

# Experiencia profesional de un modelo de realidad aumentada que facilite la experiencia del usuario para pagos en la Municipalidad de Cartago

Lester Viquez Jerez

Universidad Americana, Ingeniería en Sistemas, lester.viquez@uamcr.net

## Abstract

With this research, we intend to make an Augmented Reality Model that facilitates municipal procedures such as patents and taxes payments at the Municipality of Cartago and that allows the users to improve their experience using their cell phone or tablet camera. In this way, in real time, information will be obtained. The solution is presented through a conceptual design of the technological platform, both at the hardware and software level, which adapts to the processing problem. Another value added of the proposal is that it will allow the modeling of a little known and exploited technology in our country, which will facilitate the user to consult municipal procedures.

**Keywords:** Augmented reality, user experience, smartphone, geo positioning.



## Resumen

Con esta investigación, se pretende realizar un Modelo de Realidad Aumentada que facilite trámites municipales tales como pagos de patentes e impuestos en la Municipalidad de Cartago y que permita al usuario mejorar su experiencia utilizando su cámara del celular o tableta. De esta manera, en tiempo real, obtendrá información. Se presenta la solución mediante un diseño conceptual de la plataforma tecnológica, tanto a nivel de hardware como de software, que se adapte al problema de tramitación. Otro valor agregado de la propuesta es que permitirá modelar una tecnología poco conocida y explotada en nuestro país, que facilitará al usuario la consulta de trámites municipales.

**Palabras clave:** Realidad aumentada, experiencia del usuario, teléfono inteligente, geo posicionamiento.

## 1. Introducción

El investigador con base a juicio experto considera que, toda institución o empresa utiliza las tecnologías de información diariamente en sus operaciones, por ejemplo, para agilizar trámites, capacitar a su personal, asegurar la información y en todo tipo de situaciones para generar un valor agregado.

Con esta investigación, la municipalidad se beneficiará, porque es un trabajo innovador que modela una plataforma tecnológica para que el ciudadano, a través de su celular o tableta, pueda identificar los trámites municipales fácilmente, utilizando la realidad aumentada.

Actualmente las tecnologías inmersivas e interactivas como la RV (conocida como Realidad Virtual) y RA (conocida como Realidad Aumentada) toman más fuerza como un elemento diferenciador en cuanto a su utilización en la industria, empresas, sector educación, entre otros, adicionalmente del potencial para aplicarse y explotarse más en Costa Rica y asumir el liderazgo a nivel regional en este tipo de tecnologías.

En el entorno de la Municipalidad de Cartago se identifica la carencia de aplicaciones de realidad aumentada para gestionar pagos municipales. Esta investigación aportará una manera nueva para mejorar la experiencia del usuario que facilite, mediante una nueva plataforma, la gestión de trámites sin necesidad de entrar a la municipalidad o, bien, si esta se encuentra cerrada.

Se fortalece la ideal o el concepto de ciudad inteligente, porque da prioridad a un desarrollo urbano sostenible y compatible con diferentes necesidades económicas y sociales de las empresas y los habitantes del lugar.

Según Rozga (2018), la ciudad inteligente es aquella que ha aplicado las tecnologías de información y espacios virtuales para mejorar su funcionamiento y sus funciones urbanas (p.37).

Esta modalidad mejorará la experiencia del usuario, quien no tendrá que preocuparse por ingresar al edificio municipal ni tampoco de si es feriado o fin de semana, pues en las cercanías del edificio podrá tener acceso a la información de patentes de manera geo localizada. El usuario obtendrá una experiencia en tiempo real totalmente interactiva.

A nivel tecnológico, el problema de acceso web al sitio oficial de la municipalidad se puede solventar con realidad aumentada.

El planteamiento del problema identificado es el siguiente: La Municipalidad de Cartago tiene el problema y la necesidad de proveer y facilitar a más ciudadanos el acceso a los pagos municipales de una manera ágil y en tiempo real, únicamente con su teléfono inteligente o tableta.

Finalmente, el objetivo establecido es proponer un Modelo de Realidad Aumentada que facilite la experiencia del usuario para pagos en la Municipalidad de Cartago, en un periodo de un semestre.

#### Justificación:

La municipalidad se beneficiará, porque es un trabajo innovador que modela una plataforma tecnológica para que el ciudadano, a través de su celular o tableta, pueda identificar los trámites municipales fácilmente, utilizando la realidad aumentada.

Cabe mencionar, que no hay ningún estudio o propuesta basada en realidad aumentada en la Municipalidad de Cartago.

Mejorará la experiencia del usuario, quien no tendrá que preocuparse por ingresar al edificio municipal ni tampoco de si es feriado o fin de semana, pues en las cercanías del edificio podrá tener acceso a la información de patentes de manera geolocalizada.

Este apartado permite presentar los conceptos más relevantes sobre el problema que se investiga, así como su relación para la construcción de un modelo informático apto para el modelo de negocio.

