

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN

DIRECCIÓN DE PROYECTOS

DOCUMENTO 1

Informe final de proyectos de investigación y extensión

Proyecto de investigación:

Amón_RA. Implementación de la realidad aumentada como herramienta para la puesta en valor y difusión del paisaje urbano histórico de barrio Amón

Escuela de Arquitectura y Urbanismo

Escuela de Diseño Industrial

Escuela de Ingeniería en Computación

Septiembre, 2020

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN

DIRECCIÓN DE PROYECTOS

INFORME FINAL

Proyecto de Investigación

Código VIE: 1412003.

Amón_RA. Implementación de la realidad aumentada como herramienta para la puesta en valor y difusión del paisaje urbano histórico de barrio Amón.

COORDINADOR

Dr. Arq. David Porras Alfaro

OTROS INVESTIGADORES

Dra. Arq. Kenia García Baltodano.

Mtr. Arq. Dominique Chang Albizurez (Nombramiento del 14 de mayo al 30 de junio de 2018).

Mtr. Arq. Jose Pablo Bulgarelli Bolaños.

Mtr. Arq. Tomás Martínez Baldares (Finalizó su participación el 7 de mayo de 2018).

Mtr. Ing. Erika Solano Fernández (A partir del 1 de enero de 2019).

Mtr. Ing. Esteban Arias Méndez. (Finalizó su participación el 31 de diciembre de 2018).

Mtr. María del Carmen Valverde Solano (A partir del 1 de septiembre de 2017).

ESTUDIANTES PARTICIPANTES

Ver documento 2.

Septiembre, 2020

1. Tabla de contenido

Tabla de contenido	2
Código y título del proyecto	3
Autores y direcciones	4
Resumen	6
Palabras clave	6
Introducción	7
Marco Teórico	9
Metodología	15
Resultados	35
Resultados objetivo 1	35
Resultados objetivo 2	40
Resultados objetivo 3	51
Resultados objetivo 4	55
Resultados objetivo 5	61
Resultados objetivo 6	64
Discusión y conclusiones	78
Recomendaciones	84
Agradecimientos	86
Referencias	87

3. Código y título del proyecto

Código del Proyecto VIE: 1412003.

Nombre del proyecto: **Amón_RA. Implementación de la realidad aumentada como herramienta para la puesta en valor y difusión del paisaje urbano histórico de barrio Amón.**

4. Autores y direcciones

Tabla 1. Investigadores participantes en el proyecto de investigación.

Investigadores	Escuela	Correo electrónico	Nombramientos
Dr. Arq. David Porras Alfaro (Coordinador)	Arquitectura y Urbanismo	dporras@tec.ac.cr	Del 1 de enero de 2017 al 31 de diciembre de 2019
Dra. Arq. Kenia García Baltodano		kgarcia@tec.ac.cr	Del 1 de enero de 2017 al 31 de diciembre de 2019
Arq. Dominique Chang Albizurez		dchang@tec.ac.cr	Del 14 de mayo al 30 de junio de 2018
Mtr. Arq. Jose Pablo Bulgarelli Bolaños.		jbulgarelli@tec.ac.cr	Del 1 de enero de 2017 al 31 de diciembre de 2018 (Beca de la Dirección de Posgrados). Del 1 de enero al 31 de diciembre de 2019
Mtr. Arq. Tomás Martínez Baldares		tmartinez@tec.ac.cr	Del 1 de enero de 2017 al 7 de mayo de 2018
Mtr. Ing. Erika Solano Fernández	Ingeniería en Computación	ersolano@tec.ac.cr	Del 1 de enero al 31 de diciembre de 2019
Mtr. Ing. Esteban Arias Méndez.		esteban.arias@tec.ac.cr	Del 1 de julio de 2017 al 31 de diciembre de 2018

Mtr. María del Carmen Valverde Solano	Ingeniería en Diseño Industrial	mervalverde@itcr.ac.cr	Del 1 de septiembre de 2017 al 31 de diciembre de 2019
---------------------------------------	---------------------------------	--	--

Tabla 2. Participantes externos.

Participante	Institución	Observaciones
Dr. Diego A. Barrado Timón	Universidad Autónoma de Madrid, España	N/A
Dra. Carmen Hidalgo Giralt		N/A
Mtr. Arq. William Monge Quesada	CICPC, MCJ, Costa Rica	Del 1 de enero de 2017 al 8 de mayo de 2018
Arq. Marcia Briceño Valverde		Del 1 de enero de 2017 al 8 de mayo de 2018
Lic. Lilliam Quesada Carvajal	Directora Servicios Culturales, MSJ, Costa Rica	Del 1 de enero de 2017 al 31 de enero de 2018
Lic. Marcela Villalobos Angulo	Oficina de Turismo, MSJ, Costa Rica	N/A

5. Resumen

El proyecto de investigación Amón_RA implementó la realidad aumentada para la puesta en valor y difusión del paisaje urbano histórico del barrio Amón. Su abordaje se realizó a través de una metodología multidisciplinaria que abarcó un amplio estudio técnico de las variables urbanas, arquitectónicas, históricas, sociales y culturales del sitio para generar los contenidos de la aplicación; el análisis de usuarios, requerimientos y diseño de aplicaciones móviles y entornos virtuales; y el desarrollo de la aplicación por medio de un proceso iterativo e incremental.

Como resultados del proyecto, resalta la identificación de los elementos que componen el paisaje urbano histórico de barrio Amón (PUHBA), procesos participativos con agentes sociales, un prototipo, el diseño de software e interface, el desarrollo de la aplicación y la evaluación de su utilización.

Como principal conclusión, se evidencia que, a pesar de su despoblamiento y terciarización, Amón es un barrio josefino que cuenta con una serie de valores patrimoniales de tipo histórico, estético, simbólico, cultural y social que lo convierten en un referente de la ciudad y de los diversos procesos que han moldeado su configuración urbana.

Mediante el uso de las TIC fue posible contribuir a la dinamización de los recursos y servicios del barrio mediante la puesta en valor y difusión del PUHBA, siendo una oportunidad para enriquecer la experiencia de las personas en el sitio, fomentando un mayor reconocimiento de los valores y potencialidades de los espacios urbanos históricos.

6. Palabras clave

Aplicación móvil; Tecnologías de la Información y la Comunicación; San José, Costa Rica; Patrimonio; Metodología Iterativa e Incremental.

7. Introducción

Barrio Amón en la actualidad se distingue por su carácter variopinto, donde conviven la mixtura de usos, las edificaciones antiguas y modernas, los residentes y los visitantes, el comercio y las instituciones, evidenciando una estratificación histórica y cultural de más de 120 años, lo cual invita a utilizar el concepto de paisaje urbano histórico (UNESCO, 2011) con el fin de comprender la complejidad del espacio.

Es importante destacar que se trata de uno de los espacios josefinos con mayor densidad de edificaciones con declaratoria de Patrimonio Histórico Arquitectónico (nueve en total) y una significativa cantidad de inmuebles de interés patrimonial. Además, Amón es uno de los principales atractivos turísticos de la ciudad de San José; desde hace ya varias décadas se ha desarrollado una importante oferta turística en el sector que se complementa con una serie de instituciones, centros culturales y emprendimientos gastronómicos y artísticos que le aportan gran interés. No obstante, barrio Amón también es un espacio con problemáticas urbanas que lo ponen en riesgo como son el turismo sexual, el despoblamiento, la tercerización de usos, la especulación inmobiliaria, entre otros, que le restan atractivo habitacional y atraen nuevas problemáticas sociales.

A pesar de ello, y a el envejecimiento de la población residente, Amón aún conserva un significativo número de vecinos, que han aprendido a convivir con la mixtura de usos y la dinámica actual del vecindario; asimismo, resalta la organización comunal existente y el apoyo que reciben por parte de algunas instituciones presentes en el barrio. Actualmente, alberga a varias instituciones públicas, académicas y culturales; además, forma parte del Centro Histórico de San José y sus Ensanches, según la declaratoria oficial de la Municipalidad de San José de 2013.

El proyecto de investigación Amón_RA se planteó con la finalidad de contribuir a la puesta en valor y difusión del paisaje urbano histórico de barrio Amón (PUHBA), para ello, utilizó las tecnologías de la información y la comunicación a través de una aplicación móvil con realidad aumentada y una página web para la proyección del proyecto. Con ello, se buscó promover la innovación y la vinculación de la universidad con su entorno, dado que el Campus Tecnológico Local San José y las escuelas de Arquitectura y Urbanismo y Computación tienen presencia en barrio Amón.

Amón_RA constituye una apuesta tecnológica pionera en el país, ya que a la fecha no existen aplicaciones similares; pues si bien la realidad aumentada (RA) ha sido utilizada

en temas comerciales y educativos, no hay referencias nacionales en cuanto al desarrollo de aplicaciones móviles relacionadas al patrimonio o al paisaje urbano histórico. Por tanto, este proyecto constituye para el TEC un ejemplo de generación de conocimiento al servicio de la comunidad costarricense.

Metodológicamente, el proyecto planteó un trabajo interdisciplinario acorde con las tres escuelas participantes, enfocado en tres grandes áreas:

- Generación de contenidos a partir del estudio del paisaje urbano histórico, liderado por la Escuela de Arquitectura y Urbanismo.
- Diseño conceptual, usabilidad y prototipo de la aplicación móvil, además de la creación de marca, por parte de la Escuela de Diseño Industrial.
- Desarrollo del software con RA para la aplicación móvil, a cargo de la Escuela de Ingeniería en Computación.

Para su desarrollo, se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo General: Implementar realidad aumentada como herramienta para la puesta en valor y difusión del paisaje urbano histórico de barrio Amón.

Objetivos específicos:

- **Objetivo 1:** Identificar los elementos que componen el PUHBA.
- **Objetivo 2:** Contrastar la información base del PUHBA con la participación de agentes sociales involucrados en el proyecto.
- **Objetivo 3:** Elaborar un prototipo de aplicación para realidad aumentada en el PUHBA.
- **Objetivo 4:** Diseñar el software y su interfaz para el procesamiento de la información bajo la utilización de realidad aumentada.
- **Objetivo 5:** Desarrollar la aplicación móvil de realidad aumentada (Amón_RA).
- **Objetivo 6:** Evaluar la utilización de la aplicación móvil (Amón_RA) con miras a su mejoramiento y posible empleo en otros contextos.

Por su complejidad, alcance y diversidad metodológica, Amón_RA se convirtió en un reto para el equipo investigador, que requirió de aprendizaje, amplias sesiones de trabajo colaborativo, consensos multidisciplinarios, vinculación con actores sociales, integración de la investigación y la docencia, producción académica y la creación de un producto al servicio de la comunidad de barrio Amón.

8. Marco Teórico

Para desarrollar tecnología de realidad aumentada para la puesta en valor y difusión del paisaje urbano histórico de barrio Amón fue fundamental la investigación en temas tecnológicos vinculados a la creación de aplicaciones móviles, su usabilidad y prototipado y los análisis técnicos de tipo urbano, arquitectónico, social y cultural que permitieron la determinación de contenidos acordes a las necesidades de revalorización urbana y patrimonial, así como la perspectiva de diversos actores sociales directamente implicados.

En sus más de ciento veinte años de existencia, Amón ha sido un espacio en constante evolución, manteniendo su esencia de espacio residencial y en buena parte su tejido urbano, por lo que guarda huellas de su pasado ligado a la bonanza económica de principios del siglo XX, la producción cafetalera y su relación con las clases adineradas de la época (Quesada, 2001; Quesada, 2003 y Quesada, 2007).

El empresario francés radicado en el país, Amón Fasileau-Duplantier, presentó el proyecto de expansión urbana a la Municipalidad de San José, convirtiéndose en una oportunidad para la transformación de antiguos cafetales en nuevos espacios residenciales para la clase alta de la capital, principalmente conformada por beneficiadores de café, políticos y comerciantes. Este nuevo modelo residencial en San José, con la intervención de agentes privados, permitió urbanizar antiguos sectores dedicados a la cafcultura (García, 2016). El proceso de conformación inició en 1897 con las primeras obras de urbanización, para posteriormente, entre 1910 y 1930, consolidar el espacio barrial con vocación residencial (Porrás, García e Hidalgo, 2017).

Actualmente, es un barrio josefino que cuenta con una serie de valores patrimoniales de tipo histórico, estético, simbólico, cultural y social que lo convierten en un referente de la ciudad y de los diversos procesos que han moldeado su configuración urbana. Se trata de un espacio con presencia institucional, de gran importancia dentro de la memoria colectiva de la ciudad capital y un innegable atractivo para nacionales y turistas, de ahí la importancia en complementar la percepción e interacción de los usuarios con el mundo real.

Ante las problemáticas que en las últimas décadas han afectado su imagen, como el despoblamiento, la terciarización, los abruptos cambios en el uso de la tierra y la inserción de nuevos usos discordantes con la residencia, y otros procesos como la prostitución, el turismo sexual, la indigencia y la pérdida de espacios y edificaciones de valor patrimonial y urbano, fue necesario el empleo de nuevas tecnologías que promuevan el desarrollo, la

innovación y la vinculación de la universidad con su entorno. Por medio del acercamiento de las personas a una vivencia de la ciudad más interactiva con fines educativos, culturales y turísticos, se contribuyó a reforzar la puesta en valor del paisaje urbano histórico de barrio Amón.

El concepto de paisaje urbano histórico (PUH) se consolidó tras el trabajo realizado por la UNESCO como resultado de la Conferencia General de esta organización en 2011. Según la Recomendación (UNESCO, 2011), el paisaje urbano histórico es:

“(…) la zona urbana resultante de una estratificación histórica de valores y atributos culturales y naturales, lo que trasciende la noción de “conjunto” o “centro histórico” para abarcar el contexto urbano general y su entorno geográfico. Este contexto general incluye otros rasgos del sitio, principalmente su topografía, geomorfología, hidrología y características naturales; su medio urbanizado, tanto histórico como contemporáneo; sus infraestructuras, tanto superficiales como subterráneas; sus espacios abiertos y jardines, la configuración de los usos del suelo y su organización espacial; las percepciones y relaciones visuales; y todos los demás elementos de la estructura urbana. También incluye los usos y valores sociales y culturales, los procesos económicos y los aspectos inmateriales del patrimonio en su relación con la diversidad y la identidad.”

Conti (2009) señala que el concepto fue introducido originalmente en 2005 al debate internacional a partir del encuentro sobre “El Patrimonio Mundial y la arquitectura contemporánea” realizado por el Centro de Patrimonio Mundial de la UNESCO, y que dio como resultado el Memorando de Viena. Este documento es enfático en señalar que el concepto de paisaje urbano histórico trasciende a la idea de “centro histórico”, “conjuntos” o “alrededores” al incluir las variables territorial y paisajística. En este sentido presenta una visión integral del territorio, que más allá de la inclusión básica y tradicional del medio construido, incorpora los aspectos económicos, socioculturales y medioambientales; entendidos todos ellos como parte de un proceso evolutivo que ha dado como resultado una serie de estratos que hoy conforman la ciudad.

Para autores como Bandarin y van Oers (2012) dentro del concepto de PUH se encuentra implícito el reconocimiento de una serie de capas de significados y valores históricos de la ciudad, que han sido depositados a través del tiempo por diferentes personas bajo diversas coyunturas. Para Khalaf (2018) el PUH intenta reconectar diferentes aspectos del patrimonio: lo estático y lo dinámico, lo cultural y lo natural, lo tangible y lo intangible; esto elimina los límites que confinan al patrimonio en un mundo siempre cambiante e intenta conciliar las ideas de desarrollo y conservación.

El concepto de PUH plantea que la ciudad es un continuo espacial y temporal, en el que se suma el legado de incontables grupos de población (UNESCO, 2013). Por ende, para

lograr la conservación de estos espacios, se requiere analizar los diferentes puntos de vista de los agentes que participan en su construcción social que, como menciona Taylor (2016), contribuye a comprender los diversos significados que las personas atribuyen a los paisajes urbanos. Como señalan Ginzarly et al. (2018) el PUH no es una nueva categoría de patrimonio sino una herramienta que integra políticas y prácticas de conservación, en busca de lograr un desarrollo más holístico basado en los valores del patrimonio urbano.

En este sentido la difusión del paisaje urbano histórico, que permita una mayor sensibilización sobre sus valores patrimoniales y sociales, se convierte en una actividad fundamental para promover la conservación. La Recomendación sobre Paisaje Urbano Histórico (UNESCO, 2011) alienta para este fin el uso de nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) que permitan registrar, entender y exponer estos complejos espacios urbanos.

Las TIC constituyen herramientas que han revolucionado la forma de interactuar y entender el entorno a partir de las posibilidades que brindan a los usuarios al contar con un mayor acceso a la información, según la visión que buscan los Objetivos de Desarrollo Sostenible de 2015 y la Nueva Agenda Urbana de 2017 (Porrás, 2019). Si bien existen diversas discusiones respecto al uso de la TIC y sus posibles efectos, tanto positivos como negativos (Barrado-Timón y Hidalgo-Giralt, 2019), lo cierto es que son herramientas de gran uso en la actualidad y que ofrecen una serie de beneficios en temáticas como la organización del tránsito, el medio ambiente, la seguridad de espacios públicos, el planeamiento urbanístico, el transporte público, el turismo, la cultura, entre otros. Las aplicaciones móviles y la realidad aumentada son TIC que permiten la interacción del usuario con el entorno y aportan a los centros urbanos consolidados herramientas en contra de problemas como el despoblamiento y el abandono, resaltando sus múltiples valores patrimoniales, memoria histórica y la capacidad para concatenar nuevos procesos productivos.

Además, aportan a la construcción de ciudades inteligentes, concepto entendido como centros urbanos que usan tecnologías de la información y la comunicación para hacer que sus componentes, servicios públicos e infraestructura sean eficientes, interactivos y haga a sus ciudadanos conscientes de ello (Fundación Telefónica, 2011). Se convierte en una plataforma digital que permite maximizar procesos hacia la sostenibilidad, la innovación, la eficiencia, la participación, la gobernanza y las técnicas de análisis avanzado de información (Ontiveros, Vizcaíno y Sabater, 2016). El PUH y la ciudad inteligente encuentran compatibilidad en la formulación de objetivos con una visión a largo plazo,

para registrar, exponer y entender la compleja red de información que constituyen las zonas urbanas.

En este sentido, es necesario señalar que barrio Amón se ubica dentro de los ‘Ensanches Históricos’ del Centro Histórico de San José, figura establecida por la Municipalidad en el año 2013. Según el Acuerdo Municipal del 8 de enero de 2013 en estas zonas deberá mejorarse las condiciones urbanas actuales y promover el turismo. Proyectos como Amón_RA contribuyen a este propósito, a través del mejoramiento de la experiencia de las personas en el barrio, ampliando la información sobre atractivos históricos y patrimoniales ligados a la visión del PUH, así como también ofreciendo datos sobre la planta turística existente. Dicha vinculación, se refleja en el 5to Eje de Desarrollo: Turismo y Tecnologías de Información para la Ciudad del Plan de Acción para la Recuperación del Centro Histórico de San José 1851 (MSJ-TEC, 2016).

De igual forma, el municipio a través de la Política Cultural de la Ciudad de San José y su Plan de Acción 2013-2021 estableció diferentes ejes, entre los que destacan por su relación con el proyecto Amón_RA: ‘Construyamos un San José vivo y diverso’; ‘Reinventemos la ciudad a través de la memoria y el patrimonio’; e ‘Incubemos procesos innovadores para un San José creativo, competitivo y abierto al mundo’. Recientemente, el Plan 4D-2050: San José Vive: Regenerando el Centro. Plan Maestro de Regeneración Urbana y Reconversión Productiva de los Cuatro Distritos Centrales de San José, Costa Rica (BID-MSJ, 2019) estableció en la Línea Estratégica 6: Impulso de la Competitividad del Sector Cultural, el Proyecto 6.1. Proyecto de Desarrollo de un Modelo de Gestión del Sistema Integral de Bienes Patrimoniales y Culturales, resaltando el sector de las TICs y ejemplos como el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada.

Amón_RA estableció un planteamiento que permitió el desarrollo del software y los elementos de la interfaz necesarios para la vinculación del usuario con una realidad mixta en tiempo real, combinando su visión del contexto con elementos o ambientes virtuales. Esta herramienta brinda información adicional al usuario en su visita al barrio, ampliando su experiencia a través de medios virtuales a los cuales pueda ingresar por medio de dispositivos tecnológicos, haciendo uso de modelos tridimensionales, audios, vídeos, vistas aéreas, imágenes, cartografía e información complementaria que nutre su experiencia durante el recorrido. La aplicación aporta información ligada al PUH incluyendo las actividades desarrolladas en el entorno (culturales, comerciales, turísticas e institucionales) dando sentido a la nueva visión de conservación del patrimonio por medio de la manipulación de sistemas de información que conduzcan a su apropiación cultural.

En los últimos años, la RA ha tomado relevancia en diferentes sectores productivos; muchos países ya la han empleado en actividades vinculadas al turismo, la arquitectura,

la puesta en valor del patrimonio, el marketing urbano, la educación, la medicina (Camargo, Sepúlveda y Castro, 2010), mercadeo móvil, publicidad, industria gráfica, entretenimiento, entre otros. En Costa Rica el desarrollo de la RA se ha enfocado a temas educativos y mercadeo de productos; no obstante, su potencial aún no había sido aprovechado directamente en temáticas ligadas a aspectos urbano-arquitectónicos ni patrimoniales.

Johnson et al. (2013) definen la realidad aumentada 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” (p. 12). La RA es una variación de entornos virtuales, o realidad virtual, como se le conoce más comúnmente, en la que el usuario está inmerso completamente en un ambiente sintético y no puede ver el mundo real que le rodea. En contraste, la RA permite al usuario ver el mundo real con objetos virtuales superpuestos o compuestos con el mundo real, suplementando la realidad más que reemplazarla (Azuma, 1997).

Se trata de una tecnología que permite relacionar imágenes en tiempo real así como la posición geográfica del usuario, con metadatos asociados y almacenados en un equipo informático (Fombona, Pascual y Madeira, 2012). Por lo tanto, puede decirse que la RA permite incorporar información en diferentes formatos virtuales (videos, audios, texto) a un elemento real (espacio, objeto, etc.), con lo cual el usuario puede ampliar su experiencia más allá del contacto con los objetos y el entorno físico.

Para Badilla y Sandoval (2015) se requiere de varios componentes para el funcionamiento de la realidad aumentada; en primer lugar, se necesita de hardware, el cual incluye una computadora o dispositivo móvil, una pantalla, una cámara y un marcador (geolocalización, reconocimiento de imágenes). En segundo lugar, es necesario contar con un software que puede estar compuesto por una aplicación informática o por un programa específico para realidad aumentada y un servidor de contenidos. Sobre estos aspectos técnicos de funcionamiento se profundizará en la sección de resultados, así como el proceso denominado Ciclo de Desarrollo de Software (SDLC, por sus siglas en inglés Software Development Life Cycle) (Sommerville y Alfonso Galipienso, 2011), el cual comprende un conjunto de actividades fundamentales que son comunes a todos los procesos de software utilizados en el desarrollo de Amón_RA.

