

Implementación de un recorrido virtual de la Universidad Politécnica de Victoria para promoción de los programas académicos en preparatorias

Orlando Samuel Martínez Dorantes, Karla Yaneth Martínez Quintanilla, Jorge Eduardo Monita Rodríguez, Mariana Leilany Pineda Amador, Juan José Torres Grimaldo, Marco Aurelio Nuño-Maganda*
Yahir Hernández-Mier and Said Polanco-Martagón

*Laboratorio de Sistemas Inteligentes
Universidad Politécnica de Victoria
Ciudad Victoria, México, 87138*

Abstract—En este artículo se propone una aplicación de realidad virtual que fue diseñada para mostrar las instalaciones de la Universidad Politécnica de Victoria en eventos de promoción de la universidad en preparatorias. El entorno virtual fue diseñado específicamente a partir de los planos de la universidad, e incorpora la interacción con un control de consola de videojuego para efectuar navegación dentro del entorno de manera segura. Además, es requerido un teléfono inteligente que tenga un sensor giroscopio para cambiar la vista dentro del entorno, y un adaptador de realidad aumentada para dicho teléfono con la finalidad de ajustar el dispositivo a una distancia segura para garantizar la experiencia del usuario. La implementación fue llevada a cabo para dispositivos con el sistema operativo Android, y se utilizó principalmente la librería OpenGL ES para teléfonos inteligentes. Se reportan los resultados de interacción con diferentes controles, además de incluir impresiones de pantalla del sistema virtual desarrollado.

Index Terms—Realidad Virtual, Aplicación Móvil, OpenGL ES, Android

I. INTRODUCCIÓN

Una aplicación móvil es un programa que usted puede descargar y al que puede acceder directamente desde su teléfono o desde algún otro aparato móvil [1]. A diferencia de las aplicaciones diseñadas para computadoras de escritorio, las aplicaciones móviles se alejan de los sistemas de software integrados. En cambio, cada aplicación móvil proporciona una funcionalidad aislada y limitada. Por ejemplo, puede ser un juego, una calculadora o un navegador web móvil.

La realidad virtual se podría definir como un sistema informático que genera en tiempo real representaciones de la realidad, que de hecho no son más que ilusiones ya que se trata de una realidad perceptiva sin ningún soporte físico y que únicamente se da en el interior de los ordenadores. Mediante datos de un entorno almacenados en una base de datos, es posible de generar una simulación que implique a todos los sentidos, generada por computadora, explorable, visualizable y manejable en tiempo real bajo la manera de imágenes y sonidos digitales, dando la sensación de presencia

en el ámbito informático [2]. La tecnología de la Realidad Virtual (RV) ha sido ampliamente señalada como un desarrollo tecnológico importante que puede apoyar al proceso de enseñanza y aprendizaje de varias formas [3]. Algunas de sus excepcionales capacidades son la posibilidad de permitir a los estudiantes la visualización de conceptos abstractos, observar eventos a escalas atómicas o planetarias, o visitar ambientes e interactuar con eventos que la distancia, el tiempo o los factores de seguridad los hacen completamente inalcanzables en condiciones reales. Las actividades educativas que pueden ser soportadas por estas capacidades de la RV conducen a la opinión actual de que los estudiantes podrán alcanzar un mejor dominio, retención y generalización de los nuevos conocimientos en la medida en que se involucren activamente en la construcción de ese conocimiento en situaciones de aprendizaje activo (es decir, aprender haciendo).

