

# DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA ORIENTACIÓN DE VISITANTES DE ITCA-FEPADE UTILIZANDO MAPEO, REALIDAD AUMENTADA, RENDERIZADO 3D Y POSICIONAMIENTO GLOBAL

## DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION TO ORIENTATE ITCA-FEPADE VISITORS THROUGH CAMPUS MAPPING, AUGMENTED REALITY, 3D RENDERING AND GLOBAL POSITIONING

**Elvis Moisés Martínez Pérez**

Ingeniero en Sistemas Informáticos.

Docente Investigador. Escuela de Ingeniería en Computación.  
ITCA-FEPADE Sede Central Santa Tecla.  
emmartinez@itca.edu.sv

**Eva Margarita Pineda**

Arquitecta.

Docente Investigadora. Escuela de Ingeniería Civil y Arquitectura.  
ITCA-FEPADE Sede Central Santa Tecla.  
eva.pineda@itca.edu.sv

**Héctor Edmundo González Magaña**

Ingeniero en Sistemas Informáticos.

Docente Investigador. Escuela de Ingeniería en Computación.  
ITCA-FEPADE Sede Central Santa Tecla.  
hector.gonzalez@itca.edu.sv

**Ricardo Ernesto Hernández Ávila**

Arquitecto.

Docente Investigador. Escuela de Ingeniería Civil y Arquitectura.  
ITCA-FEPADE Sede Central Santa Tecla.  
hector.rhavía@itca.edu.sv

Recibido: 02/05/2018 - Aceptado: 24/07/2018

### Resumen

El uso de aplicaciones móviles que emplean tecnología de mapeo y geoposicionamiento global es variado y se utilizan tanto en automóviles como en Smartphone, siendo estos últimos los de mayor demanda por la población. Dentro de las aplicaciones más usadas tenemos Waze y Google Maps, los cuales ayudan al usuario a determinar el nivel de tráfico en una región específica o ubicar algún destino, ofreciendo la ruta más corta, la menos congestionada o la más viable según sea el caso. Este tipo de aplicaciones presentan la limitante que solo muestran las rutas y destinos que les proporcionan los satélites que orbitan el planeta. En el caso de áreas más pequeñas como el campus de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Santa Tecla, no hay detalle completo de caminos o senderos que la conforman y son mostradas únicamente como un área general dentro del mapa satelital. Considerando esta limitante, la Escuela de Ingeniería en Computación y la Escuela de Ingeniería Civil y Arquitectura unieron esfuerzos con el objetivo de desarrollar una aplicación móvil innovadora, que ayude a los usuarios y visitantes de ITCA-FEPADE en la orientación y ubicación de lugares específicos dentro del campus; esta aplicación utiliza el mapeo, la georreferenciación, la realidad aumentada y la renderización 3D. Para lograr este objetivo se diseñó un mapa personalizado de las instalaciones de la Sede Central, utilizando AutoCAD y Unity 3D, implementando librerías que Unity posee para navegación. Este proyecto innovador por

### Abstract

The use of mobile applications that employ global mapping and geolocation technology is varied and is utilized in both cars and cell phones, the latter being the ones with the greatest demand by the population. Among the most used applications we have Waze and Google Maps, which help the user to determine the level of traffic in a specific region or locate a destination, offering the shortest route, the least congested or the most viable depending the case. This type of applications present the limitation that the routes and destinations that are shown are only the ones provided by the satellites that orbit the planet. In the case of smaller areas, like the campus at Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Santa Tecla, there is no complete detail of the roads or paths that comprise it and they are only shown as a general view within the satellite map. It is for this reason that Escuela de Ingeniería en Computación and Escuela de Ingeniería Civil y Arquitectura join efforts with the objective to develop an innovative mobile application that helps the ITCA-FEPADE visitors in the orientation and location of specific places within the facilities, through the use of mapping, georeferencing, augmented reality and 3D rendering. To achieve this goal, a customized map of the campus facilities was designed using AutoCAD and Unity 3D, implementing Unity libraries that are meant to be used for navigation. This project is innovative due to the mapping type utilized, furthermore it incorporates augmented reality to show some buildings in 3D format with

el tipo de mapeo utilizado, incorpora además la realidad aumentada para mostrar las edificaciones en formato 3D con información detallada de cada nivel, lo cual de forma amigable mejora la experiencia del usuario con la aplicación.

detailed information of each level, which in a friendly way improve the user experience with the application.

