pesar de seguir las recomendaciones dadas por la documentación de Vuforia, dentro de las instalaciones del museo antiguo existe un factor de reflexión de la luz bastante alta sobre ciertas superficies que hacen que ésta interfiera en el proceso de reconocimiento de los ImageTargets colocados dentro del recinto. Si bien la reflexión de la luz es un problema, no supone mayores inconvenientes a la hora de utilizar el aplicativo móvil siempre y cuando, desde ciertos ángulos, se evite dar el enfoque hacia reflejos de luz intensos.

Vuforia dentro de su paquete oficial para proyectos de Unity, no cuenta con muchas herramientas necesarias para un funcionamiento óptimo de las aplicaciones, cosa que supone una gran desventaja y desmotivación para el usuario final que es el que se ve más afectado por la carencia de ciertas funciones que deberían estar incluidas por defecto en la librería de Vuforia. El prototipo de aplicación móvil tiene un excelente comportamiento durante las pruebas realizadas en espacios cerrados y abiertos, sin embargo, debido a la falta de tiempo, no se pudieron agregar ciertas funcionalidades e interfaz de usuario que le hubieran dado un plus en la innovación.

Recomendaciones

Establecidas las conclusiones de la presente investigación se recomienda: disponer de un tiempo mucho más prudencial para el correcto desempeño en las diferentes etapas del desarrollo de los prototipos, así como en la recaudación de información para la investigación de esta forma se previene la omisión de algunos pasos en los procesos de selección de los requisitos funcionales, no funcionales y casos de uso, así como en las fases de diseño y pruebas del software.

Como parte de las recomendaciones sobre el aplicativo y, el proceso de creación de este mismo, para un funcionamiento más óptimo, se incluye el uso de ImageTargets mejor diseñados (en el sentido de que sean imágenes más complejas y con alto contraste) siguiendo los lineamientos que Vuforia indica en su documentación oficial, esto con el fin de que la aplicación pueda reconocer los ImageTargets con mucha más solvencia en entornos con mucha luz y reflejos como lo es el interior del Partenón del museo antiguo del Parque Museo de Infantería de Marina, asimismo, el uso de modelos 3D de cada uno de los patrimonios expuestos dentro de recorrido del museo para una mayor atracción por parte de los usuarios.

Aunque Vuforia no cuente con ciertas funcionalidades por defecto en su paquete de recursos, se recomienda buscar el script que permite a la aplicación enfocar variablemente la lente de la cámara si ésta lo permite, de esta forma será más fácil para esta reconocer a los ImageTargets utilizados como disparadores. También es sugerible investigar sobre funciones de Vuforia para reconocer el suelo horizontal y de esta manera incorporar animaciones o contenido digital respecto a la posición del suelo.

Cabe resaltar también integración, implementación y uso de alguna tecnología de realidad virtual para gafas especializadas como lo es Google Cardboard u Oculus con esto se

le lograría dar ese factor extra que haría que la aplicación fuera más atractiva para el usuario final y para el mercado puesto que no existen muchas aplicaciones de este tipo. Asimismo, integrar una interfaz de usuario mucho más estética, esta puede realizarse con Flutter y Android Studio. Se recomienda seguir utilizando Unity como motor de videojuegos debido a su alta compatibilidad con Vuforia y otras tecnologías de Realidad Aumentada.

Referencias

- Apple. (2021). *Developer*. Obtenido de <https://developer.apple.com/documentation/arkit>
- Arias, F. G. (1999). *EL PROYECTO DE INVESTIGACION Guía para su elaboración* (Tercera ed.). Caracas: Editorial Episteme ORIAL EDICIONES.
- Cardenaz, M. I. (2016). Aplicación en realidad aumentada para divulgación del patrimonio cultural. *KEPES*(14), 33-59.
- CEPEDA-GALVIS, P. A., MENDOZA-MORENO, M. Á., & RODRÍGUEZHERNÁNDEZ, A. A. (2018). Tecnologías de Realidad Aumentada para enriquecer ambientes culturales y educativos. Caso: el Museo de Historia Natural de la UPTC. *Revista Espacios*, 34.
- Comando General de las Fuerzas Militares. (2021). Obtenido de <https://www.cgfm.mil.co/es/quienes-somos>
- Cuervo, M. C., Alarcón-Aldana, A. C., & Álvarez-Carreño, A. M. (2016). *Modelos de calidad del software, un estado del arte*, 13(1). Colombia: Universidad Libre de Cali. doi:<https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25125>
- Gonzalez, F. (20 de Febrero de 2019). Obtenido de <https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/1208/COMPARACI%D2N%20DE%20LAS%20METODOLOG%CCAS.pdf;jsessionid=FF31AF302F50D64F56EBC8282CB44401?sequence=1>
- IndoorAtlas, L. (2021). Obtenido de <https://www.indooratlas.com/about-us/>
- INNOVAE. (2021). *innovae.eu*. Obtenido de <https://www.innovae.eu/la-realidad-aumentada/>
- ISO 25000. (2014). *Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Guide to SQuaRE*. Switzerland: ISO copyright office.
- ISO 25000. (20 de Septiembre de 2021). *ISO 25000*. Obtenido de <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>
- ISO 25010. (2011). *Systems and software engineering - systems and software Quality Requirements and evaluation (SquaRE) - System and software quality models*. Switzerland: ISO copyright office.
- López, A. C. (10 de 09 de 2018). *REALIDAD AUMENTADA PARA LA MEJORA DE LA VISITA AL MUSEO DE LA TELECOMUNICACION*. Valencia, España. Obtenido de https://museotelecomvlc.webs.upv.es/wp-content/uploads/2020/06/TFG_ToniCastellanos.pdf
- MINCIENCIAS. (2016). *TIPOLOGIA DE PROYECTOS CALIFICADOS COMO DE CARÁCTER CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO E INNOVACION VERSION 5*. Colombia.