La aplicación de la realidad aumentada para la puesta en valor del patrimonio y la educación, tiene un importante recorrido a nivel internacional. Como parte del proceso de investigación se realizó una búsqueda en detalle para conocer algunos de los principales ejemplos en relación al uso de esta tecnología, sus aplicaciones, construcción y herramientas. Por ejemplo, pueden citarse dentro de espacios museísticos el [Museum für](#)

[Naturkunde de Berlín](#), el [American Museum of Natural History de Nueva York](#), el [Museo Civico d'Arte Antica](#) y el [Museo Nacional de Ciencias Naturales en Madrid](#). Asimismo, se encontraron otros ejemplos en ciudades históricas, y ligado a recursos culturales y turísticos del territorio; algunos ejemplos de ello son: la [Guía de Realidad Aumentada de Segovia \(España\)](#) y el [Streetmuseum del Museum of London](#). Otros ejemplos, están más vinculados al patrimonio arqueológico, entre ellos se pueden citar [Archeoguide](#) (Vlahakis *et al.*, 2002), [Córdoba Romana](#) (Del Pino y Soriano, 2012) y [Teotihuacán_RA](#). La sistematización en detalle de la búsqueda de referenciales se encuentra a disposición en la sección de resultados.

Como puede verse en los ejemplos anteriores, y desde la visión multidisciplinar con la que fue desarrollado este proyecto, el diseño de la aplicación móvil se volvió un proceso fundamental desde su etapa de prototipo hasta la materialización de la herramienta. Por medio de la metodología para el análisis y diseño de herramientas de software (usability cookbook) (Hernández-Castro, 2016), la cual se divide en tres grandes áreas: investigación previa, arquitectura α y arquitectura β , se adaptó para el caso en que se está desarrollando la aplicación móvil desde el principio. Este insumo se utilizó tanto para el desarrollo de la aplicación móvil Amón_RA como para la elaboración de la página WEB del proyecto de investigación.

Como parte de la combinación de metodologías aportadas por cada ámbito disciplinar, la metodología Lean Startup (Ries, 2011) apoyó el proceso de desarrollo del producto. Su uso se centró en la combinación de fases de experimentación, etapas del producto iterativo y validación del aprendizaje con el equipo y los actores sociales participantes, cuyo enfoque se basó en crear nuevos productos y entregarlos a los usuarios de forma más rápida. También, para el proceso de identificación y validación de requerimientos y funcionalidades, se utilizó la metodología de requerimientos y diseño de interfaces según Calvo-Elizondo (2017).

9. Metodología

La metodología seguida para el proyecto se basó en un trabajo interdisciplinar, en el cual se llevó a cabo un proceso sistemático y de continua retroalimentación por parte de todos los miembros del equipo investigador. A continuación, se describe la metodología aplicada según cada uno de los objetivos.

OE1. Identificar los elementos que componen el paisaje urbano histórico de barrio Amón (PUHBA).

Para este objetivo se utilizó como referencia principal la Recomendación sobre Paisaje Urbano Histórico de UNESCO (2011) en la cual se definen los elementos que componen este tipo de paisaje; siendo la guía teórica para el abordaje del estudio. Se empleó la investigación cuantitativa y cualitativa para el desarrollo del objetivo, para lo que fue fundamental el trabajo de campo en la identificación de elementos in situ y la verificación de datos.

El levantamiento de información en campo permitió identificar, cuantificar y caracterizar aspectos referentes al paisaje urbano histórico de barrio Amón, por ejemplo la oferta cultural, gastronómica e institucional, así como los inmuebles con declaratoria de patrimonio histórico-arquitectónico y otros de interés patrimonial. El registro de datos se apoyó en el uso vídeos, fotografías e imágenes aéreas (Drone). La información recabada en el sitio se geocalizó para ser utilizada en un Sistema de Información Geográfica (SIG) básico utilizando la aplicación My Maps de Google.

Este primer objetivo, además requirió de una amplia revisión de fuentes documentales, primarias y secundarias, que permitió la obtención de información general y específica para la comprensión del PUHBA a partir de su compleja estratificación. Mediante un abordaje sistémico se determinaron los principales valores del entorno contemplados dentro del concepto de paisaje urbano histórico.

Una parte importante del trabajo realizado para este objetivo fue la documentación de los inmuebles patrimonio histórico-arquitectónico y otros de interés patrimonial. Por ello, se identificaron datos documentales y se realizó el levantamiento arquitectónico y fotográfico de inmuebles que luego se sistematizaron en fichas de inventario y se realizaron modelos 3D.

La información obtenida de carácter histórico, urbano, arquitectónico, natural, cultural y social, se sistematizó y analizó a través de programas informáticos como Excel, Word, AutoCAD, Revit, Sketch Up, Photoshop, Illustrator, Google Earth, entre otros. La información obtenida a partir de todo este proceso permitió la generación de contenidos que posteriormente se utilizaron como insumo para la generación del APK. Para el almacenamiento de información se creó un reservorio de contenidos cuya estructura responde al Wireframe (versión 38) y la Arquitectura de Información Beta, ambos desarrollados en el objetivo 3.

En la solicitud de ampliación para el proyecto de investigación se planteó la necesidad de realizar una página web para el proyecto. La metodología empleada está basada en el trabajo del PhD. Franklin Hernández-Castro, Metodología para el análisis y diseño de aplicaciones (usability cookbook). Dadas las restricciones institucionales para las páginas web (a nivel del *look and feel* se deben cumplir las disposiciones de la Oficina de Comunicación y Mercadeo del TEC, y se deben acatar las recomendaciones del Manual de Marca del Tecnológico de Costa Rica), los pasos de la metodología fueron reducidos a la medida de las necesidades.

Dentro de las actividades para el desarrollo de la página web se realizó una lluvia de ideas para definir los posibles contenidos que esta tendría, luego con base en dicha información se procedió a realizar un levantamiento de los supuestos y requerimientos de la página web. La premisa en la definición de los contenidos fue que la información de la página web fuera una ampliación a aspectos de contenido de la aplicación. Para el análisis de referenciales se analizaron algunas páginas de proyectos del Tecnológico de Costa Rica, como: Grupo Parma, Juncos 2019, Centro de Investigaciones en Biotecnología y el proyecto Equality.

Con base a lo anterior se procedió a realizar la definición de la arquitectura alpha con la iteración de tres propuestas que sirvieron para determinar el contenido. Una vez teniendo las aprobaciones de la Oficina de Comunicación y Mercadeo, se procedió a crear la página siguiendo el estilo institucional.

OE2. Contrastar la información de base del PUHBA con la participación de los agentes sociales involucrados en el proyecto.

La información obtenida en la primera etapa de la investigación fue contrastada por medio de procesos participativos con los diversos actores involucrados, esto debido a que el concepto de paisaje urbano histórico lleva implícito el tema de la participación ciudadana y la visión de los agentes sociales, en especial de la comunidad, como parte fundamental

en la determinación de los principales valores de la zona. Paralelo a procesos participativos formales planteados en la propuesta del proyecto, se aprovechó la oportunidad de realizar un proceso de recolección de información cualitativa a través de la participación en el festival Amón Cultural 2017.

Dentro de los procesos formales, una primera etapa consistió en la identificación de los agentes y, posteriormente, la clasificación de los mismos en cuatro grupos: vecinos, instituciones públicas, fundaciones y organizaciones de la sociedad civil, oferta cultural y urbana. Como segunda etapa, se recolectó la información básica de los agentes y a partir del conocimiento de ese público meta, se establecieron estrategias para elaborar los talleres que conformaron el proceso participativo.

En cada taller se implementaron técnicas de investigación social como el *focus group*, la cartografía social, las lluvias de ideas, los relatos y mapas mentales. Para el proceso se elaboró una [carta metodológica](#) donde se detalló el alcance de cada uno de los talleres; en concreto, para este objetivo se realizaron dos talleres formales y una participación en Amón Cultural.

Todos los datos recabados se sistematizaron bajo diversos formatos: grabaciones, videos, informes. La información obtenida del proceso participativo permitió validar, corregir y ampliar los resultados del primer objetivo. Con las actividades desarrolladas también se estableció un diálogo con los diferentes actores para concretar vínculos con el fin de ampliar información, más allá de los talleres y proponer mejoras al contenido de la aplicación.

OE3. Elaborar un prototipo de aplicación móvil para realidad aumentada en el PUHBA.

Para el tercer objetivo, primeramente se llevó a cabo una exploración de herramientas existentes de realidad aumentada en dispositivos móviles. Para ello, se revisaron de manera comparativa una serie de herramientas y se evaluaron sus potencialidades y características a través de una matriz de síntesis de hallazgos. Seguidamente, se procedió a probar y documentar las potencialidades de dichas herramientas, y finalmente, se vincularon ejercicios de exploración sobre la herramienta de RA con los procesos de docencia. El detalle metodológico se puede acceder en el [Informe Final de participación Ing. Esteban Arias Méndez](#) (sección Actividades Desarrolladas por Objetivo Específico).

Esta idea se apoyó en la realización de actividades para la difusión de la realidad aumentada, por ello en el marco del Festival Amón Cultural 2018 se planteó una actividad

de vinculación de ejercicios de exploración con los procesos de docencia de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo y la Escuela de Ingeniería en Computación.

En segundo lugar, se definió el concepto, funcionalidad y usabilidad de la aplicación. Para ello se tomó como base la metodología para el análisis y diseño de aplicaciones (usability cookbook); elaborada por el PhD. Franklin Hernández-Castro. La metodología propone tres grandes fases en el diseño de una aplicación. La primera fase implica tres aspectos:

- Investigación previa: al ser el caso de un diseño de una aplicación móvil donde no se tienen precedentes, se decidió emplear la técnica de supuestos y requerimientos, la cual consiste en reunirse con los involucrados del proyecto para comprender cuales son las necesidades que se supone debe tener la nueva herramienta.
- Análisis de referenciales de aplicaciones de Realidad Aumentada (RA): esto se realiza con el propósito de valorar los patrones de diseño, así como los mínimos comunes que se debían tener en cuenta para el diseño de la aplicación móvil Amón_RA.
- Análisis de necesidades de los usuarios: se realizaron entrevistas con el equipo investigador de las tres escuelas involucradas y con potenciales usuarios de la aplicación. Además, se empleó la técnica de creación de “Persona” que consiste en generar arquetipos de personas usuarias de la aplicación, se definieron las necesidades por cada una y se realizó la estimación de tráfico.

Como parte del proceso se realizaron talleres participativos con agentes involucrados en el proyecto. El primer proceso se denominó “¿Cómo te imaginas Amón_RA?” el cual se entiende como un taller de comprobación de funcionalidades. En el segundo taller, o “*card sorting*”, se validaron los términos y estructura de los contenidos de la aplicación. En el último taller, denominado como “*Digital Prototyping*”, se validó la arquitectura de la información alpha modificada y la nomenclatura de la aplicación; además del reconocimiento de los patrones de diseño, jerarquía y secuencia de lectura. La información detallada de cada taller se sistematizó a través de cartas metodológicas.

Los hallazgos encontrados con la aplicación de las anteriores técnicas, permitieron fundamentar los cambios en la arquitectura beta, con la cual, se arrancó el desarrollo de los APKs que el equipo de Computación realizó para materializar la aplicación. Continuando con la tercera, y última fase, metodología del *Usability cookbook*, se definió el *look and feel* y se inició un trabajo muy detallado en la creación de un wireframe de alta fidelidad para que sirviera de punto de partida para el diseño de la aplicación.

Con respecto al diseño de la marca y desarrollo de la campaña en redes sociales para la aplicación Amón_RA, una vez definido el look and feel para la aplicación, se vió la necesidad de rediseñar la marca que hasta el momento se había utilizado para el proyecto, ya que está técnicamente contradecía los criterios para una buena marca, como lo son: 1) comunicar el brand personality de la aplicación, 2) ser diferenciadora, 3) ser de fácil reconocimiento y 4) ser una marca con la cual se pueda crear un lenguaje. La metodología empleada para el desarrollo de la marca para la aplicación Amón_RA consistió en realizar primero un análisis de la marca existente desde los aspectos técnicos. Luego se realizó un nuevo concepto a partir del planteamiento del look and feel, ya que se vió que la frase semántica sería simple - contemporáneo.

A nivel compositivo se realizó un análisis de los elementos de la marca anterior, chincheta, mapa, texto y se generaron propuestas hasta llegar a una quinta iteración. Se procedió a definir aspectos del libro de marca, donde se detalló la composición, como la tipografía, cromática, tamaños mínimos, positivo-negativo y el desarrollo de aplicaciones para artículos promocionales como calendarios, lapiceros, broche metálico, tazas, camisetas, bolsos y redes sociales. En una segunda fase de diseño de aplicaciones se desarrolló un video para explicar que es la aplicación Amón_RA y este video tuvo una versión para el video introductorio a la aplicación y un video comercial para la página web. En una tercera fase de diseño de aplicaciones se generó una campaña para redes sociales (Facebook e Instagram) para promocionar la aplicación.

OE4. Diseñar el software y su interface para el procesamiento de la información bajo la utilización de realidad aumentada.

Para el cuarto objetivo, el equipo de computación inició un proceso de participación directo en las actividades del proyecto con miras al desarrollo de la aplicación móvil. Se establecieron varias etapas, la primera, abordó la definición metodológica y de los aspectos logísticos para utilizar en el desarrollo; la segunda, se centró en la definición de los requerimientos; una tercera, abordó la definición de la estructura y funcionamiento de la aplicación; y finalmente, una cuarta fase estableció el modelo de desarrollo de la aplicación móvil. Para esta última fase, fue necesario establecer dos momentos, el primero, mediante el cual se dio el desarrollo de la aplicación móvil mediante un modelo de desarrollo en cascada y una segunda etapa, en la cual se debió modificar y cambiar hacia un modelo iterativo e incremental.

Luego de varias actividades de exploración de herramientas posibles que se adecúen a las necesidades del proyecto, se definió como marco de trabajo el uso de la plataforma *React Native*, junto con *Vuforia* y *Unity 3D*, y se estableció un mecanismo de repositorio

compartido a través de la herramienta para el control de versiones *GITHub*. El detalle metodológico se puede acceder en el [Informe Final de participación Ing. Esteban Arias Méndez](#) (sección Actividades Desarrolladas por Objetivo Específico).

Propiamente, para la segunda etapa, en la que se estableció el análisis de los requerimientos de la aplicación, se definieron cuatro actividades: recopilación de las necesidades a resolver, se planteó el escenario de ejecución de la aplicación, se sistematizaron los requerimientos de la aplicación y se adjuntó el diseño a los posibles usuarios. El detalle metodológico se puede acceder en el [Informe Final de participación Ing. Esteban Arias Méndez](#) (sección Actividades Desarrolladas por Objetivo Específico).

En cuanto a la definición de la estructura y funcionamiento de la aplicación, se inició en una primera etapa bajo el modelo de proceso de desarrollo en cascada, se procedió con el diseño de la aplicación mediante el planteamiento de la estructura del software usando la notación del Lenguaje Unificado de Modelado para la elaboración de los diagramas de casos de uso, la selección de patrones de diseño, la elaboración de diagramas de clases de la aplicación y finalmente, la selección de herramientas para el desarrollo de la aplicación. El detalle metodológico se puede acceder en el [Informe Final de participación Ing. Esteban Arias Méndez](#) (sección Actividades Desarrolladas por Objetivo Específico).

A partir de la cuarta fase, en donde se implementó el desarrollo de la aplicación móvil, como se mencionó, en un primer momento de programación de la aplicación móvil, se estableció un modelo de desarrollo en cascada, dado que se contaba con la totalidad de los requerimientos de la aplicación que se desprendió de los objetivos anteriores, avanzando en las primeras fases de desarrollo para Android en *Real Native* (framework multiplataforma), *Vuforia* y *Unity3D* (implementación de la VR y RA), *Android Studio* (instalación de los SDK) y bibliotecas utilizadas con *React Native* (Facebook, Google). El detalle metodológico se puede acceder en el [Informe Final de participación Ing. Esteban Arias Méndez](#) (sección Actividades Desarrolladas por Objetivo Específico).

Debido a situaciones particulares, como la diferencia bastante marcada de avance en distintos niveles de la carrera de los miembros de desarrollo del equipo de computación, se generó una curva de aprendizaje muy alta en la etapa inicial de desarrollo, que sumada a la inexperiencia en el campo de desarrollo de aplicaciones móviles con servicios de VR y RA en los estudiantes, se experimentó un retraso importante en los planes de desarrollo de la aplicación.

A partir del I Semestre 2019, bajo la coordinación de la Ing. Ericka Solano, se realizó una valoración de los requerimientos mínimos de conocimientos o de avance en el plan de

estudios de los estudiantes que debían participar en el proyecto a fin de constituir un equipo más equilibrado en nivel de conocimiento y experiencia que pueda retomar el objetivo de desarrollo de la aplicación móvil. Se constituyó un nuevo equipo de cinco estudiantes de computación que se incorporaran como asistentes en el proyecto, esto por cuanto la totalidad de los estudiantes de periodos previos no podían continuar aportando al desarrollo del proyecto, lo que significó que el equipo de apoyo de la Escuela de Computación fuera totalmente nuevo.

Con base en los resultados parciales de la aplicación en su última versión a diciembre 2018, tanto en las funcionalidades implementadas y el comportamiento en aspectos no funcionales como rendimiento, eficiencia, confiabilidad, seguridad, adaptabilidad, interoperabilidad, entre otros, en el primer trimestre del año 2019 se realizó un diagnóstico interno de la aplicación, para evaluar el estado interno de construcción y el estado de cumplimiento de los objetivos con respecto al plan de trabajo establecido.

De acuerdo con los hallazgos encontrados, se sugirió una exploración sobre otras tecnologías de realidad aumentada y realidad virtual para móviles con el objetivo de hallar una combinación de herramientas que favoreciera el proceso de desarrollo de acuerdo a las exigencias de comportamiento esperadas en la aplicación no sólo desde la funcionalidad propuesta sino también de comportamiento de la aplicación en los dispositivos móviles que le aportara fluidez, velocidad y mejor respuesta.

Se replanteó la metodología del desarrollo de la aplicación, migrando a un modelo iterativo e incremental (*Iterative and Incremental Model*) a partir del I semestre 2019, esto posterior a una búsqueda bibliográfica y documental sobre los diversos tipos de modelos, en los que predominan: modelo iterativo-incremental (MII), modelo en espiral, de prototipado rápido, V-Model, Rational Unified Process, Agile Model, entre otros (Aguileta y Gómez, 2019; Pressman, 2010).

Bajo esta propuesta de modelo de proceso de desarrollo, se establecieron un conjunto de requerimientos iniciales y una serie de iteraciones o ciclos de desarrollo del software (*LCSD*, por sus siglas en inglés, *Life Cycle Software Development*). Cada una de estas iteraciones produce un incremento funcional que puede ser liberado al final de cada iteración y al mismo tiempo, permite evaluar el estado del incremento, ajustar de acuerdo a los resultados de las valoraciones obtenidas para el mismo e incorporar nuevos requerimientos de manera progresiva, que se convierte en el alcance de la siguiente iteración hasta llegar a completar el requerimiento total.

Como se mencionó, las necesidades a resolver se sistematizaron en el documento de requerimientos y se reflejaron en un prototipo desarrollado en 2018. No obstante, algunos de los requerimientos fueron modificados durante el proceso de desarrollo de la aplicación como resultados de las actividades de control y evaluación de los incrementos generados en las distintas iteraciones. Estos cambios fueron integrados de manera ordenada y gradual en las siguientes iteraciones del proceso de desarrollo iterativo incremental, de modo que las definiciones de los siguientes entregables contemplaran las nuevas observaciones que se fueron identificando.

Se continuó con el uso de *React Native* como *framework* de desarrollo móvil pero se sustituye *Vuforia* y *Unity3D* por la plataforma *Viromedia*, por sus ventajas para resolver los inconvenientes significativos identificados en el diagnóstico relacionados con la implementación de las funcionalidades de realidad virtual y realidad aumentada bajo un ambiente de desarrollo en *React Native* que se venían experimentando, con lo que se logró la finalización de todos los requerimientos propuestos para la aplicación móvil.

La propuesta de la arquitectura conceptual y detallada se propuso bajo un modelo de vistas 4+1 (*Philippe Kruchten*) donde se plantea la vista lógica, de procesos, de despliegue, física y de escenarios, con lo cual se puede obtener distintas perspectivas de la implementación de la aplicación tanto a nivel interno como a nivel de interacción con los distintos elementos requeridos para su funcionamiento (servidores, motores de bases de datos, APIs, etc.) que al momento de realizar este giro eran inexistentes en la propuesta arquitectónica de la aplicación.

Se implementó una metodología ágil de desarrollo para efectuar los cambios significativos a nivel de la propuesta inicial en el diseño de la arquitectura de la aplicación y paralelamente, se continuó con la programación de la aplicación. La aplicación se reorganizó bajo una modalidad similar a la arquitectura de capas MVC (*Model View Controller*) para tener una separación de los elementos de la capa de interacción con el usuario con los de la lógica del funcionamiento de la aplicación, así también para lograr independencia del modelo de datos y manejo de la persistencia de la información.

El modelaje de la aplicación se expresó mediante la notación del Lenguaje Unificado de Modelado (UML) tanto para la diagramación de los requisitos funcionales propuestos en el prototipo como la arquitectura de la aplicación usando el modelo de Krutchen 4+1 de vistas. La documentación correspondiente al proyecto se desarrolló en su segunda versión, pues la metodología aplicada supone la incorporación de cambios durante las distintas fases del proceso de desarrollo, permitiendo la modificación o incorporación de

nuevos elementos que estuvieran pendientes de definición y depuración a nivel de requerimientos y la consiguiente modificación estructural en la arquitectura.

Algunas decisiones de orden no funcional, con respecto al comportamiento de la aplicación en distintos dispositivos, se analizaron en la etapa de pruebas de la aplicación. También se realizó la revisión de secciones de la estructura de la aplicación con el fin de incorporar las propuestas conforme a los nuevos requerimientos que surgieron durante el proceso de desarrollo de la aplicación móvil como condicionantes de mejoras.

OE5. Desarrollar la aplicación móvil de realidad aumentada (Amón_RA)

Para el quinto objetivo, a nivel metodológico se dieron dos etapas. Una primera que dio inicio a la programación de la aplicación móvil, donde se inició con la codificación de cada una de las clases, la documentación por atributos y métodos de la clase. Este proceso se inició en la plataforma Android, y como principales herramientas se utilizaron *React Native* (*framework* elegido por su desarrollo multiplataforma); Vuforia (proceso de implementación de la RA, especialmente el control de la vista de la cámara del dispositivo móvil y el reconocimiento de objetos); *Unity3D* (para el desarrollo de la realidad aumentada en conjunto con Vuforia) y *Android Studio* (para la instalación de los SDK software development kit y para la utilización del emulador de Android). Además, se utilizaron algunas bibliotecas con *React Native* (*Facebook login*, *Google Login* y *Firebase*). El detalle metodológico se puede acceder en el [Informe Final de participación Ing. Esteban Arias Méndez](#) (sección Actividades Desarrolladas por Objetivo Específico).

Para este quinto objetivo, el reto principal consistió en desarrollar la aplicación móvil de realidad aumentada. Por ende, después de esta primera etapa de programación donde se inició con la codificación de cada una de las clases con el lenguaje de programación y la primera documentación de la aplicación, aún en desarrollo, es a través de los talleres de trabajo multidisciplinar entre las escuelas participantes que se vió la necesidad de realizar un cambio.