En este artículo se propone una aplicación de realidad virtual donde el usuario puede navegar en un entorno que simula los pasillos y los edificios de la Universidad Politécnica de Victoria (mostrada en la figura 1). Se agrega la interacción con un control de consola de videojuego para efectuar navegación dentro del entorno de manera segura. Además, es requerido un teléfono inteligente que tenga un sensor giroscopio para cambiar la vista dentro del entorno, y un adaptador de realidad aumentada para dicho teléfono con la finalidad de ajustar el dispositivo a una distancia segura para garantizar la experiencia del usuario. El objetivo de esta aplicación es para su uso en las actividades de promoción de la universidad en preparatorias, para poder dar a conocer las instalaciones de la universidad, y también para explicar la potencial aplicación de la tecnología derivado de uno de los programas de estudio que se ofertan en la universidad (específicamente, el de Ingeniería en Tecnologías de la Información). Este artículo está organizado de la siguiente manera. En la sección II, se revisan de manera breve las aplicaciones similares en cuanto a la funcionalidad deseada en este proyecto. En la sección III, se describe las clases y los módulos de la aplicación propuesta. En la sección IV, se describe la implementación

*Autor de correspondencia, mnunom@upv.edu.mx

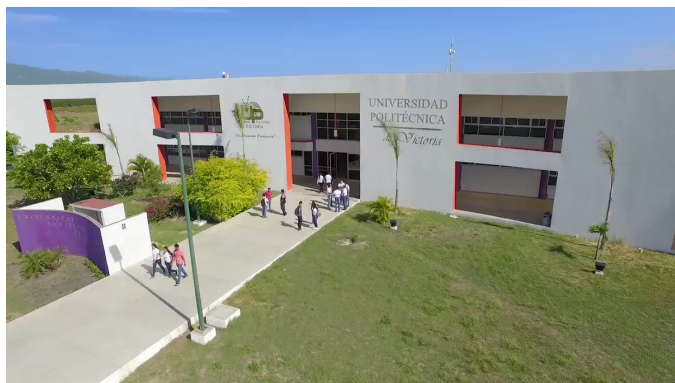


Fig. 1: Universidad Politécnica de Victoria

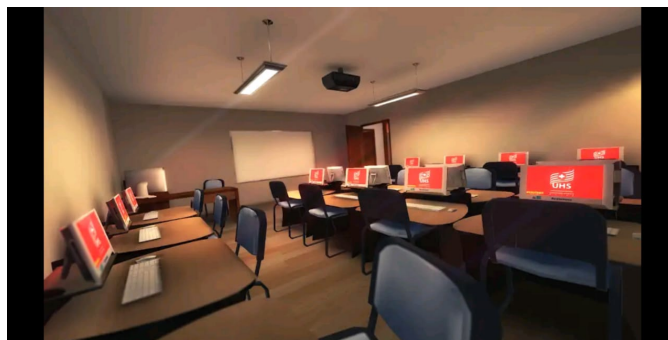


Fig. 3: Aplicación Recorrido Virtual UHS



Fig. 2: Aplicación Recorrido Virtual PETROAADLAB



Fig. 4: Aplicación Vista Azul - Recorrido Virtual

y los resultados, incluyendo la pantallas del proyecto y las pruebas realizadas para verificar la funcionalidad correcta del mismo. Finalmente, en la sección V, se establecen las conclusiones y se describe el trabajo futuro.

II. REVISIÓN DE APLICACIONES RELACIONADAS

Se sabe que dentro del entorno de aplicaciones virtuales se ha desarrollado otras con el mismo propósito de mostrar por medio de una realidad virtual algún modelado o visualizar algún sitio en específico, es por ello que decidimos colocar aplicaciones que estén relacionadas con nuestro proyecto o bien que tengan cierto parecido respecto a lo que deseamos mostrar como resultado del desarrollo de esta aplicación, a continuación mencionaremos algunas de estas aplicaciones.

- 1) **Recorrido Virtual PETROAADLAB [4].** Es una aplicación que muestra de forma virtual un recorrido por los laboratorios de PETROAADLAB desde un modelado en 3D, como se muestra en la figura 2. Dicha aplicación fue desarrollada en 2017 por la compañía ANIMATIONMX.
- 2) **Recorrido Virtual UHS [5].** Es una aplicación que muestra la Universidad Hotelera Suiza (ubicada en Puebla), UHS, la cual es una institución de educación superior que cuenta con amplias instalaciones equipadas para beneficio de sus estudiantes. La aplicación permite al usuario visualizar las instalaciones de dicha universidad por medio de un entorno virtual en un modelado 3D, como se muestra en la figura 3. Esta aplicación fue desarrollada en 2016 por la compañía ANIMATIONMX.