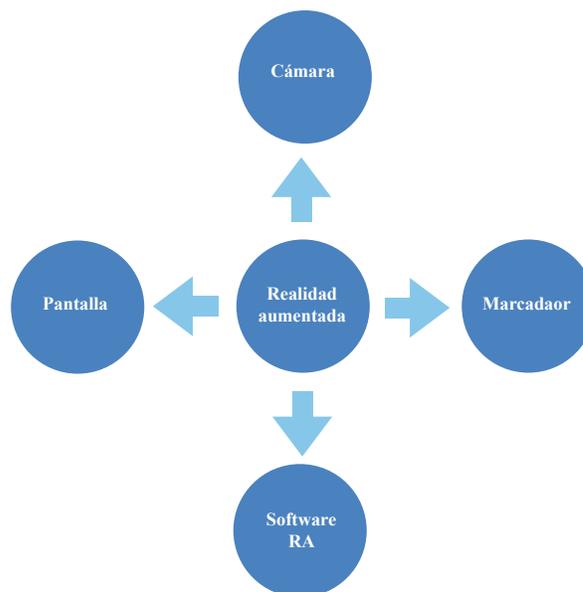
#### Realidad aumentada

La RA puede definirse como una variación de la RV que permite incluir elementos virtuales al mundo real sin suplantarlos completamente.

Por otro lado, de acuerdo a Aznar, Romero y Rodríguez, (2018) la RV genera un mundo totalmente virtualizado sin recurrir como la RA a la introducción de elementos virtuales dentro de espacios reales (p.260)

Para el correcto funcionamiento de un Sistema de Realidad Aumentada (SRA) son fundamentales los siguientes procesos: capturar, identificar y visualizar la escena, mezclar la realidad con los elementos virtuales y la interacción. El proceso de captura de la escena consiste en tomar las imágenes provenientes del mundo real para su posterior análisis, mediante dispositivos como cascos y gafas de RA y cámaras de vídeo. La identificación de la escena consiste en identificar la escena real que se desea aumentar con información digital; este proceso se puede realizar utilizando marcadores o a través del reconocimiento de imágenes. Después se mezcla la información virtual con la escena del mundo real capturada, mediante transformaciones entre los sistemas de coordenadas de la escena virtual y de la cámara. Por último se visualizan las imágenes del mundo real con la información aumentada superpuesta, en dispositivos de visualización imágenes del mundo real con la información aumentada superpuesta, en dispositivos como teléfonos inteligentes (Yenner,2014).

Figura 1. Componentes RA.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 1 se muestra los elementos principales de la tecnología de realidad aumentada que incluye elementos de hardware tales como la pantalla y la cámara del dispositivo móvil, así como herramientas de software para realizar el reconocimiento y procesamiento, y los diferentes marcadores con su información respectiva.

Según Bello (2017), la concatenación de estos procesos resulta en un sistema con las siguientes características, las cuales definen la realidad aumentada (p.260):

- Combina objetos reales y virtuales en nuevos ambientes integrados.
- Las señales y su reconstrucción se ejecutan en tiempo real.
- Las aplicaciones son interactivas.
- Los objetos reales y virtuales son registrados y alineados geoméricamente entre ellos y dentro del espacio.

### **Tipos de realidad aumentada**

- Geo localización espacial usando Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

Este modelo es usualmente utilizado en Smartphone que incluyen cámaras y un sistema GPS capaz de detectar la posición del usuario. Usando estas coordenadas, el software calcula la posición de los objetos virtuales a añadir a la escena. El modelo es más impreciso comparado con los otros modelos, principalmente debido al margen de error en la triangulación de los satélites GPS, y por ello se tiende a utilizar en sistemas de RA donde la precisión no es crítica. Por el contrario, este sistema es más rápido que los otros debido a que solo necesita conseguir la posición del GPS y no realizar el proceso de reconocimiento de imagen que tiene un coste computacional (Nadal, 2011).

- Localización espacial usando marcadores físicos.

Las aplicaciones con marcadores toman fotograma a fotograma de una cámara, bien sea de móvil o webcam, para procesarlo y localizar patrones de imagen conocidos. Una vez que el sistema localiza uno de los marcadores reconocibles, mezcla la imagen real con su parte virtual mostrando sobre el marcador el objeto que deseamos, tanto en tres dimensiones como en dos dimensiones (Realidad aumentada, 2017)

La RA permite al usuario acceder a la información oculta textual o gráfica que está más allá, que lo que se puede apreciar a simple vista (Santiago et al,2017).

### **POI**

Los point of interest (POI), en español Puntos de Interés, son coordenadas para el GPS, los cuales consisten en una

representación gráfica a través de coordenadas que marcan un punto en el cual está el objeto que queremos localizar gasolineras, restaurantes, etc.

La gestión de la información asociada a los POIs se realiza directamente con la interacción de la base de datos, provocando una exposición de la configuración del servidor y parámetros asociados a él. Para el caso de las coordenadas que representan los puntos de interés, el usuario tiene que redirigirse a Google Maps en algunos casos (Santiago et al,2017).