A pesar de esta primera parte de desarrollo, durante el 2018, debido a la programación segregada de las partes y la dificultad de establecer una metodología de desarrollo que pudiera ser monitoreada, es que a partir del primer semestre del 2019 que el equipo de trabajo de computación requirió implementar una serie de cambios a nivel de la metodología de desarrollo, arquitectura y metodología en el proceso de desarrollo. Con ello, se logró la ejecución de la nueva arquitectura interna de la aplicación, la incorporación de la nueva tecnología para el manejo de la realidad aumentada y manejo de modelos en 3D en el proyecto y las mejoras al proyecto original en aspectos de

programación en general para toda la funcionalidad contenida en el prototipo propuesto hasta ese momento por el equipo de investigación.

A partir de la metodología de desarrollo y la arquitectura propuesta, se construyó una arquitectura paralela al proyecto y se trasladaron aquellos componentes significativos y útiles para la continuación del desarrollo, así como se definió el nuevo esquema de ordenamiento de las distintas capas de la aplicación desde el manejo de objetos o componentes de interacción con el usuario, los propios de la lógica de la aplicación y el modelo que representa las entidades más importantes.

En lo que al acceso a los recursos propios de la aplicación como imágenes, textos, modelos, videos, mapas y otros recursos de la interfaz gráfica, se estableció un esquema de manejo de la persistencia de información, dado que originalmente estaba propuesta a nivel local, lo cual resultaba inapropiado no sólo por el manejo sino porque la cantidad de los recursos era importante en cantidad y pesos, por lo que se debía manejar a través de recuperación de los mismos desde una base de datos externa usando un servidor como intermediario y no de forma local como estaba propuesto originalmente. Para esto se recurrió a la base de datos *Firebase* en la nube y *PostgreSQL* con la interacción de un servidor *Heroku* accedido a través de *Ruby on Rails*. Se trasladó el proyecto a un repositorio de la Escuela de Ingeniería en Computación para que el nuevo equipo de trabajo accediera con mayor independencia, tanto a la estructura original como a la rediseñada.

Sobre la forma de trabajo del equipo de estudiantes de la Escuela de Computación y la profesora investigadora, se implementó un esquema ágil de desarrollo que permitiera definir bloques de trabajo manejables e integrados. Una vez que el núcleo de la aplicación fue estabilizado en la nueva arquitectura, se asignó a cada miembro del equipo un módulo de la aplicación especificado en el prototipo generado en los objetivos anteriores, de modo que se estimulara mayor aprendizaje, dominio y especialización sobre los requerimientos y sus particularidades de implementación. Esto permitió que varias secciones de la aplicación se desarrollaran en paralelo.

Las iteraciones propuestas al equipo de investigación fueron siete con una duración de mes y medio en promedio, desde el inicio del primer semestre del 2019, hasta diciembre 2019: una inicial para el acondicionamiento del nuevo proyecto, cinco para el desarrollo de la aplicación y una final para la recopilación de las pruebas finales propuestas por el proyecto de investigación.

Durante el segundo semestre 2019, con los incrementos parciales liberados del proceso de desarrollo, se concretaron los aspectos de imagen y funcionamiento por medio de un trabajo multidisciplinar entre las escuelas, de donde se desprenden múltiples observaciones sobre aspectos visuales y de comportamiento, una vez que se cuenta con versiones funcionales para su valoración. Esto representó la reprogramación de algunos requerimientos funcionales que presentaban inconsistencias de acuerdo a lo esperado, y finalmente, la incorporación de nuevos requerimientos funcionales que a diciembre de 2018 no habían sido incorporados en la fase de programación producto del intercambio entre las tres escuelas participantes.

Estas nuevas observaciones fueron integrándose al plan de requerimientos a atender en las siguientes iteraciones, de modo que se fue avanzando en la construcción de la aplicación al mismo tiempo que se realizó el proceso de depuración de los incrementos liberados.

La documentación externa, tanto técnica como de usuario, se construyeron durante la ejecución del proceso de desarrollo, pero se liberaron como entregable final, por los múltiples cambios a los que se exponía de manera natural por el mismo proceso de desarrollo definido.

OE6. Evaluar la utilización de la aplicación móvil (Amón_RA) con miras a su mejoramiento y posible empleo en otros contextos.

1. Procesos de evaluación:

La evaluación de la aplicación móvil implicó, por un lado, pruebas para analizar su desempeño y viabilidad tecnológica; y por otro, evaluar la herramienta a través de la opinión de usuarios y de expertos para valorar aspectos relacionados a su validez como instrumento de interpretación, así como su usabilidad y funcionalidad. Para este objetivo se llevaron a cabo cinco estrategias diferentes que permitieran evaluar la aplicación; las mismas se exponen a continuación:

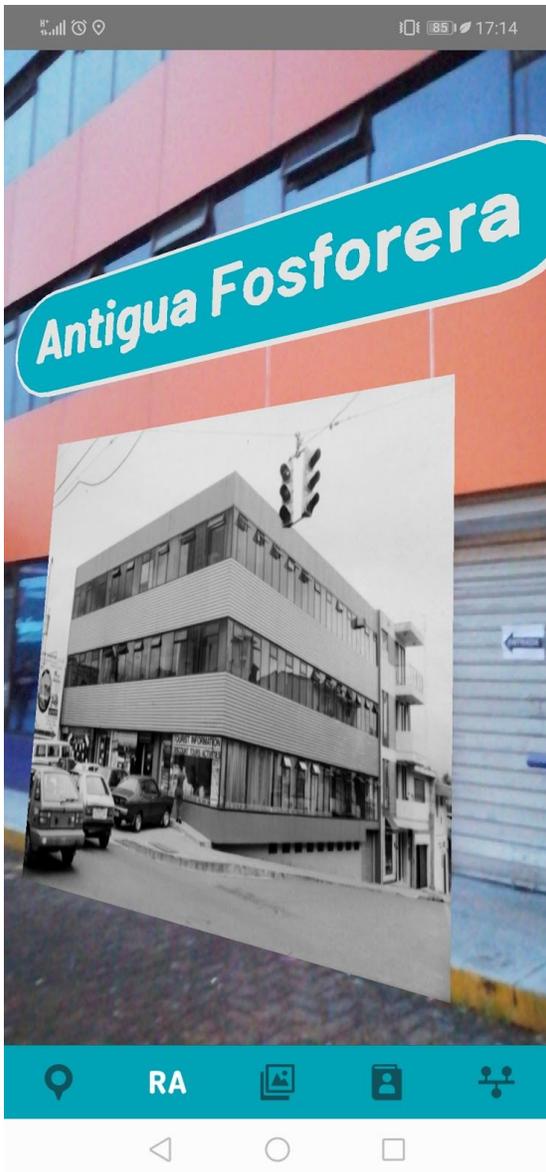
1.1. Reuniones internas y verificación en campo por parte del equipo investigador y estudiantil. A lo largo de todo el proceso se realizaron una serie de sesiones de trabajo para evaluar la etapa de desarrollo y los avances de cada APK, desde lo referente a su funcionamiento y la fidelidad a los aspectos de usabilidad y *look and feel*, según se detalló en el *wireframe* de la aplicación. Durante el proceso de desarrollo, el equipo interno de Computación debió desarrollar un conjunto de pruebas de unidad, integración de componentes, estabilidad de dependencias, entre otras, para asegurar la calidad de los

componentes construidos y su correcto funcionamiento en la integración. Una vez obtenida la versión final se realizaron pruebas en campo para verificar el desempeño de la aplicación móvil y en específico el funcionamiento de la realidad aumentada.

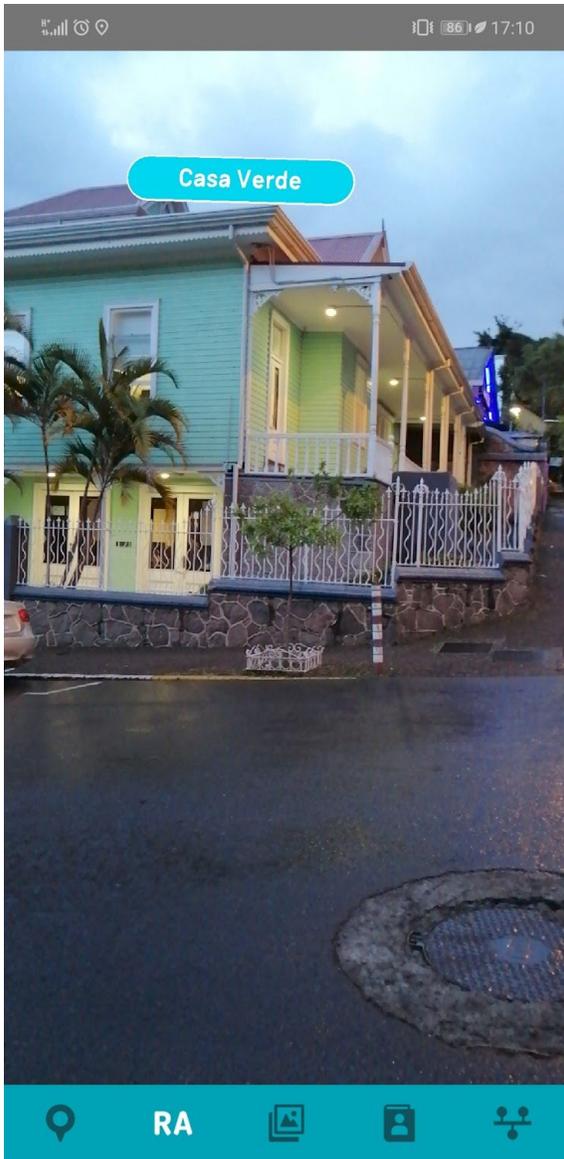


Figuras 1 y 2. Pruebas de campo de la aplicación Amón_RA, 27 de febrero de 2020.

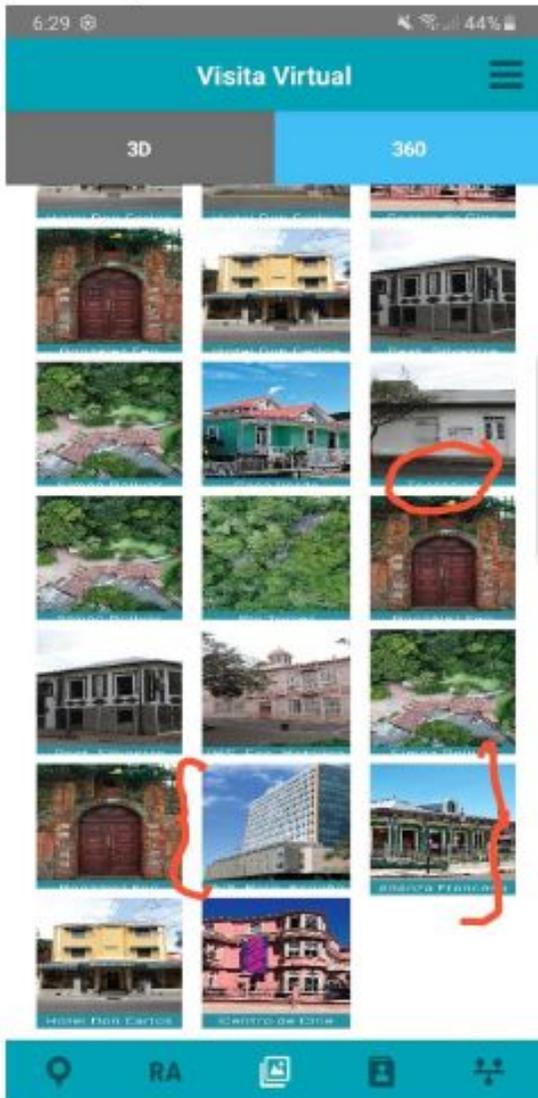
1.2. Actividad académica de verificación mediante la lineamientos del estándar IEEE 829-2008 Standard for Software and System Test Documentation, dentro del marco del curso Aseguramiento de la Calidad del Software de la Carrera de Ingeniería de Computación del II semestre del año 2019. En esta oportunidad 15 estudiantes del curso organizados en tres grupos, desarrollaron planes de pruebas a dos secciones distintas asignadas del APK a cada equipo, para lo que debieron proponer planes de evaluación que incluyeran pruebas estáticas de revisión sobre la estructura y construcción de la aplicación, así como un conjunto de pruebas dinámicas y de usuario asociadas al funcionamiento del APK ya liberado. Esta actividad generó insumos que los estudiantes analizaron para producir reportes de auditoría y recomendaciones, donde se evidenciaron puntos fuertes, fallos y posibilidades de mejora de la aplicación y fueron expuestos en un plenario con participación del equipo investigador del proyecto Amón_RA.



Figuras 3 y 4. Evidencias de pruebas de funcionalidad de RA y visita virtual por parte de estudiantes del curso de Aseguramiento de Calidad de Software de la profesora Ing.Ericka Solano en el segundo semestre, 2019.



Figuras 5 y 6. Evidencias de pruebas de funcionalidad de RA y visita virtual por parte de estudiantes del curso de Aseguramiento de Calidad de Software de la profesora Ing.Ericka Solano en el segundo semestre, 2019.



Figuras 7 y 8. Evidencias de pruebas de funcionalidad de RA y visita virtual por parte de estudiantes del curso de Aseguramiento de Calidad de Software de la profesora Ing.Ericka Solano en el segundo semestre, 2019.



Figuras 8 y 9. Presentación final de resultados de la verificación de la aplicación realizada por los estudiantes del curso Aseguramiento de la Calidad del Software, a cargo de la profesora Ing. Ericka Solano, 21 de noviembre de 2019.

1.3. Taller de evaluación con actores sociales. En esta actividad se plantearon ejercicios que pretendían:

- a. Evaluar la capacidad de la aplicación como herramienta para la puesta en valor y difusión del paisaje urbano histórico de barrio Amón.
- b. Comprobar el funcionamiento y usabilidad de cada sección de la aplicación en forma individual (pruebas unitarias) y a partir de la interrelación entre todas las secciones, así como su funcionamiento en campo.
- c. Identificar posibles mejoras a incorporar en la aplicación.

Para alcanzar dichos objetivos se desarrollaron cuestionarios pre y post taller, siguiendo la metodología planteada por Sam Ham (2006) para el desarrollo de herramientas de evaluación de interpretación (*Development of a research-bases tool for evaluating interpretation*). Estos cuestionarios tenían como objetivo obtener información sobre el conocimiento de los usuario respecto al paisaje urbano histórico de barrio Amón, previo a utilizar la aplicación; así como obtener retroalimentación, posterior al desarrollo de los ejercicios, con el fin de comparar la información y evaluar la capacidad de la aplicación como herramienta para la puesta en valor y difusión del PUHBA.

Además, se llevaron a cabo pruebas heurísticas las cuales, para guardar un patrón de comparación con la prueba del digital prototyping realizada para el objetivo 3, se emplearon las mismas tareas, pero adaptándolas con los contenidos finales de la aplicación de modo que se cubriera en las pruebas las principales secciones con las que

cuenta la aplicación. Para estas pruebas se les solicitó a los participantes realizar una serie de tareas a partir de su interacción con la aplicación móvil, mientras el equipo investigador registraba información referente a la evaluación de usabilidad siguiendo los componentes de calidad planteada por Nielsen (1994) y señalados por Madroño (2017 a y b).

Estas pruebas heurísticas buscaron validar:

- La arquitectura de la información Alpha modificada (por medio de la navegación) y nomenclatura del app
- Reconocimiento de los patrones de diseño, jerarquía y secuencia de lectura.
- El *look and feel* de la aplicación

Puede consultarse la [carta metodológica](#) respectiva para más información.



BARRIO AMÓN

paisaje urbano histórico

TALLER PARTICIPATIVO

Este taller con actores sociales tiene por objetivo evaluar la aplicación móvil Amón_RA desde criterios de funcionalidad, usabilidad y posibles aspectos de mejora.

Después del proceso de desarrollo de la aplicación se busca establecer un diálogo para analizar el impacto de la implementación de la realidad aumentada como herramienta para la puesta en valor del paisaje urbano histórico.

Fecha:

12 de diciembre

Hora: **9:00am**

Lugar: **Auditorio de la EAU-CTLSJ**

Barrio Amón, San José

Confirmar a:

dporras@tec.ac.cr

Amón_RA

Proyecto de Investigación

@amonratec

amonra_tec



Figuras 10 y 11. Taller de evaluación con actores sociales de barrio Amón, Escuela de Arquitectura y Urbanismo, 12 de diciembre de 2020.

1.4. Taller de validación con estudiantes de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo. Para este ejercicio se seleccionó el grupo de estudiantes del curso Sitios y Monumentos del Patrimonio Histórico Social y Cultural matriculados en el periodo de verano 2019-2020. Este taller siguió una estructura metodológica muy similar a la utilizada en el taller con actores sociales, no obstante se hicieron algunas modificaciones principalmente en la aplicación de las pruebas heurísticas, por tratarse de un grupo más numeroso.

Al igual que en el taller de evaluación con actores sociales se aplicaron cuestionarios pre y post test para evaluar la aplicación como herramientas de interpretación. En cuanto a las pruebas heurísticas, previo al taller se les facilitó el APK a los estudiantes para que pudiesen explorar con antelación la aplicación, durante la actividad se subdividió el grupo en equipos y se les asignó tareas concretas que realizar con la aplicación, esto permitió validar nuevamente la arquitectura de la información Alpha modificada y la nomenclatura del app, así como el reconocimiento de los patrones de diseño, jerarquía y secuencia de lectura, y finalmente el look and feel de la aplicación.

Para más detalle puede consultarse la [carta metodológica](#) correspondiente a este taller.



Figuras 12 y 13. Taller con estudiantes del curso Sitios y Monumentos del Patrimonio Histórico Social y Cultural, verano 2020.

1.5. En el taller con experto se contó con la participación del PhD. Franklin Hernández - Castro, Director de la Escuela de Diseño Industrial. En este taller se evaluó el funcionamiento y usabilidad de cada sección de la aplicación en forma individual (pruebas unitarias) y a partir de la interrelación entre todas las secciones, así como su funcionamiento en campo. Para esta prueba también se aplicaron los 10 Principios de Usabilidad según Nielsen antes descritos.



Figuras 14 y 15. Taller de evaluación con experto PhD. Franklin Hernández-Castro, 27 de febrero de 2020.

2. Campaña de lanzamiento:

Como cierre de la investigación se desarrolló una campaña de lanzamiento y se realizaron una serie de actividades de lanzamiento de la aplicación, las cuales buscaron poner a disposición de diversos usuarios la información referente al proyecto. Las estrategias utilizadas buscaron dar difusión al proyecto y generar interés en el público general sobre el resultado de esta investigación realizada por el TEC.

Como parte de esta campaña se identificó la necesidad de crear un video introductorio a la aplicación para que se pudiera contar el concepto de paisaje urbano histórico que es el principio central para la puesta en valor de barrio Amón. Este material se utilizó en presentaciones, eventos y en redes sociales.

Para el desarrollo del video se definió un *moodboard* con el estilo a trabajar, los contenidos, un *storyboard* con el planteamiento de las escenas del video y luego se procedió a generar las versiones del video hasta llegar a una versión tres del mismo. La propuesta puede consultarse en el siguiente enlace de [desarrollo del video introductorio para la aplicación](#).

La campaña también contempló la utilización de redes sociales por lo que fue necesario desarrollar un plan de difusión. Este proceso inició con el estudio de referentes de este tipo de documentos y así poder determinar las diferentes secciones a desarrollar en el plan, luego se procedió a establecer los objetivos principales del uso de redes sociales para el proyecto Amón_RA, entre los que se pudieron definir: poner en valor el paisaje

urbano histórico de barrio Amón y brindar al usuario la oportunidad de vivir la experiencia de caminar por el barrio, entre otros.

El siguiente paso fue definir los puntos fuertes que tiene el proyecto Amón_RA, siendo estos los elementos en los que debían enfocarse las publicaciones en redes sociales. Algunos aspectos destacados son: la realidad aumentada, modelos 3D, fotos 360°, glosario de elementos arquitectónicos de las principales casas del barrio, entre otros.

Posteriormente, se retomaron las “personas” arquetipos creados para enfocar los mensajes de las redes sociales y la definición del tono de la comunicación. Se analizaron algunos referenciales de marcas exitosas y su comportamiento en redes sociales, así como un detalle de los elementos de las redes sociales de Facebook e Instagram.

Como parte final de este proceso se elaboró una guía de lineamientos generales para las publicaciones del proyecto y una propuesta de calendarización. Pueden consultarse el detalle del proceso realizado para la difusión del proyecto en redes sociales en los documentos: [Plan de Difusión](#), [Calendario de publicaciones](#) y [Campaña redes sociales](#)

Como parte de la difusión del proyecto se realizó un evento de lanzamiento, el cual se realizó el día 28 de febrero de 2020. Para dicha actividad se invitaron a diversos actores sociales que contribuyeron en el desarrollo de los objetivos 1 y 2 del proyecto, autoridades institucionales y municipales, así como medios de comunicación.

Durante la actividad se llevó a cabo la presentación de las funcionalidades de la aplicación y se realizó la explicación de los procesos llevados a cabo por cada una de las escuelas participantes. Puede consultarse el detalle del evento en la [carta metodológica](#) elaborada para esta actividad.

Finalmente, como parte de las actividades de promoción de la aplicación y en la búsqueda de alianzas para dar continuidad a Amón_RA, se realizaron algunas presentaciones específicas del proyecto a actores clave, entre ellas, una reunión con el Sr. Alcalde de San José, Ing. Jonhny Araya y la Sra Vicealcaldesa Lic. Paula Vargas en la Municipalidad de San José. Asimismo, se hizo una presentación con todos los miembros de la Asociación para la Conservación y el Desarrollo de Barrio Amón.

9. Resultados

Resultados objetivo 1

A continuación, se presentan los resultados vinculados al primer objetivo del proyecto de investigación, el cual se planteó como: identificar los elementos que componen el paisaje urbano histórico del barrio Amón (PUHBA).

A partir de la información obtenida mediante investigación documental de fuentes primarias y secundarias se obtuvieron los contenidos para la elaboración de una exposición temática, la cual se denominó “Barrio Amón paisaje urbano histórico”. El objetivo de la exposición fue mostrar los elementos identificados que componen el PUHBA; es decir, el trabajo desarrollado durante el primer semestre del 2017. Dicha exposición se llevó a cabo en el vestíbulo de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo, en el Campus Tecnológico Local San José del Instituto Tecnológico de Costa Rica y estuvo abierta al público a partir del 24 de agosto de 2017.

Una de las formas para presentar parte de los elementos del PUHBA fue mediante [fichas de exposición temática](#) en donde se resumía aspectos relevantes a las nueve edificaciones con declaratoria de Patrimonio Histórico Arquitectónico en barrio Amón. Estas fichas contaban con una descripción histórica y arquitectónica de los edificios, con los cuales el equipo de investigación inició el trabajo para su posible uso en la aplicación. Su formato fue de 60 x 100 cm en vinilo adherido a una base de PVC de 5mm. Estos afiches estuvieron “colgados” en marcos metálicos especialmente diseñados para la exposición que se adaptaban al mapa del sitio; los cuales tenían la capacidad de ser desplazados sin que se perdiera el carácter de la exposición, pero que facilitó el trabajo para los talleres participativos. Se incorporarán códigos QR para vincular a otros documentos de interés como los modelos 3D desarrollados hasta el momento de la exposición.