## Palabras clave

Realidad aumentada, diseño 3D, Unity, Android, georreferenciación, geolocalización.

## Keyword

Augmented reality, 3D design, Unity, Android, georeferencing, geolocation.

## Introducción

La iniciativa del presente proyecto se enmarca bajo el compromiso de ITCA-FEPADE por contribuir en la promoción de nuevas tecnologías, que fomenten un mejor aprovechamiento de recursos tecnológicos en beneficio de la población salvadoreña.

La utilización de la tecnología móvil en el quehacer diario de nuestras vidas conlleva el empleo de aplicaciones, que facilitan actividades cotidianas tales como pagos, compras, informarnos, comunicarnos, recrearnos y sobre todo ubicación por georreferenciación.

La inclusión de tecnología de geolocalización permite a las personas tener un mejor sentido de ubicación referente a un punto específico. Los dispositivos móviles cuentan con diferentes herramientas de software que con ayuda del GPS (Global Positioning System) permiten

establecer su posición actual, así como las indicaciones de llegada a un lugar de destino.

La Escuela de Ingeniería en Computación en coordinación con la Escuela de Ingeniería Civil y Arquitectura de ITCA-FEPADE, desarrollaron el proyecto consistente en una aplicación para Smartphones y Tablets la cual permite la orientación de visitantes a las instalaciones de ITCA-FEPADE ubicado en Santa Tecla. La aplicación hace uso de mapeo, renderizado 3D, posicionamiento global y realidad aumentada, siendo esta última la que brinda información un valor agregado al proyecto para la orientación. Esta aplicación es una estrategia de comunicación entre la población estudiantil de educación formal y continua, personal docente y administrativo, clientes y visitantes en general, a quienes les ayuda con la ubicación precisa de edificios, de aulas en diferentes niveles, talleres, laboratorios, centros de cómputo y oficinas, entre otros.

## Estado de la Técnica

Algunas aplicaciones que fueron analizadas para este proyecto y que hacen uso de la georreferenciación fueron:

**Waze:** Se basa en una gran comunidad de usuarios, en la que comparten en tiempo real el tráfico e información de ruta. Con esta información se pueden evitar congestionamientos, prevenir dónde se ha producido un accidente, lo cual permite ahorrar tiempo y dinero en combustible [1].



Fig.1 - Muestra de ruta y nivel de tráfico por medio de Waze

**Google Maps:** aplicación oficial de Google que ofrece navegación GPS, información sobre el tráfico y sobre millones de sitios en tiempo real [2]. Esta aplicación es la de mayor demanda en móviles Android.

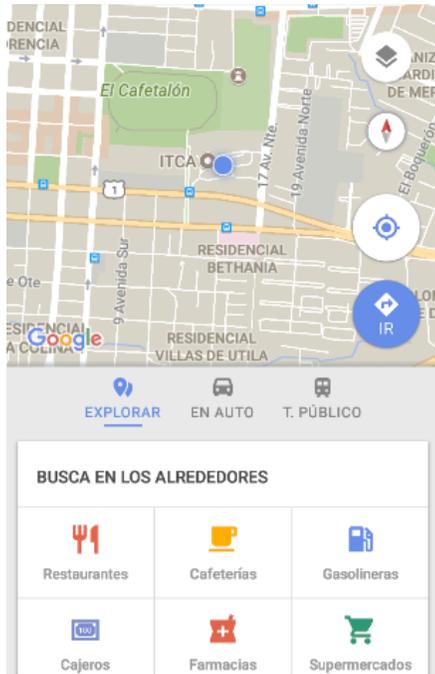


Fig. 2 - Opciones principales de la aplicación Google Maps

Ambas aplicaciones son un referente de geolocalización, no obstante, presentan algunas limitaciones para este proyecto:

- 1) El mapa de las instalaciones de ITCA-FEPADÉ está incompleto, no muestra todos los senderos y edificios que se posee, limitando su ubicación (Ver figura 3).
- 2) No poseen realidad aumentada, ni un recorrido en 3D de las edificaciones del campus.