### **Herramientas RA**

Existen múltiples SDK y plataformas para creación de aplicaciones de RA, a continuación se presentan 3 de ellas.

- **Wikitude**

El SDK de realidad aumentada de Wikitude combina la tecnología de seguimiento instantáneo (SLAM), Reconocimiento y seguimiento de objetos, reconocimiento de imagen de primer nivel y seguimiento y geolocalización AR para dispositivos móviles, tabletas y gafas inteligentes. El motor cubre experiencias de AR multiplataforma: nativo y javascript para iOS y Android, con extensiones disponibles Unity (Wikitude, 2018).

- **Vuforia**

El software Vuforia es compatible con una amplia gama de dispositivos y sistemas operativos entre ellos Android, iOS y Windows 10, haciendo que las experiencias interactivas sean accesibles para nuevas audiencias.

Los objetivos de modelo le permiten reconocer objetos por forma utilizando modelos 3D preexistentes (Vuforia,2018).

- **ARToolKit**

ARToolKit es una biblioteca de software para crear aplicaciones de Realidad Aumentada (AR). Algunas de las características que ARToolKit incluye son: Seguimiento de posición, la capacidad de usar cualquier patrón de marcador cuadrado, lo suficientemente rápido para aplicaciones AR en tiempo real, distribuciones SGI IRIX, Linux, MacOS y Windows OS y distribuido con código fuente libre completo (ArToolKit, 2018).

Es importante destacar que los SDK Wikitude y Vuforia son de licencia de paga anual, mientras que la plataforma ARToolkit es de licencia libre para uso no comercial.

## 2. Método

### Tipo de investigación:

En esta investigación, se utiliza la investigación aplicada, pues el objeto de estudio es del área de Ingeniería Informática, en particular la aplicación y modelado utilizando realidad aumentada.

Según Lozada (2014), la investigación aplicada tiene por objetivo la generación de conocimiento con aplicación directa y a mediano plazo en la sociedad o en el sector productivo. Este tipo de estudios presenta un gran valor agregado por la utilización del conocimiento que proviene de la investigación básica.

El alcance investigativo del estudio es descriptivo principalmente.

Se pretende con el presente estudio, describir el modelo de realidad aumentada, conocer los conceptos, las características, los tipos principales para su estudio y elaborar la propuesta dirigida a la municipalidad, además de las tecnologías de hardware y software básicos y necesarios

Según Villavicencio (2016), los estudios descriptivos son el primer acercamiento, serio, de la comunidad científica a un fenómeno que sucede en la naturaleza, tienen la función de caracterizar.

En esta investigación, se utilizará el enfoque alternativo, según el cual no es posible separar lo cualitativo de lo cuantitativo, pues uno complementa al otro y son necesarios.

Plantea Zeledón (2020), que el enfoque alternativo se ubica en el Paradigma Pragmático. Para alcanzar este fin, se hacen explícitas las dimensiones epistemológica, ontológica y axiológica de la investigación.

Este apego al pragmatismo permite al investigador una enorme flexibilidad en el uso de diseños cuantitativos, métodos cualitativos o diseños mixtos.

El diseño investigativo es transeccional, se ubica en un momento y lugar determinados: la Municipalidad de Cartago, Costa Rica.

Al respecto Campos y Mora (1999) indican, que los estudios transeccionales: son estudios puntuales; es decir el registro de los datos de las variables se hace en un solo de evaluación o a un tiempo único (no hay seguimiento).

## 3. Sujeto de información

Es relevante, para este estudio, obtener información y conocimiento del personal de informática que labora en la Municipalidad de Cartago.

En este caso se hace un abordaje para recopilar y analizar información mediante una entrevista con el coordinador del Departamento de TI.

Esto porque es una fuente de información primaria, y se considera el reporte del coordinador para efectos de la investigación.

## 4. Instrumentos de recolección de datos:

Los instrumentos de recolección de datos para luego compararlos y utilizarlos son los siguientes:

- Entrevistas al Coordinador del Departamento de TI.
- Revisión documental de manuales técnicos de la plataforma tecnológica de la Municipalidad.

En cuanto a la revisión documental se solicitó la autorización del coordinador de TI para acceder a documentación técnica. Debido a la privacidad de la información técnica se asignó una persona del departamento de TI acompañar al investigador.

La entrevista permitió conocer, mediante preguntas los requerimientos para una aplicación de realidad aumentada, así como las características del equipo computacional.

Respecto a la entrevista que se aplicó, esta se estructuró con 5 preguntas abiertas y 2 preguntas cerradas con escala Likert.