Cabe destacar que estas fichas estaban dispuestas en el espacio del vestíbulo sobre un mapa a escala, lo cual consistía en una planimetría de barrio Amón adaptada a las condiciones físicas del vestíbulo de la EAU, en vinil gris claro colocado directamente en el piso donde se señalaban únicamente las calles, avenidas y límites naturales del barrio; lo cual permitía al visitante ubicarse espacialmente y relacionar el recurso patrimonial con el

territorio y que, además de articular la exposición, fue una herramienta de trabajo para los talleres participativos.

Otro elemento de la exposición fue una composición gráfica sobre la explicación de Amón_RA y actores sociales de barrio Amón, el cual se concibió como un espacio para la difusión y exposición de los objetivos del proyecto, así como de las actividades que se iban a desarrollar y los resultados esperados. Además, hacía referencia a los créditos de la exposición y participantes en su elaboración. Por último, en un espacio contiguo se mostraban los actores sociales de barrio Amón y una clasificación previa por categorías.

Gracias a la investigación de los elementos conformantes del PUHBA se tuvo acceso a diferentes documentos de referencia obligatoria, los cuales constituyen experiencias previas de investigación sobre el barrio. Por lo cual se elaboró una composición gráfica bidimensional titulada [Estado + Documentación](#), en la cual se incorporó una portada con carátula genérica que contenía autor, año, título, tipo de documento, foto, logo, entre otra información básica del documento.

Se elaboró una presentación en vídeo de la evolución del PUHBA, combinando elementos cartográficos, fotográficos y documentación síntesis vinculada al barrio. Además, se expuso una línea del tiempo asociada a los principales hitos históricos que han permitido el desarrollo de barrio Amón. Por último se realizó una exposición fotográfica que permitía de forma manual contraponer fotografías históricas del pasado de barrio Amón con el contexto actual, la idea es mostrar una de las funciones a desarrollar en la aplicación Amón_RA. Además, se dispuso de un espacio para compartir fotografías antiguas de barrio Amón que luego servirán de insumo para el desarrollo de la aplicación móvil.

Además para exponer la producción literaria y académica relacionada al barrio, en la cual se presenta tanto una imagen relacionada a esta producción como un resumen de este. Con el objetivo de atraer a la comunidad a la exposición temática y al mismo tiempo, para informar del proyecto se generaron tres productos gráficos: [Invitación](#) física, un [Banner](#) que daba la bienvenida a la exposición y un [Brochure final](#) con información puntual del proyecto.



Figura 16. Exposición Barrio Amón y su paisaje urbano histórico. [Fuente: Fernando Montero, 2017.](#)

Las jornadas de investigación se plantearon como un espacio para difundir trabajos previos, o en proceso al momento de la actividad, desarrollados por diferentes agentes sociales que tuvieron como ámbito de estudio barrio Amón, la participación de colectivos sociales, así como temáticas vinculadas a los dos líneas principales de investigación del proyecto (revalorización urbana y patrimonial, y temas tecnológicos vinculados a la creación de aplicaciones móviles para realidad aumentada, turismo, cultura, geomarketing, temas urbanos, arquitectónicos, etc.). Cada jornada se grabó como insumo para los procesos de desarrollo de la aplicación. Esta actividad se planteó como una serie de tres sesiones, para esto se elaboraron las [invitaciones a las jornadas de investigación](#) que se enviaron de manera física y digital a los diferentes participantes; así como también una [carta metodológica de jornadas y talleres](#) que sirvió como guía para el equipo de investigación para ejecutar esta actividad. Los resultados de estas jornadas se sistematizaron en el documento: [memoria de las jornadas y catálogo de exposición](#), donde se resume todo lo concerniente a esta actividad.



Figura 17. Memoria de las jornadas y catálogo de la exposición.

El equipo de investigación elaboró una base de datos como reservorio del contenido del APK, este es un producto adicional no incorporado en la propuesta, pero que le permitió al equipo ordenar y gestionar mediante una plataforma de trabajo colaborativo todo el contenido que se puede encontrar en la aplicación móvil Amón_RA. Esta estructura de contenidos se presentó como una tabla en excel con la estructura propia de la aplicación y los enlaces del material elaborado por las Escuelas participantes en el proyecto.

Otro producto adicional, no incorporado en la propuesta, fue la [cartografía temática](#), una herramienta para geolocalizar, mediante un mapa de Google, los puntos pertenecientes a las diferentes capas del PUHBA y que sirvió como base para el mapa interactivo que se encuentra en la aplicación móvil; por lo tanto, las categorías de los puntos identificados por el equipo investigador, siguen la misma estructura que el usuario encuentra en la aplicación.

Un producto importante dentro del proyecto fue la creación de modelos tridimensionales virtuales de edificaciones relevantes de barrio Amón; los cuales, aunque fuesen productos

adicionales no incorporados en la propuesta, fueron elementos necesarios para la interacción del usuario de la aplicación móvil, con los recursos patrimoniales desde otra perspectiva. Los modelos desarrollados fueron: Casa González Feo, Centro Costarricense de Producción Cinematográfica, Casa Saborío González (Casa Verde), Alianza Cultural Franco Costarricense, Castillo del Moro y Casa Quesada Avendaño.



Figura 18. Modelo 3D del Centro de Producción Cinematográfica



Figura 19. Modelo 3D de la Casa del Moro.

Por último y según la solicitud de ampliación del proyecto de investigación, un producto adicional fue la creación de una página WEB de Amón_RA, para esto el equipo de arquitectura colgó el contenido seleccionado propiamente para la página WEB en: <https://www.tec.ac.cr/proyectos/amon-ra>, siguiendo los lineamientos propuestos por el equipo de Diseño Industrial. Como primer paso se realizó una [exploración de la página web](#), hecho esto, el enfoque para el desarrollo de la página web del proyecto fue tener un repositorio de información complementaria al contenido que la aplicación posee. En el planteamiento de la lluvia de ideas algunos de los temas que se plantearon fueron: fotos del barrio realizadas con dron, mapas históricos de barrio Amón, memoria de los procesos participativos, concepto paisaje urbano histórico, entre otros.

Se procedió a realizar la [conceptualización página web](#) mediante el diagrama de supuestos y requerimientos. Luego la definición de la arquitectura de información alpha (versión 3) con el visto bueno del equipo investigador. Posteriormente, se procedió a realizar una reunión con miembros de la Oficina de Comunicación y Mercadeo para mostrar el planteamiento de la página web y estos brindaron los lineamientos requeridos para el desarrollo.

Se trabajó una versión de la página con el nuevo estilo para la página web del Tecnológico de Costa Rica y las secciones definidas en la arquitectura alpha versión 3, mediante un [wireframes alta fidelidad página web](#). Sin embargo, por un aspecto de disponibilidad de tiempo, la Oficina de Comunicación y Mercadeo planteó la opción de desarrollo pero con el estilo visual que tiene actualmente la página institucional.

Resultados objetivo 2

En este apartado, se abordan los resultado del segundo objetivo, el cual consistió en contrastar la información de base del PUHBA con la participación de los agentes sociales involucrados en el proyecto.

Durante el primer semestre 2017 se aprovechó la oportunidad ofrecida por el festival “Amón Cultural” para recolectar información útil para los primeros dos objetivos del proyecto “Amón_RA”, por lo cual el equipo investigador diseñó el actividad [Dibujando Amón](#) cuya intención principal fue lograr recabar información necesaria para el proyecto mediante la realización de tres ejercicios simultáneos:

- Dibujo libre: ¿Qué te gusta de Amón?
- Percepción del paisaje: Redibujá Amón
- Imagen del barrio: Imagínate en Amón

Estas actividades planteadas respondieron a los siguientes objetivos:

- Identificar los elementos que componen el PUHBA según la percepción de las personas que habitan barrio Amón y de los visitantes al evento “Amón Cultural” a través de la expresión gráfica libre.
- Valorizar los elementos que componen el PUHBA según la percepción de los participantes al evento “Amón Cultural” a través de la expresión gráfica guiada.
- Identificar la morfología o imagen del barrio Amón desde la perspectiva de quien lo habita y visita, a través de la elaboración de una cartografía social basada en los elementos de la imagen de la ciudad propuestos por Kevin Lynch (1998).
- Difundir conocimiento e información sobre barrio Amón por medio de los ejercicios desarrollados.

Los participantes de “Dibujando Amón” podían participar en solo una, en dos o hasta en los tres ejercicios lúdicos si así lo deseaban, lo cual se puede apreciar en la carpeta: [fotografías: Dibujando con Amón_RA](#). Uno de los principales resultados de este ejercicio fue identificar que para el imaginario de las personas que se encuentran en barrio Amón, los límites históricos y políticos no responden a la idea que puedan tener del barrio, debido a que estas personas no delimitan este sector de la ciudad con elementos claros; con respecto a la información anterior los límites fueron:

- Límite Sur: el conjunto verde que forman el parque Morazán, el parque al frente de la Escuela Buenaventura Corrales (conocido como Edificio Metálico) y el parque España.
- Límite Norte: (no) natural, es decir el río Torres, no se contempla como tal, siendo sustituido por las avenidas 11 y 13,
- Límite Oeste: no se define claramente un límite, pudiendo ser la Calle 3A o la Calle 3.
- Límite Este: el conjunto conformado por el Zoológico y Jardín Botánico Simón Bolívar y el paseo República Argentina o calle 11 y el parque España, marca una posible división del barrio con otra parte de la ciudad.

La información que se obtuvo fue el contraste de la opinión de los diferentes actores involucrados; el tema de la participación ciudadana y la visión de los agentes sociales, en especial de la comunidad como parte fundamental en la determinación de los principales valores de su zona urbana está implícito en el concepto de paisaje urbano histórico. Además, se buscó desarrollar un diálogo entre los diferentes actores con el fin de establecer vínculos que potenciaron el contenido y desarrollo de las herramientas insertas en la aplicación móvil.

Como parte de las actividades programadas en estos talleres participativos se planificaron diversas actividades mediante la herramienta [carta metodológica de jornadas y talleres](#). Todas las actividades programadas responden metodológicamente a las ideas que se manejan para el desarrollo de la aplicación móvil, por lo que se validó o amplió el contenido del material que contiene la aplicación Amón_RA.

Durante el [Taller participativo 26 octubre 2017](#), se desarrolló la actividad “la pared del tiempo”, con la cual se pretendió corroborar la veracidad de los hitos temporales del barrio identificados en la investigación del primer objetivo, así como obtener más información mediante el aporte de los participantes en el taller. Como base del trabajo el equipo de investigación elaboró una línea del tiempo con la información obtenida de fuentes primarias.

La información histórica fue corroborada y robustecida por los vecinos y usuarios del barrio, incorporando muchos elementos del contexto y de tipo vivencial que pudieron ser recopiladas a través de las antropofuentes, lo cual se contempló como una oportunidad de enriquecer la experiencia de Realidad Aumentada que ofrece la aplicación móvil. Con esta actividad se logró corregir impresiones en algunos hechos ocurridos en el barrio y además se identificaron eventos importantes de otras décadas entre estos:

- Eventos ocurridos entre las décadas de 1970 y 1980 como la construcción de los edificios que actualmente ocupan el INVU y el INS, la construcción de la Escuela Técnica Nacional, edificio que actualmente forma parte del Campus Tecnológico Local San José; o la compra de inmuebles de parte de instituciones culturales de carácter público o privado como el Centro de Cine y la Alianza Francesa, respectivamente. Estas dos décadas de transformación del barrio corresponden también a la concreción del cambio en el modelo de desarrollo del país.
- Se identificaron, desde la década del 2010 hasta la fecha, actividades culturales masivas, con el objetivo de promover la industria creativa presente en el barrio y de San José.
- Existe un vacío de información oficial entre las décadas de 1950 y 1960, siendo 1963 la fecha considerada como el momento en que el barrio llegó a tener mayor densidad poblacional según el censo elaborado en este año.

En la segunda actividad, “¿Cómo es nuestro barrio?”, el objetivo era identificar aquellos puntos de referencia o de interés dentro de barrio Amón, a partir de la vivencia de los actores sociales, para esto se pretendió utilizar el mapa de vinilo (pegado en el suelo) para identificar los elementos que constituyen la imagen urbana de barrio Amón, realizando un vínculo con las actividades desarrolladas por el proyecto para el Festival Amón Cultural 2017. Sin embargo, la estrategia cambió en utilizar los proyectores

ubicados en el salón multiuso de la EAU, y mediante proyecciones se presentó a los participantes los elementos que fueron identificados como referentes o puntos de interés en Barrio Amón, y que tomaron como fuente la información recolectada en el ejercicio participativo llevado a cabo en “Dibujando Amón” del festival ya mencionado.

Luego, con la intención de tener diversidad de informantes, los participantes se distribuyeron en subgrupos de cuatro o cinco personas, los cuales se ubicaron en distintas estaciones de trabajo con un mapa de barrio Amón impreso en papel, para identificar los puntos de referencia se empleó vinilo adhesivo de colores, así como marcadores y hojas de papel donde escribieron el nombre de los elementos identificados. Se les solicitó a los participantes que identificaran los puntos de interés o referencia del barrio de la siguiente manera sitios de importancia histórica (vinil adhesivo gris azulado), referentes del pasado (vinil adhesivo verde) y emprendimientos culturales, gastronómicos y turísticos (vinil adhesivo rosado). Los principales resultados fueron:

- Ligar los eventos históricos importantes del barrio, con sus personajes y los sitios dentro del territorio en estudio.
- Se enlistaron aquellos lugares que para los participantes fueron importantes, pero que en el presente sufrieron algún cambio o desaparecieron. Tales como la Cervecería Traube o el beneficio de café Tournón, la antigua casa de Juanita Mora, la antigua casa Jaime Bennett y el antiguo Bar Limón. También se identificó el comercio cultural, gastronómico y turístico del barrio. De esta manera se logró completar la base de datos de la aplicación móvil Amón_RA.

La tercera actividad desarrollada durante este día fue un [taller de comprobación de funcionalidades](#), denominado: ¿cómo te imaginas Amón_RA? A los asistentes del taller se les explicó qué es una funcionalidad (contenido o función que puede tener el app Amón_RA). Y se les fue mencionando cada una de las funcionalidades, de modo que se verificó si es lo que desean los usuarios de la aplicación y si estaban de acuerdo con la clasificación dada. Los usuarios pudieron cambiar funcionalidades entre las clasificaciones, eliminar funcionalidades o en casos estrictamente necesarios pudieron agregar otra funcionalidad.

Como [resultados del taller de funcionalidades](#) se logró obtener una realimentación con respecto a las funcionalidades planteadas por el equipo investigador, versus las funcionalidades que los potenciales usuarios deseaban de la aplicación. Los principales aportes de los potenciales usuarios consistieron en que buscaban que la aplicación no solo se mostrara información de los edificios, sino que esperaban que Amón_RA muestre información de las diferentes vivencias del barrio; como por ejemplo, los habitantes que conformaron el barrio, pero no solo por personajes aristocráticos, sino que se incluyeran

las maestras, lavanderas, zapateros, entre otros. Lo anterior evidenciando como era lo cotidiano del barrio Amón.

Una posible funcionalidad aportada por los vecinos fue crear una herramienta dentro de la aplicación que les permita compartir las historias o las referencias de algún contenido con otras personas; e incluso incluir la opción de poder aportar por ellos mismo una anécdota. Se identificó que el mapa es algo que debía existir, esta herramienta con identificación de puntos, que no solo estén presentes ahora, si no también con lugares y personas del pasado.

Una vez determinadas y validadas las funcionalidades para la aplicación Amón_RA se procedió a realizar el planteamiento de la [arquitectura de la información alpha](#). Este fue un proceso iterativo ya que fue sometido a varias revisiones por parte del equipo de investigación. Llegando a una versión ocho de la arquitectura de la información, las modificaciones más significativas fueron al considerar aspectos de realización de la aplicación a nivel del dominio de la tecnología, claro que considerando las funcionalidades más importantes al modelo mental de los potenciales usuarios de la aplicación.

Para el segundo día, en el [taller 9 de noviembre 2017](#), se desarrolló la actividad “Afiche anecdótico”, la cual buscaba complementar la información técnica y documental de cada uno de los afiches vinculados a las edificaciones patrimoniales del barrio, presentes en la exposición, con información desconocida de carácter anecdótico, que no fuese registrada para el momento del taller pero que era valiosa para los habitantes del barrio.

El Paisaje Urbano Histórico como referente principal del trabajo de Amón_RA se basa más allá de referentes físicos ya que entre sus diversas capas incorpora los usos y valores sociales y culturales así como los procesos económicos que dan vida y trayectoria al desarrollo de una ciudad o un barrio. Por lo tanto, se ideó una actividad donde se registrara sucesos accidentales, diferentes, únicos asociados a los inmuebles del barrio y que complementaran la información técnica documental identificada en el objetivo 1, con la experiencia vivencial en la historia de barrio Amón.

Como herramienta cualitativa la actividad también permitió registrar la percepción ciudadana sobre estos inmuebles, así como identificar hitos, hechos destacables o procesos significativos en el territorio, comparando las diferentes visiones que los vecinos del barrio tienen sobre estos y reconociendo los puntos en común. Como resultados se obtuvo:

- Documentación de las vivencias o anécdotas que los participantes recordaron, ligadas a los inmuebles.

- Contenido para la aplicación móvil, desde el ámbito de los “intangibles”, presente en todo paisaje urbano histórico.
- Creación de secciones en la aplicación móvil donde se puede encontrar información formal y anecdótica de personajes del barrio, o vivencias ligadas a las imágenes y modelos tridimensionales que los usuarios de la aplicación móvil pueden encontrar mientras navega en ella.

En la segunda actividad, “¿Cómo te imaginas Amón_RA?”, se exploró qué tipo de contenidos deberían incorporarse en la aplicación y qué funciones esperaban los usuarios del barrio obtener a través del uso de esta, respondiendo a la necesidad que intenta resolver el proyecto. Lo anterior se puede interpretar como un [taller card sorting](#), en el cual estuvieron presentes vecinos del barrio, estudiantes del TEC, así como personeros de diferentes instituciones de barrio Amón. Se procedió a realizar una presentación para explicar en qué consiste la prueba del *card sorting* y se conformaron tres grupos de trabajo de carácter mixto, es decir, lo en los grupos estuvieron conformados por vecinos, estudiantes y funcionarios de las instituciones.

Los [resultados del card sorting](#) se pueden resumir como:

- Los dos primeros grupos asociaron las tarjetas con los contenidos que el equipo de investigación había definido para la aplicación, más por la característica de similitud del contenido y del medio.
- El tercer grupo, lo organizó más en el sentido de las posibles secciones que tendría la aplicación móvil. Siempre asociaron juntos mapas y rutas, le dieron nombre de geolocalización o mapa interactivo.
- Como resultado común fue la solicitud de ampliar el contenido de la aplicación con personajes relacionados con las casas, así como sucesos que han pasado en el edificio y sus modificaciones. Vieron el potencial en la aplicación como un medio para almacenar datos anecdóticos, así como valorar el pasado perdido.

Con la información recopilada en los talleres, así como la referencia de los patrones de diseño del estudio de los referenciales y arquitectura alpha se procedió hacer la primera versión de los [wireframes \(última versión\)](#) así como la [guía de estilo](#). Con el *wireframe* se pasó a un *low fidelity* para hacer una maqueta funcional en Invision, la cual fue sometida a una prueba donde se convocaron personas de los diferentes públicos identificados para la aplicación.

Durante ambos días, se desarrolló la actividad “Fotos e Identidad” con el fin de recopilar información asociada a la vida del barrio, tanto desde su vinculación urbana como con el interior de sus viviendas. El primer día fue dedicado a informar sobre la actividad y el

segundo para charlar informalmente sobre fotografías. Los principales resultados fueron contenido gráfico y textual particular del pasado ligado con espacios tanto urbanos como íntimos o familiares y con anécdotas de los participantes en el taller.

Estos dos talleres fueron la base para la formulación de dos talleres, ejecutados en diciembre de 2017, dirigidos a un público y actividades específicas para evaluar las necesidades de los usuarios y para aplicar ejercicios de digital prototyping con base en las metodologías facilitadas por la Escuela de Diseño Industrial.

El análisis de usuarios, realizado el día [12 de octubre](#), se basó en la idea de identificar los tipos de usuarios que usarán la aplicación, para esto se agrupan en tipos de usuarios o grupos de individuos que tienen las mismas necesidades. Se planteó una actividad para el taller participativo para el 28 de septiembre de 2017. Sin embargo, la actividad no se logró concretar, por lo que se complementó con entrevistas de potenciales usuarios y un taller de funcionalidades con el equipo de investigación realizado el 12 de octubre de 2017. La anterior información recopilada en las entrevistas y por el taller con el equipo investigador, permitió establecer 3 usuarios potenciales para la aplicación Amón_RA.



Figura 20. Persona “El Turista”. Fuente: Resultados análisis de usuarios.



Katalina Coto Vecino

Edad 22 años
Estudia en la Universidad de
Costa Rica
Ha vivido en BA desde que nació



Escenario de Uso

Katalina es una joven vecina de BA en su tiempo libre le gusta salir con sus amigos y les gusta descubrir nuevos lugares donde puedan ir a comer o pasar un tiempo agradable. Le acaban de informar sobre la aplicación de BA que cuenta con rutas gastronómicas y culturales que son del gusto de ella y sus amigos.

Necesidades

- Contar con una herramienta fácil de manejar y entender para poder localizar puntos de interés en BA
- Localizar sitios gastronómicos cercanos
- Enterarse de las actividades culturales

Preocupaciones

- No tener acceso a la información ya sea por falta de internet, no aparece completa en la aplicación o no logra manipular correctamente la aplicación
- No aprovechar el tiempo que dispone

Motivaciones / Deseos

- Tener una experiencia satisfactorio, enriquecedora y divertida.
- Conocer nuevos lugares (aunque siempre han estado) en el Barrio
- Conocer como vivieron las personas en BA
- Descubrir la historia de su Barrio.

Figura 21. Persona “La Vecina”. Fuente: Resultados análisis de usuarios.



Daniel Quirós Emprendedor

Edad 40 años
Propietario de
Restaurante Silvestre



Escenario de Uso

Daniel es propietario del Restaurante Silvestre en Barrio Amón, y para obtener mayor difusión de su centro gastronómico entre los locales y los turistas, se interesó en participar dentro de la aplicación de BA para aparecer dentro de las rutas gastronómicas del lugar. Así los vecinos, personas que trabajan cerca y turistas tendrán acceso a sus servicios y productos.

Necesidades

- Difundir la información del negocio
- que las personas visiten su restaurante
- Ofrecer platillos de calidad

Preocupaciones

- Que no se encuentre fácil la información de su negocio dentro de la aplicación.
- Que los usuarios no sepan como llegar al restaurante

Motivaciones / Deseos

- Ofrecer una experiencia agradable
- Ofrecer platillos exquisitos y únicos
- Que las personas conozcan su negocio

Figura 22. Persona “El Emprendedor”. Fuente: Resultados análisis de usuarios.

Se definieron las necesidades que satisfacen la aplicación, para cada una de las personas. Cabe aclarar que la persona “El Turista” posee las mismas necesidades del visitante nacional, turista y el estudiante. En el caso del “Emprendedor”, se unen las necesidades de los diferentes tipos de emprendimientos y el funcionario de instituciones públicas. En la siguiente tabla 3 se listan las necesidades en la primera columna de izquierda, en las siguientes columnas se anotan las personas detectadas y se va marcando las similitudes en las necesidades por usuario. De esta manera se puede visualizar más claramente por qué se agruparon las necesidades bajo una sola persona.

