

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias de la Computación



TESIS

“Sistema y Aplicación móvil para la difusión de actividades culturales, científicas y académicas con realidad aumentada para apoyar la logística de organizaciones educativas”

Presenta: Juan Antonio Reyes Santana

Para obtener el grado de: Licenciado en ingeniería en ciencias de la computación.

Director: Dra. Carmen Cerón Garnica

Codirector: Dra. Mireya Tovar Vidal

Puebla, Pue, octubre 2025

Agradecimientos:

Al poder concluir esta etapa de mi vida la cual tuve mis altas y mis bajas, primero quiero agradecer a Dios quien fue fiel y me mostró Su misericordia y bondad desde que inicie el trámite para ingresar a la carrera hasta este momento y lo seguirá siendo: “Porque de Él, y por Él, y para Él, son todas las cosas. A Él sea la gloria por los siglos de los siglos. Amén”

Segundo, quiero agradecer y dedicar este proyecto a mi familia que nunca me ha soltado y siempre me ha mostrado su apoyo incondicional. A mis padres Eva Santana y Juan Marcos Reyes, quienes han sido pilares para toda esta etapa y desde que nací. A mis amigos quienes me han estado apoyando desde que inicie la carrera y más, en las dificultades siempre me han extendido la mano. Tanto mi familia como mis amigos son un regalo de Dios para mi vida.

Tercero: quiero agradecer y dedicar este proyecto a la directora de este proyecto, la Doctora Carmen Cerón Garnica quién fue una pieza clave para esto, de no ser por su atención y paciencia que me tuvo, yo no habría podido llegar hasta acá, gracias a su acompañamiento en la elaboración de este trabajo y cada uno de sus consejos, aprendí de ella el ser diligente y de no ser por eso, no habría concluido este trabajo. Al igual quiero agradecer a la facultad de Ciencias de la computación perteneciente a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, a los profesores que me estuvieron acompañando a lo largo de este proceso y me apoyaron resolviendo dudas y enseñándome.

A todos y cada uno de ellos simplemente gracias por todo. A Jesús sea la gloria por los siglos de los siglos.

Contenido

Introducción.....	8
Capítulo 1: Origen del proyecto y definiciones.	1
1.1 Antecedentes del proyecto.....	1
1.2 Objetivo general.	3
1.3 Estado del arte.....	3
1.4 Definición del problema.....	5
1.5 Problemática institucional.	6
1.6 Justificación.	7
1.7 Objetivos específicos.	9
1.8 ¿Puede una aplicación móvil con realidad aumentada mejorar la experiencia turística?	10
1.9 Delimitación del proyecto.	11
1.10 Alcances.	11
Capítulo 2: Marco teórico.	13
2.1 Realidad aumentada.....	13
2.1.1 Diferencia entre RA, realidad virtual y realidad mixta	13
2.1.2 Fundamentos técnicos.....	15
2.2 Aplicaciones de realidad aumentada usadas en el turismo	15
2.2.1 Marco conceptual del turismo inteligente.....	15
2.2.2 Enfoque del turismo experiencial.....	17
2.2.3 Rol de la narrativa interactiva.	18
2.3 Diseño de interfaces (UI) y experiencias de usuario (UX).....	19
2.3.1 Definiciones de UI y de UX.....	19
2.3.2 Principios de Diseño UI/UX para aplicaciones móviles.....	20
2.4 Herramientas de prototipado: Figma.....	21
2.5 Comunicación sobre eventos y posibles problemáticas.....	21
Capítulo 3: Diseño y elaboración del proyecto.	24
3.1 Especificaciones y requisitos.	24
3.2 Casos de uso.	26
3.2.1 Caso de uso: invitado.	26
3.2.2 Caso de uso: Usuario registrado.	30

3.3 Diseño de la interfaz de usuario (UI/UX con figma)	33
3.3.1 Flujos de navegación.....	33
3.4 Arquitectura del sistema.....	38
3.5 Estructura de datos locales.....	39
3.5.1 Modelo de Datos de Eventos.....	39
3.5.2 Lista maestra de Eventos.	40
Capítulo 4: Desarrollo del prototipo y resultados.....	42
6.1 Entorno de desarrollo y tecnologías aplicadas.....	42
6.2 Desarrollo de los módulos del prototipo.....	44
6.2.1 Implementación del módulo nativo kotlin.....	44
6.3 Desafíos de la integración híbrida.....	50
6.3.1 Desafío de comunicación asíncrona entre Kotlin y Unity	51
6.4 Modulo “Eventos y Evaluación”.....	53
6.5 Vistas del prototipo funcional.	58
6.6 Resultados de la evaluación heurística de evaluación.....	66
6.6.1 Metodología de evaluación.....	66
6.6.1.1 Análisis heurístico.....	66
6.6.2 Conclusión y resultados de la evaluación.....	68
Conclusiones.....	69
Bibliografía:	70

Índice de figuras:

Figura 1 Aplicación RA en un recinto de Grecia.....	16
Figura 2 Look Up! en Sheffield (Reino Unido).....	17
Figura 3 Gaceta universitaria	22
Figura 4 Ejemplo de modelo en 3D diseñado en Blender	24
Figura 5 Caso de uso: invitado.....	27
Figura 6 Caso de uso: Usuario registrado.....	30
Figura 7 Flujo de navegación: Inicio de sesión	34
Figura 8 Flujo de navegación: Registrarse.....	35
Figura 9 Flujo de navegación: Invitado.....	36
Figura 10 Flujo de navegación: Eventos	37
Figura 11 Flujo de navegación: Escanear	38
Figura 12 Diagrama Vista-controlador.....	39
Figura 13 Tabla de Firebase con los usuarios registrados.....	46
Figura 14 Inicio de la aplicación	58
Figura 15 Usuario registrado	59
Figura 16 Invitado	59
Figura 17 Listado de meses	60
Figura 18 Imágenes de eventos del mes	60
Figura 19 Página web del evento	61
Figura 20 Evaluación de eventos	62
Figura 21 Modulo Unity	63
Figura 22 Modulo Escanear	63
Figura 23 Modulo Fotos	64
Figura 24 Dudas.....	65
Figura 25 Inicio de sesión	65
Figura 26 Crear cuenta	65
Figura 27 Gráfica de la evaluación heurística.....	68

Introducción.

Hoy en día la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla es generador de múltiples eventos culturales en el estado de Puebla. Dichos eventos no están limitados solo para la comunidad estudiantil, sino también se ofrecen al público en general. No solo se ofrecen eventos de temática cultural, también ofrecen talleres, exposiciones, eventos deportivos, conciertos, etc. Pero, debido a la gran variedad de eventos, esta oferta basta se encuentra dispersa en múltiples plataformas o en otras ocasiones, en varios anuncios físicos como carteles, lonas, folletos, muchas veces la comunidad estudiantil no se entera de todos los eventos programados mes con mes, esto puede crear una oportunidad para poder unificar la información en un solo lado y así no puedan perderse de lo que ofrece la universidad. También, además del anuncio, se puede apoyar con diferentes métodos visuales para hacer más amable o amigable el anuncio, como el uso de la realidad aumentada que hoy en día está en un aumento significativo gracias a diferentes ramas, como la rama de los videojuegos que aprovechan muy bien esta tecnología.

En esta era donde la tecnología va creciendo cada vez más, las aplicaciones móviles pueden ser una gran ayuda y herramienta para la difusión de diferentes temas, incluidos los eventos organizados por diferentes instituciones. Además, hoy día la mayoría de la gente cuenta con un teléfono celular y tienen acceso a internet. Como una respuesta a esta gran oportunidad, la siguiente tesis muestra el diseño, desarrollo y evaluación de un prototipo de una aplicación móvil de difusión cultural y con apoyo de la realidad aumentada para ofrecer al usuario una experiencia de uso más amena que otras aplicaciones. Este proyecto va a explorar una arquitectura híbrida, algo que haga un puente entre Kotlin (lenguaje para desarrollar aplicaciones nativas Android) y Unity (motor gráfico para diseños y renderizados). El objetivo es que el usuario pueda escanear un código QR y saldrá un modelo en 3D.

Este proyecto esta seccionado en 4 capítulos:

Capítulo 1: El origen de este proyecto y sus antecedentes para poder abordar esta problemática.

Capítulo 2: Definiciones claves y un contexto de las tecnologías usadas, así como de las situaciones a abordar para el desarrollo.