De acuerdo a Luna (2007), la escala tipo Likert es un instrumento de medición o recolección de datos cuantitativos utilizado dentro de la investigación. Es un tipo de escala aditiva que corresponde a un nivel de medición ordinal; consiste en una serie de ítems o juicios a modo de afirmaciones ante los cuales se solicita la reacción del sujeto. El estímulo (ítem o juicio) que se presenta al sujeto, representa la propiedad que el investigador está interesado en medir y las respuestas son solicitadas en términos de grados de acuerdo o desacuerdo que el sujeto tenga con la sentencia en particular (parr 3).

Se seleccionó un único participante, al encargado del departamento de Tecnología de Información de la Municipalidad por ser la persona con el conocimiento y la experiencia de la infraestructura de hardware y software utilizados.

La intención es el uso del equipo de la Municipalidad existente o un servidor propio; además, en lo referente al software, se puede optar por herramienta open source, evitando así incurrir en gastos de licencias.

## 5. Método de desarrollo:

A continuación, se presentan los procedimientos y técnicas desarrolladas para la propuesta de solución. El método principalmente es el método de modelado para explicar mediante representaciones abstractas el futuro sistema.

La propuesta consiste en un modelo para aplicar con dispositivos Android que permita al usuario, con su tablet o smartphone, identificar, fácilmente e intuitivamente tanto a lo interno del edificio municipal de Cartago como afuera, los trámites de pagos municipales.

### Diseño de estrategia de realidad aumentada para la municipalidad

Se enfocó la estrategia en los ciudadanos mayores de edad de la ciudad de Cartago, que tengan que realizar algún pago en la Municipalidad de Cartago y que requieran una orientación en el empleo de RA.

Se plantea un diseño basado en dos elementos importantes para idear el mercado; son los siguientes.

#### a. Contenido físico

Se considera este tipo de contenido como el elemento que el cliente percibe y recibe en un formato impreso, en particular, es muy útil un tríptico o también un volante. Debe ser lo suficientemente atractivo visualmente y debe explicar claramente cómo se podría descargar la aplicación para probarla.

#### b. Contenido virtual

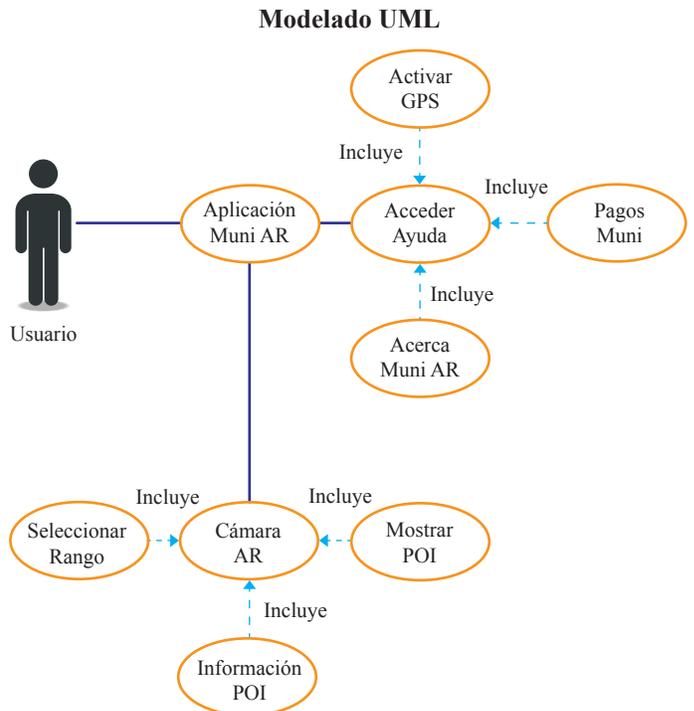
Este elemento se refiere a la creatividad en video, imagen o en 3D, que el usuario va a ver al utilizar la aplicación de realidad aumentada. Así, cuando vea y enfoque un marcador dentro de las instalaciones del edificio municipal o algún punto de interés afuera, aparecerá el contenido asociado.

Utilizar medios electrónicos para el mercadeo y la promoción de la aplicación propuesta. Aquí juegan un papel importante el alcance de las redes sociales institucionales, página web oficial de la municipalidad y anuncios en sitios de terceros.

Es muy importante llevar la estrategia de venta al consejo municipal en reunión plenaria por parte del Departamento de TI, para impulsar el apoyo institucional.

Figura 2. Diagrama de casos de uso

### Caso de uso



Fuente: Elaboración propia.

El caso de uso se diseñó con base a la información brindada por el coordinador de TI de la municipalidad en cuanto a la necesidad de interacción del usuario en tiempo real para los principales pagos municipales.

Se utiliza UML como metodología para la creación de los modelos de solución del problema. La Figura 2 muestra el modelo de interacción del usuario con la aplicación, establece de manera general el comportamiento que tiene la aplicación con aquel.

A continuación, se determinan requerimientos funcionales principales para mostrar los detalles técnicos del sistema, y los requerimientos no funcionales con la intención de identificar las características externas de la aplicación de realidad aumentada.