Tabla 3. Análisis de Necesidades

Necesidades	Vecinos	visitante nacional	Turista	Estudiante	emprendedores	Insti Publica	Experto Arquitectura historiador
dar a conocer el patrimonio	X						
dar a conocer como se formo el Barrio	X						
Conocer como se formo el Barrio	X	X	X	X			X
Conocer la edificaciones patrimoniales	X	X	X				X
Conocer las historias del barrio (anécdotas vivencias)	X	X	X				X
conocer las actividades económicas (cafés, rest, hoteles)	X	X	X	X	X	X	X
Conocer personajes destacados en la historia	X	X	X				X
ver como ha transcurrido el tiempo en el BA	X	X	X				X
Rutas artísticas y culturales.	X	X	X	X	X		
Rutas gastronómicas	X	X	X	X	X	X	X
Conocer su negocio info del contacto, horarios	X	X	X	X		X	X
Dar a conocer su negocio info del contacto, horarios					X	X	
Adquirir un suvenir propio del barrio		X	X				
Como llegar		X	X				

Fuente: Resultados análisis de usuarios

Para realizar el cálculo de la estimación de tráfico se agruparon las necesidades en tres grandes elementos que describen macro necesidades, mismas que se describen en la tabla 4.

Tabla 4. Macro Necesidades.

dar a conocer como se formo el Barrio	contame tu historia
Conocer como se formo el Barrio	
Conocer las historias del barrio (anecdota vivencias)	
Conocer personajes destacados en la historia	
dar a conocer el patrimonio	Descubrir el patrimonio
ver como ha transcurrido el tiempo en el BA	
Conocer la edificaciones patrimoniales	
conocer las actividades economicas (cafes, rest, hoteles)	Como cuando y donde Vivir la experiencia
Rutas artisticas y culturales.	
Rutas gastronomicas	
Conocer su negocio info del contacto, horarios	
Dar a conocer su negocio info del contacto, horarios	
Adquirir un souvenir propio del barrio	
Como llegar	

Fuente: Resultados análisis de usuarios.

En base a las necesidades y personas definidas, se realizó una estimación de importancia de la necesidad determinando el porcentaje de utilización de la aplicación por persona, el nivel de importancia de la necesidad por la persona, se genera el ponderado y el consolidado para determinar el nivel de importancia y el pareto con las necesidades que resolverá la aplicación Amón_RA.

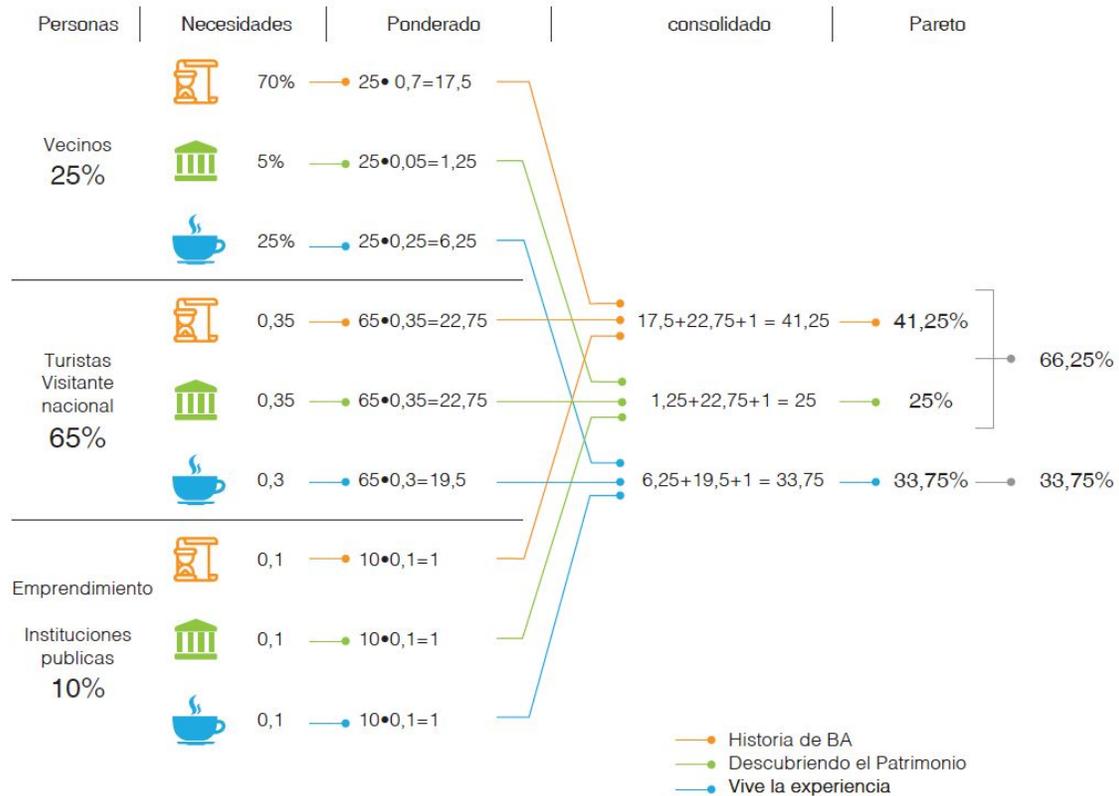


Figura 23. Estimación de tráfico. Fuente: Resultados análisis de usuarios.

Los objetivos del [taller Digital Prototyping](#) fueron validar la arquitectura de la información alpha modificada y nomenclatura de la aplicación y validar el reconocimiento de los patrones de diseño, jerarquía y secuencia de lectura. Se establecieron las tareas a realizar por parte de los *testers*, con el propósito de cubrir todos los escenarios o secciones de la aplicación Amón_RA. Además se establecieron dos grupos de prueba, uno de los grupos se le brindó un espacio a los testers para que previo a la realización de las tareas dispusieran de un tiempo para ver primero la aplicación y el otro grupo entró de lleno a la realización de las pruebas.

Como [resultados del taller digital prototyping](#) se puede indicar que en las pruebas donde se brindó un tiempo para conocer el app tuvieron mejor desempeño durante la pruebas al buscar los contenidos. El tiempo brindado permite a los participante familiarizarse con la maqueta de la aplicación e ir interactuando con los diferentes elementos y acceder al contenido. En el caso de las pruebas donde no se brindó el tiempo, permite ver cómo los participantes tratan de ubicar contenidos por primera vez. En ambas experiencias se tuvieron dificultades similares con respecto a la asociación de ciertos contenidos con respecto al nombre de la sección. Por ejemplo; el contenido de mapas o recorridos no

fueron asociados a la sección de “Viví el Paisaje”. Sin embargo, un comentario generalizado con todos los participantes de las 4 pruebas que se realizaron, es que desean que los contenidos tengan un acceso más directo.

Lo anterior implicó hacer cambios en el diseño de los wireframes con una forma de interacción más directa. Se planteó realizar cambios en los elementos de interacción de modo que sean utilizadas las pestañas para acceder a contenido de manera más rápida. Con respecto al contenido de qué es el Paisaje Urbano Histórico, la Realidad Aumentada y la puesta en valor del Paisaje Urbano Histórico con Realidad Aumentada es importante ampliar la búsqueda de referenciales de aplicaciones para el aprendizaje con el propósito de ver diferentes estrategias para presentar contenidos. Posterior a esto, se elaboró la [arquitectura beta](#), tomando en consideración los resultados obtenidos en la prueba del Digital Prototyping.

Por último, se elaboró un artículo científico en revista indexada, según lo planteado en el proyecto, cuya referencia es:

- Bulgarelli Bolaños, J., & Valverde Solano, M. (2019). Procesos participativos como base para el contenido y desarrollo de la aplicación móvil de realidad aumentada: Amón_RA, Costa Rica. Trama, Revista De Ciencias Sociales Y Humanidades., 8(2), 43-94. <https://doi.org/10.18845/tramarcsh.v8i2.4943>

Resultados objetivo 3

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las actividades planteadas en el tercer objetivo: Elaborar un prototipo de la aplicación móvil para realidad aumentada en el PUHBA.

Antes de iniciar con el prototipado de la aplicación móvil, se realizó un proceso de exploración de herramientas, esta se llevó a cabo con el apoyo de estudiantes asistentes. Además, en el Amón Cultural 2017 se aprovechó el espacio para mostrar a los visitantes las aplicaciones móviles de RA existentes en el mercado. Se buscó que las personas pudiesen interactuar con ellos y que conocieran de primera mano qué era la RA.

Como resultado de esta actividad se elaboró un informe sobre las herramientas existentes de realidad aumentada en dispositivos móviles (software libre y de pago), el mismo puede consultarse de forma completa en el [Informe Final de participación Ing. Esteban Arias Méndez](#) (sección Actividades Desarrolladas por Objetivo Especifico y apéndice 3).

En lo que respecta al desarrollo de la conceptualización y planificación de la aplicación Amón_RA, como se indicó en la sección de metodología se utilizó el Usability cookbook como principal referencias, por ello se parte del planteamiento de Hernández (2016) respecto a que cuando se crea un diseño para el cual no se tienen precedentes, lo recomendable es emplear la técnica de supuestos y requerimientos.

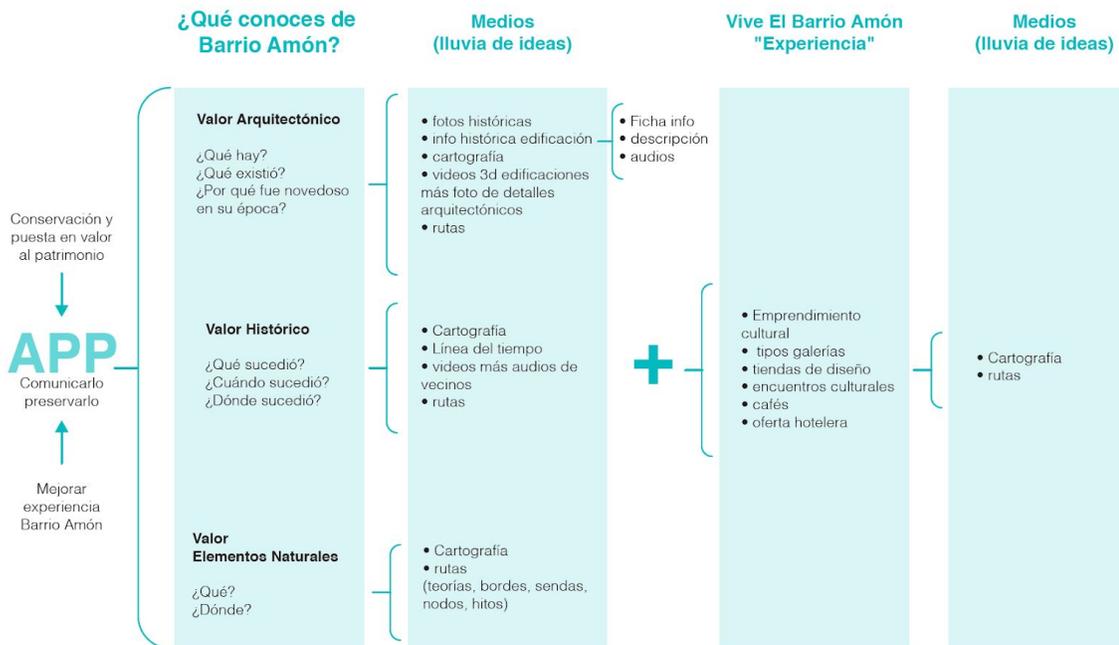


Figura 24. Diagrama Supuestos y requerimientos. Fuente: Primera reunión con equipo investigación del proyecto Amón_RA (5 Setiembre, 2017).

Para la obtención de supuestos y requerimientos se recopiló información con el equipo de investigación en reunión el 5 de septiembre 2017, la figura 24 resume los supuestos y requerimientos para la aplicación Amón_RA. En este diagrama se logra visualizar el valor arquitectónico, histórico y natural del barrio y se generó una lluvia de ideas sobre posibles medios para poder transmitir la información, esta sección sería: '¿Qué conoces de barrio Amón?' y otra sección que se visualizó fue 'Viví la experiencia', esto para ofrecer un medio para que los emprendimientos que se encuentran en el barrio cuenten con un factor dinamizador que invite a las personas a ir a barrio Amón.

Continuando con los pasos de la investigación previa, se prosiguió con un análisis de referenciales, en este caso se analizaron proyectos similares que satisfagan las necesidades que se desean de la aplicación a diseñar; esto para aprender cómo resolvieron esa necesidad y detectar tanto lo positivo y negativo de esos proyectos. Las aplicaciones analizadas se listan a continuación: Guía MAdrid 5D, Palazzo Madama, Smart City Cadiz, Gaudi VR, Explorar AMNH de Nueva York, Teotihuacan RA, Porto Seguro Turismo, NansApp. Ver los [análisis de referenciales](#) por cada una de las aplicaciones citadas anteriormente.

Por cada una de las aplicaciones se analizaron los patrones de diseño, esto consiste en hacer capturas de pantalla de las principales secciones de la aplicación e indicar dónde se ubican los elementos dentro de la composición de manera que se pueden determinar los patrones de diseño sobre elementos de interacción y dónde es que generalmente se encuentran. Además se indican los pros y contras de la aplicación.

Tabla 5. Mínimos comunes.

Contenido	"Guía Madrid 5D"	"Palazzo Madama"	"Smart City Cadiz"	"Gaudi VR"	"Explorer-AMNH de NY"	"Teotihuacan Ra"	"Porto Seguro Turismo"	"NansApp"
Fotografías de los lugares	•	•	•	•	•	•	•	•
Menú desplegable			•	•	•		•	
buscador dentro de la mism app (busca de opciones)				•				
Visualizacion de Rutas	•		•				•	•
Mapa	•		•		•	•	•	•
iconos de menú			•	•	•		•	
ubicacion de lugares de interes (mapa cafeterias)	•		•		•		•	
Información a tiempo real (online)	•		•		•		•	•
Informacion Offline (descarga de rutas)	•	•						
agenda							•	
Tiempo de llegada	•		•				•	•
Visualización de paradas	•							
informacion de sitios a vistar (horario, tarifa, telefono)	•	•	•	•	•		•	•
audio ayuda	•						•	
Ubicación actual	•		•		•		•	•
Galeria de fotos	•	•	•	•				
Planeacion de ruta	•						•	
modelos 3D						•		
Fotografías 360		•		•		•		•
guia de uso rapido	•	•	•					
Fotografías de detalles		•						
Filtro de busqueda			•				•	
Patrimonio Cultural	•							

Fuente: Resultados análisis de referenciales.

Otro de los productos del análisis de referenciales es el cuadro de mínimos comunes el cual es un resumen de los principales elementos encontrados en las aplicaciones analizadas, la tabla 5 permite ver y priorizar qué aspectos se deben de tomar en cuenta para el diseño, ya que es el estándar de lo que se espera de este tipo de aplicaciones o en efecto poder hacer una clara diferenciación de lo existente en el mercado.

Se puede apreciar que elementos como: fotografías de los lugares, información de sitios a visitar (horarios, tarifa, teléfono), mapa, ubicación actual, fotografías 360, galerías de fotos, entre otros, son elementos que se deben de contemplar en el diseño para la aplicación Amón_RA. Con toda esta información fue posible desarrollar el prototipo de la aplicación mediante el desarrollo de modelos de arquitectura alfa y [1.3. Arquitectura beta](#).

Un aspecto importante para el desarrollo de la aplicación fue el desarrollo de la marca Amón_RA. Esta se basa en un imago tipo con descriptores toponímicos, el brand personality a transmitir no está definido, la geometría es básica y lineal. Sin embargo, el peso visual de la chincheta genera ruido visual y el mapa de barrio Amón al no ser de fácil reconocimiento por el público en general no tienden a reconocerlo. Así como una mezcla de estilos visuales. Ver [Bitácora desarrollo de marca](#), elaborado por la estudiante asistente Graciela Camacho.

Para definir el *brand personality* se destacan las siguientes características:

- Simple: la simplicidad como el realce de la esencia, dada por los vestigios del pasado y que caracterizan a barrio Amón.
- Contemporáneo: una marca que representa la constante evolución, en la que converge el patrimonio arquitectónico, la cultura y el emprendimiento junto con la tecnología, en barrio Amón.

Se realizaron propuestas de cambio en el nombre, sin embargo el equipo investigador no consideró estratégico cambiar el nombre, este ya estaba posicionado. Se realizaron cinco iteraciones de propuestas, así como un análisis nuevamente de los elementos de la marca original, para la cuarta iteración se logró tener un resultado satisfactorio para el equipo investigador. En la última iteración se trabajó en la idea de relacionar el mapa con una tableta para asociar más la idea del uso de un dispositivo móvil en el uso de la aplicación. Se trabajó en la definición del libro de marca, con la definición del concepto, la composición de la marca, la definición del espacio de seguridad, positivo negativo, tamaños mínimos, cromática, tipografía, usos correctos e incorrectos y la definición de las aplicaciones. Ver [Libro de Marca](#) y [look and Feel](#).

Resultados objetivo 4

En este apartado, se presentan los principales resultados del objetivo 4: Diseñar el software y su interfaz para el procesamiento de la información bajo la utilización de realidad aumentada.

- Metodología de desarrollo

A través del proceso denominado Ciclo de Desarrollo de Software (SDLC, por sus siglas en inglés *Software Development Life Cycle*), se lleva a cabo el desarrollo de una aplicación móvil. Abarca un conjunto de actividades fundamentales comunes a todos los procesos de software (Sommerville y Alfonso-Galipienso, 2011), según se detallan a continuación en la tabla 6.

Tabla 6. Ciclo de vida del desarrollo de software.

Fases	Actividades
Análisis	Primeramente, se especifican los requerimientos funcionales y no funcionales esperados así como sus restricciones de operación. Dicho proceso, se efectúa entre los <i>stakeholders</i> y el equipo de desarrollo a través de documentos, prototipos y arquitecturas beta que permiten generar una idea base a partir de la información recolectada.
Diseño	A partir del documento de requerimientos de la etapa de análisis, se genera una arquitectura de software, que aborda la identificación y descripción de los componentes del sistema a nivel detallado. En esta fase, es muy importante establecer los diagramas lógicos, los esquemas y las tecnologías seleccionadas para el desarrollo del producto.
Codificación	Posteriormente, se codifican los requerimientos establecidos en la primera fase a partir de los lineamientos de diseño definidos y se inicia el proceso de pruebas para dar seguimiento al cumplimiento de las especificaciones sugeridas.

Integración y prueba del sistema	Con el fin de detectar inconsistencias de funcionamiento, las unidades desarrolladas del producto se integran y prueban para asegurarse que cumplan con los requerimientos de software establecidos. Esta etapa permite la depuración del producto antes de la liberación del producto final.
Mantenimiento	Cuando el producto está disponible, requiere mejoras, modificaciones o ampliaciones en el funcionamiento por lo que entra en una etapa de mejoramiento constante.

Fuente: Elaboración propia, con base en Sommerville y Alfonso-Galipienso (2011) y Alshamrani y Bahattab (2015).

Gracias a este ciclo de desarrollo, se pueden organizar los modelos que establecen una propuesta de desarrollo. En este punto, se tiene acceso a una gama de metodologías para su implementación. Inicialmente, para el proyecto de investigación Amón_RA se tenía planificado utilizar un modelo de desarrollo en cascada (*Waterfall Model*); sin embargo, conforme se implementó el desarrollo de la aplicación, se acordó la necesidad de cambiar hacia un modelo iterativo e incremental (*Iterative and Incremental Development*) a partir del I semestre 2019.

Como marco de referencia, se parte del modelo tradicional conocido como modelo en cascada (*WM-Waterfall Model*), al ser el más básico, este organiza las fases del SDLC en un esquema secuencial, donde se requiere finalizar totalmente cada una de las fases previo a continuar con la siguiente (Alshamrani y Bahattab, 2015).

Por otro lado, el modelo iterativo e incremental (*IID-Iterative and Incremental Model*) combina elementos del modelo en cascada en una propuesta de iteraciones. Gracias a esta construcción parcial de la aplicación, a través de iteraciones, se produce un incremento funcional en el desarrollo del producto final (Alshamrani y Bahattab, 2015); cada iteración permite ir añadiendo funcionalidades o bien integrando algunas que no hayan sido definidas al inicio, así como también habilita un espacio de oportunidad para corregir anomalías que hayan sido detectadas en la construcción de un incremento parcial.

Este esquema permite la identificación y establecimiento de acciones para la mitigación de los mismos en cada iteración, así como favorece la valoración y aprovechamiento de las lecciones aprendidas durante el desarrollo de versiones que se van liberando del

sistema. El aprendizaje proviene tanto del desarrollo como del uso del sistema, siempre que sea posible (Larman y Basili, 2003).

El modelo iterativo-incremental (MII) ha sido fundamental para la evolución de nuevas propuestas de desarrollo en una era en la que el factor de cambio en las necesidades de información es cada vez más frecuente y juega un papel preponderante y constante, por lo que se requiere un alto grado de flexibilidad y capacidad de reacción ante las expectativas y necesidades que surgen de forma natural producto del trabajo multidisciplinario.

- Requerimientos de la aplicación.

Las necesidades a resolver se sistematizaron en el documento de requerimientos, los cuales se reflejaron a través de un prototipo suministrado por el equipo de investigación de computación, producto de una fase anterior desarrollada en 2018. Este proceso, se incluyó en el Apéndices 6 y 7, “Requerimientos Amón_RA” e “Informe de Avance 3” del [Informe Final de participación Ing. Esteban Arias Méndez](#) y constituye un aporte del equipo investigador en conjunto con los estudiantes del curso de Proyecto de Ingeniería de Software (IC-7841).

Luego del diagnóstico del comportamiento de la aplicación en su última versión a diciembre 2018, el equipo liderado por la Ing. Ericka Solano Fernández realizó una exploración sobre otras tecnologías de realidad aumentada y virtualidad para móviles que resolvieran de mejor forma algunos aspectos de rendimiento y programación de algunos requisitos funcionales clave y otros definidos como no funcionales relacionados al comportamiento de la aplicación en distintos dispositivos en la etapa de pruebas.

Se continuó con el uso de *React Native* como *framework* de desarrollo móvil pero las tecnologías para el manejo de la realidad virtual y aumentada se cambiaron a *Viromedia*, con respecto a *Vuforia* y *Unity*, por sus facilidades para resolver inconvenientes significativos para la implementación en *Android*, plataforma móvil de trabajo, tanto en la parte de requisitos funcionales como no funcionales.

- Diseño de la aplicación móvil

A partir del I Semestre 2019, bajo la coordinación de la Ing. Ericka Solano Fernández, el equipo de computación ejecutó una labor de reconocimiento de la estructura de la aplicación y un diagnóstico tanto a nivel estructural como funcional. Para ello, se utilizó una metodología ágil de diseño para realizar cambios significativos a nivel de la propuesta inicial en el diseño de la arquitectura de la aplicación y paralelamente se continuó con la programación de la aplicación.

A partir de los hallazgos, se propuso el replanteamiento de una arquitectura conceptual que permitiera organizar de forma más clara y accesible para el mantenimiento y continuidad del desarrollo de aplicación, la estructura interna de la misma.