Capítulo 3: El diseño o esqueleto del sistema antes de pasarlo a desarrollo

Capítulo 4: La aplicación ya instalada y en funcionamiento en un teléfono celular y las evaluaciones de uso de dicho sistema

Capítulo 1: Origen del proyecto y definiciones.

Este capítulo tiene como fin el introducir al tema de esta tesis, se abordarán diferentes datos y temas relacionados con el proyecto. Se abordarán los antecedentes de la realidad aumentada, de cómo se puede usar para fines de entretenimiento y de conocimiento, sus avances a medida de que ha pasado el tiempo y como se puede aplicar en una aplicación móvil. Se abordará la definición del problema, objetivo general, estado del arte y objetivos específicos.

1.1 Antecedentes del proyecto.

Actualmente en México el turismo representa el 8.5% de producto interno bruto (PIB) esto quiere decir que se han generado muchos empleos en las zonas turísticas y el año pasado ingresaron un aproximado de más de 42.15 millones de turistas al país. Al entrar gente que no conoce la historia de los diferentes lugares turísticos se les dificulta encontrar información acerca de diferentes zonas, es verdad, hay lugares que cuentan con guías turísticos, pero, otros no y con dispositivos móviles a la mano es más fácil poder buscar información y poder hacerlo de manera entretenida y llamativa para los usuarios.

Actualmente la tecnología está avanzando a pasos agigantados y con ello la humanidad se va adaptando poco a poco. Uno de estos casos es el uso de smartphones, teléfonos celulares que ya no sirven solo para mensajes y llamadas. Hoy prácticamente tenemos el mundo en la palma de nuestra mano debido al alcance que tienen estos dispositivos hoy en día.

La realidad aumentada se le atribuye en uno de sus inicios a Tom Caudell (investigador del fabricante aeronáutico Boeing) en el año de 1990. Un antecedente se dio en una novela de Frank L. Baum donde hablaba de un juego con unas gafas que presentaba un mapeado de los datos de las personas. En 1957 Morton Heilig comenzó a construir un prototipo de máquina de videojuego llamada Sensorama el cual consistía en recrear una nave extraterrestre que hacía vibrar el asiento y lanzar por el aire al usuario. [1]

En el año 1993 nació la realidad aumentada como hoy la conocemos gracias a un grupo de inventores que desarrollo en la Universidad de Columbia un dispositivo llamado HMD o casco de realidad virtual que proyectaba imágenes en formato tridimensional. Desde ese entonces la realidad aumentada ha ido de aumento en aumento.

La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla actualmente ocupa el lugar número 7 en el ranking a nivel nacional, esta empatada con el ITESO con una calificación de 9.64 puntos [18] esto quiere decir que a nivel nacional, es una de

las instituciones de educación superior con más prestigio de México, no solo tiene la función de un centro académico o de formación profesional, si no también cuenta con una basta vida cultural en el estado, siendo una de las principales debido al prestigio y tamaño de la institución. Cuenta con una de sus dependencias que es el Complejo cultural universitario, el cual ha sido cuna de varios eventos de diferentes temas, un ejemplo de ello es la FICOMICS, la cual, es la feria internacional del cómic. En dicho evento miles de personas vienen. También se ofrecen diversos talleres y conciertos, sin tomar en cuenta los eventos organizados por cada una de las facultades que integran esta prestigiosa universidad. Actualmente, la difusión de dichos eventos se realiza por medio de distintos medios o canales de difusión. Estos incluyen las páginas correspondientes, redes sociales de cada facultad o dependencia y el uso de anuncios físicos distribuidos por todo CU y demás dependencias. Esta estrategia de información busca abarcar un gran numero de alcance, pero, esta practica puede generar un problema de comunicación debido al tamaño de información que se tiene en diferentes partes. No existe una fuente única de información para esta diversa agenda cultural que nos ofrecen, hay una especie de fragmentación de la información que en ocasiones impide que el usuario pueda monitorear todas y cada una de las opciones que existen.

También, en la institución que en esta ocasión será la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, mes con mes le ofrecen a la comunidad estudiantil una gran variedad de eventos ya sean culturales, deportivos, científicos, etc. Anteriormente dichos eventos eran promocionados o anunciados por medio de las revistas oficiales llamadas “Gacetas”, pero con el paso del tiempo, estos eventos fueron promocionados en la página oficial de la universidad. Antes, en cada facultad había ya sea en las explanadas o en las bibliotecas unos estantes en los cuales, los estudiantes y profesores podían tomar de forma gratuita dichas gacetas. Con el paso del tiempo estas han ido disminuyendo, pero, por otra parte, la tecnología ha estado avanzando a pasos agigantados y la Universidad se distingue por ir innovando y adaptando o adoptando estas tecnologías para ser un referente en el ámbito escolar. Aunque estos canales mencionados son de gran ayuda, puede existir una saturación extrema de medios visuales, una publicación de algún evento o una investigación científica muchas veces compite con videos virales que hay en la red, con contenidos de influencers o lo que últimamente esta empezando a toma importancia al momento de navegar por internet, las imágenes generadas por inteligencia artificial. Debido a esto, la universidad carece de un medio centralizado e interactivo que pueda unificar la difusión de la agenda cultural que nos ofrecen, si bien existe la aplicación de la universidad, muchas veces esta aplicación no contiene la posibilidad de ver todos los eventos organizados por las facultades o las diferentes dependencias de la institución.

1.2 Objetivo general.

El objetivo general de este proyecto es el desarrollar una aplicación móvil que sea de carácter informativa y que también sea interactiva, que pueda mostrar un modelo en 3D al escanear un código QR con la aplicación móvil que pueda dar información sobre diversos lugares. Poder mostrar un maquetado en los dispositivos del lugar donde será implementado. Un mapa en 3D donde se diseccione el lugar y también de información de horarios, ofertas, eventos, según sea el caso. Esto con fines educativos, ilustrativos e informativos sobre sitios turísticos, con la finalidad de que el usuario pueda encontrar una herramienta de fácil uso y accesible. Que el usuario pueda encontrar una herramienta intuitiva, es decir, que no sea compleja de utilizar para el y que sea de fácil navegación, que no se encuentra con una pantalla inundada de imágenes, ventanas emergentes, páginas web que pueda consumir datos al usuario y que sea una herramienta útil y que resuelva las dudas que tenga el usuario al estar navegando con nuestro sistema. Si bien se va a encontrar con dos roles que son invitados y usuario registrado, no encuentre una aplicación difícil de utilizar

También se busca que esta aplicación pueda ser de ayuda para la comunidad estudiantil debido a que no solo se busca que sea una aplicación de una vista agradable, sino que pueda comunicar sobre los eventos organizados por la institución, generando así un interés en el publico en general para que puedan asistir a dichos eventos. También, se busca captar la atención del publico en general que quiera estudiar alguna carrera y vea que nuestra institución, no solo ofrece una gran cantidad de carreras o licenciaturas, sino también se trata de una universidad que va innovando con el uso de las tecnologías que día a día van surgiendo o evolucionando. Se busca por otro lado que se pueda reducir en gran manera la contaminación debido a que algunos avisos o eventos, se les hace mención por medios impresos, los cuales la mayoría de las veces acaban en el suelo generando así, contaminación y prevención de posibles inundaciones que últimamente han estado afectando a varias personas.