#### Requerimientos Funcionales:

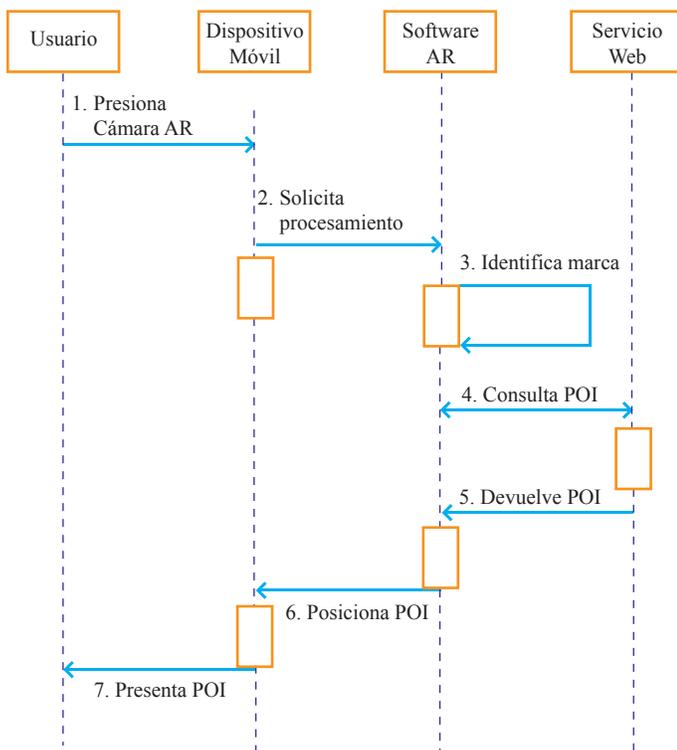
- Toma de Imagen.
- Reconocimiento y Decodificación del punto geo localizado.
- Carga de contenido asociado.
- Fusión con el software RA
- Desplegar el contenido.

#### No funcionales:

- Hardware para el desarrollo
- Personal técnico requerido
- Tipo de conexión

Figura 3. Diagrama de secuencia

### Diagrama de secuencia



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3 se observa el diagrama de secuencia cuando el usuario usa la cámara AR y esta le muestra los distintos puntos de interés de acuerdo con su ubicación, con la posibilidad de ver la información de un POI, escoger cuántos desea observar o acceder a uno de ellos.

### Diseño de interfaces gráficas

Se realizó el diseño de prototipo interfaz de pantallas de la aplicación teniendo en cuenta que es mucho mejor diseñar las pantallas, ver cómo se sienten y volver a los modelos para ajustarlas si es necesario.

Se utilizó como herramienta de diseño Balsamiq Mockups, particularmente la versión 3.5.15. Dicha versión es una demo por 30 días para su uso.

Se presentan las interfaces principales de la aplicación a continuación:

#### a. Menú de inicio

La interfaz principal, el menú de inicio de la aplicación presenta al usuario la cámara en realidad aumentada y acceso a la ayuda.

Figura 4. Menú de inicio.

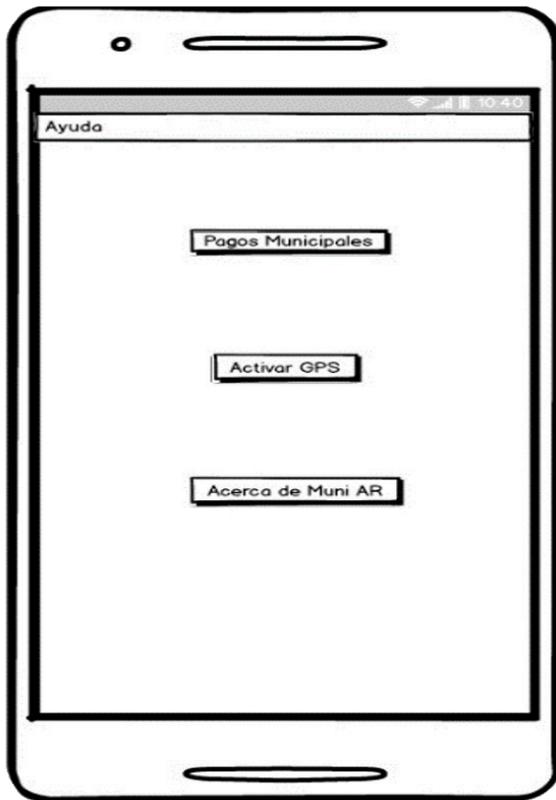


Fuente: Elaboración propia.

#### b. Ayuda

Es una interfaz muy fácil de utilizar y básica, que presenta botones para información de los pagos municipales, activar el GPS u obtener información de la app.

Figura 5. Ayuda



Fuente: Elaboración propia. .

### c. Cámara RA

Esta es la interfaz principal de la experiencia en realidad aumentada que se encarga de sobreponer sobre el entorno visualizado en la cámara todos los POI etiquetados en el edificio municipal.