La propuesta de la arquitectura conceptual y detallada se propuso bajo un modelo de vistas 4+1 (Philippe Kruchten) donde se plantea la vista lógica, de procesos, de despliegue, física y de escenarios, con lo cual se puede obtener distintas perspectivas de la implementación de la aplicación tanto a nivel interno como a nivel de interacción con los distintos elementos requeridos para su funcionamiento (servidores, motores de bases de datos, APIs, etc.). La notación utilizada en este modelo se basó en el Lenguaje Unificado de Modelado (UML).

La documentación correspondiente a la arquitectura del proyecto se desarrolló a partir de las decisiones incorporadas en el I semestre 2019 y se encuentran registradas en el documento [Software Document Architecture-Amón_RA](#)

La aplicación se reorganizó bajo una modalidad MVC (*Model View Controller*) de arquitectura en capas de acuerdo a como lo establece el framework seleccionado, para tener una separación de los elementos de la capa de interacción con el usuario con los de la lógica del funcionamiento de la aplicación, así también para lograr independencia del modelo de datos y manejo de la persistencia de la información.

En lo que al acceso a los recursos propios de la aplicación como imágenes, textos, modelos, videos, mapas y otros recursos de la interfaz gráfica, se estableció un esquema de manejo de la persistencia de información, dado que originalmente estaba propuesta a nivel local, lo cual resultaba inapropiado no sólo por el manejo sino porque la cantidad de los recursos era importante en cantidad y pesos, por lo que se debía manejar a través de recuperación de los mismos desde una base de datos externa usando un servidor como intermediario y no de forma local como estaba propuesto originalmente. Para esto se recurrió a la base de datos *Firebase* y *PostgreSQL* con la interacción de un servidor

Heroku accedido a través de Ruby on Rails. La estructura interna de la aplicación usando React Native puede verse en la figura 25.

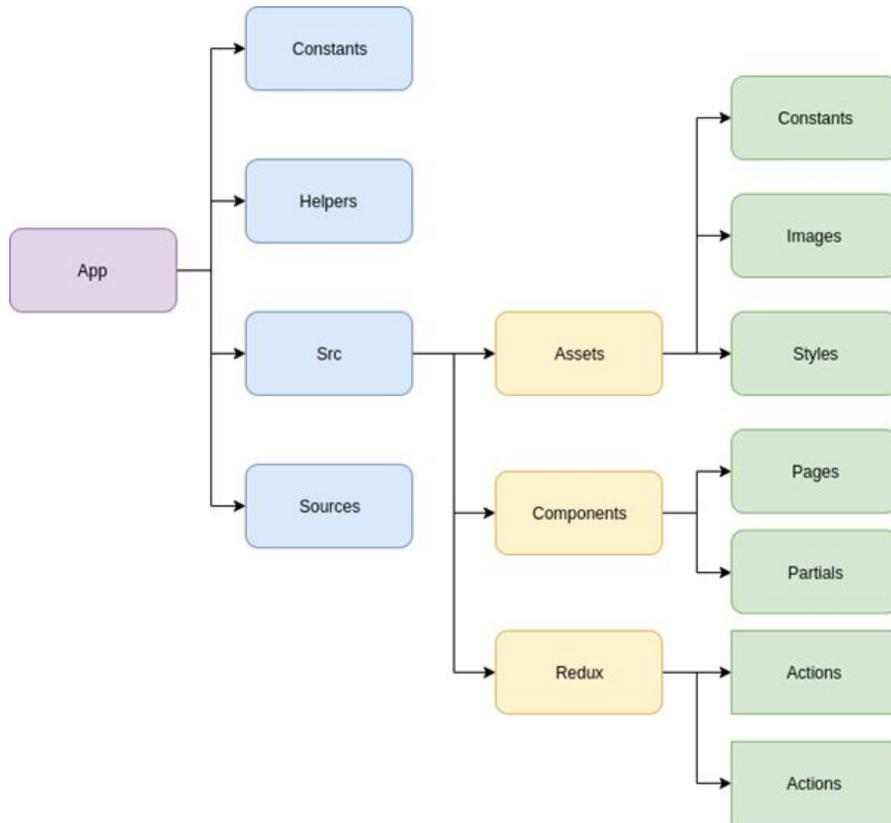


Figura 25. Estructura interna de la aplicación móvil usando React Native.

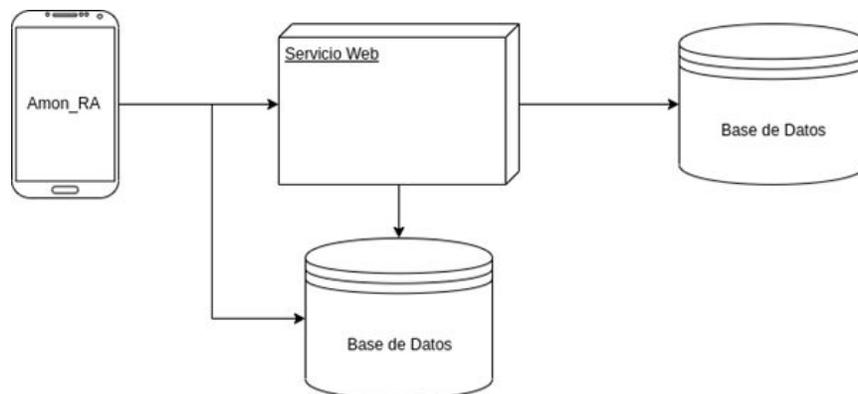


Figura 26. Esquema de comunicación de la aplicación móvil Amón_RA con servidores externos a bases de datos PostgreSQL y Firebase.

La aplicación Amon_RA se comunica directamente con el servicio web en Heroku para recuperar la información que este obtiene de las base de datos PostgreSQL y Firebase (figura 26). También el dispositivo móvil tiene comunicación directa con el almacenamiento de Firebase. La selección de tecnologías (figura 27) utilizadas en el desarrollo de la aplicación móvil fueron:



Figura 27. Tecnologías utilizadas en el desarrollo de Amón_RA.

La documentación correspondiente al proyecto se desarrolló en su segunda versión, pues la metodología aplicada supone la incorporación de cambios durante las distintas fases del proceso de desarrollo, permitiendo la modificación o incorporación de nuevos elementos que estuvieran pendientes de definición y depuración a nivel de requerimientos y la consiguiente modificación estructural en la arquitectura.

- Wireframe

Como parte de los resultados del objetivo 4, en lo concerniente al diseño del software y su interfaz, una de las herramientas principales de trabajo formulada por el equipo de Diseño Industrial fue el uso del Wireframe. Dicha diagramación permitió un trabajo de discusión y mejora de la aplicación móvil. Las 38 versiones del documento, evidencian el resultado de la interacción entre equipos multidisciplinares, así como la exploración de diferentes escenarios. Asimismo, el [Wireframe 38](#), evidencia el diseño a nivel de la jerarquía de los elementos, los patrones seleccionados, color, aspectos gráficos y navegación a través de la estructura definida para la aplicación.

- Contenidos Amón_RA; drive: contenidosamonra2019@gmail.com

Como respecto a los contenidos de la aplicación móvil, y para facilitar la interacción entre los equipos de las tres escuelas, el equipo de Arquitectura elaboró un repositorio de información. A través de un Drive, se colocaron las versiones finales de la información que contiene cada una de las secciones de la aplicación móvil Amón_RA. Posteriormente, el equipo de computación interactuó con dicha información para su colocación en la base de datos definitiva empleada a nivel del código fuente de la aplicación.

Este proceso resultó muy oportuno para el manejo de la información, pues al ser una herramienta en permanente construcción, requirió del manejo expedito del material que se iba produciendo. A futuro, la actualización o incorporación de modificaciones en la aplicación móvil es una tarea factible de realizar. Destaca a nivel de contenido el empleo constante de referencias bibliográficas que permiten la conexión del material con otras bases de datos.

Resultados objetivo 5

En este apartado, se presentan los principales resultados obtenidos en el quinto objetivo el cual consistió en desarrollar la aplicación móvil de realidad aumentada (Amón_RA).

- Aplicación móvil (Amón_RA) en su versión beta.
 - [5.1. APK 2020; drive: informe.amonra@gmail.com](mailto:5.1_APK_2020;drive:informe.amonra@gmail.com)

Una vez se inició con el proceso de programación de la aplicación móvil Amón_RA en 2018, se fueron obteniendo diversas versiones del APK. Dichas versiones fueron constantemente modificadas hasta la versión del [APK del 6 de marzo de 2020](#), misma que se utilizó en la campaña de lanzamiento y posteriormente, se colgó en el Google Play Console para su descarga. En relación al uso de la realidad aumentada dentro de la aplicación, se adjuntan vídeos de los casos de la [Alianza Francesa](#) y la [Casa Verde](#).

En el [Informe Final de participación Ing. Esteban Arias Méndez](#) se detallan los primeros procesos de desarrollo de algunas secciones de la aplicación móvil Amón_RA, así como la primera versión para el uso de la realidad aumentada por medio de reconocimiento de patrones en imágenes mediante la identificación de marcadores detectados para los *frameworks* de trabajo *Unity* y *Vuforia*.

Es importante mencionar que esta última versión de 2020, en relación a la versión original de 2018, ejecutó una nueva arquitectura interna en la aplicación, la incorporación de la

nueva tecnología para el manejo de la realidad aumentada en el proyecto y las mejoras al proyecto original en aspectos de programación en general para toda la funcionalidad contenida en el prototipo propuesto por el equipo de investigación.

Se recurrió a un espacio de trabajo en los servidores de la Escuela de Ingeniería en Computación para que el nuevo equipo de trabajo accediera con mayor independencia, tanto a la estructura original como a la rediseñada.

A partir de la metodología de desarrollo y la arquitectura propuesta, se construyó una arquitectura paralela al proyecto y se trasladaron aquellos componentes significativos y útiles para la continuación del desarrollo, así como se definió el nuevo esquema de ordenamiento de las distintas capas de la aplicación desde el manejo de objetos o componentes de interacción con el usuario, los propios de la lógica de la aplicación y el modelo que representa las entidades más importantes.

Una vez que el núcleo de la aplicación fue estabilizado en la nueva arquitectura, se asignó a cada miembro del equipo un módulo de la aplicación específico en el prototipo generado en los objetivos anteriores, de modo que se estimulara mayor aprendizaje, dominio y especialización sobre los requerimientos y sus particularidades de implementación. Esto permitió que varias secciones de la aplicación se desarrollaran en paralelo.

Se ejecutaron siete iteraciones en el proceso de desarrollo de este proyecto que permitieron la migración en primera instancia a una nueva estructura de trabajo y estabilización del proyecto en sus componentes existentes y añadidos a partir de 2019, así como la reprogramación de algunos requerimientos funcionales que presentaban inconsistencias de acuerdo a lo esperado, y finalmente, la incorporación de nuevos requerimientos funcionales resultantes de la interacción entre las escuelas participantes.

Durante el segundo semestre 2019, con los incrementos parciales liberados del proceso de desarrollo, se concretaron los aspectos de imagen y funcionamiento por medio de un trabajo multidisciplinar entre las escuelas, de donde se desprenden múltiples observaciones sobre aspectos visuales y de comportamiento, una vez que se cuenta con versiones funcionales para su valoración. Estas nuevas observaciones fueron integrándose al plan de requerimientos a atender en las siguientes iteraciones, de modo que se va avanzando en la construcción de la aplicación al mismo tiempo que se realiza el proceso de depuración de los incrementos liberados.

Como resultado de este objetivo se logró contar con una versión beta de la aplicación móvil que se utilizó para poder realizar las etapas de presentación y evaluación a los

usuarios potenciales y recopilar una serie de observaciones y recomendaciones para futuras versiones.

Además debe hacerse notar que un componente interno utilizado en la aplicación como el servidor Heroku, a través del cual la aplicación móvil se conecta una de las bases de datos de la aplicación fue utilizado de manera “temporal” con la intención de poder ser sustituido por uno dentro de las instancias del TEC que ofrezca conexión externa, aspecto que no se logró concretar por dificultades administrativas.

- Artículo científico en revista indexada

Primeramente, se elaboró por parte de los investigadores Kenia García-Baltodano, Porrás-Alfaro y Esteban Arias-Méndez una primera comunicación para el JoCICI 2017 a disposición en:

<https://revistas.tec.ac.cr/index.php/memorias/article/view/4547>

Posteriormente, se decidió publicar en el Congreso Latinoamericano de Interacción Humano Computadora, CLIHC 2019, parte del XLV Latin American Computing Conference, CLEI 2019, la conferencia en computación más importante de Latinoamérica, celebrada en la Ciudad de Panamá los días 30 de setiembre al 4 de Octubre del 2019, titulado “Amón_RA: augmented reality to value historic urban landscape”, indexado en el *ACM International Conference Proceeding Series (ICPS)*.

Esteban Arias-Méndez, David Porrás-Alfaro y Kenia García-Baltodano. 2019. Amón_RA: augmented reality to value historic urban landscape. In Proceedings of the IX Latin American Conference on Human Computer Interaction (CLIHC '19). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 15, 1–4. DOI: <https://doi.org/10.1145/3358961.3358977>

Posteriormente, se elaboró un texto de divulgación en la revista InvestigaTEC.

Arias-Méndez, E., González-Damazío, E., y Porrás-Alfaro, D. (2019). Amón_RA: procesamiento de marcadores de realidad aumentada para el reconocimiento de grandes objetos en el mundo real. *Investiga. TEC*, (36), 6-10. Disponible en:

https://revistas.tec.ac.cr/index.php/investiga_tec/article/view/4664

Finalmente, se presentó en junio 2020 un texto para su publicación en la Revista Tecnología en Marcha titulado: El modelo iterativo e incremental para el desarrollo de la

aplicación de realidad aumentada Amón_RA por parte de la Ing. Ericka Solano-Fernández, M.A.E. y el Dr. Arq. David Porrás-Alfaro.

Resultados objetivo 6

En este apartado se presentan los principales resultados obtenidos en el sexto objetivo: evaluar la utilización de la aplicación móvil (Amón_RA) con miras a su mejoramiento y posible empleo en otros contextos.

- Evaluación de la aplicación.

- Evaluaciones internas.

Como parte del trabajo interdisciplinar se llevaron a cabo diversas reuniones para evaluar los avances en las versiones de los APK. Una muestra del proceso de sistematización del trabajo en campo se puede encontrar en el [Informe de evaluación](#) de la aplicación del 25 de octubre de 2019.

- Actividad académica de verificación mediante la lineamientos del estándar IEEE 829-2008 Standard for Software and System Test Documentation, dentro del marco del curso Aseguramiento de la Calidad del Software de la Carrera de Ingeniería de Computación del II semestre del año 2019.

Una muestra del proceso de verificación llevado a cabo dentro del curso citado puede encontrarse en el [Informe de Auditoría](#).

- Pruebas para evaluar la aplicación como herramienta de interpretación.

Durante los talleres realizados tanto con miembros de la comunidad como con estudiantes de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo se llevaron a cabo cuestionarios previos al uso de la aplicación y posteriores al mismo. Estos tenían la finalidad de evaluar la capacidad o el impacto que puede tener la aplicación para brindar a la audiencia información importante para lograr la puesta en valor y difusión del paisaje urbano histórico de barrio Amón.

Los instrumentos utilizados estuvieron compuestos de una serie de preguntas agrupadas en cuatro secciones: aspectos generales, aspectos cognitivos, aspectos afectivos y aspectos conductuales, siguiendo la metodología planteada por Ham (2006). Tanto para el cuestionario previo como para el posterior se utilizaron las mismas preguntas con la finalidad de detectar posibles cambios en la percepción y conocimiento del paisaje urbano histórico de barrio Amón tras el uso de la aplicación móvil.

En los aspectos generales se consultaron temas básicos para conocer a la población participante. Del taller realizado con actores sociales se logró extraer la siguiente información: de las 10 personas que participaron en el evento, cinco fueron mujeres y cinco hombres; en cuanto a las edades se contó con la asistencia de tres menores de 30 años, tres personas entre 31 y 49 años, y cuatro personas mayores de 40. Respecto a la escolaridad, todos eran personas con estudios universitarios. En cuanto al taller con estudiantes se contó con la participación de 23 personas, 15 mujeres y 8 hombres. De estas, 22 eran menores de 30 años y una persona entre 31 y 49 años.

La sección de aspectos cognitivos, se enfocó en preguntas relacionadas a la adquisición de conocimientos de los participantes y al procesamiento de la información que se les suministró. La sección estuvo compuesta de cinco preguntas de falso y verdadero a partir de afirmaciones relacionadas a diversos componentes del paisaje urbano histórico de barrio Amón. En las tablas 7 y 8 se muestran los resultados de las respuestas obtenidas en los ejercicios desarrollados con actores sociales y estudiantes de la EAU respectivamente

Tabla 7. Resultados del taller con actores sociales.

Enunciado	Respuestas		
	Pre taller	Post taller	Correcta
Uno de los edificios más representativos de barrio Amón es El Castillo del Conde.	0V, 9F, 1NS/NR	0V, 9F, 0NS/NR	F
El proyecto de ensanche de la ciudad de San José al norte fue presentado por Amón Fasileau-Duplantier a la Municipalidad de San José	9V, 0F, 1NS/NR	8V, 1F, 0NS/NR	V
En barrio Amón han vivido ilustres personajes como María Isabel Carvajal, Otilio Ulate Blanco y Rafael Ángel Calderón Guardia.	4V, 5F, 1NS/NR	4V, 5F, 0NS/NR	F
El edificio del Centro de Cine fue la residencia de José Figueres Ferrer y en ella, se realizaron las	5V, 3F, 2 NS/NR	6V, 2F, 1NS/NR	V

reuniones de la Junta Fundadora de la Segunda República.			
En barrio Amón hay un humedal con gran importancia ambiental.	4V, 4F, 2NS/NR	5V, 3F	V

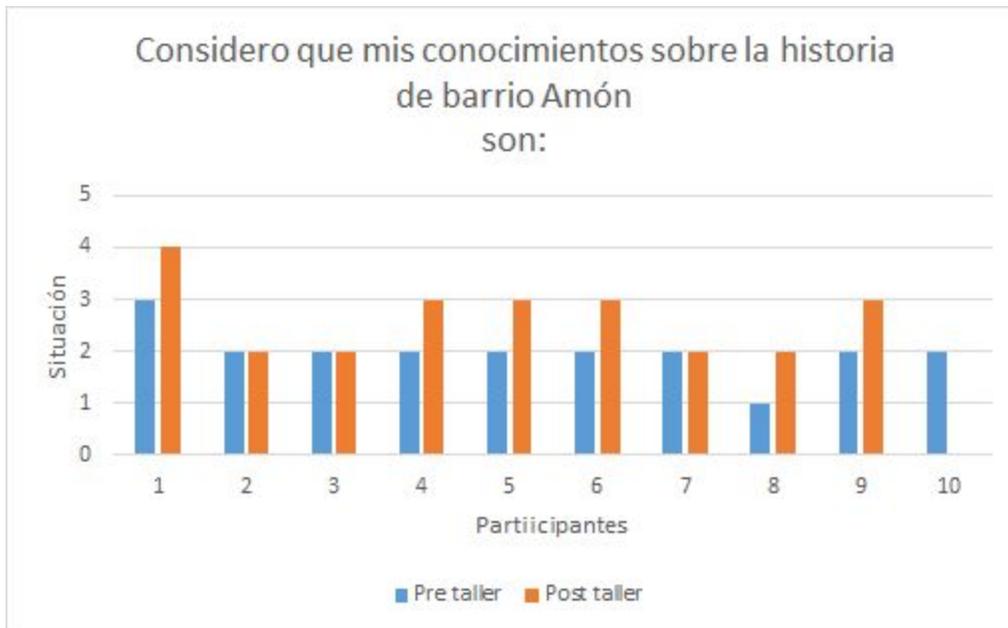
Tabla 8. Resultados del taller con actores sociales.

Enunciado	Respuestas		
	Pre taller	Post taller	Correcta
Uno de los edificios más representativos de barrio Amón es El Castillo del Conde.	7V 14F, 1NS/NR	7V, 16F, 0NS/NR	F
El proyecto de ensanche de la ciudad de San José al norte fue presentado por Amón Fasileau-Duplantier a la Municipalidad de San José	13V, 9F, 0NS/NR	17V, 6F, 0NS/NR	V
En barrio Amón han vivido ilustres personajes como María Isabel Carvajal, Otilio Ulate Blanco y Rafael Ángel Calderón Guardia.	19V, 3F	16V, 6 F, 1NS/NR	F
El edificio del Centro de Cine fue la residencia de José Figueres Ferrer y en ella, se realizaron las reuniones de la Junta Fundadora de la Segunda República.	11V, 10F, 1NS/NR	15V, 8F, 0NS/NR	V
En barrio Amón hay un humedal con gran importancia ambiental.	13V, 9F, 0NS/NR	17V, 6F, 0NS/NR	V

La sección de aspectos afectivos se enfocan en la capacidad de la herramienta para generar actitudes en las personas. En este caso se utilizó una escala de Likert para medir la actitud de las personas antes y después de utilizar la aplicación. Se les solicitó a los participantes seleccionar la opción que mejor reflejara su situación, donde 0=no se; 1=malos; 2=regulares; 3=buenos; 4=excelentes a partir de cinco enunciados.

Específicamente, en el caso del taller con actores sociales se obtuvo la información que se detalla en los gráficos 1-5:

Gráfico 1. Respuestas de los actores sociales a la pregunta 1



* En el caso del décimo participante se retiró antes de su finalización.

Gráfico 2. Respuestas de los actores sociales a la pregunta 2



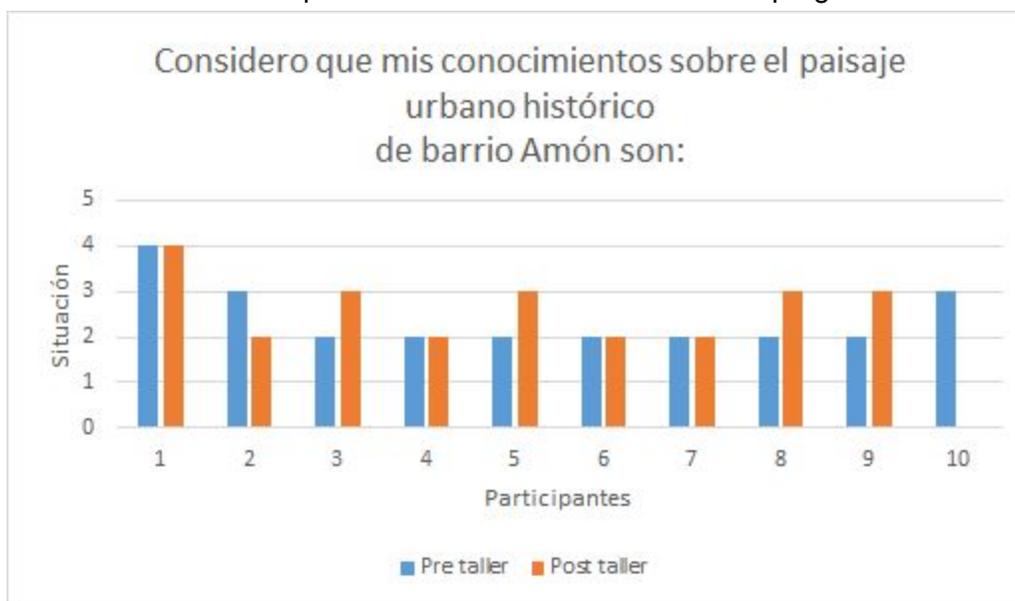
Gráfico 3. Respuestas de los actores sociales a la pregunta 3.