1.3 Estado del arte.

Hoy en día existen algunas aplicaciones en México que nos permiten este tipo de recursos como la realidad aumentada para usos turísticos e informativos, acá algunos ejemplos:

- Xochicalco AR: La aplicación Xochicalco AR fue realizada en el año 2019 por el centro INAH Morelos, esta aplicación fue diseñada para que los visitantes puedan ver en realidad aumentada o tercera dimensión parte de las piezas exhibidas en el museo. Las piezas se muestran mediante el escaneo de las ilustraciones donde aparece su icono y se muestran justo en el sitio donde fueron encontrados, se basa en simulación de objetos con la finalidad de representar el contexto más cercano de lo que fue en esas

épocas. La aplicación fue desarrollada por la coordinadora de Difusión de la Zona, Joanna Morayta y el programador Sergio Ayala, con el apoyo del INAH. [2]

- MoreliaAR: Es una aplicación que mediante juegos y audios da la oportunidad de conocer once puntos de interés en el centro de Morelia. Esta herramienta esta siendo desarrollada desde el 2020 por la empresa Abstract Studios. Mediante juegos, la aplicación busca atraer visitantes para que conozcan los diferentes puntos de interés de Morelia. Estos juegos no solo tienen la finalidad de ser informativo sino también de entretener. Se busca que los juegos den puntos y estos puntos se puedan usar para buscar ofertas en diferentes establecimientos. La aplicación sigue en desarrollo pero representaría un avance en el área turística de Morelia. [3]
- AR City Tour: Es una aplicación de realidad aumentada urbana desarrollada por El Gran Rex Studio. Esta aplicación permite que los usuarios puedan escanear marcadores o imágenes específicas para mostrar diferentes personajes sobre este marcador. También incluye rutas temáticas como la ruta tradicional o del Cempasúchil. Como tal no es una aplicación, solo se necesita que la página tenga acceso a la cámara del dispositivo y podrán hacer uso de esta herramienta. [4]
- Iztacalca AR: La facultad de estudios superiores Iztacalca fue la primera facultad de la UNAM en contar con una especie de capa de realidad aumentada sobre todo el campus. El objetivo de esta capa es poder brindar una experiencia educativa interactiva para poder informar, ejemplo, si escanean una placa que está en un árbol, saldrá la información del árbol, si escanean la placa de un ave, saldrá la información de dicha ave. La idea principal es poder informar y educar mediante una forma interactiva y de manera accesible a modo de que todos los estudiantes puedan tener acceso a esta herramienta. [5]
- Actualmente existen muchas aplicaciones de eventos como lo son ticketmaster, anuncios en Facebook, lugares que anuncian sus eventos con carteles o con los coches con megáfonos. Estamos sumergidos en un mar de eventos de diferentes temas, pero, un evento de carácter cultural pasa por desapercibido.
- Las universidades cuentan con sus aplicaciones móviles, en las cuales, además de información, dan anuncios, dan un directorio en dado caso de que se requiera atención por parte del usuario.

1.4 Definición del problema.

Ante el crecimiento de esta tecnología llamada realidad aumentada, vemos que la industria que más saca provecho es la industria de los videojuegos. También que la mayoría de los espacios turísticos no aprovechan esta tecnología, la mayoría de los lugares cuentan con información estática, llámese pinturas, muebles, objetos y ropa. Todos estos en verdad son de ayuda para darnos una mirada de como eran la vida en esas épocas, pero, se necesita aprovechar la realidad aumentada y los dispositivos móviles para poder ofrecer una experiencia enriquecida al visitante.

También, hoy en día según datos de la INEGI, más del 90% de la población en México cuentan con un teléfono celular entonces tenemos a la mano una buena herramienta que podemos aprovechar para ofrecer estas experiencias. Aunque existen varias opciones que podrían mostrar esta forma innovadora de presentar información, no todos los lugares turísticos tienen esta “capa”, no cuentan con una herramienta donde el usuario pueda interactuar de manera activa en estas herramientas, muchos solo se limitan a guardar experiencias en fotos. También, el sector turístico se podrá ver beneficiada en el aspecto en que pueden tener una mayor claridad de como eran las cosas antes, un ejemplo, podemos mostrar un mapa interactivo de como era la gran ciudad de Tenochtitlan, como eran las herramientas que usaban los aztecas para trabajar o luchar.

Con esta herramienta se lograría que el usuario pueda interactuar de manera innovadora, explicativa y divertida. También, aprovechando que la mayoría contamos con teléfonos celulares, hay que darle un uso más allá que llamadas, mensajes, trabajo, etc. Podremos hacer que el más pequeño de la casa pueda aprender con esta herramienta y pueda tener una mayor claridad de como eran las cosas antes y poder compartir sus experiencias con esta herramienta mediante fotos o comentarios.

También se busca que al usar esta aplicación, los usuarios puedan estar enterados de diferentes eventos que organiza la universidad. En el día a día de los estudiantes, podemos pasar por desapercibido el largo listado de eventos que nuestra universidad nos proporciona, ya sean talleres, conferencias, exposiciones, etc.

Por otro lado, además del ámbito turístico ya mencionado, se pudo identificar un problema recurrente dentro de la universidad y es que hay baja visibilidad o conocimiento acerca de los diferentes eventos organizados por la institución. Contamos con una gran variedad de eventos que se organizan mes tras mes pero la comunidad estudiantil luego no esta enterada por las diferentes actividades personales que ya cargan. Debido a esto, se planeo hacer este proyecto como una herramienta accesible y que permita consultar los diferentes eventos en tiempo real junto con sus detalles. Por eso este proyecto lo que busca es integrar en la

aplicación una sección la cual vaya mostrando los eventos por mes en una forma de lista y que el usuario pueda después dar una evaluación junto con un comentario para así poder generar una retroalimentación tanto a los organizadores como a la institución. Además, estamos acostumbrados a una saturación de información que varias de las cosas que se anuncian ya sea por redes sociales o por información impresa, la pasamos por alto o no se le presta la atención que se requiere. En un mundo digitalizado, lo mejor es poder entrar a esta modernidad y no ser algo más sino ser algo que se distinga y que avance como la universidad ha ido haciendo. Mes con mes nos sirven una gran variedad de eventos que por lo regular nosotros la pasamos por desapercibido debido a nuestras actividades. Ocasiones en las que la comunidad se entera del evento una vez que finalizó, además, hay eventos que no se les da la difusión que se merecen. Los eventos grandes por lo regular son los que abarcan la atención del público pero los eventos de gama “chica” no son muy mencionados y por lo tanto se pierden entre tanta información que vemos hoy en día.

1.5 Problemática institucional.

Además del contexto turístico anteriormente mencionado, dentro de la Universidad se ha podido detectar una serie de problemáticas al momento de hacer la difusión de los eventos organizados por la institución. A pesar de que la institución ofrece una gran variedad de eventos a lo largo del año y con diferentes temáticas como culturales, deportivas, académicos, etc. la comunidad no se entera de una manera óptima u oportunamente, esto debido a que no ingresan a la página oficial de la universidad para consultar la cartelera de los amplios eventos que mes con mes la universidad va organizando.

Actualmente dichos eventos se van promocionando o anunciando mediante la página web, revistas conocidas como gacetas, cartelones pegados en diferentes sitios, los cuales, con el paso del tiempo, del clima o de causa humana, se van quitando de estos espacios. Además, tampoco existe una herramienta que pueda apoyar a los organizadores a recibir comentarios sobre los eventos, esto con la finalidad de poder hacer una recapitulación y con los comentarios obtenidos, poder hacer mejoras al momento de organizar y realizar eventos posteriores. Con base en lo dicho anteriormente, se propone que esta aplicación además de poder escanear los códigos QR y hacer de una experiencia más amena de los eventos organizados ya sea por la universidad o por cualquier otra institución, que la comunidad pueda consultar los detalles de los eventos organizados, poder guardar un registro de los eventos pasados porque el sistema tiene una lista con los meses y todos los eventos organizados en dicho mes. También la comunidad tendrá la oportunidad de evaluarlos y hacer críticas constructivas de dichos eventos y darles más difusión. El hacer la integración de este componente además de ampliar el alcance del proyecto, va a reforzar el compromiso que existe por parte de la universidad para seguir innovando en tecnología, transparencia y comunicación. A diferencia de la aplicación ya existente de la universidad, este sistema va a

permitir el uso de las demás herramientas como el escaneo y el dejar comentarios sobre dicho evento. Hoy en día vivimos muy saturados de información que en algún punto nos “bombardean” por diferentes sitios. Cuando la institución publica acerca de algún evento, las redes sociales están inundadas de cientos de imágenes, videos, blogs, información que en cierto punto oculta o va desfasando estos anuncios acerca de la actividad organizada ya sea por la Universidad en general o por facultades, recordando que las facultades también organizan eventos según su rama, las cuales, por lo regular se anuncian mediante redes o herramientas impresas, las cuales la mayoría de las veces la gente no les presta mucha atención o terminan en la basura. Algunos de estos folletos a la vista pueden pasar a verse agradables, pero, muchos de ellos no son o hacen accesible dicha información.

Lo que se busca es poder atacar todo esto, englobando esta información en una aplicación que sea atractiva a la vista, intuitiva y que el usuario pueda encontrar de manera amigable toda la información en un solo dispositivo, sin verse saturado de la misma y sin que esta información compita con otras cosas que por lo regular nos salen al navegar por internet.