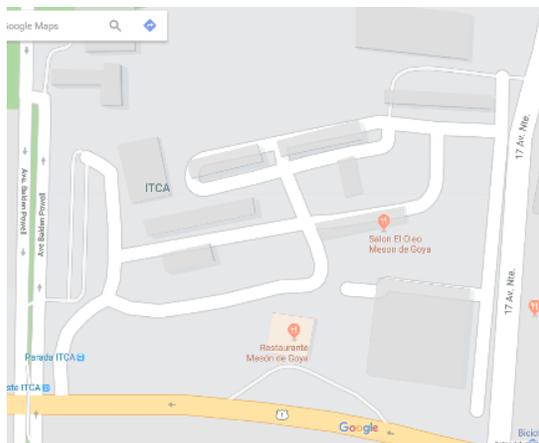


Fig. 3 - Mapa satelital incompleto que presenta Google Maps del campus de ITCA-FEPADÉ

## Levantamiento Arquitectónico

Recientemente se han difundido nuevos métodos de levantamiento, tanto topográficos como fotogramétricos, que han venido a complementar al tradicional levantamiento directo. Cada uno de estos métodos está dando resultados útiles y significativos en relación a la consecución del fin del levantamiento, a la escala gráfica requerida y a las características del objeto a levantar.

Se podría mencionar tres grandes bloques:

**El bloque bidimensional** es aquel que reúne aquellos métodos en los que se proporciona información en dos dimensiones del artefacto arquitectónico analizado. Documentos planimétricos como plantas, alzados o secciones son representativos, así como los croquis de acotación.

**El bloque tridimensional** recoge los métodos que aportan información en tres dimensiones acerca del elemento arquitectónico. Los distintos tipos de perspectivas (isométrica, caballera, etc.), fotografías y croquis volumétricos son característicos.

**El bloque alfanumérico** se puede incluir aquellos métodos que no aportan información gráfica pero que completan la información global del edificio. Tablas de información (superficies, normativas, etc.) y textos históricos sirven de ejemplo para este bloque. [3]

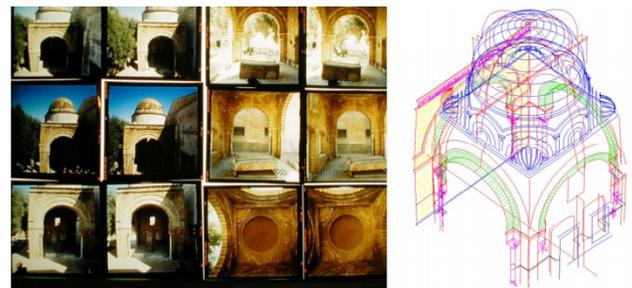


Fig. 4 - Levantamiento arquitectónico de cúpula bizantina, levantamiento arquitectónico, Almagro Gorbea, Antonio

## Geolocalización

La Geolocalización consiste en la identificación de la posición de un dispositivo móvil en el espacio real. El Sistema de Posicionamiento Global GPS es la forma más común y precisa en que se realiza la localización geográfica y es capaz de ubicar el aparato con una precisión de unos pocos metros. [4]

Este proceso se realiza generalmente en los sistemas de información geográfica. La geolocalización se encarga específicamente en obtener la localización de una

persona, empresa, evento, ciudad, pueblo etc. en un punto geográfico exacto que es determinado por medio de ciertas coordenadas, usualmente provenientes de satélites, pero que cabe destacar que también pueden provenir de otros dispositivos como los móviles.

## Realidad Aumentada

El término realidad aumentada, abreviado RA, comprende la ampliación artificial de la percepción de la realidad por medio de información virtual [5].

La naturaleza de este aumento puede ser, desde una representación textual de datos superpuestos sobre escenas u objetos reales, hasta completas escenas gráficas 3D interactivas integradas en otras reales [6].



Fig. 5 - Aplicación de realidad aumentada para arquitectura, en ella se muestra el diseño en 3D de un plano<sup>1</sup>

## Software para Realidad Aumentada

Actualmente existe una gran oferta de programas o aplicaciones que permiten implementar este tipo de tecnología, algunos son de paga y otros gratuitos, desde lo más complejo hasta lo básico y algunos inclusive son especializados para un área determinada; dentro de los más conocidos están:

**Layar:** Permite crear contenido interactivo y acceder al mismo desde catálogos, revistas, folletos informativos o códigos impresos en los productos.