- 3) **Vista Azul - Recorrido Virtual [6].** En esta aplicación se muestra a las Villas Fontanas, el cual es un conjunto de departamentos que se encuentran en construcción. En la aplicación se permite visualizar de forma virtual en un modelado 3D el resultado de la construcción antes de que estas estén finalizadas, tal como se muestra en la figura 4. Esta aplicación fue desarrollada en el año 2019 por la compañía Steta & Malo.
- 4) **Sites in VR [7].** Es una aplicación desarrollada con el fin de mostrar diversas localizaciones en el mundo, entre algunas de ellas están, Egipto, Turquía, Arabia Saudita, Francia, Holanda, entre otros. Además de mostrar al espectador estos diversos lugares por medio de un panorama de 360 grados en un entorno virtual, como se muestra en la figura 5, dicha aplicación permite realizar el movimiento de panorama con la sensibilidad de dirección de nuestro dispositivo móvil. Esta aplicación fue desarrollada en el 2013 con su última actualización en el 2019 y desarrollada por la compañía Ercan Gigi.
- 5) **Virtual Art Gallery [8]** Es una aplicación desarrollada con la capacidad de mostrar un entorno virtual con exhibiciones de arte, siendo capaz de realizar recorrido panorámico de 350 grados, como se muestra en la figura 6. Esta aplicación es capaz de ser utilizada con los visores de realidad aumentada y esmeralada en obtener un recorrido por una galería de arte con cientos de pinturas. Esta aplicación fue desarrollada en 2021 por la compañía XRConnect.



Fig. 5: Aplicación Sites in VR

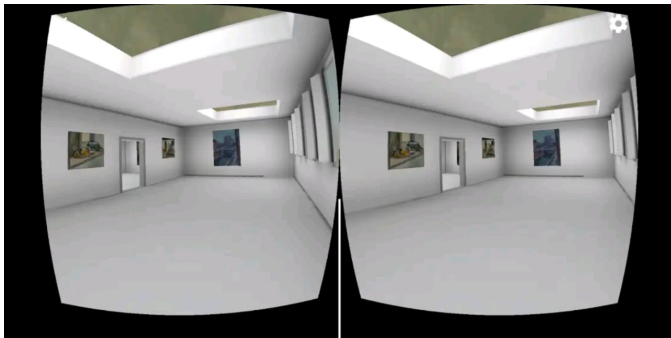


Fig. 6: Aplicación Virtual Art Gallery

III. SISTEMA PROPUESTO

Para la creación de la aplicación se usó el IDE de Android Studio el cuál es el oficial para el desarrollo de Apps para Android y está basado en IntelliJ IDEA, programa desarrollado por JetBrains siendo esta una de las empresas de desarrollo en software y directores de gran cantidad de proyectos [9]. En realidad, es una especie de escritorio de trabajo para un desarrollador. Allí se encuentra nuestro proyecto, las carpetas del mismo, los archivos que hay en él, y todo lo necesario para acabar creando la aplicación.

Para el desarrollo de la aplicación móvil se utilizó el lenguaje de programación Java, el cual es un lenguaje de programación creado por Sun Microsystems para poder funcionar en distintos tipos de procesadores. Es un lenguaje orientado a objetos. Su sintaxis es muy parecida a la de C o C++, e incorpora como propias algunas características que en otros lenguajes son extensiones: gestión de hilos, ejecución remota, etc. legible [10]. Además, se utilizará la librería OpenGL ES, la cual es una interfaz software para el hardware gráfico, y es un estándar desde inicios de los años 90s [11].