- Presidencia. (23 de 03 de 2020). *GOV.CO*. Obtenido de <https://id.presidencia.gov.co/Paginas/prensa/2020/Gobierno-Nacional-expide-Decreto-457-mediante-el-cual-imparten-instrucciones-para-cumplimiento-Aislamiento-Preventiv-200323.aspx>
- Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del Software un enfoque Práctico*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la investigación. Sexta edición*. Ciudad de México: McGRAW-HILL.
- Seusan, L. A., & Maradiegue, R. (11 de 2020). *EDUCACIÓN EN PAUSA: Una generación de niños y niñas en América Latina*. Unicef, Panamá. Obtenido de <https://www.unicef.org/lac/informes/educacion-en-pausa>
- SIMCO. (2020). *gov.co*. Obtenido de <http://simco.museoscolombianos.gov.co/Home/Museo?personaJuridicaId=664>
- Studio, A. (2021). Obtenido de <https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419>
- UNESCO. (28 de 09 de 2012). Obtenido de http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/museums_and_built_heritage_in_culture_and_development/#
- UNESCO. (18 de 05 de 2020). Obtenido de <https://es.unesco.org/news/unesco-y-icom-preocupados-situacion-museos-del-mundo>
- UNESCO. (04 de 04 de 2020). Obtenido de <https://es.unesco.org/news/museos-desafios-covid-19-continuan-comprometidos-comunidades>
- UNESCO. (13 de 04 de 2021). Obtenido de <https://es.unesco.org/news/apoyo-museos-informe-unesco-senala-opciones-futuro>
- UNESCO. (2021). Obtenido de <https://es.unesco.org/themes/proteger-patrimonio-y-fomentar-creatividad>
- UNESCO. (2021). *unesco.org*. Obtenido de <https://es.unesco.org/themes/museos>
- Unity. (2021). Obtenido de <https://unity.com/es/products/unity-platform>
- VUFORIA ENGINE. (2021). *vuforia engine developer library*. Obtenido de <https://library.vuforia.com/>

Ilustración 24.

Presupuesto.

NOMBRE DEL PROYECTO	Tour del Parque Museo De Infantería De Marina utilizando tecnología de Realidad Aumentada basada en reco
----------------------------	--

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

RESUMEN					
Item	Rubro	CONTRAPARTIDA		UNIVERSIDAD	TOTAL
		ALIADO:		CORPOSUCRE	
		Especie	Efectivo	Especie	
1	Servicios profesionales o de asistencia técnica	\$ 8.250.000,00	\$ -	\$ 3.000.000,00	\$ 11.250.000,00
2	Equipos y software	\$ -	\$ -	\$ 350.000,00	\$ 350.000,00
3	Materiales, insumos y documentación	\$ -	\$ -	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00
4	Gastos para transporte	\$ -	\$ -	\$ 240.000,00	\$ 240.000,00
TOTAL		\$ 8.250.000,00	\$ -	\$ 3.770.000,00	\$ 12.020.000,00

Nota: A continuación, se presenta una descripción de los rubros a financiar en el marco de esta convocatoria. En las pestañas siguientes se solicita **describir brevemente** los gastos asociados a cada rubro con el fin de la revisión de la razonabilidad del presupuesto frente al alcance de la propuesta

DESCRIPCIÓN DE LOS RUBROS
1. Servicios profesionales o de asistencia técnica: Este rubro contempla personal contratado por prestación de servicios profesionales, técnicos o de asesoría . En este rubro, no se autoriza el pago de investigadores de otras instituciones eventualmente vinculados a los proyectos, pues estos costos, deben ser incluidos como contrapartida aportada por ellas.
2. Equipos y software: equipos y software requeridos para el desarrollo del proyecto. Su necesidad y cantidad deben justificarse brevemente.
3. Materiales, Insumos y Documentación: Adquisición de materiales, insumos, gastos de alimentación, adquisición de bibliografía, suscripción a redes científicas, tramites de documentación como: seguros para investigadores, co-investigadores y/o auxiliares de investigación y trámites y licencias para la protección de innovación de las actividades CTel. Y demás elementos necesarios para el desarrollo de las actividades previstas en el proyecto.
4. Gastos para transporte: Se refiere a los gastos de transporte (terrestres, aéreos y marítimos) y viáticos relacionados con las actividades a desarrollar en el marco del proyecto y que son estrictamente necesarios para la ejecución exitosa del proyecto y la generación de productos y resultados. En este apartado deberá indicar el trayecto, así como, la justificación técnica de su necesidad y cantidad en el marco del alcance de la propuesta.

Fuente: Elaboración Propia.