También permite la inserción de videos o versiones alternativas al producto que esté observando la persona en ese momento [7].

**Vuforia:** Herramienta completa con la que se puede elaborar todo tipo de aplicaciones de realidad aumentada, reconoce tanto textos como imágenes u

objetos en dos como en tres dimensiones e incluye la opción de insertar botones virtuales [8].

**Aurasma:** Una de las herramientas más extendidas del mercado. Esta herramienta permite crear experiencias interactivas complejas, ya que la capa virtual puede contener más de una acción. Es decir, puede mostrar un video y una imagen 3D a la misma vez [9].

## Software para el desarrollo de aplicaciones móviles

Como principal elemento del desarrollo de la aplicación, tenemos una gama de herramientas que ayudan a tal fin, las más conocidas son:

- **Android Creator:** Permite crear de forma gratuita, fácilmente y sin conocimientos de programación una aplicación nativa de un negocio, organización o de entretenimiento para móviles y tablets Android. Sitio web: <https://www.androidcreator.com/es/>
- **PHONEGAP:** Sistema pensado para desarrollar aplicaciones multiplataforma empleando exclusivamente HTML5, CS3 y JavaScript. Es actualmente la herramienta del mercado que más plataformas soporta, además de que permite el acceso a gran parte de los elementos de nuestro smartphone como la cámara, los contactos o la base de datos. Sitio Web: <https://phonegap.com/>
- **Android Studio:** Proporciona las herramientas más rápidas para crear apps en todas las clases de dispositivos Android. La edición de códigos de primer nivel, la depuración, las herramientas de rendimiento, un sistema de compilación flexible y un sistema instantáneo de compilación e implementación permiten concentrarse en la creación de aplicaciones únicas y de alta calidad. Sitio web: <https://developer.android.com/studio/>
- **UNITY 3D:** Es un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies. Unity está disponible como plataforma de desarrollo para Microsoft Windows, OS X y Linux. La plataforma de desarrollo tiene soporte de compilación con diferentes tipos de plataformas (Web, PC, Móviles, SmartTV, Consolas). Sitio web: <https://unity3d.com/es>

## Metodología

Se desarrolló una aplicación de geolocalización con realidad aumentada para los sitios de interés de la población estudiantil y visitantes en general de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. La programación de la misma, así como del contenido de edificios y los planos que presenta, fueron desarrollados

<sup>1</sup> <http://www.augment.com/es/realidad-aumentada-arquitectura/>

por la Escuela de Ingeniería en Computación y la Escuela de Ingeniería Civil y Arquitectura.

La fase inicial consistió en la investigación técnica que permitió la recolección de la información necesaria para determinar qué tecnologías simplificarían el desarrollo de la aplicación relacionándola a los sistemas de información de georreferencia, renderizado 3D y realidad aumentada.

En la segunda fase la Escuela de Ingeniería Civil y Arquitectura trabajó el desarrollo de 20 estructuras en 3D y la actualización del plano de la institución con puntos de georreferenciación; la Escuela de Ingeniería en Computación se encargó del análisis y desarrollo de la aplicación que integra todo el trabajo efectuado por ambas escuelas.

La tercera fase consistió en la recopilación de datos sobre cada uno de los sitios abordados, principalmente por medio de la toma de medidas y detalles de cada una de las estructuras seleccionadas, así como la toma de medidas para el plano. La recopilación incluyó también el registro de latitudes y longitudes de cada estructura que posibilitaría el empleo de la tecnología de georreferenciación en conjunto con la realidad aumentada de las imágenes 3D utilizadas en el aplicativo.