1.6 Justificación.

La realidad aumentada en esta época o etapa de la historia se ha ido convirtiendo en una herramienta muy útil y atractiva o llamativa para las nuevas generaciones para un uso pedagógico y capta más la atención al poder tenerla a la mano con nuestros teléfonos celulares. Un estudio realizado por el Instituto Tecnológico Superior de Atlixco ha demostrado que la implementación de la de la realidad aumentada en el proceso de enseñanza en un nivel de educación superior, puede motivar al estudiante y le da autonomía para aprender.

En un entorno turístico, ayuda si a fomentar la visita a algún lugar y ayuda a aprender más acerca de los diferentes lugares, demostrado por la investigación mencionada anteriormente que cuenta con beneficios cognitivos. Además, uso de elementos visuales de fácil divulgación y que logra captar con mayor facilidad la atención del usuario. Este proyecto busca fomentar más visitas a los diferentes lugares, ofrecer una experiencia agradable y visualmente atractiva donde al usuario le permita interactuar, aprender y sacar provecho de lo que tiene a la mano.

Buscamos que la gente logre comprender y acceder a estos lugares de una forma vivida, como lugares arquitectónicos que con el paso del tiempo quedaron en ruinas, miles de objetos que pueden contar miles de historias y pinturas que pueden mostrar lo que se vivía en esa época. También, sacar provecho a software como Unity que en la industria del videojuego es muy usada y útil al ofrecer herramientas que brindan al jugador una experiencia visual increíble. Explorando

también el lenguaje de programación Kotlin que nos ayuda a la elaboración de miles de aplicaciones móviles.

Además, la posibilidad de que el usuario pueda evaluar eventos organizados por la institución una vez que hayan asistido, puede incentivar a los usuarios a que participen de una manera más activa en las actividades organizadas por la Universidad y genera una información valiosa la cual la institución puede tomar como una retroalimentación para una mejora continua de la oferta institucional. Además, esta funcionalidad fomenta el sentido de pertenencia, al involucrar al estudiante en el proceso de evaluación y mejora de las actividades en las que participa. Se busca que en un mar de información en el cual nos encontramos hoy en día, la comunidad estudiantil y cualquier usuario que ocupe este sistema pueda encontrar información exacta y concreta sobre los diferentes eventos que nos ofrece la universidad. Nos encontramos en un reto, que en las redes sociales lo que sobreabundan son las imágenes y los vídeos, lo cuales, no todos son vistos o el usuario se toma el tiempo de analizar lo que está viendo. Es por eso que esta aplicación ofrece el poder enfocarse solo en los eventos programados por la universidad o por la institución que en un futuro puede que utilice este sistema y que no tenga que competir contra otros eventos que se organizan en los alrededores, como lo son eventos de lucha libre, partidos de futbol, conciertos al aire libre y así podemos continuar debido a la gran variedad que nos ofrecen. También, se busca que tenga este sistema un apartado visual que sea del agrado del usuario al intentar hacer uso del sistema de la realidad aumentada, con la cual el usuario pueda recordar información. A veces si solo leemos nos cuesta guardar o recordar información, sin embargo, cuando la información es visual, es más fácil que el usuario pueda recordarla y prestarle atención. Muchos de los juegos que hay sido un éxito fueron “creados” con el motor de Unity por la facilidad de su uso. También se apoyaron del motor o herramienta llamada Blender, que os ofrece una sencillez al momento de diseñar modelos en 3D. Unity nos ofrece la posibilidad de poder exportar los proyectos al sistema Android, lo cual vamos a investigar en este documento.

Un contexto es que la universidad mes con mes ofrece un amplio repertorio de eventos de diferentes temas, si bien ya se cuenta con modos y herramientas de difusión, se necesita que la experiencia sea amigable con el usuario. Esto lo haremos mediante el uso de la tecnología RA para poder fomentar una participación más activa, más visual y mas atractiva para el usuario. El propósito de este proyecto no es el sustituir las herramientas oficiales, sino poder ampliar las posibilidades de difusión y conocimiento de los eventos y ofrecer también, que los organizadores tengan una retrospectiva de cuando hacen un evento y poder ofrecer mejorar (si es que se presenta el caso) en futuras ediciones.

De igual forma, el proyecto tiene un valor educativo, ya que implica la aplicación práctica de conocimientos sobre programación móvil, diseño de interfaces, interacción humano-computadora-celulares y modelado 3D, contribuyendo a la

formación profesional del desarrollador y al fortalecimiento del vínculo entre tecnología, innovación y comunidad universitaria.

1.7 Objetivos específicos.

- Poder modelar un objeto en tercera dimensión que pueda actuar como un guía o mentor al usar la aplicación, este modelo debe ser atractivo para el usuario para que puedan encontrar una forma amigable y familiar.
- Poder implementar códigos Qr como una herramienta de activación para mostrar estas imágenes basadas en realidad aumentada y guarden información sobre algunas cosas
- Desarrollar una aplicación móvil que sea intuitiva y accesible para que quien la tenga instalada, pueda hacer uso sin la necesidad de un tutorial o de explicaciones muy largas o repetitivas. Ofrecer accesibilidad y facilidad.
- Poder integrar imágenes, mapas, tutoriales y comentarios para poder complementar la experiencia, así como pequeños juegos o encuestas que ayuden al aprendizaje y experiencia.
- Poder evaluar que impacto podría tener en el sector turístico al usarlo en un lugar con una historia por contar, usado por usuarios reales.
- Mantener informada a la comunidad universitaria sobre futuros eventos organizados por parte de la universidad.
- Poder desarrollar un registro y evaluación de los diferentes eventos que la universidad organiza a lo largo del año, con la opción de poder calificarlos y realizar comentarios con la finalidad de una mejora continua respecto a organización, involucrados, horarios, lugares, etc.
- Tener la información en tiempo y forma, desafiando la gran cantidad de eventos que el mundo ofrece, poder ayudar a la comunidad estudiantil a estar al pendiente sobre los eventos organizados por la facultad o por la universidad en general.

1.8 ¿Puede una aplicación móvil con realidad aumentada mejorar la experiencia turística?

La siguiente pregunta plantea si una aplicación móvil mejora la experiencia y algunos estudios evidencian que si:

- Un análisis que reviso estudios hechos entre 2010 y 2024 dio como resultado que la realidad aumentada puede generar experiencias turísticas más memorables porque fortalece el hecho de que el visitante pueda aprender y visitar más seguido el museo debido a que encuentra un ambiente con más interacción social y potencia el como ve la cultura y su valor. La realidad aumentada (RA) aplicada en el ámbito turístico busca enriquecer la experiencia del visitante mediante la superposición de contenido digital sobre escenarios reales. De acuerdo con Ponsignon et al. (2017), este enfoque representa una forma más matizada de evaluar la experiencia del usuario, al comparar sus expectativas con lo que finalmente experimentan. Aunque se observaron ciertas discrepancias entre lo que los diseñadores pretendían y lo que los usuarios percibieron —especialmente en niveles como la respuesta emocional y cognitiva—, los resultados siguen siendo alentadores. Esto es relevante considerando que la tecnología de visores RA aún se encuentra en una fase temprana de desarrollo, y se vislumbra como una herramienta con gran potencial para futuras ofertas turísticas en el contexto del metaverso. [6]
- En el año en curso (2025) se realizaron investigaciones en el turismo educativo con uso de la realidad aumentada, de cómo integrar esta tecnología puede ayudar a mejorar la experiencia de aprendizaje. Uno de estos casos fue la investigación que se publico en la revista Research horizon. Este estudio nos revela que mediante la revisión de 13 artículos, se mostraron que el uso de la realidad aumentada mediante aplicaciones móviles, mejora la experiencia educativa porque los turistas por medio de interfaces visuales inmersivas, integración de elementos narrativos y contenido personalizado es más fácil el aprendizaje. Pero, también mostró que hay varios desafíos en esto, que existe una baja alfabetización digital, eso quiere decir que las personas tienen poco conocimiento o poca confianza en usar tecnologías digitales, o simplemente no saben como manejar los dispositivos que hoy en día no es más común usarlos y tener en casa. Además, nos enfrentamos al desafío de desarrollar más estrategias para que la realidad aumentada se pueda aplicar de una manera más amplia en el contexto local y también más influyente o inclusiva para que pueda apoyar en el aprendizaje y preservación cultural en el área de la industria turística. [7]

- Hoy en día es más fácil que la gente tenga información a la mano, estando en México nos podemos enterar de lo que pasa en otro país. Algunas veces aún con todo esto, no sabemos lo que pasa en nuestro alrededor, la intención es que la gente pueda estar enterada de diferentes eventos organizados por la universidad y poder agendarlos. A veces no estamos acostumbrados a estar revisando los diferentes medios que nos proporcionan para poder estar enterados. Con esta aplicación, se busca que mediante notificaciones, los usuarios puedan estar enterados de diferentes eventos que se organizan por parte de la universidad, por ejemplo la carrera universitaria, votaciones, exposiciones, etc.