Para poder lograr esta representación, se hizo la creación de un cubo, dentro de este se realizó la creación de la universidad virtual. La función de este cubo, es que por cada vértice existe una matriz, en la cual dentro de ella se encuentran los vectores que contienen los colores que se requieren. Con un shader se agregaron las texturas que se manejan en este proyecto. Este proyecto se desarrolló con la capacidad de ser visualizado en el celular, manejado mediante un control de Xbox conectado

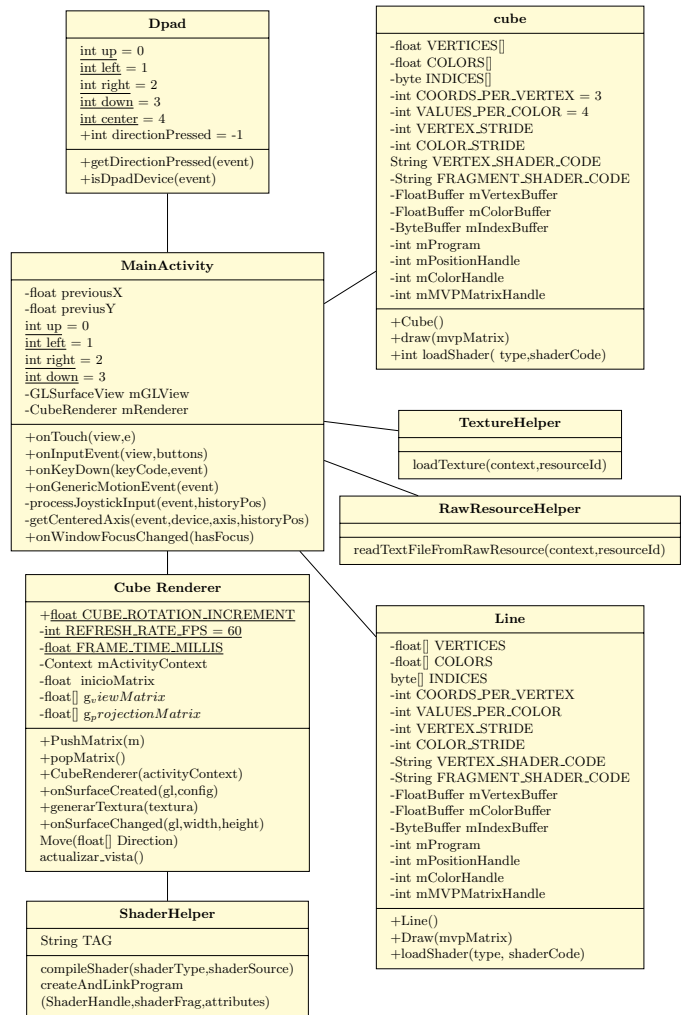


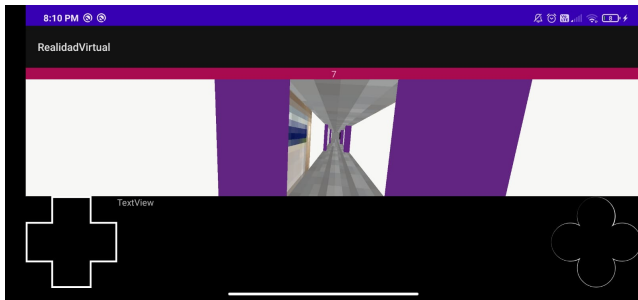
Fig. 7: Diagrama de Clases de la Aplicación Propuesta

por Bluetooth, con el que cuál se puede navegar dentro del modelado de la universidad, ya sea moviéndose hacia delante, atrás, izquierda o derecha.