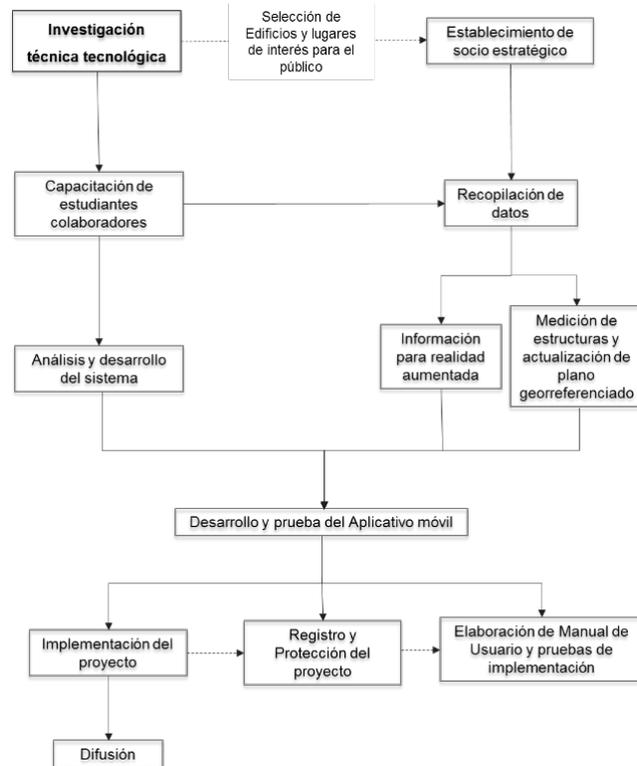


Fig. 6 - Esquema metodológico de la investigación desarrollada.

### Medición de edificios existentes

Como punto de partida se requirió medir el estado actual de la ubicación, distribución, detalles arquitectónicos y espacios de cada nivel de los edificios de la Sede Central de ITCA-FEPADÉ. Para esta actividad se contó con el apoyo de estudiantes de la carrera de Técnico en Ingeniería Civil de primer año.



Fig. 7 - Alumnos de Civil realizando mediciones en Edificio L

### Elaboración de planos en AutoCAD

Para esta fase del proyecto se utilizó la información recopilada en la fase de medición de edificaciones existentes. Con el apoyo de estudiantes de la carrera de Arquitectura, se digitalizaron cada uno de los espacios de las diferentes plantas de los edificios de la Sede Central utilizando el software AutoCAD.

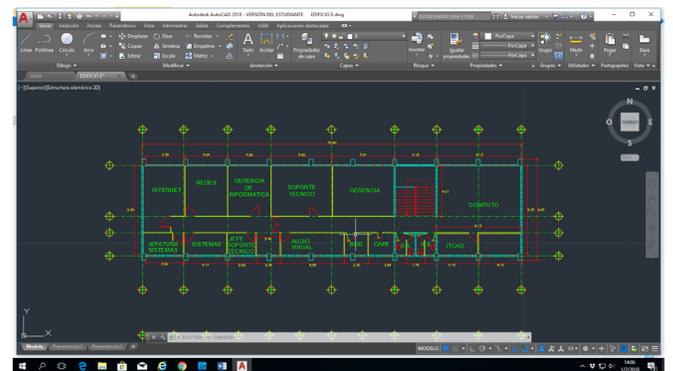


Fig. 8 - Planta Arquitectónica Edificio E realizado e AutoCad

### Diseño gráfico de edificios en 3d y renderizado

Con los planos digitalizados en AutoCAD, se procedió a exportar estos archivos al programa Sketchup de diseño gráfico y modelado en tres dimensiones (3D).

Se exportó el archivo con el volumen 3D al software de renderizado Kerkythea, donde a partir de los materiales colocados en Sketchup, se modificó cada material

nuevamente; después se colocó el 3D al proceso de renderizado.

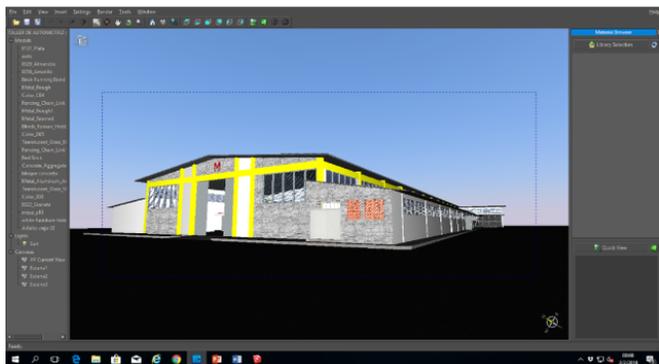


Fig. 9 - Fachada oeste Taller Automotriz (M) en programa para renderizar

## Levantamiento de instalaciones de ITCA-FEPADE con coordenadas geodésicas

Se realizó el levantamiento topográfico utilizando dos puntos geodésicos ya establecidos por el CNR (Centro Nacional de Registros), uno ubicado en la cancha de básquetbol y el otro en la cancha de fútbol. Aplicando el método de arrastre de coordenadas se fueron obteniendo las diferentes posiciones de los edificios; todo el procedimiento se realizó empleando el equipo de estación total.