Gráfico 4. Respuestas de los actores sociales a la pregunta 4.



Gráfico 5. Respuestas de los actores sociales a la pregunta 5.



Este mismo ejercicio se realizó con el grupo de estudiantes. Entre las respuestas obtenidas, sobresale que en el caso de la afirmación “Considero que mis conocimientos sobre la historia de barrio Amón son”, en el pre taller solo tres estudiantes dijeron que sus conocimientos eran buenos, el resto indicó que eran regulares o malos. Después del taller sólo un estudiante manifestó que sus conocimientos eran excelentes, el resto se mantuvo en la misma respuesta.

En el caso de los actores sociales, después del taller, todos mencionaron tener conocimientos regulares, tras el taller más de la mitad manifestó que sus conocimientos eran buenos.

El segundo enunciado fue “Considero que mis conocimientos sobre el patrimonio de barrio Amón son”. En el caso de los estudiantes, en el cuestionario previo, cinco indicaron que sus conocimientos eran buenos, el resto dijeron que eran malos o regulares. Después del taller se mantuvo la misma tendencia en las respuestas.

El tercer enunciado “Considero que mis conocimientos sobre la oferta urbana de barrio Amón (gastronomía, hospedaje, cultura y arte e institucional) son”; la respuesta en el cuestionario previo realizado a los estudiantes fue que nueve dijeron tener conocimientos buenos o muy buenos, el resto regulares o malos. En el cuestionario post taller 16 dijeron tener conocimientos buenos o muy buenos sobre la oferta urbana

El cuarto enunciado “Considero que mis conocimientos sobre los personajes relacionados a barrio Amón son”. Uno de los estudiantes dijo que sus conocimientos eran buenos, la gran mayoría indicó tener malos conocimientos. Después del taller la tendencia se mantuvo.

El último enunciado “Considero que mis conocimientos sobre el paisaje urbano histórico de barrio Amón son”. La respuesta de los estudiantes al cuestionario previo 10 dijeron que sus conocimientos eran buenos o muy buenos; posterior al taller, una persona más dijo haber mejorado sus conocimientos, el resto se mantuvo igual.

La sección de aspectos conductuales se refiere a cómo la herramienta ayuda generar o desincentivar acciones en la audiencia.

La primera pregunta realizada fue: a) Desearía participar en alguna actividad que me permita conocer o disfrutar más de barrio Amón. En el cuestionario previo, la respuesta de los actores sociales todos los participantes dijeron estar totalmente de acuerdo; esta respuesta se mantuvo en el cuestionario posterior. Respecto a los estudiantes, dos personas dijeron estar en desacuerdo, el resto de los participantes indicaron estar de acuerdo o muy de acuerdo.

En la segunda pregunta, se les consultó si desearían permanecer más tiempo en barrio Amón para conocer sobre sus valores urbanos, históricos y patrimoniales. Los actores sociales mayoritariamente indicaron estar de acuerdo o muy de acuerdo en el primer cuestionario, tendencia que se mantuvo en el segundo test. La respuesta de los estudiantes en el primer test fue muy similar, solo dos personas dijeron estar en desacuerdo; en el segundo test solo una persona dijo estar en desacuerdo.

La tercera pregunta fue “Desearía visitar más de la oferta urbana de barrio Amón (gastronomía, hospedaje, cultura y arte e institucional)”. La respuesta de los vecinos fue de acuerdo o muy de acuerdo en todos los casos, tanto el cuestionario previo como en el posterior al taller. La misma situación se presentó con la respuesta de los estudiantes.

La cuarta pregunta fue “Recomendaría a alguien más visitar barrio Amón”. Los actores sociales, indicaron mayoritariamente estar muy de acuerdo tanto en el primer como en el segundo test. En el caso de los estudiantes, en el primer test, dos estudiantes dijeron estar en desacuerdo con la afirmación, mientras el resto dijeron que sí lo recomendarían; para el segundo cuestionario solo uno de los estudiantes se mantuvo en desacuerdo.

La última pregunta de la sección consultó si los participantes se unirían a una organización o entidad que trabaje por el mejoramiento del paisaje urbano histórico. Los actores sociales manifestaron estar de acuerdo o muy de acuerdo tanto en el primer como en el segundo cuestionario. Respecto a los estudiantes, en el primer cuestionario solo uno dijo estar en desacuerdo con la afirmación; para el segundo cuatro siguieron esta tendencia, mientras el resto se mantuvo de acuerdo.

Al cuestionario post taller se le adicionó una quinta sección denominada “Aspectos de evaluación de la aplicación móvil Amón_RA” cuya finalidad fue obtener información respecto a la percepción general de los usuarios tras haber utilizado la herramienta. Esta sección también estuvo compuesta por cuatro preguntas; entre ellas, su opinión respecto a la sección que les pareció más o menos interesante, pudiendo escoger más de un elemento.

Tanto en la consulta realizada en el taller con actores sociales, como en la realizada con estudiantes de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo, hubo coincidencia en la opinión de los participantes en cuanto que la visita virtual es la sección que les resultó más interesante (gráficos 6 y 7). Respecto al segundo lugar en interés, también se encontró coincidencia de opiniones en cuanto a la oferta urbana; aunque en el caso de los actores sociales, estos colocaron en la misma posición a la línea del tiempo.

Gráfico 6. Respuestas de los actores sociales al interés por la sección del app.

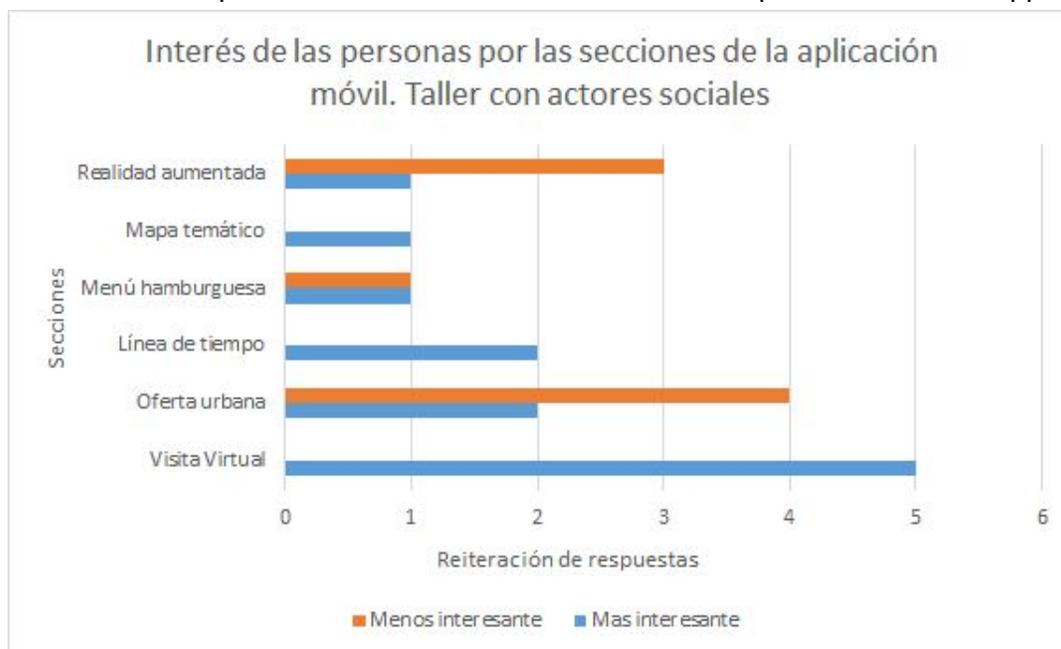
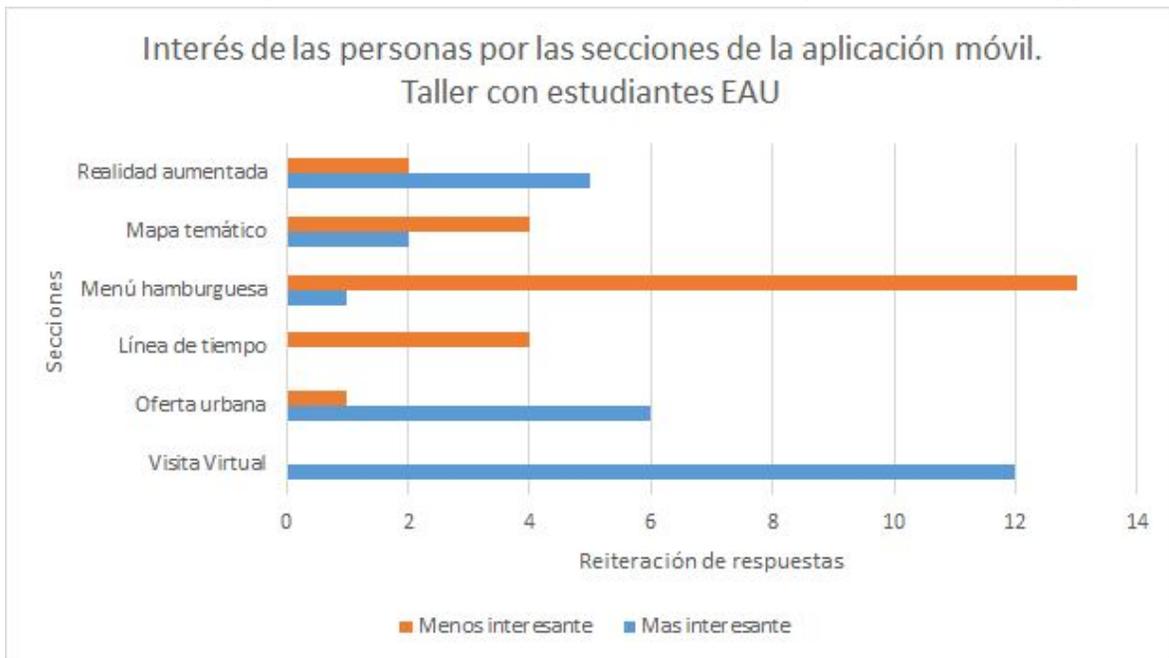


Gráfico 7. Respuestas de los actores sociales al interés por la sección del app.



En cuanto a las secciones de menor interés, los actores sociales mencionaron más reiterativamente a la oferta urbana, mientras que los estudiantes se decantaron por el menú hamburguesa.

Otra de las preguntas realizadas fue el nivel de satisfacción con la aplicación móvil. En cuanto a la respuesta de los actores sociales, el 55% dijo estar satisfecho, mientras el 45% indicó estar muy satisfecho. De los estudiantes el 78% señaló estar satisfecho, 7% indicó estar muy satisfecho, otro 7% dijo estar insatisfecho y el 4% fue neutral.

Finalmente, se le consultó a todos los participantes sobre su nivel de acuerdo en relación a la afirmación “la aplicación móvil Amón_RA es una herramienta para la puesta en valor y difusión del paisaje urbano histórico de barrio Amón”. En el caso de los actores sociales el 78% señaló estar muy de acuerdo y el 22% de acuerdo; por su parte los estudiantes, el 61% dijo estar muy de acuerdo y el 39% de acuerdo.

- Pruebas heurísticas con usuarios y expertos.

En diciembre de 2019 y enero de 2020 se realizaron las pruebas heurísticas con los usuarios identificados para la aplicación Amón_RA.

Estas pruebas para guardar un patrón de comparación con la prueba del *digital prototyping* se emplearon las mismas tareas, pero adaptándolas con los contenidos finales de la aplicación de modo que se cubriera en las pruebas las principales secciones con las que cuenta la aplicación.

Los resultados obtenidos se detallan por sección:

Mapa interactivo, se tuvo problemas con el patrón de diseño para desplegar los filtros, ya que la flecha para desplegar los filtros estaba en la esquina inferior izquierda y al utilizar un elemento de interacción (flecha) los testers no asociaron esto para desplegar los filtros.

A nivel de las chinchetas mostradas se requiere hacer un ajuste en el tono, para poder indicar al usuario cuál fue el sitio seleccionado. Con respecto a la información desplegada en el lugar se presentaron casos donde los testers daban un *tap* sobre el título de la casa para desplegar la información, sin embargo lo que se había planteado fue un botón de más. Dicho botón lo asociaron más con la idea de crear un favorito en una lista.

En la sección de Realidad Aumentada, los *testers* esperaban que se generará un mapa con la ruta para llegar al inmueble a partir de la ubicación de la persona. Esta funcionalidad se pensó en la etapa de conceptualización pero no se pudo realizar por parte de tecnología y al final el equipo de investigación descartó la idea.

Visita Virtual, esta fue una de las secciones más gustadas y donde se presentó menos problemas de interacción al menos con el contenido de las fotografías 360°. No tanto así con la subsección de Modelos 3D, ya que a nivel de la implementación no se logró llevar a cabo el planteamiento de diseño que consistía en tener el modelo renderizado, con botones para poder acceder a los elementos del glosario.

La solución planteada de tener un *switch* para activar los elementos del glosario que consisten en dibujos 2D con la descripción del elemento, pudo ser accedida por algunos de los testers.

Oferta Urbana, en esta sección de la aplicación donde se presenta información sobre oferta gastronómica, institucional, hospedaje, cultura y arte, presentó el mismo problema

de acceso a la información que se presentó en el mapa interactivo, ya que se había empleado el mismo patrón de diseño de tener el botón de más (+).

Línea del tiempo, las principales sugerencias que brindaron los *testers* fue tener la opción de ampliar las fotos y otra forma de navegación para no dar tanto *scroll*, se sugirió tener fechas y que al dar un *tap* se despliegue esa sección de la línea del tiempo.

Menú Hamburguesa, en esta sección se localiza la información a nivel de detalle de la arquitectura del barrio y que conecta con el mapa interactivo, se accede a la información de creación del barrio, así como las vivencias, literatura, personales que vivieron en el barrio, secretos, entre otros.

La prueba de experto en el área de usabilidad y diseño fue con el PhD. Franklin Hernández - Castro, esta se realizó el 28 de Febrero de 2020. Ver [fotos de la prueba de experto en usabilidad y diseño](#).

Algunos de los aspectos mencionados en la realimentación, fue de que primera entrada no se haya ubicado. La aplicación carga en el mapa interactivo por defecto, aunque el mapa tiene la apariencia del Google Maps no le quedó claro que tenía que realizar.

En las chinchetas esperaba que la información saliera cerca del pin, de modo que exista pertenencia con el sitio seleccionado y no con la barra de menú siempre visible, ya que por el color y ubicación se pierde la pertenencia el pin seleccionado.

En la sección de la Visita Virtual - Modelos 3D el tipo de navegación tiene un problema de "perdidos en el hiperespacio" y se debe a que el usuario tiene una alta complejidad para navegar en un espacio tres dimensiones ya que los controladores están libres para navegar en los ejes X, Y y Z y sumado a que con el giroscopio también está manipulable. La recomendación es condicionar el usuario, para que solo tenga una o dos opciones de rotación en algunos de los ejes.

La sección de fotografías 360° tiene un fácil funcionamiento y le agradó bastante. En la sección de Oferta Urbana esperaba que todo fuera para accionar con el *tap*, de modo que se accediera tanto por la foto o el texto.

En la línea de tiempo, se tiene un discurso diferente para lograr establecer dónde está el pasado y el presente y se debe a que tiene una disposición vertical y esperaba un discurso horizontal, de izquierda a derecha.

Menú hamburguesa en la sección de origen del barrio tiene problemas de pertenencia con las líneas separadora entre los más textos y los textos son muy largos, es poco probable que lo lean.

Se sugiere hacer una guía para la sección de Realidad Aumentada donde se relacione el filtro de realidad aumentada en mapa interactivo y que se pueda contar con una señal o distintivo en el punto para indicar al usuario como se debe de posicionar para acceder a la funcionalidad.

- Campaña de lanzamiento.

Como parte de la actividades planteadas para el lanzamiento de la aplicación Amón_RA se realizó una campaña de difusión a través de redes sociales (Facebook: [@amonratec](#), Instagram: [amonra_tec](#)) en la cual se trató de dar a conocer el app y los recursos que utiliza, así como las actividades realizadas para la evaluación de la aplicación y el evento de lanzamiento. Asimismo, la [página web de la aplicación](#) sirvió para la difusión del contenido de la aplicación.

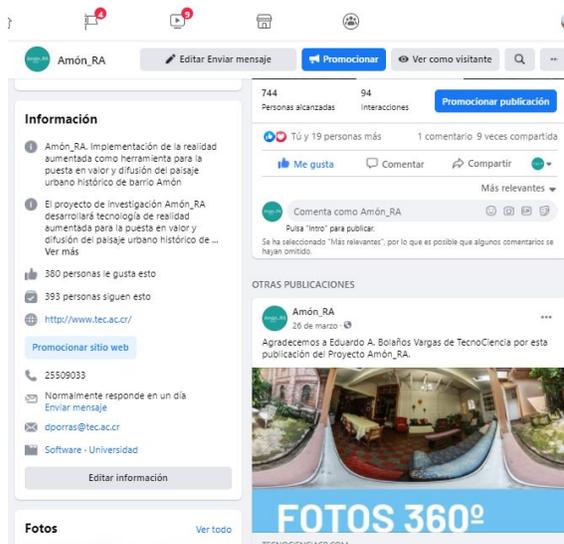


Figura 28. Captura de pantalla de página de Amón_RA en Facebook.

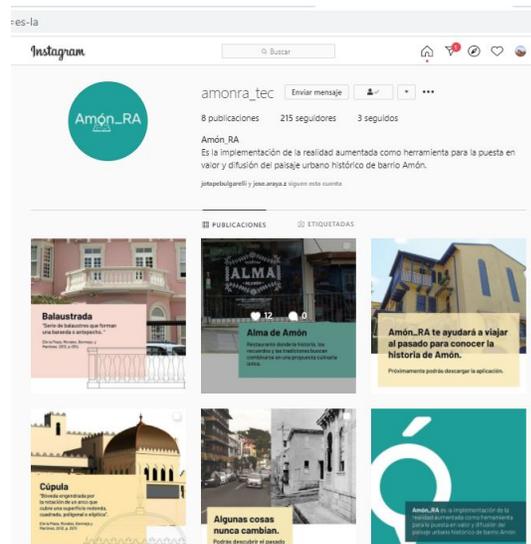


Figura 29. Captura de pantalla de página de Amón_RA en Instagram.

Otras actividades vinculadas a la campaña de lanzamiento fueron entrevistas y notas de prensa para la difusión del proyecto a través de diversos medios de comunicación nacionales y regionales como Repretel, Canal 15, la revista Construir, CRHoy, la revista

ItNow; así como en Hoy en el TEC, las mismas pueden consultarse en el Documento 2, sección de divulgación.

El día 28 de febrero de 2020 se realizó el evento de lanzamiento de Amón_RA , en el Auditorio de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo del Campus Tecnológico Local San José del Tecnológico de Costa Rica. La actividad contó con la presencia de miembros de la comunidad josefina como la Vicealcaldesa de San José Lic. Paula Vargas y funcionarios de la Municipalidad de San José, integrantes de la Asociación para la Conservación y el Desarrollo de Barrio Amón, funcionarios de la Alianza Francesa y el Zoológico y Jardín Botánico Simón Bolívar, vecinos y empresarios de barrio Amón. Asimismo se contó con la participación de miembros de la comunidad académica del TEC como la Directora de Proyectos Dra. Ana Abdelnour, el Director del Campus Tecnológico Local de San José Msc. Ronald Bonilla, profesores y estudiantes de las carreras de Arquitectura y Urbanismo, Diseño Industrial y Computación; además de público en general.

Durante el evento se expuso, mediante una [presentación](#), los principales logros de la investigación y se hizo una [demostración del uso de la aplicación móvil](#) y del uso de la realidad aumentada en los casos de la [Alianza Francesa](#) y la [Casa Verde](#). El evento de lanzamiento se acompañó de una exposición fotográfica compuesta por 23 láminas con fotografías de edificaciones, así como espacios naturales y urbanos que forman parte del paisaje urbano histórico de barrio Amón. Dicha exposición se colocó en el vestíbulo y el auditorio de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo. El material de la exposición puede consultarse en el siguiente [enlace](#).





Figuras 30, 31, 32 y 33. Evento de lanzamiento de la aplicación Amón_RA.

10. Discusión y conclusiones

Una vez concluido el proyecto de investigación Amón_RA, se muestra la relación entre los resultados obtenidos y los objetivos propuestos con el fin de establecer relaciones que evidencien las principales conclusiones obtenidas. Como parte del primer objetivo, Identificar los elementos que componen el paisaje urbano histórico de barrio Amón (PUHBA), cabe mencionar que al utilizar el concepto de paisaje urbano histórico para analizar barrio Amón se debieron tomar en consideración una serie de variables del territorio que complejizan el estudio y que implican la necesidad de abordar diversas temáticas para lograr la integralidad del análisis; si bien es cierto ya existen algunos estudios a nivel histórico y arquitectónico del sitio, el proyecto se enfrentó a vacíos de información que debieron solventarse durante el desarrollo del proyecto, ampliando los procesos en campo y mediante diversas técnicas de investigación social.

Quedan diversos ámbitos de información por cubrir, pues la metodología del PUHBA puede profundizar en cada uno de sus aspectos. Además, es importante que el material elaborado sea considerado por instituciones como la Municipalidad de San José y el Centro de Investigación en Conservación del Patrimonio Cultural del Ministerio de Cultura y Juventud para complementar las bases de datos existentes y establecer procesos de construcción conjunta y actualización de los vacíos existentes, como una forma de salvaguardar la riqueza que existe en el barrio.

El segundo objetivo, buscó contrastar la información de base del PUHBA con la participación de los agentes sociales involucrados en el proyecto. Al tratarse de una investigación con un fuerte componente social, el trabajo con la comunidad fue una parte esencial, si bien en la mayor parte de las convocatorias realizadas a diversos agentes sociales de barrio Amón fueron bastante exitosas, en algunas ocasiones se encontró con una baja participación de personas que llevó a buscar estrategias o realizar nuevas convocatorias para aumentar la participación. Además, se dificultó la participación de los entes externos por motivo de que los funcionarios involucrados no contaban con la disponibilidad requerida y finalizaron sus nombramientos en las instituciones previo al cierre del proyecto.

Pese a ello, se pudo comprobar la importancia que reviste para el desarrollo de aplicaciones móviles no solo la búsqueda de fuentes bibliográficas y documentales, sino el aporte que los actores sociales brindan como parte del patrimonio intangible de una comunidad. Según el artículo publicado por Bulgarelli & Valverde (2019) uno de los

aspectos que se pudo comprobar con evidencias de las dinámicas realizadas en los procesos participativos, son los límites históricos y políticos del barrio, los cuales no necesariamente se superponen.

De igual forma, el disponer de procesos participativos durante el desarrollo de la propuesta de diseño, permitió retroalimentar el proceso buscando la adaptación del producto final a los usuarios. Mismos, que a través de las pruebas en campo, pudieron corroborar aspectos relacionados a cada una de las secciones de la aplicación móvil y sugerir aspectos de interacción y estructura que retroalimentaron la propuesta inicial. Otros ejemplos del potencial de esta interacción de los actores sociales con el desarrollo de la aplicación móvil, se apreciaron a través de los análisis de la cantidad de texto que se deseaba presentar para una lectura sencilla del contenido, el uso de citación en la información mostrando la fuente del contenido, aprendizaje de nuevo vocabulario a través de un glosario arquitectónico, la posibilidad de potenciar aspectos desconocidos para los visitantes del barrio a través de la utilización de RA y fotografías 360 grados y suprimir las tradicionales rutas turísticas a partir del empleo de geolocalización.