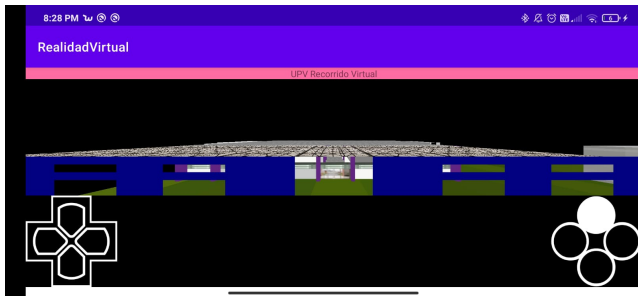
El proyecto cuenta con ocho clases, la principal clase *MainActivity* cuenta invoca métodos de otras clases como en el caso de los métodos de las otras clases, además de que bloquea la orientación automática y que la pone directamente en una vista horizontal, se encuentran las funciones de controlar al usuario con los botones marcados en el XML y también la función de que pueda ser manejado por medio de un control inalámbrico. En la figura 7, se muestra el diagrama de clases de la aplicación desarrollada.

De la clase *DPAD* cuenta con la funcionalidad de un pad direccional digital que simula el movimiento de una persona en el entorno virtual de la universidad, empleando los cuatro botones del pad para llevar a cabo los movimientos de caminar hacia adelante, caminar hacia atrás, caminar hacia la derecha, caminar hacia la izquierda, todos estos movimientos se aplican siempre con la vista al frente, de tal manera que si un usuario cambia dependiendo de su dirección, cambiará de posición.

Para la implementación de los botones en la pantalla del dis-



(a) Vista interior



(b) Vista exterior

Fig. 8: Prototipo Monocular Inicial

positivo móvil se hizo mediante la biblioteca gamecontroller. Esta biblioteca de Android ayuda a mostrar un controlador de juego común en la pantalla y reaccionar a la entrada del usuario. Por el momento, los únicos botones compatibles son los botones de dirección (8 direcciones) y la entrada de acción de un usuario, como en la Playstation o el control de xbox. Esta biblioteca usa VectorDrawable y tiene soporte descendente hasta API Nivel 14 [12].

En la clase *Cube* se encuentra el proceso del desarrollo de un cubo utilizando la biblioteca de OpenGL, la cual se considera principalmente como una API que nos proporciona un gran conjunto de funciones que podemos usar para manipular gráficos e imágenes 3D y 2D. Sin embargo, por sí solo no es simplemente una API, sino una especificación, desarrollada y mantenida por el Grupo Khronos. También se usa para el desarrollo de videojuegos, donde compete con Direct3D en la plataforma de Microsoft [13].

En la clase *CubeRenderer* con el nombre de *Renderer* haciendo alusión a la palabra *render* con la definición de una foto realista a partir de un modelo ya sea 2D o 3D, esta clase pasa la información del modelo anterior mencionado con el propósito de hacer la adición de una superficie a lo que corresponde el modelo creando, también en esta misma clase se encuentra la adición de texturas que fueron agregadas a base de imágenes recolectadas de la universidad, u otras que solo muestran colores, estas se encuentran en la carpeta de *drawable-24*.

La clase *ShaderHelper* es auxiliar para compilar los sombreadores (*shaders*) requeridos para generar la escena descrita en las clases previamente mencionadas. La clase *TextureHelper* permite cargar texturas previamente almacenadas en imágenes

de mapa de bits para su mapeo a los diferentes componentes de la escena. Finalmente, la clase *Line* encapsula las instrucciones mandadas al OpenGL para dibujar las formas que en esta las transforma a triángulos, la matriz de la vista del modelo es la que hace esta forma y carga el sombreador de texturas.

Para este proyecto se ha propuesto el desarrollo de una aplicación para Android que sea capaz de navegar por el recorrido del modelado virtual de la Universidad Politécnica de Victoria, siendo capaces de visualizar dicho modelado por medio de gafas de realidad virtual, siendo el recorrido navegado por medio de un control de Xbox conectado al dispositivo móvil por medio de Bluetooth.