1.9 Delimitación del proyecto.

Se encontraron las siguientes delimitaciones al hacer el proyecto:

1. Actualmente se está desarrollando con el lenguaje Kotlin que es solo para Android, más adelante se podrá adaptar o desarrollar para iPhone con el uso del lenguaje Swift.
2. Actualmente está diseñado para un espacio específico, por ejemplo, para el zócalo de la ciudad o alguna hacienda, eso quiere decir que por el momento se va a limitar a un solo espacio en lugar de expandirlo a toda la ciudad o colonia.
3. Este proyecto no incluye traducción automática, un GPS para que el turista se pueda desplazar sin problemas o una interacción más avanzada con el modelo 3D (comunicación voz-respuesta).
4. No contamos con más información de los lugares, contamos con eventos y situaciones específicas y no un contexto más amplio.
5. Este sistema trabaja mediante almacenamiento interno y no está conectado a una base de datos oficial de la institución, por lo tanto, la actualización de los eventos programados al mes deberá ser consultado por el desarrollador.
6. El sistema está aun delimitado a un número límite de eventos, al querer agregar o gestionar miles de eventos haría que la aplicación sea pesada, y difícil de mantener debido al aumento de información o a la carga de la misma.

1.10 Alcances.

Los alcances que se buscan con este proyecto son:

1. Que la aplicación sea capaz de mostrar contenido visual y textual sobre algún lugar sin la necesidad de tener acceso a internet para poder visualizar.
2. Que el usuario tenga la capacidad de tener fotos guardadas para poder gestionarlas y recordar un poco de como eran las cosas antes, ejemplo, como eran los jarrones antiguos, las herramientas, un mapa, etc.
3. Este proyecto no se va a limitar a solo quedar en el área turística, se busca que también pueda ser un apoyo en el área educativa. Se podrá implementar en escuelas para que sea más amable la interacción con el contenido que actualmente se esta enseñando en las aulas.
4. Que, en un futuro, este proyecto pueda crecer no solo en un lugar, sino en una región. También que vaya creciendo a medida que las tecnologías usadas en este proyecto vayan avanzando. Sabemos que vivimos una época en la cual la tecnología va creciendo a pasos agigantados y por eso es necesario y importante el poder ir creciendo juntos.
5. Que los usuarios puedan estar enterados de próximos eventos organizados por la universidad, con la intención de que puedan ir adquiriendo conocimiento y habilidades, también, puedan involucrarse en áreas de su carrera.
6. Que puedan encontrar una aplicación de fácil acceso y uso, para que no se vean limitados.
7. Que se reduzca el impacto ambiental que genera el encontrar anuncios impresos tirados en el suelo y así tener todo a la mano.

Capítulo 2: Marco teórico.

2.1 Realidad aumentada.

Partiremos con la explicación sobre lo que es la realidad aumentada. La realidad aumentada es la integración de información digital en un entorno de un usuario. Dicho de otras palabras, integrar la información digital al mundo real usando modelos visuales como imágenes, figuras en 3D, sonidos, etc. A diferencia de la realidad virtual, la realidad aumentada esta sobre el mundo real, mantiene una conexión con el mundo que vemos y palpamos a diario, estas imágenes o modelos añaden información sobre el entorno para terminar de enriquecerlo. Mediante el uso de programas, aplicaciones, dispositivos móviles ya sean teléfonos celulares o tabletas o el uso de anteojos permite esta interacción entre lo digital y el mundo real. [8]

Por otro lado, la realidad aumentada ha ido de aumento en aumento desde su aparición, en muchos ámbitos como militar, medico, comercial. Actualmente es utilizado en muchas ramas para poder mejorar la toma de decisiones, facilitar el aprendizaje, ofrecer muchas experiencias inmersivas para que el usuario pueda involucrarse de manera directa con lo que está viendo y escuchando. También, debido al aumento de las capacidades de los dispositivos móviles, gente de toda edad puede tener a la mano este tipo de experiencias y tecnologías, por ejemplo, los niños, esta tecnología ha podido ser pieza clave al momento del aprendizaje y enseñanza en las aulas y además, ayuda a que desarrolladores que apenas están empezando en el ámbito laboral, puedan darse a conocer y a dar a conocer su trabajo.

En resumidas cuentas, estos son los puntos de lo que hace y es la realidad aumentada:

- Combina elementos digitales en un entorno real
- Es interactiva y se muestra en tiempo real
- No necesita internet
- Proyecta modelos en 3D para mayor comodidad y realismo

2.1.1 Diferencia entre RA, realidad virtual y realidad mixta

Existen algunos tipos de realidad aumentada que serán mencionados a continuación:

Realidad aumentada basada en marcadores: Esta es la forma más común de usarla. Utiliza marcadores visuales como códigos QR, tarjetas, libros, revistas, imágenes, etc. Cuando algún dispositivo con cámara detecta los marcadores, el contenido almacenado en ese marcador se muestra por medio de un modelo 3D, ya sean otras imágenes, animaciones, textos, etc.

Realidad aumentada sin marcadores: A diferencia del antecesor, este no necesita ningún tipo de marcador visual para su correcto funcionamiento. Lo que utiliza es una variedad de tecnologías para poder estudiar o entender el entorno del usuario, para poder proyectar la información en el mundo real. Las tecnologías que puede usar son: sensores de movimiento, datos de ubicación y GPS, cámaras, o un método llamado SLAM, el cual consiste en mapear el entorno en 3D en un tiempo real y a la vez, determinar la ubicación del usuario dentro del mapeado. Esto para que puedan crear experiencias RA mucho más precisas sin necesidad de escanear algún tipo de marcador visual.

- a) Realidad aumentada basada en la ubicación: Los dispositivos de realidad aumentada dependen de sensores para poder rastrear con precisión la ubicación, orientación y movimiento. Estos dispositivos cuentan con una serie de acelerómetro, giroscopios, magnetómetro, sensores de profundidad y cámaras para poder dar un seguimiento preciso. Aplicaciones como el juego Pokémon Go se basa en esta tecnología para poder ofrecer al usuario la interacción de estos modelos sin necesidad de un marcador y utilizando la posición del usuario para poder localizar los diferentes modelos. [11]
- b) Realidad aumentada basada en sensores: Esta tecnología se basa mayormente en sensores de movimientos. Empresas como Amazon o Ikea place utilizan este modelo para poder dar un vistazo de cómo podrían acomodados los muebles o productos que el cliente compre en línea, para delimitar dimensiones y la orientación para comodidad del usuario. Algunas aplicaciones de redes sociales utilizan este método para los filtros y reconocimiento faciales en caso de los dispositivos móviles. [14]
- c) Realidad aumentada basada en SLAM: Principalmente se basa en reconocimiento de imágenes mediante la cámara. Es el método que usan los dispositivos para poder percibir el entorno en el que se encuentran. Se considera como la base de la realidad aumentada porque permite a los dispositivos como las gafas o dispositivos móviles el poder identificar diferentes objetos que se encuentran a su alrededor. También puede proporcionar información sobre dicho objeto y ayuda a que con el entorno adecuado, los objetos o imágenes proyectadas se vean de una forma más natural.

También existe la realidad aumentada basada en proyección, esta implica proyectar luz sobre superficies con la finalidad de poder crear una ilusión de texturas, objetos o patrones, que permite manipular la luz proyectada como si

estuviera físicamente presente en el entorno. Este tipo se utiliza en museos y galerías o incluso la creación de instrumentos como los teclados para poder proyectarse en una superficie plana.