Al finalizar el levantamiento, la información recopilada se descargó en la computadora y, utilizando el software AutoCAD, se hizo la unificación de puntos, se dibujó todo el terreno y las edificaciones existentes.

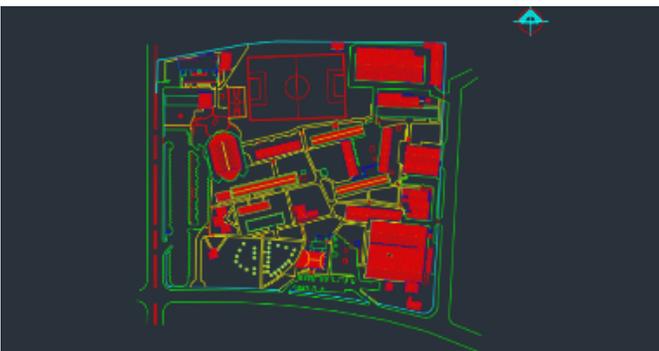


Fig. 10 - Plano vectorizado de las instalaciones de ITCA-FEPADE en AutoCad

Como resultado final, se obtuvo un mapa detallado de las instalaciones del campus de ITCA-FEPADE, según se puede apreciar en la figura 11.



Fig. 11 - Vista integrada del mapa desarrollado en AutoCad con Google Earth

## Programación de la aplicación

Esta aplicación fue programada utilizando lenguaje C# con el framework UNITY y MYSQL como gestor de base de datos y posteriormente fue compilada para el sistema operativo Android. Para la programación de los recorridos en 3D con Realidad Aumentada se utilizó Vuforia, en especial para el reconocimiento de códigos QR para el llamado de los recorridos en cada edificio. Dichos códigos fueron generados en Microsoft Word.

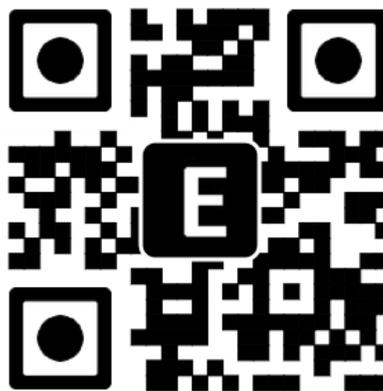


Fig. 12 - Ejemplo de código QR empleado para utilizar Realidad Aumentada

Estas herramientas fueron seleccionadas por su facilidad de uso y por contener los servicios necesarios que se requerían para que la sección de georreferenciación funcionara perfectamente; se procedió con estas herramientas debido a que no se pudieron utilizar las APIs de Google Maps, ya que presentan el mapa de ITCA-FEPADE incompleto y muy pobre de detalles.



Fig. 13 - Diferentes herramientas de programación y diseño utilizadas en el desarrollo de la aplicación

### Descripción de la aplicación

Las opciones principales que contiene la aplicación son: **Mapa, Visor AR - Realidad Aumentada, Eventos, Contáctenos, Acerca de y Facebook.**



Fig. 14 - Opciones principales de la aplicación

La opción **Mapa** permite seleccionar un destino basado en búsqueda dinámica o por categorías.

Si es dinámica se digita el lugar de destino y si es por categoría se selecciona el edificio, aula, taller, oficina, servicios sanitarios, otros. Independientemente del método seleccionado, el dispositivo tomará la ubicación

actual y trazará un vector hasta la posición de destino, el cual se irá recortando a medida que se avance en el trayecto.