Se hizo la conexión de un control externo a la aplicación, cuando un usuario conecta físicamente o sincroniza de manera inalámbrica un control para videojuegos con sus dispositivos Android, el sistema detecta automáticamente el control como dispositivo de entrada y comienza a registrar los eventos de entrada. [14]. Se implementaron desde la actividad dos métodos los cuales son:

- `dispatchGenericMotionEvent(android.view.MotionEvent)`: Se llama para procesar los eventos de movimiento genéricos, como los movimientos del joystick.
- `dispatchKeyEvent(android.view.KeyEvent)`: Se llama para procesar eventos de teclas, como cuando se presiona o se libera el botón de un pad direccional o control de juegos.

IV. IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS

A. Prototipo monocular

En una fase temprana del proyecto, se desarrollo un prototipo monocular que no requería un control de consola para navegar a partir del entorno. Con este primer prototipo se probó el correcto despliegue del escenario, así como la integración de las texturas. En la figura 8, se muestran dos capturas de pantalla de dicho prototipo, en donde es posible ver en pantalla la simulación de los controles de consola integrados a la parte inferior de la pantalla de la aplicación.

B. Prueba de navegabilidad con controles de videojuegos

En una siguiente fase, se realizaron pruebas de navegación con diferentes clases de controles de consola de videojuego. En la figura 9, se muestran las pruebas realizadas para navegación en el entorno virtual utilizando varios controles para juego bluetooth conectados a un teléfono inteligente. En la figura 9a, se muestra la prueba utilizando un control de XBox, en la figura 9b, se muestra la misma aplicación, pero con un control genérico, mientras que en la figura 9c, se muestra la misma prueba, pero usando un control JoyCon. En todos los controles fue posible llevar a cabo la navegación en el entorno virtual.

C. Prototipo binocular

En una fase final, se configuró la aplicación para mostrar la vista binocular, con lo cual era posible su integración en el adaptador de realidad aumentada que se tuviera a la mano. Una vez arrancada la aplicación, el entorno virtual es



(a) Control bluetooth para consola Xbox

(b) Control bluetooth genérico compatible con Xbox.

(c) Control JoyCon adaptado a un teléfono inteligente

Fig. 9: Prueba de la aplicación en diferentes dispositivos y su interacción empleando diferentes controles bluetooth

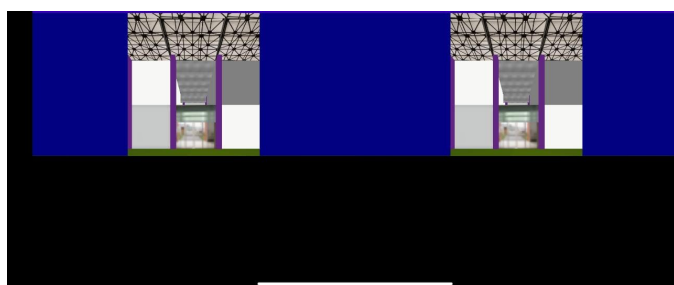


Fig. 10: Vista principal

mostrado al usuario y la vista es actualizada mediante los comandos generados al entorno mediante el control conectado a la aplicación. En la figura 10, se muestra la vista inicial de la aplicación cuando es ejecutada por el usuario.

Al iniciar en esta vista, con el control de Xbox por medio de Bluetooth será capaz de moverse dentro de las instalaciones, para ello se asignó una tecla para las siguientes funciones:

- Tecla X: Direccionar abajo
- Tecla Y: Direccionar arriba
- Tecla A: Reiniciar (Volver al punto de inicio)
- Tecla B: Salir de aplicación

La navegación a través de las instalaciones es posible mediante el joystick o palanca del control. Dentro de la aplicación se podrá encontrar con un modelado completo de las instalaciones de la universidad, por lo que se puede visualizar en la figura 11 ejemplos de posiciones en las que visualizamos el modelado de la universidad o en otro caso, lugares específicos dentro de la universidad como se muestran en la figura 12.