La principal diferencia entre lo que es realidad aumentada y realidad virtual es la forma en que se relacionan con el entorno. En otras palabras, según lo dice la compañía AR Soft que se dedica a desarrollar aplicaciones: “la realidad aumentada consiste en introducir al usuario en un mundo diferente, mientras que la realidad aumentada le permite ver en el mundo real con información añadida”. La realidad aumentada permite aun interactuar con el mundo real de una forma directa como se mencionó anteriormente con el juego Pokémon Go. [12]

2.1.2 Fundamentos técnicos

- **Renderizado:** El renderizado consiste en generar modelos en 3D para poder usarlos y sobreponerlos en el entorno real y en tiempo real, procesar una imagen fotorrealista mediante el uso de programas como Unity, Blender, etc. En este proyecto se usará para poder modelar diferentes imágenes que serán proyectadas mediante la aplicación móvil para poder informar o entretener mediante esta tecnología.
- **Seguimiento:** el seguimiento o tracking permite ver el objeto en 3D anclado en la imagen en todo momento, que no cambie de posición. En este caso, usare códigos QR para poder proyectar las imágenes y que el usuario encuentre estabilidad al escanear los diferentes códigos, que tenga la facilidad de hacerlo y disfrutar de este entorno virtual combinado con el real.
- **SLAM:** Esto se refiere al mapeo del entorno que se va a proyectar, una geolocalización. En este caso esta tecnología no se usará dado que solo va a proyectar unos modelos en específico y no un mapeado del entorno en general, pero, es importante mencionarlo dado que es de ayuda para muchas empresas para poder hacer estudios sobre la superficie donde se encuentran o donde ponen como objetivo para poder estudiar el entorno. Se utiliza más en los mares y océanos para poder estudiar las profundidades y saber más sobre estos lugares.

2.2 Aplicaciones de realidad aumentada usadas en el turismo

2.2.1 Marco conceptual del turismo inteligente

El turismo inteligente se define como la conexión dinámica entre las experiencias humanas con tecnologías inteligentes. Su objetivo se centra en poder mejorar la gestión de recursos, perfeccionar la sostenibilidad mediante el uso de las

tecnologías. Esto, va de la mano con el uso de la inteligencia artificial, Big Data o 5G, en otras palabras, se busca que los lugares puedan ser autosostenibles con ayuda de tecnología avanzada. Con ayuda de la realidad aumentada, puede actuar como un guía móvil, así se reduce la dependencia de personal presencial y se promueve el uso del teléfono en lugar de usar papeles físicos que pueden llegar a generar basura y aumentaría la contaminación. El uso de esta herramienta genera reconstrucción de edificios de una manera virtual y eficaz en tiempo real para poder mejorar la experiencia del visitante, además, de un análisis en tiempo real y mejora la planificación del destino. [15]

Algunos casos de ciudades o lugares que ya empezaron a usar esta tecnología se encuentra en Grecia, mediante la aplicación llamada Chronos, la cual en épocas en la que estamos viviendo actualmente, nos presenta una aplicación móvil con la cual se recrean de manera virtual los antiguos sitios griegos, con ayuda de la realidad aumentada y un teléfono celular, basta con escanear el lugar o recinto y recrea a la perfección como se veían anteriormente estos sitios, en palabras de Enberg, profesor de la universidad de Malmo en Suecia: "La realidad aumentada y la realidad virtual se han quedado rezagadas con respecto a otros tipos de cosas como juegos y películas que consumimos digitalmente", creo que veremos experiencias de clientes realmente interesantes en los próximos años a medida que se digitalice más contenido de museos y archivos", añadió. [9]

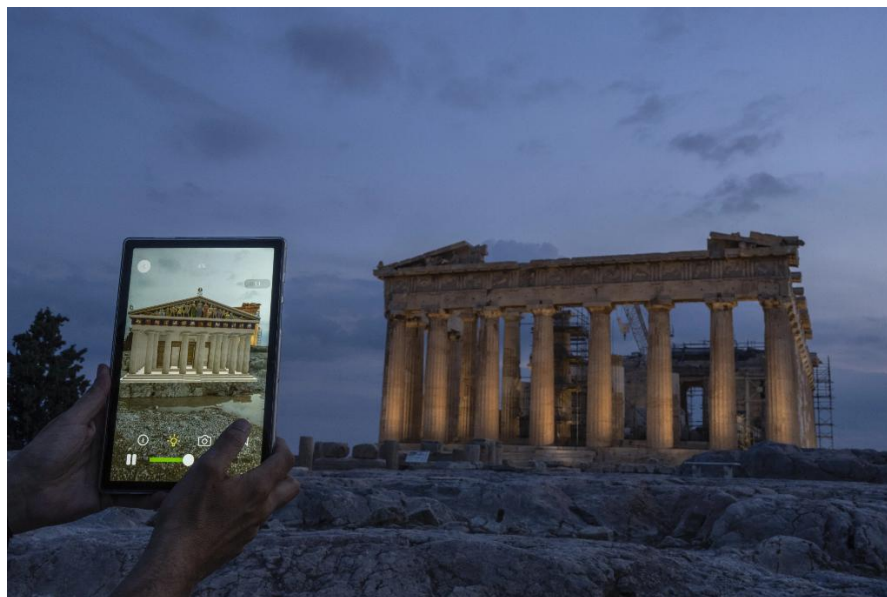


Figura 1 Aplicación RA en un recinto de Grecia

En el Reino Unido usan una aplicación llamada Look Up!, iniciativa creada por la empresa Sheffield en el año 2023. Esta aplicación consiste en que el usuario pueda escanear códigos QR y al hacerlo, en los techos de los edificios muestran obras de arte animadas. Esta iniciativa se aplicó en cuatro puntos céntricos donde hay más flujo de turismo: 1.- el antiguo edificio John Lewis, 2.- La biblioteca central,

3.- Graves Gallery y 4.- el Owen Building. Este recorrido es totalmente gratis y público, es decir, quién tenga acceso a un teléfono celular podrá escanear el código y saldrá la animación. Esta aplicación ha tenido un impacto positivo en las distintas áreas donde están establecidos, funcionó como parte de un plan de revitalización urbana dado que algunas tiendas cerraron. También, se busca que el impacto sea a nivel de turismo experiencial porque el visitante participa activamente y no solo se queda como un espectador, sino, como participante activo al poder escanear, tomar fotos y visualizar estos aspectos artísticos de la ciudad. [10]

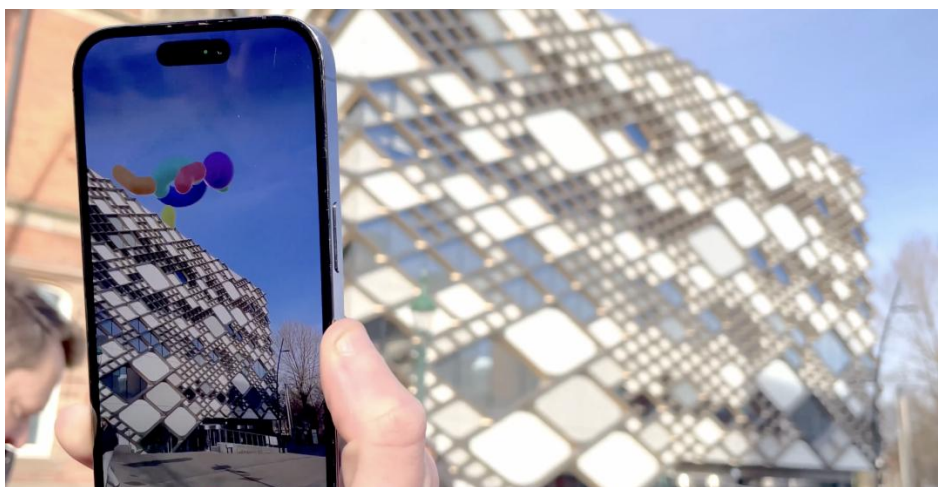


Figura 2 Look Up! en Sheffield (Reino Unido)

2.2.2 Enfoque del turismo experiencial.

El turismo experiencial significa de un entorno enfocado en las emociones y sentimientos de los viajeros. El objetivo principal de este turismo es que cada visitante pueda vivir de una experiencia cada vez más vivida, de dar en cada recorrido la experiencia de que sea cada vez más sentido por los viajeros. Con esto se busca que ya no se trate del recorrido común, sino de poder conocer a detalle como vivía en esas épocas, conocer a profundidad esos detalles, desde el más mínimo hasta los más relevantes. El principal objetivo de este tipo de turismo es poder conservar la autenticidad local. Un ejemplo sería el poder participar en ceremonias culturales, aprender técnicas artesanales tradicionales, etc. En un mundo donde la autenticidad y la personalización son altamente valoradas, no es de extrañar que esta forma de viajar sea una tendencia en auge. De acuerdo a la evaluación de experiencias turísticas según Ponsignon, Smart y Phillips, evaluar la experiencia turística es más que medir la satisfacción del visitante, es poder comparar sus experiencias con tres dimensiones del comportamiento del consumidor: [6]

- Respuesta: lo que hace el visitante después de la experiencia, ya sean comentarios, opiniones, críticas, recomendaciones y cosas así.
- Estimulo: todo lo que el entorno puede ofrecer al visitante en su recorrido, como arquitecturas, guías que van narrando, la tecnología que se usa (como la realidad aumentada) y diferentes tipos de señalización.
- Organismo: todo lo que el usuario experimenta al visitar algún lugar, ya sea con lo que ve, hace, lee, escucha. Todo lo que lleva a vivir una experiencia sensitiva.