El tercer objetivo, elaborar un prototipo de la aplicación móvil para realidad aumentada en el PUHBA, sirvió para conocer con mayor profundidad la complejidad en cuanto a la implementación de esta tecnología. Gracias a la exploración de herramientas existentes de realidad aumentada, fue posible determinar qué posibilidades de desarrollo se podrían implementar, aunque muchas de ellas, no se encontraban a disposición por corresponder a procesos de pago o a desarrollos de ámbito privado.

En cuanto al prototipo para Amón_RA, gracias al Wireframe y la Arquitectura de Información Beta, se pudo tener una mayor discusión entre las ideas previstas y las posibilidades de desarrollo. Además, estos procesos, se validaron con la información suministrada por los vecinos de barrio Amón participantes en los talleres participativos.

El empleo de la Metodología para el análisis y diseño de aplicaciones (usability cookbook); elaborada por el PhD. Franklin Hernández - Castro fue de gran utilidad para el planeamiento de aplicación Amón_RA, ya que sirvió para establecer no solo el público meta al cual se estaba dirigiendo la aplicación, sino que ayudó a establecer los supuestos y requerimientos, patrones de diseño, mínimos comunes y el establecimiento de la arquitectura alpha.

Sin embargo, los talleres participativos fueron de vital importancia, ya que brindaron el espacio para hacer verificación con los usuarios potenciales de la aplicación, estos procesos que realimentaron el desarrollo en las etapas más cruciales como fue la

definición de las funcionalidades y la prueba del digital prototyping. Esta última en particular, funcionó junto con el criterio del equipo de computación para replantear la arquitectura de información beta, ya que el dominio de la tecnología en algunos momentos del proyecto significó tratar de replantear las funcionalidades.

Los procesos de iteración en la definición de los wireframes de alta fidelidad a pesar que se llegó a una versión 38, significó una base para el desarrollo de los APKs y la guía para evaluar los desarrollos. La etapa de pruebas heurísticas con usuarios y prueba con experto en usabilidad y diseño, realizadas en el sexto objetivo, permitió concluir que fueron muy consistentes entre unas y otra. Lo que logró establecer claramente cuales son las próximas mejoras para la aplicación Amón_RA.

Una vez se tuvo a disposición el concepto de la aplicación móvil Amón_RA, el equipo inició el proceso del cuarto objetivo, el cual consistió en diseñar el software y su interfaz para el procesamiento de la información bajo la utilización de realidad aumentada. Tanto en el cuarto, como en el quinto objetivo, correspondiente a la etapa de desarrollar la aplicación móvil de realidad aumentada, corresponden a las fases de mayor complejidad en el desarrollo del proyecto.

Por un lado, el modelo de desarrollo propuesto inicialmente correspondía a un modelo tradicional en cascada; sin embargo, conforme se fue implementando se generaron dificultades que provocaron constantes retrasos y lentitud en el avance, producto de no contar con las fases con el nivel de estabilidad requerido y el constante cambio en el equipo de programación, los cuales requerían de una curva de aprendizaje cada vez que se sumaban al proyecto. Al ser un proceso nuevo dentro del TEC y en el cual no se tenían destrezas previas, se requirió de muchas pruebas y una amplia curva de aprendizaje por parte del equipo investigador y estudiantil, lo cual implicó una gran inversión de tiempo y un amplio consumo de recursos para ampliar el equipo por medio de asistentes especiales y lograr los avances requeridos por el proyecto.

A pesar del desarrollo de siete modelos de edificaciones patrimoniales de Barrio Amón en 3D, se presentaron dificultades para su incorporación a la aplicación móvil, por incompatibilidades de software. Se requerirá de nuevos procesos de investigación que permitan dar solución a esta necesidad técnica. Igualmente, mucha de la información requirió de un proceso de mejora y adaptación entre los equipos de trabajo pues los formatos utilizados a nivel de software no siempre mostraron compatibilidad o el peso de los archivos no era el idóneo para una aplicación móvil.

A nivel administrativo, con el fin de adaptar el desarrollo de la aplicación móvil al contexto institucional y su inscripción como producto oficial del TEC, se realizaron diversas solicitudes para el proceso de compra de licencias Apple y Google para el desarrollo de Apps Móviles Institucionales. Sin embargo, este proceso evidenció la necesidad de contar con un protocolo institucional que facilite el procedimiento a los proyectos.

También se tuvieron dificultades para disponer de los espacios virtuales de almacenamiento (propias del proyecto) y herramientas de desarrollo gratuitas, lo que generó problemas para el desarrollo de pruebas con un número amplio de participantes. Pero quizás, una de las principales limitaciones encontradas en el desarrollo de la aplicación fue la reducida utilidad de la aplicación alcanzada por requerimientos de software o sistema operativo, lo cual dificulta un uso masivo de la misma. Se requerirán procesos adicionales para su implementación pues la mayoría de las herramientas que utilizan realidad aumentada son incompatibles con los teléfonos móviles de gama media y baja.

En el sexto objetivo, evaluar la utilización de la aplicación móvil (Amón_RA) con miras a su mejoramiento y posible empleo en otros contextos, se realizaron cinco diferentes evaluaciones de la aplicación con el fin de tener un panorama más amplio. La primera evaluación, a nivel interno, promovió el trabajo multidisciplinar, de modo que cada escuela revisó cada sección de la aplicación móvil. Este proceso evidenció diferentes mejoras pues se vinculó al curso de la carrera de computación 'Aseguramiento de la calidad del software' en el Campus Tecnológico Local San José.

Una segunda evaluación correspondió a los vecinos y actores locales, proceso que generó una importante retroalimentación pues cerró el ciclo con los vecinos a nivel del proceso de validación y participación de los primeros dos objetivos del proyecto. Además, generó interacción e ideas de vinculación y mejora del producto, como la necesidad de una versión en iOS, implementar una sección bilingüe, y aspectos relacionados a la implementación y acompañamiento en campo.

La tercera evaluación, realizada con estudiantes del curso Sitios y Monumentos del Patrimonio Histórico, Arquitectónico y Cultural vinculó pruebas de usabilidad, las cuales generaron diferentes opciones de mejora implementadas en la aplicación. Otras de las ideas por su complejidad, se sistematizaron para futuros proyectos de desarrollo de software.

La información obtenida de la evaluación sobre la capacidad de la herramienta como recurso interpretativo muestra que existe potencial en la aplicación para contribuir a la

puesta en valor del paisaje urbano histórico de barrio Amón, no obstante, su aplicación en los talleres realmente funcionó como un ejemplo de cuestionarios piloto, pues se requeriría de una experiencia más prolongada y a mayor profundidad de los participantes para obtener resultados más sólidos. Como se extrae de los comentarios de algunos participantes, lo deseable sería que esta evaluación se realizara después de una visita completa por el barrio utilizando la aplicación móvil y no como se llevó a cabo, pues la actividad estuvo muy limitada en tiempo debido a la necesidad de abordar otros aspectos dentro de la evaluación. A pesar de esto, se considera que la herramienta es de utilidad y que las observaciones brindadas por los participantes pueden contribuir a realizar mejoras necesarias para una evaluación más oportuna y de mayor impacto, dando continuidad a la investigación.

De las respuestas obtenidas en este pilotaje, se extrae que la gran cantidad de información que aporta la aplicación, así como las diversas formas de presentación de los recursos convierten a Amón_RA en una herramienta que puede aportar al conocimiento y la valorización de este espacio josefino. Aún así, parece que los participantes presentan diversas predilecciones en cuanto a la forma en que se les presenta la información relacionado a las edades de las personas, a futuro sería interesante profundizar en estos aspectos, como tema a considerar para posibles mejoras.

La cuarta evaluación, a nivel de experto, con el Diseñador Industrial Dr. Franklin Hernández Castro, permitió el desarrollo de pruebas heurísticas basadas en los principios de Nielsen.

Finalmente, con algunos de los cambios implementados, se desarrollaron como quinta evaluación, sesiones de pruebas de campo por parte del equipo investigador y estudiantil que brindaron un proceso final de retroalimentación al desarrollo realizado.

Dos temáticas, merecen un espacio adicional, el primero, en relación al diseño de la marca y desarrollo de la campaña en redes sociales para la aplicación Amón_RA. Este proceso de diseño de la marca para la aplicación fue un proceso más a lo interno del equipo de investigación, logrando plasmar lo que se deseaba comunicar con la aplicación. El desarrollo siguió un proceso de creación de marca, estableciendo claramente el mensaje a comunicar.

El planteamiento sirvió para establecer luego la coherencia entre los productos del *look and feel* de la aplicación, video introductorio y el plan de difusión en redes sociales. Así como facilitar el material para describir la marca en el solicitud de inscripción en el Registro de Propiedad Industrial con la marca Amón_RA. Se crearon las bases del plan de difusión en redes sociales para el proyecto Amón_RA, tomando en cuenta aspectos como tono de la comunicación, aspectos fuertes de la aplicación, así como la temática de las publicaciones.

El segundo aspecto, en relación a la conceptualización y planificación de la página web del proyecto Amón_RA, es importante mencionar que este producto se elaboró a partir de la gran cantidad de información recopilada en la investigación sobre barrio Amón y como medio para la difusión del proyecto. Por tanto, se tuvo la necesidad de tener un espacio para poner a disponibilidad del público en general otros aspectos no contados en la aplicación. El espacio sirve como medio de educación sobre el concepto de paisaje urbano histórico, ampliación de la galería de fotografías, memoria de los procesos participativos, entre otros.

Como cierre de esta sección, se puede concluir que el proyecto en sí fue muy ambicioso en cuanto al alcance y el tiempo solicitado para el desarrollo de los objetivos planteados inicialmente, lo que llevó a la necesidad de pedir una ampliación de un año y solicitudes adicionales de recursos económicos para ampliar el equipo. Se logró la implementación de la realidad aumentada, sin embargo, se requieren de nuevos procesos de investigación que permitan profundizar en el uso de esta tecnología.

11. Recomendaciones

Tras la finalización del proyecto y la suma de experiencias acumuladas en el mismo, se plantean las siguientes recomendaciones:

- Para garantizar una participación activa de los miembros del equipo de investigación, así como el cumplimiento de todas las actividades, es necesario asegurar la participación del equipo desde el proceso de formulación para lograr el empoderamiento de los participantes y su motivación hacia el proyecto.
- Un proyecto con la complejidad de Amón_RA requiere más tiempo y recursos para su realización, pues al tratarse de una tecnología novedosa en el país no se contaba con todo el conocimiento, equipos y recursos para su desarrollo, lo cual conllevó a una prolongada curva de aprendizaje.
- Como parte de la gestión del proyecto, cuando se dispone de equipos pequeños de desarrollo, se recomienda seleccionar estudiantes con un grado similar de formación y preferiblemente en el cierre de su carrera para contar con un mejor aprovechamiento del recurso humano y fomentar el trabajo colaborativo entre ellos.
- En proyectos de complejidad avanzada, como el caso de Amón_RA, con el cambio hacia una metodología de desarrollo iterativa e incremental, se utilizó un enfoque en pequeñas tareas, lo cual permitió integrar varios retos a la vez, sumar diferentes tecnologías y facilitar el proceso multidisciplinario con las escuelas participantes.
- En el caso del trabajo con instituciones externas se sugiere establecer planes de trabajo y firma de convenios interinstitucionales para asegurar la participación y seguimiento del proyecto, así como posibles líneas de financiamiento que brinden viabilidad a los proyectos.
- Se recomienda establecer convenios y mecanismos de articulación con los actores participantes en el proyecto y otros agentes del barrio, como vecinos, la Asociación para la Conservación y el Desarrollo de Barrio Amón, la Alianza Cultural Franco Costarricense, el Parque Zoológico y Jardín Botánico Nacional Simón Bolívar, el Centro Costarricense de Producción Cinematográfica, Teorética, la Casa Cultural Amón, el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, otros emprendimientos hoteleros, gastronómicos y culturales, para asegurar la continuidad del proceso en cuanto a recursos, actualización de información, nuevas versiones de la aplicación y elementos que faciliten el acceso de los usuarios a la aplicación móvil.

- Con base en los resultados alcanzados como parte de este proyecto de investigación, se recomienda continuar el desarrollo de posibles nuevos proyectos en contextos con amplios recursos patrimoniales que permitan, a través de la metodología del paisaje urbano histórico y de los valores patrimoniales, generar nuevos productos ligados a las Tecnologías de la Información y la Comunicación que pongan en valor y difundan sus características. Amón_RA se desarrolló en uno de los ensanches del Centro Histórico de San José, por lo que el proyecto podría continuar su expansión hacia otros barrios u otros sectores de la ciudad. Además, otras ciudades costarricenses como Cartago, Limón o Liberia permitirían continuar procesos de investigación y extensión previamente desarrollados por la Escuela de Arquitectura y Urbanismo, o aportar al Museo Nacional de Costa Rica en la implantación de esta tecnología como ayuda a la interpretación del Sitio Arqueológico Finca 6 (Palmar Sur, Puntarenas).
- Otros proyectos de investigación podrían enfocarse en desarrollar aún más la implementación de la tecnología de la realidad aumentada, haciendo una mezcla con otras herramientas y productos generados con el uso del escáner láser, fotografías 360°, imágenes y vídeos obtenidos por medio de drone, etc. Asimismo, la posibilidad de ampliar el nivel de manejo de los modelos 3D en aplicaciones móviles o páginas WEB con procesos de mejora de la usabilidad del usuario e implementación técnica, son iniciativas que permitirían abrir nuevos frentes de investigación asociados a los resultados del proyecto de investigación Amón_RA.

12. Agradecimientos

Deseamos agradecer a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Tecnológico de Costa Rica por el apoyo y financiamiento dado para la realización de este proyecto, en especial a la Ing. Maribel Jiménez Montero, Oficial de Proyectos VIE.

A las Escuelas de Arquitectura y Urbanismo, Ingeniería en Diseño Industrial e Ingeniería en Computación, sus Consejos, Directores y respectivos Comités Técnicos, por sus constantes contribuciones al desarrollo de este proyecto.

A otros investigadores y extensionistas del Tecnológico de Costa Rica y de las universidades públicas de Costa Rica que se vincularon a los procesos y colaboraron en las actividades del proyecto Amón_RA.

A los colaboradores externos del proyecto, específicamente el Departamento de Geografía, Universidad Autónoma de Madrid, el Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural, Ministerio de Cultura y Juventud de Costa Rica y el Departamento de Servicios Culturales y la Oficina de Turismo, Municipalidad de San José, Costa Rica.

A los vecinos, instituciones y diferentes actores sociales del barrio Amón, la Casa Cultural Amón y a la Asociación para la Conservación y el Desarrollo del barrio Amón, por su constante participación en el proceso.

Asimismo expresamos nuestro profundo agradecimiento a los estudiantes que participaron en el proyecto bajo las figuras de Asistencia Especial, Práctica de Vinculación o a través de los cursos de sus respectivas carreras (ver detalle en el documento 2), por el gran compromiso con el desarrollo de las diferentes actividades de investigación.

13. Referencias

Aguileta, A. A., y Gómez, O. S. (2019). Estudio de calidad y eficiencia de un enfoque de desarrollo software secuencial con programadores solos y en pareja. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(2), 304-318.

Alshamrani, A., y Bahattab, A. (2015). A comparison between three SDLC models, waterfall model, spiral model, and Incremental/Iterative model. *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, 12(1), 106.

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355-385.

Badilla, M. y Sandoval, A. (2015). Realidad aumentada como tecnología aplicada a la educación superior: Una experiencia en desarrollo. *Innovaciones educativas*, 17(23), 41-50.

Bandarin, F., y van Oers, R. (2012). *The historic urban landscape. Managing heritage in an urban century*. Chichester, Inglaterra: Wiley Blackwell.

Barrado-Timón, D. A., e Hidalgo-Giralt, C. (2019). The Historic City, Its Transmission and Perception via Augmented Reality and Virtual Reality and the Use of the Past as a Resource for the Present: A New Era for Urban Cultural Heritage and Tourism?. *Sustainability*, 11(10), 2835.

BID-MSJ . (2019). *Plan 4D-2050: San José Vive: Regenerando el Centro. Plan Maestro de Regeneración Urbana y Reconversión Productiva de los Cuatro Distritos Centrales de San José, Costa Rica*. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/337291124_SAN_JOSE_VIVE_Regenerando_el_Centro_Plan_4D-2050

Camargo, L., Sepúlveda, S., y Castro, S. (2010). Aplicación móvil de telemedicina para pacientes hipoglucémicos y diabéticos. *Respuestas*, 15(2), 52-62.

Calvo-Elizondo, A. (2017). *Metodología Requerimientos y Diseño de Interfases*. TEC Digital, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.

Conti, A. (2009). *Paisajes históricos urbanos: nuevos paradigmas en conservación urbana*. Recuperado de:
http://www.icomosargentina.com.ar/images/stories/publicaciones/paisajes_hist_urb/conferenciasPDF/CONTI.pdf/

Del Pino, M. y Soriano, P. (2012). *Córdoba Romana: un ejemplo del uso de la realidad aumentada aplicada a la arqueología. Ciudades Históricas del Patrimonio Mundial. Actas de Congreso*. Córdoba: Delegación de Patrimonio, Casco Histórico y Naturaleza, Ayuntamiento de Córdoba Aula de Patrimonio Histórico, Universidad de Córdoba.

Fombona, J.; Pascual, M. y Madeira, M. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (41), 197-210

Fundación Telefónica. (2011). *Smart Cities: un primer paso hacia la Internet de las Cosas (Vol. 16)*. Barcelona: Ariel. Recuperado de:
https://invattur.softvt.com/ficheros/noticias/116085211Smart_Cities.pdf

García, K. (2016). *El patrimonio cultural como base para un modelo de desarrollo endógeno. La herencia cultural del Período Liberal en Costa Rica (1870-1940) como capital cultural. Un estudio de caso*. (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Madrid.

Ginzarly, M.; Houbart, C. y Teller, J. (2018). The Historic Urban Landscape approach to urban management: a systematic review. *International Journal of Heritage Studies*, 25 (10): 999-1019. DOI: <https://doi.org/10.1080/13527258.2018.1552615>

Ham, S. H., & Weiler, B. (2006). *Development of a research-based tool for evaluating interpretation*. Gold Coast: CRC for Sustainable Tourism.

Hernández-Castro, F. (2016). *Metodología para el análisis y diseño de aplicaciones (usability cookbook)*. Escuela de Diseño Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.

Johnson, L., Adams Becker, S., Gago, D., García, E. y Martín, S. (2013). *NMC perspectivas tecnológicas: educación superior en América Latina 2013-2018. Un análisis regional del informe Horizon del NMC*. Austin, Texas: The New Media Consortium.

Khalaf, R. (2018). A Proposal to Apply the Historic Urban Landscape Approach to Reconstruction in the World Heritage Context. *The Historic Environment: Policy & Practice*, 9(1): 39-52. DOI: <https://doi.org/10.1080/17567505.2018.1424615>.

Larman, C., y Basili, V. R. (2003). Iterative and incremental developments. a brief history. *Computer*, 36(6), 47-56.

Mondroño, T. (2017). *Metodologías de UX: Evaluación Heurísticas*, parte 1. Medium. Tomado de: <https://blog.interactius.com/metodolog%C3%ADas-de-ux-evaluaci%C3%B3n-heur%C3%A1stica-parte-i-b5d02b566987>. Fecha 6 noviembre 2019.

Mondroño, T. (2017). *Metodologías de UX: Evaluación Heurísticas*, parte 2. Medium. Tomado de: <https://blog.interactius.com/metodolog%C3%ADas-de-ux-evaluaci%C3%B3n-heur%C3%A1stica-parte-ii-8fbf97e1e5b8>. Fecha 6 noviembre 2019.

MSJ-TEC. (2016). *Plan de Acción para la Recuperación del Centro Histórico de San José 1851. Estrategia 2016-2021*. Disponible en: https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/ob1_plan_de_accion_para_la_recuperacion_del_centro_historico_san_jose_1851_estrategia_2016-2021_0.pdf

Ontiveros, E., Vizcaíno, D., y Sabater, V. L. (2016). *Las ciudades del futuro: inteligentes, digitales y sostenibles*. Barcelona: Ariel. Recuperado de: https://publiadmin.fundaciontelefonica.com/index.php/publicaciones/add_descargas?tipo_fichero=pdf&idioma_fichero=es_es&title=Las+ciudades+del+futuro%3A+inteligentes%2C+digitales+y+sostenibles.&code=561&lang=es&file=La_ciudades_del_futuro.pdf

Pressman, R. S. (2010). *Software Engineering-A Practitioner's Approach*. 7th ed., New York: Editorial McGraw-Hill.

Porras-Alfaro, D. (2020). *El uso de TIC para la puesta en valor del paisaje urbano histórico de barrio Amón*. En Memoria de las Jornadas de Investigación y Análisis Diálogos sobre los territorios y ciudades inteligentes. Prosic-UCR. pp.89-100.

Porras-Alfaro, D.; García-Baltodano, K. y Giralt-Hidalgo, C. (2017). *Revalorización urbana y patrimonial de barrio Amón: de su origen al presente*. En: Naturaleza, territorio y ciudad en un mundo global (pp. 2195-2204). Actas del XXV Congreso de la Asociación de Geógrafos Españoles.

Quesada, F. (2001). *En el Barrio Amón: arquitectura, familia y sociabilidad del primer residencial de la élite urbana de San José, 1900-1945*. San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica, Comisión Nacional de Conmemoraciones Históricas.

Quesada, F. (2003). "El ambiente de la elite" Modernidad, segregación urbana y transformación arquitectónica: San José, Costa Rica, 1890-1935. *Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, (7), 27. Recuperada de: [http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146\(027\).htm](http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146(027).htm)

Quesada, F. (2007). *La modernización entre cafetales: San José, Costa Rica, 1880-1930*. (Tesis doctoral). Universidad de Helsinki.

Ries, E. (2011). *The Lean Startup*. Primera Edición. New York, EEUU: Crown Business.

Sommerville, I., & Alfonso Galipienso, M. (2011). *Ingeniería de Software* (Novena edición ed.). *MI Alfonso Galipienso, A. Batía Martínez, F. Mora Lizán, y JP Trigueros Jover, Trads.) Ciudad de México, México: Pearson Educación, SA.*

Taylor, K. (2016). The Historic Urban Landscape paradigm and cities as cultural landscapes. Challenging orthodoxy in urban conservation. *Landscape Research*, 41(4), 471-480.

UNESCO. (2011). Recomendación sobre el paisaje urbano histórico. Recuperado de: http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=48857&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

UNESCO (2013). *Nueva vida para las ciudades históricas. El planteamiento de los paisajes urbanos Históricos*. París: UNESCO.

Vlahakis, V.; Ioannidis, N.; Karigiannis, J.; Tsotros, M., Gounaris, M., Stricker, D. y Almeida, L. (2002). Archeoguide: an augmented reality guide for archaeological sites. *IEEE Computer Graphics and Applications*, (5), 52-60.