A manera de ejemplo, el fondo de la pantalla será la imagen que enfoque el usuario del edificio municipal y los puntos de interés aparecerán sobre la imagen real, al activar el GPS del móvil y sensores del dispositivo.

El usuario puede hacer clic en cualquiera de ellos para realizar el pago respectivo. En el centro inferior de la pantalla, aparece un botón con el ícono de un triángulo para seleccionar el rango de cuantos POI desea ver, como se muestra en la Figura 6.

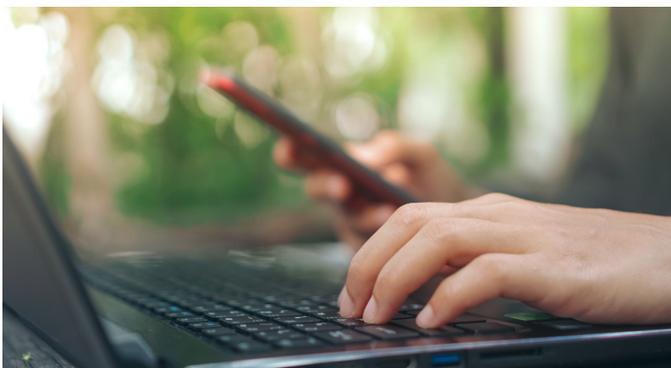
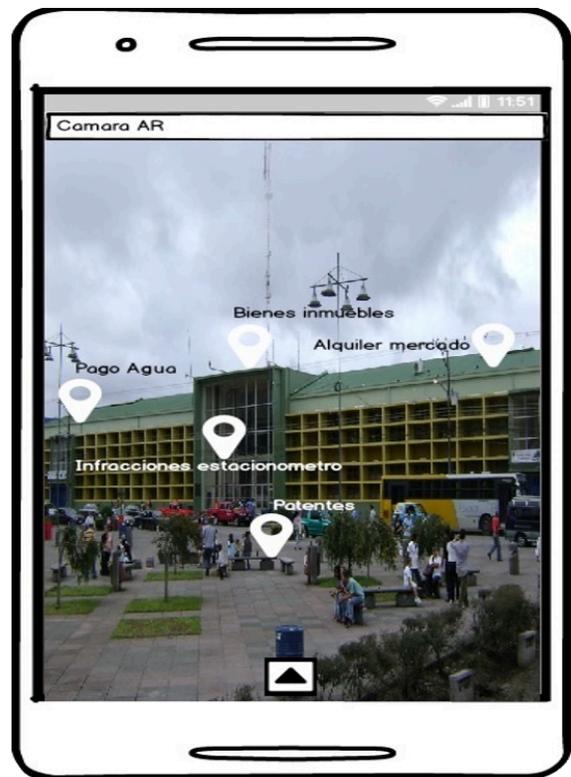


Figura 6. Cámara RA



Fuente: Elaboración propia

- Arquitectura

Se propone un modelo de la aplicación separada en cliente y servidor que se especifica a continuación.

El servidor se encarga de recibir y contestar las peticiones del cliente, para este caso se reciben, como petición, los datos del POI o marcador con sus coordenadas e información.

En el servidor se propone incorporar como elementos un servicio web que sirva de puente de comunicación entre aquel y el cliente, preferiblemente que utilice el lenguaje PHP.

En cuanto al software para la aplicación se requiere una base de datos en SQL (lenguaje estructurado de consulta) que permita almacenar información de la latitud, longitud, altura y el nombre de cada uno de los POI u optar por tecnología Cloud (nube) para almacenamiento remoto, y el SKD (Kit de herramientas de desarrollo) para realidad aumentada.

Por su parte el cliente sería la aplicación de realidad aumentada y sus componentes incluyen una capa de negocio que controla la vista de aquella y su lógica, así como una capa de presentación que contiene los diseños.

Otro aspecto importante en cuanto al hardware es tener dispositivos de captura de imágenes como cámara de alta resolución y que el servidor se utilice con la herramienta de RA, así como para el contenido multimedia que ofrezca un servicio en alta disponibilidad.

## 6. Resultados:

Se presentan los principales resultados obtenidos con la investigación.

En cuanto a la entrevista las respuestas recopiladas fueron las siguientes:

### 1. ¿Cuáles son el equipo tecnológico del Departamento de TI y sus características principales?

La respuesta obtenida indica que en la municipalidad todo está montado en plataforma Microsoft, el motor de base de datos es SQL Server, la más reciente y todo se encuentra con licencia.

Los equipos son bastante robustos, en este momento cada equipo cuenta con 256 GB en memoria, un clúster y un storage con 14 TB para respaldo. A nivel de Internet se cuenta con un enlace de 40 MB, en este momento la municipalidad a nivel de infraestructura está bien.

En este momento, la plataforma de pagos utiliza un socket, dicho socket hace conexión con diferentes entidades bancarias, tenemos una app que se conecta por un web service, y finalmente se pueden hacer pagos en quioscos.