La aplicación desarrollada fue probada y mejorada continuamente a través de múltiples generaciones de estudiantes de la carrera de ITI. En la figura 13, se muestran dos usuarios que apoyaron en la parte de pruebas y llevaron a cabo comentarios valiosos incorporados en la versión actual de la aplicación.

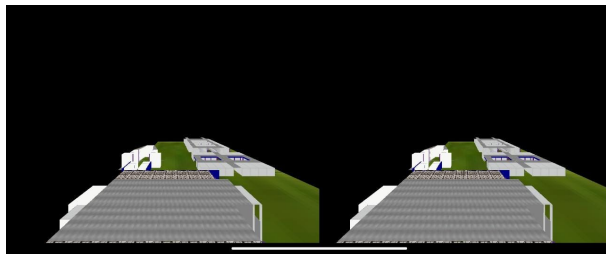
V. CONCLUSIONES

En este trabajo se desarrolló un modelo de la Universidad Politécnica de Victoria en 3D usando las bibliotecas de OpenGL ES y el lenguaje de programación Java para aplicaciones Android. El desarrollo del trabajo fundamentalmente se basó en estar trasladando y llamando los procedimientos creados de los muros y pisos para graficar los inmuebles de forma dinámica en lugar de conceptualizar todos los vértices de forma manual. A diferencia del modelo desarrollado en Web GL, el proyecto desarrollado tiene un mejor funcionamiento al ejecutarlo con un dispositivo móvil sin tener retrasos de la pantalla, por lo cual tenemos la posibilidad de mencionar que OpenGL ES tiene un mejor funcionamiento, debido a los recursos disponibles en el dispositivo móvil en sí y no por la versión de OpenGL ES.

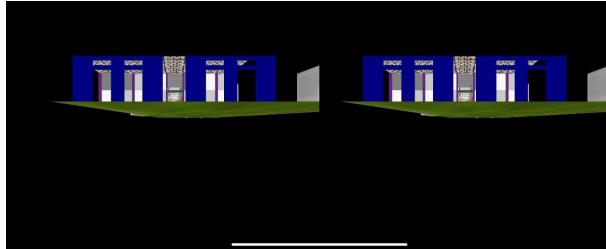
La aplicación desarrollada tiene como objetivo ser utilizada en las actividades de promoción de la universidad en preparatorias, para poder dar a conocer las instalaciones de la universidad, y también para explicar la potencial aplicación de la tecnología derivado de uno de los programas de estudio que se ofertan en la universidad (específicamente, el de Ingeniería en Tecnologías de la Información).

REFERENCES

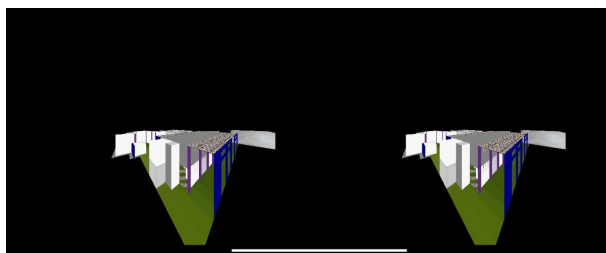
- [1] C. F. de comercio, "Aplicaciones móviles: Qué son y cómo funcionan," <https://www.consumidor.ftc.gov/articulos/s0018-aplicaciones-moviles-que-son-y-como-funcionan>, Consultado el 03-11-2022.
- [2] D. Levis, "¿Qué es la realidad virtual?" Mateus, S., & Giraldo, JE (2012). "Diseño de un modelo 3D del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid con Realidad Virtual". Scielo, 2006.
- [3] F. d'Informàtica de Barcelona, "Realidad virtual," <https://www.fib.upc.edu/retro-informatica/avui/realitatvirtual.html>, Consultado el 10-08-2022.
- [4] ANIMATIONMX, "Recorrido virtual petroaadlab," <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.animationmx.recorridopetroaadlab>, Consultado el 03-11-2022.
- [5] AnimationMX, "Recorrido virtual uhs," <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.animationmx.recorridovirtualuhs>, Consultado el 03-11-2022.