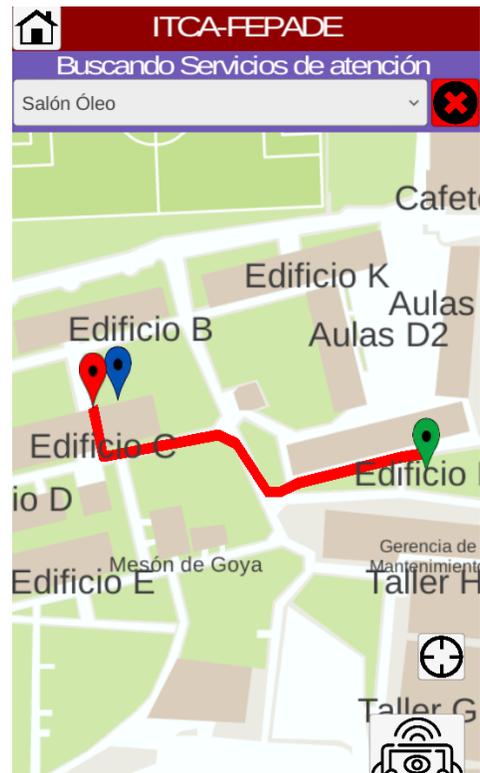


Fig. 15 - Vector trazado desde el Edificio C, origen, hasta el Salón Óleo o destino

El **Visor AR** es el que permite activar la cámara del dispositivo móvil y con ello la lectura de los códigos QR colocados en los edificios, los que mostrarán por medio de **Realidad Aumentada** un mensaje de bienvenida y la opción "Continuar".



Fig. 16 - Imagen QR escaneada con el Visor AR de la cámara

Esta imagen será el enlace para mostrar información relevante de cada edificio y su recorrido en 3D.



Fig. 17 - Imagen en 3D del Edificio F

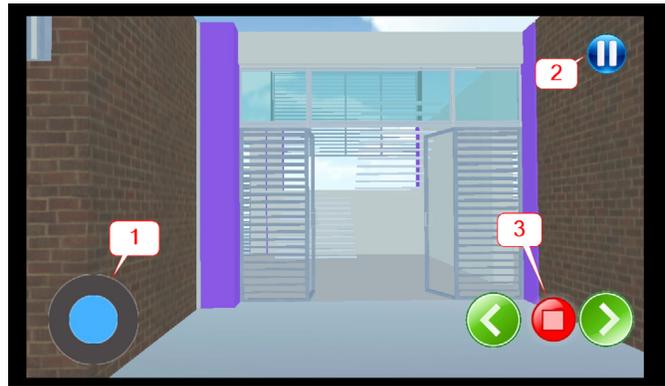


Fig. 20 - Inicio de recorrido 3D primer nivel Edificio F

Si se ingresa a los niveles del edificio se mostrará una pantalla con descripción de los salones de clase, centros de cómputo u oficinas públicas que están contenidas dentro de él.

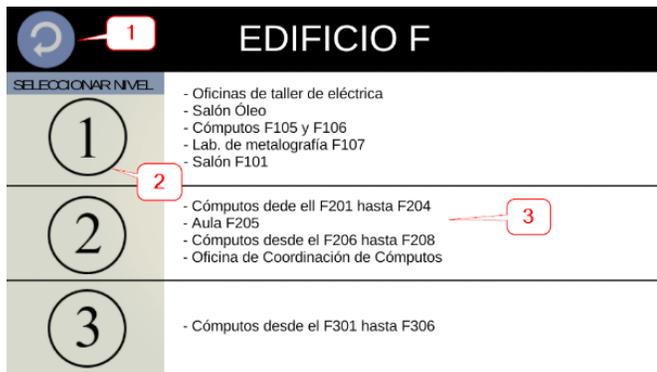


Fig. 18 - Descripción de niveles del edificio seleccionado

Si se elige algún nivel, se mostrará este nivel con vista de perspectiva en planta y los locales que éste posee.

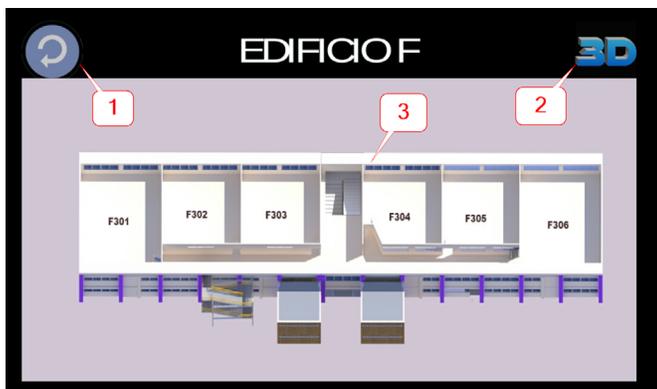


Fig. 19 - Vista en planta de tercer nivel Edificio F

En caso de seleccionar un recorrido en 3D, sería similar al mostrado en la figura 20.