En este caso, la realidad aumentada nos va a permitir vivir esta experiencia, de poder mostrar cómo eran las locaciones antes.

2.2.3 Rol de la narrativa interactiva.

El cambio al momento de hacer viajes y el auge de las diferentes tecnologías y aparatos tecnológicos va cambiando poco a poco el modo en que las personas hacen sus viajes y recorridos. Con esta aplicación se busca crear esa experiencia narrativa más vivida, acompañado de la realidad aumentada. Debido a esto, la narrativa digital se ha convertido en una herramienta poderosa y necesaria al omento de realizar un viaje.

La narración digital consiste en combinar la narración tradicional u oral con el uso de la tecnología. En este caso, usaremos dispositivos móviles y realidad aumentada para poder narrar acerca de algunos lugares, dar información y ser interactiva. Esto va a permitir que la transmisión de las historias sean potenciadas al usar estas herramientas. Las herramientas de narración digital permiten la integración de elementos procedentes de distintos ámbitos sensoriales en la composición de una historia (imagen, sonido, movimiento, etc.), que puede ser elaborada tanto de manera individual como colaborativa. [16]

A nivel educativo, la elaboración de narraciones digitales puede ayudar a proporcionar a los estudiantes el poder usar medios interactivos con lo cual es más fácil el poder aprender. Estas herramientas permiten el poder integrar elementos que componen una historia de una manera bastante sensorial, ya sea con el uso de imágenes, textos, sonidos, movimientos, etc. Acá, la aplicación nos va a ayudar porque utiliza todas estas herramientas y con el uso de algo que tenemos a la mano como el teléfono celular, será más fácil usarlo, es algo que no va a necesitar o depender de que el dispositivo esté conectado a la red de internet más cercano. También, a nivel practico se ha demostrado que el uso de estas narrativas visuales crean un efecto positivo en los usuarios porque pueden facilitar la comprensión del contenido académico, puede ayudar a crear nuevas ideas y ayuda a poder organizar el conocimiento adquirido por medio de estos medios.

En el caso de la realidad aumentada, como ya se mencionó anteriormente, puede crear un entorno bastante inmersivo porque el usuario no solo se va a dedicar a recibir información, sino, también podrá influir en la secuencia o profundidad del contenido en la manera en que se percibe. Un claro ejemplo es que cuando el usuario se dedique a escanear un código QR en algún sitio arqueológico, podrá activar un personaje el cual le dará información sobre este lugar. Podrá ayudar a que la experiencia sea mucho más recordada, emocional y mucho más significativa. También en el contexto del turismo inteligente, además de educar y entretener, la realidad aumentada puede fortalecer el vínculo emocional con el destino porque esta tecnología puede ayudar contribuyendo una experiencia personalizada al poder proyectar los diferentes sitios tal y como eran.

Esta no solo es una tendencia fugaz, es un espacio que ofrece infinitas posibilidades para la innovación narrativa, con esto se trata de combinar lo real con lo virtual para así poder superar o reestructurar los límites de la narración y que no solo se quede en algo que solo uno sabe o experimenta, poder participar de maneras en las que nosotros no hubiéramos imaginado. Desde cosas cotidianas como los libros, videojuegos, videos, etc., pueden convertir estas cosas en un patio recreativo donde el usuario podrá explorar de muchas formas. La RA en la narración no se trata solo de la novedad; se trata de crear conexiones más profundas y experiencias más memorables. [17]

Ahora, la forma de contar alguna historia ha sido transformada o modificada a lo largo de los años. La evolución narrativa ha reflejado en deseo de nuestra parte de poder compartir y experimentar experiencias cada vez más inmersivas o realistas. Con cada paso que da la humanidad al respecto sobre el avance tecnológico, crea en nosotros el interés de usar estas nuevas tecnologías para poder contar historias de la forma más creativa posible.

2.3 Diseño de interfaces (UI) y experiencias de usuario (UX)

El desarrollo de una aplicación móvil no solo depende de cómo funciona internamente, también y la mayor parte se debe a lo que el usuario ve. La percepción que tiene el usuario al usarla y ver que elementos contiene, ya sean ventanas de dialogo, imágenes, texto, etc., todo aquello que el usuario ve. A esto es a lo que llamamos interfaz de usuario (UI) y experiencia de usuario (UX).

2.3.1 Definiciones de UI y de UX.

Diseño UI: Este diseño es la habilidad de poder diseñar los elementos visuales e interactivos de una aplicación o un producto digital, en palabras más fáciles de

digerir, es todo lo que el usuario verá al abrir una aplicación móvil o una página web. En el mundo de la programación se le conoce como front end. Este apartado es importante debido a que será lo primero que verá el usuario al usar la aplicación, y cuando al usuario es fácil “moverse” en la aplicación, su uso se le hace más fácil y atractivo. Encuentran los botones más fáciles, por poner un ejemplo: al hacer una compra al usuario se les hace más fácil el navegar debido a lo que ven y más fácil el comprar.

Experiencia de usuario UX: Esta experiencia se refiere a la experiencia en general vivida por el usuario al interactuar con un producto, sistema o servicio. Lo que hace es reunir todas las opiniones de los usuarios para poder hacer una evaluación de dicho producto. Un ejemplo es la facilidad de uso del servicio o sistema, el impacto emocional que puede llegar a tener el usuario. Esta experiencia tiene como objetivo poder llevar a cabo una evaluación para así poder satisfacer las necesidades y expectativas de los usuarios, esto con la finalidad de garantizar que el sistema sea fácil de usar.

En este caso, estas dos definiciones nos van a ayudar para poder ofrecer al usuario una aplicación amigable. Que pueda navegar sin dar tantos “clics” y que la momento de poder visualizar alguna ventana, vean algo agradable y también informativa, dado que se verán con eventos y fechas.

2.3.2 Principios de Diseño UI/UX para aplicaciones móviles

Este proyecto dado que es una aplicación móvil nativa para Android, el diseño de esta aplicación se debe regir por estos principios adaptados a pantallas de menor escala y de interacciones táctiles:

1.- **Simplicidad y Priorización ("Content-First"):** Las pantallas móviles tienen espacio limitado. El diseño debe priorizar el contenido y las acciones más importantes. Como postula Steve Krug (2005) en su influyente obra, el principio rector debe ser "No me hagas pensar" (*Don't Make Me Think*). La interfaz de la app de eventos debe mostrar la información clave (qué, cuándo, dónde) de forma inmediata.

2.- **Consistencias y estándares de plataforma:** Esta aplicación debe ser consistente consigo, es decir, que los iconos y los botones siempre deben significar lo mismo, y con la plataforma.

3.- **Navegación intuitiva:** El usuario debe saber en que pantalla se encuentra y hacia que pantalla debe dirigirse, esto se puede lograr con menú inferior o laterales, con la finalidad de que el usuario pueda navegar de manera fácil y sencilla por la aplicación, la idea es que puedan moverse con naturalidad como si ellos la hubieran creado.

4.- Diseño para el tacto: Los dedos pueden llegar a ser imprecisos, de ahí surgen lo que llamamos los errores de dedo, por eso el sistema debe tener botones de tamaño adecuado para que el usuario pueda navegar sin errores ni confusiones.

2.4 Herramientas de prototipado: Figma

Para poder hacer el prototipo de los principios de UI/UX antes de pasar a la fase de implementación, se utilizan herramientas de diseño. En este caso se uso la herramienta Figma, con la finalidad de poder presentar ante el usuario una aplicación fácil de usar y de navegar. Su función en este caso fue crucial debido a la fase de diseño y por las siguientes razones:

- Wireframing: Permitió el poder estructurar el “esqueleto” de esta aplicación, permitiendo poner en jerarquía la información y los flujos de navegación sin preocuparse por los detalles estéticos como colores o márgenes.
- Mockup: Sobre los esqueletos o wireframing se construyo lo que el usuario ve, toda la interfaz donde se verán aplicadas las plateas de colores la BUAP, la tipografía y todo aquello visual que sea referente a la universidad.
- Prototipado interactivo: Figma permitió crear el prototipo de la interfaz antes de poder pasarlo a código, así ahorrando tiempo de desarrollo y permitiendo una iteración de diseño rápida. También para simular la experiencia de uso en tiempo real.