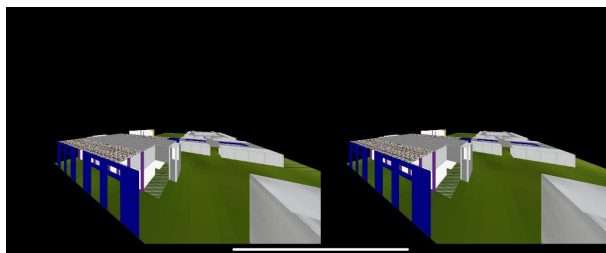
(a) Visualizar vista arriba



(b) Vista hacia atrás y la cámara hacia abajo



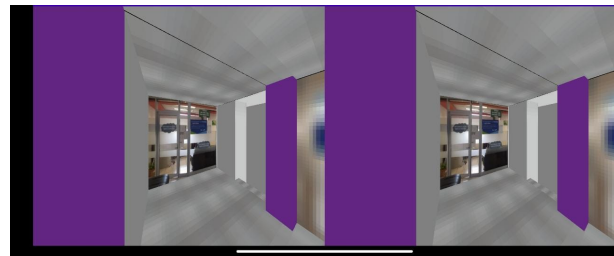
(c) Vista hacia la derecha y posicionado a la izquierda de la universidad



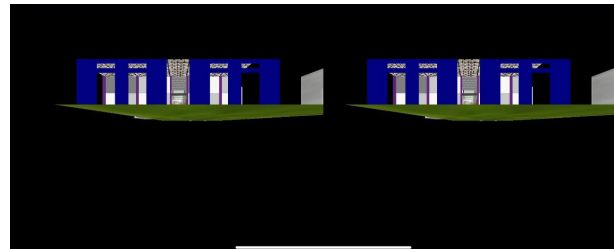
(d) Vista hacia la izquierda y posicionado a la derecha de la universidad

Fig. 11: (a) Vista arriba (b) Vista atrás y cámara abajo (c) Vista a la derecha en la izquierda de la universidad (d) Vista a la izquierda en la derecha de la universidad

- [6] Steta & Malo, "Vista azul - recorrido virtual," <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Naay.VillasFontana>, Consultado el 03-11-2022.
- [7] 3d Mekanlar, "Sites in vr," <https://play.google.com/store/apps/details?id=air.com.ercangigi.sitesin3d&hl=en&gl=US>, Consultado el 03-11-2022.
- [8] XRConnect, "Virtual art gallery," <https://play.google.com/store/apps/details?id=in.xrconnect.gallerypreview>, Consultado el 03-11-2022.
- [9] "Jet Brains," <https://www.jetbrains.com/es-es/>, Consultado el 03-11-2022.
- [10] J. C. López-Davila, "Curso de java," <https://www.cursodejava.com.mx/acercade.html>, 2009.
- [12] A. Tietz, "controller-lib," <https://github.com/andretietz/controller-lib>,



(a) Edificio A segundo piso



(b) Vista frontal de edificio B

Fig. 12: (a) Edificio A (b) Edificio B



(a) Usuario A de la aplicación



(b) Usuario B de la aplicación.

Fig. 13: Usuarios de la aplicación de realidad virtual desarrollada

- [11] Y. Ríos, "OpenGL: qué es y para qué sirve," <https://www.profesionalreview.com/2019/11/15/opengl/>, Consultado el 03-11-2022.
- [13] EcuRed, "Android Studio," https://www.ecured.cu/Android_Studio, Consultado el 03-11-2022.
- [14] G. developers, "Cómo administrar las acciones de los controles," <https://developer.android.com/training/game-controllers/controller-input?hl=es-419#input>, Consultado el 03-11-2022.