### 2. ¿Qué conocimientos tiene relativos al fundamento de la realidad aumentada como alternativa?

El concepto de realidad aumentada es innovador, aquí en la municipalidad es algo nuevo, tenemos el concepto básico, digamos que es una parte gráfica y la parte de datos.

Nosotros tenemos aquí varias herramientas que no son específicamente de realidad aumentada, lo más similar es GIS, el Autocad de Autodesk y el Revit donde se hacen diagramas y están ahí a disposición.

### 3. ¿Qué plataforma de sistema utiliza en lo referente a sistema operativo, aplicaciones y base de datos?

Las aplicaciones básicamente están en un proceso de transición, todo se está migrando a un CRM de Microsoft, actualmente contamos con herramientas de colaboración como SharePoint, tenemos otros tipos de herramientas como un ERP financiero y de recursos humanos, un sistema de pedidos, uno de facturación, el GIS que es un sistema de información geográfica.

### 4. ¿Cuáles son los pagos claves por incluir en propuesta?

Los pagos claves de la municipalidad son, primero bienes inmuebles que se realiza normalmente trimestralmente, pero la cancelación también se puede hacer anual, otro que funciona similar es el pago de patentes municipales, después está la parte de servicios como por ejemplo agua y basura y se paga en un solo recibo, y finalmente el pago de estacionamientos que se realizan vía SINPE, en los Quioscos, con la Apps o en el banco directamente.

### 5. ¿Cuál sería la estrategia de mercadeo para promover los pagos por realidad aumentada?

En cuanto a la estrategia de mercadeo creo que debería ir alineada con lo que ya se tiene, desde el punto de vista tecnológico deberían aprovecharse las tecnologías existentes como la app, deberían de utilizarse las redes municipales. Una forma de mercadeo sería, en la página de inicio de la Municipalidad que la pueda descargar cuando da clic.

Se puede también promover en eventos masivos de la municipalidad deportivos como la carrera de principios de año o la de Río Loro.

Al ser la realidad aumentada innovadora; aparte se podría explotar opciones como el periódico cantonal que sale cada 15 días.

### 6. ¿Cuál es la importancia de la gestión de pagos utilizando el modelo de realidad aumentada propuesto?

Escala de valor:

NI: Ninguna importancia

EI: Escasamente importante

MI: Moderadamente importante

SI: Sustancialmente importante

EI: Extensamente importante

Aquí el entrevistado evaluó el enunciado con el máximo valor, indicando que es extensamente importante.

Justifica su escogencia e indica que en la municipalidad hay una filosofía que ha cambiado mucho, pues es una empresa de servicios y lo más importante es recaudar más dinero para invertir más. El señor alcalde ha impulsado eso y, por lo tanto, hay que hacer las cosas de una manera positiva y diferente.

La municipalidad ya cambió: es fuerte, abierta 365 días e innovadora.

Cuando cierra, la afluencia de gente llega a Paseo Metrópoli y atiende filas de personas para hacer sus trámites.

## 7. ¿Implementará el modelo de realidad aumentada para realizar los pagos?

Escala de valor:

NA: Nada de acuerdo

PC: Poco de acuerdo

NN: Ni de acuerdo ni en desacuerdo

MA: Muy de acuerdo

CA: Completamente de acuerdo

En esta última pregunta, el entrevistado indicó que estaría completamente de acuerdo con implementar el modelo de realidad aumentada para pagos.

Lo justifica indicando que hay varios compañeros interesados y que solicitan aplicaciones de realidad aumentada, por ejemplo, no con fines de cobro, sino tal vez educativo, tal es el caso de Río Loro. Un compañero tiene la idea de hacer un sistema educativo de realidad aumentada para los visitantes, relativo a la flora y la fauna.

A nivel de pagos, la realidad aumentada tiene un buen nicho, precisamente por la visión que hay en este momento sobre el uso de la tecnología, porque Cartago se enmarca en el proyecto Cartago Histórico Digital

Por otro lado, efectivamente se utilizó una metodología apropiada para la propuesta de la aplicación de realidad aumentada, en este caso, un diseño utilizando herramientas de UML a fin de entender el comportamiento del usuario con la aplicación y las interacciones de la que será la aplicación para prototipado.

Se realizó un diseño de interfaz de pantallas para tener una idea clara de lo que se puede hacer con ella a nivel de pagos municipales, también se enumeraron herramientas de realidad aumentada para proponerla como opción para un futuro desarrollo e implementación de la aplicación.

Es importante que se pasó de los conceptos y relaciones entre ellos, a la puesta en marcha y práctica de técnicas de ingeniería de software estandarizada para generar una propuesta de una aplicación que en el ámbito municipal no existe.

El modelo de negocios en este caso, el municipal se estudió, así, el diseño que se propuso responde a la necesidad de llegar a más ciudadanos con tecnologías innovadoras que se enmarcan en el plan de ciudad digital o inteligente de la municipalidad.