La opción **Eventos** muestra avisos o información que la institución desea transmitir a los usuarios que tienen instalada la aplicación en su móvil.



Fig. 21 - Pantalla Eventos

La opción **Contáctenos** mostrará los números telefónicos de las unidades de servicio con mayor demanda en la institución, tales como: Atención al Cliente, National English Center, Centro de Gestión Empresarial, Administración Académica, Bienestar Estudiantil y Conmutador, entre otras.

En esta opción se proporciona enlace directo al sitio web de ITCA-FEPADE.

La opción **Acerca de...**, es un resumen del proyecto de investigación y los nombres de los docentes y estudiantes que integraron el equipo de trabajo. Finalmente, la opción Facebook, es un enlace directo a la fanpage de ITCA-FEPADE.

## Conclusiones

- 1) Con las herramientas tecnológicas innovadoras utilizadas se actualizó el mapa topográfico del plano de conjunto del campus de ITCA - FEPADE Sede Central, permitiendo además actualizar las coordenadas geodésicas de los diferentes edificios.
- 2) Se actualizaron los planos de distribución arquitectónica en planta de los diferentes edificios de la Sede Central.
- 3) Se realizó el levantamiento arquitectónico en 3D de los principales edificios, aulas y oficinas de la Sede Central que son de acceso al público, logrando con esto un insumo importante para la aplicación móvil desarrollada.
- 4) El desarrollo y uso de esta aplicación móvil con mapeo, georreferenciación y realidad aumentada servirá de guía para orientar a los usuarios, visitantes, estudiantes, personal docente y administrativo de la institución sobre la ubicación de oficinas, edificios, aulas, talleres y otros.
- 5) Esta herramienta contribuirá con el indicador de la Comisión de Acreditación de la Calidad Académica, relativo a brindar información específica de las instalaciones a sus usuarios.
- 6) Esta investigación multidisciplinaria permitió fortalecer las competencias de docentes y estudiantes referentes a la aplicación de Tecnologías de la Información vinculadas con la arquitectura digital.

## Recomendaciones

- 1) Esta aplicación deberá colocarse en la página principal del sitio web de ITCA-FEPADE y promoverse entre los usuarios. Con esto se logrará proveer de una herramienta para dispositivos móviles que ayudará a orientar a usuarios, clientes, estudiantes, proveedores y personal de ITCA-FEPADE.
- 2) Se recomienda que la aplicación desarrollada en este proyecto sea actualizada periódicamente.

## Referencias

- [1] "Aplicación gratuita de navegación GPS, mapas y tráfico basado en la comunidad Waze". [En línea]. Disponible en: <https://www.waze.com/es-419>. [Accedido: 16-abr-2018].
- [2] "Maps: Navegación y tránsito - Aplicaciones en Google Play". [En línea]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.maps&hl=es>. [Accedido: 16-abr-2018].
- [3] A.A., Gorbea, Levantamiento Arquitectónico. España: Universidad de Granada, 2004.
- [4] J. F. Cadavieco y E. Vázquez-Cano, "Posibilidades de utilización de la geolocalización y realidad aumentada en el ámbito educativo", Possibilities using geolocation augment. Real. Educ., vol. 20, núm. 2, pp. 319-342, jul. 2017.
- [5] J. J. Maquilón Sánchez, A. B. Mirete Ruiz, y M. Avilés Olmos, "La Realidad Aumentada (RA). Recursos y propuestas para la innovación educativa", Augment. Real. AR Resour. Propos. Teach. Innov., vol. 20, núm. 2, pp. 183-203, abr. 2017.
- [6] T. Mullen, Realidad Aumentada : crea tus propias aplicaciones. Madrid: Anaya Multimedia, 2012.
- [7] Layar, "Augmented Reality Interactive Print", Layar. [Online]. Available: <https://www.layar.com/>. [Accesed: 02-may-2018].
- [8] "Vuforia Realidad aumentada". [En línea]. Disponible en: <https://vuforia.com/>. [Accedido: 02-may-2018].
- [9] "Aurasma ahora es HP Reveal". [En línea]. Disponible en: <https://aurasma.com/>. [Accedido: 02-may-2018].