Se planteó una estrategia de realidad aumentada para promocionar la aplicación analizando diferentes canales digitales que se pueden explotar, como redes sociales, página web, anuncios en páginas de terceros y se considera también el uso de material no digital, impreso.

Se enfatiza en la importancia del contenido digital por incluir, como imágenes y objetos en 3D, para motivar al usuario a interactuar con este tipo de tecnología de realidad

aumentada que se desarrolla en tiempo real y de modo muy visual y se determinaron los canales para promover y proponer el mercadeo de la aplicación.

## 7. Discusión:

El estudio realizado fue una experiencia profesional enriquecedora, a nivel técnico e investigativo.

Esto tiene un impacto importante para la municipalidad a nivel de innovación tecnológica y proyección a la ciudadanía con un modelo que facilita la interacción y mejora la experiencia del usuario.

Se logró abordar adecuadamente el problema identificado y la necesidad de proveer y facilitar el acceso a los pagos municipales mediante un modelado para una aplicación de Realidad Aumentada que no tiene la Municipalidad de Cartago, ni alguna otra en Costa Rica, incorporando así un elemento de innovación y diferenciación tecnológica.

El modelo propuesto basado en realidad aumentada representa un beneficio tangible a nivel de negocio, porque facilita la generación de ingresos y mejoramiento de la imagen institucional.

Se considera que la propuesta puede ser utilizada como plan piloto en otras municipalidades de Costa Rica, que requieren mejorar la recaudación de pagos de una forma innovadora.

Debido al potencial del estudio realizado, a futuro se puede analizar e incluir otros trámites adicionales en el modelo, diseño y la implementación que vengan a complementar los pagos municipales.

Representa una gran oportunidad su utilización con otras tecnologías como Realidad Virtual, reconocimiento visual y agentes inteligentes.

Además, integrar la aplicación de realidad aumentada con la facilidad de utilizar comandos de voz para persona con discapacidad visual o como una ayuda que aumente la experiencia del usuario e incluir así el tema de accesibilidad.

Se logró dar respuesta al problema y la necesidad de proveer y facilitar a más ciudadanos el acceso a los pagos municipales de una manera ágil planteando un modelo y arquitectura de una aplicación de Realidad Aumentada.

## 8. Agradecimientos:

El aporte de la información otorgada por Coordinador del Departamento de TI de la Municipalidad de Cartago para recopilar la información necesaria para el estudio, y así identificar la problemática y necesidades para el proyecto de investigación.

## 9. Referencias

ArToolKit. <https://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>. 2018.

Aznar Díaz, I., Romero-Rodríguez, J. M., & Rodríguez-García, A. M. (2018). La tecnología móvil de Realidad Virtual en educación: una revisión del estado de la literatura científica en España.

Bello, C. R. (2017). La realidad aumentada: lo que debemos conocer. *Tecnología Investigación y Academia*, 5(2), 257-261.

Campos, D. S., & Mora, Z. T. (1999). Introducción a la investigación científica. *Fármacos*, 12(1), 60-77.

Catalina Juan Nadal. Tesis Aplicaciones de la Realidad Aumentada. Universidad Politécnica de Catalunya. 2011

Levis, D. (1997). ¿Qué es la realidad virtual?. línea, disponible en: [http://www.diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/Que\\_es\\_RV.pdf](http://www.diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/Que_es_RV.pdf), recuperado, 21

Lozada, J. (2014). Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 3(1), 47-50.

Luna, S. M. M. (2007). Manual práctico para el diseño de la Escala Likert. *Revista Xihmai*, 2(4).

Pozo-Ruz, A., Ribeiro, A., García-Alegre, M. C., García, L., Guinea, D., & Sandoval, F. (2000). Sistema de posicionamiento global (GPS): Descripción, análisis de errores, aplicaciones y futuro. ETS Ingenieros de Telecomunicaciones. Universidad de Málaga.

Realidad aumentada. <https://sites.google.com/site/proinrealidadaugmentada/home/tipos-de-r-a>. 2017.

Rozga Luter, R. E. (2018). Ciudad inteligente, concepto en discusión.

Santiago, D., Jim, V., Enrique, V. A., Foliaco, O., & DE, J. SIGPOIS: Sistema de Información Geográfica para la Gestión de POIs en Layar. *Revista POI*. 2017.

Villavicencio, E. (2016). La importancia de los estudios descriptivos. *Evidencias en Odontología Clínica*, 2(1), 6-7.

Vuforia. [www.vuforia.com](http://www.vuforia.com). 2018

Wikitude.SDK. <https://www.wikitude.com/2018>

Yenner Joaquín Díaz Núñez. Factibilidad tecnológica de aplicar realidad aumentada en la carrera ingeniería en ciencias informáticas. *Revista 3c Tic*, 3(4), 228-239. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2014.34.228+-+239>, 2014.

Zeledón, L. N. (2020). Investigación en Informática: el enfoque alternativo. *Technology Inside by CPIC*, 5, 1-15.