2.5 Comunicación sobre eventos y posibles problemáticas

Actualmente cuando alguien quiere anunciar algún evento, hace uso ya sea de las redes sociales, de anuncios impresos, medios de comunicación etc. La comunicación sobre estos eventos debe de ser comunicada de manera efectiva. Esta aplicación va a desarrollar un mecanismo o lista de difusión de los eventos organizados ya sea por la universidad o por la institución que vaya a utilizar este sistema. Últimamente el usar medios impresos puede llegar a dificultar la comunicación debido a que si el evento en cuestión, por alguna u otra razón llega a cancelarse o presentar alguna modificación a última hora, la persona que se intereso y vio dicho anuncio, no tendrá la posibilidad de estar enterado de todos los cambios hechos por el organizador. Algunos otros posibles problemas que se pueden encontrar es que no hay una centralización de los eventos organizados por la universidad, es decir, se van publicando por partes y por diferentes fuentes, ya sean redes sociales, medios de comunicación y medios impresos como la

gaceta universitaria que es una revista de la universidad ofrece en las facultades y bibliotecas que son parte de lo que es ciudad universitaria.

También, es importante tener una clara comunicación entre invitado y organizador, esto con la finalidad de poder hacer una retroalimentación hacía los que organizan algún evento. La falta de comunicación efectiva también puede llegar a impactar la logística de los eventos, ya que no se cuenta con datos sobre el número de asistentes esperados ni con mecanismos para evaluar la calidad de las actividades. Esta ausencia de retroalimentación dificulta la planeación futura y limita la posibilidad de tomar decisiones basadas en evidencias o comentarios hechos por los asistentes a dicho evento. El sistema a desarrollar va a poder ofrecer al usuario la capacidad de poder ofrecer un sistema de evaluación y comentarios sobre el evento, con la finalidad de que los organizadores y la misma institución pueda organizar de una mejor manera todos los eventos o solo aquellos que recibieron algún comentario sobre eso. En este caso, se busca con este proyecto poder usar una estrategia de marketing llamada marketing interactivo, el cual consiste en una estrategia bidireccional, es decir, que se busca la participación activa del usuario, no que el usuario se quede con el ver sino que pueda pasar a hacer algo con lo que ve, pasar de lo pasivo a lo interactivo. [19]



Figura 3 Gaceta universitaria

También, existe una estrategia de marketing llamada Engagement, el cual consiste en que la persona o institución que anuncie o proyecte algo, tenga un nivel de compromiso y de una conexión entre lo que anuncia y la audiencia a quien va dirigida dicha publicación, esto lo hace en el nivel de interacciones ya sean clics, comentarios y las veces que se comparten en las redes sociales, no se mide solo con vistas porque algunas veces, lo que vemos se pasa por alto. Este proyecto se va a basar en esto para poder hacer esta transición entre lo visual y lo interactivo con la ayuda de la realidad aumentada. Así, el usuario no se queda solo con el cartel que ve, sino puede interactuar con ello mediante esta tecnología. [20]

Capítulo 3: Diseño y elaboración del proyecto.

Este capítulo va a tratar sobre el detalle de el proceso de análisis y sobre el diseño de la aplicación en mención. Se van a definir los requisitos funcionales y los no funcionales, se van a modelar las interacciones del usuario a través de los diferentes casos de uso y se va a presentar el diseño de la arquitectura de la aplicación. También, se van a exponer los prototipos de interfaz de usuario (UI) y la experiencia de usuario (UX), estos prototipos serán diseñados en Figma para posteriormente poder pasarlos a código con ayuda de Android studio y usando el lenguaje Kotlin, estos servirán como base del diseño antes de pasarlo a código.

3.1 Especificaciones y requisitos.

La aplicación lo que hará será lo siguiente: tendrá la capacidad de poder escanear códigos QR con la finalidad de proyectar un modelo en 3D que pueda dar información sobre algún evento o algún edificio o ya sea alguna escultura. También, deberá mostrar los eventos próximos a ocurrir en la universidad o lugar donde se vaya a usar la aplicación, mostrando temas, conferencistas y el programa de dicho evento, con la opción también de poder evaluar el evento para posteriormente poder ofrecer nuevas y mejores experiencias. Esta aplicación está en su totalidad diseñada en el lenguaje de Kotlin y usando el programa Android Studio. También, para el diseño de la aplicación, se apoyo con la herramienta Figma, que ayuda a poder ahorrar tiempo en código y lo que se diseño ya poder pasarlo a código para poder antes de publicarla, una aplicación amigable al usuario. Es necesario tener un teléfono Android solamente. También, para el modelo en 3D se utilizó el programa llamado Blender, con la finalidad de poder proyectar esta imagen con los códigos QR.

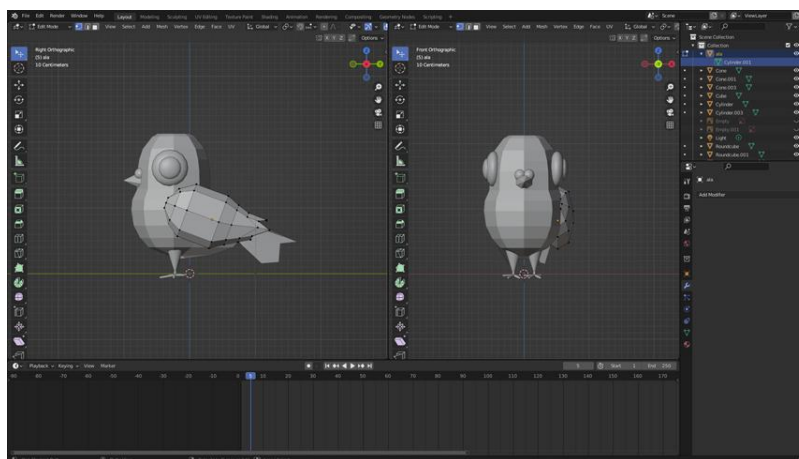


Figura 4 Ejemplo de modelo en 3D diseñado en Blender

- **Requisitos funcionales (RF)** Describe lo que el sistema va a hacer:
 - **RF001:** Este sistema debe permitir a un usuario el poder iniciar sesión (si es que esta registrado) o entrar como invitado pero con ciertas limitaciones.
 - **RF002:** El sistema debe permitir a un usuario nuevo el poder registrarse, el registro se hace con autenticación de Firebase
 - **RF003:** Al abrirla, la aplicación debe presentar las siguientes opciones: “Escanear”, “Dudas”, “Fotos”, “Eventos” y “Cerrar sesión”.
 - **RF004:** Cuando el usuario seleccione “escanear”, la aplicación debe abrir la cámara del dispositivo.
 - **RF005:** El sistema debe de ser capaz de leer y también interpretar códigos QR con información de la universidad.
 - **RF006:** Al escanear un código QR válido, el sistema debe abrir el modulo o información guardada en dicho código y mostrarla en versión 3D como un modelo.
 - **RF007:** El sistema debe mostrar una lista o calendario con los diferentes eventos programados por parte de la universidad.
 - **RF008:** La aplicación debe permitir que el usuario pueda visualizar una lista del evento seleccionado, la cual va a mostrar información más detallada sobre dicho evento.
 - **RF009:** El sistema debe permitir al usuario el evaluar el evento al cual asistió, esto en la opción de “Evaluar”, con la finalidad de poder hacer una modificación al plan en caso necesario.
 - **RF010:** El sistema debe permitir que el usuario cierre sesión cuando el usuario entre a esa opción “Cerrar sesión”.
- **Requisitos no funcionales:** Esta sección describe todas aquellas características y restricciones del sistema (como es).
 - **RNF001 (Usabilidad):** La interfaz debe de ser muy intuitiva, sin tantos botones o funciones que lleguen a confundir al usuario y debe seguir los principios del Diseño Centrado en el usuario (DCU) al igual que debe seguir las guías de material design de Android.
 - **RNF002 (Rendimiento):** Cuando el usuario use escanear para poder enfocar el código QR correspondiente, el sistema debe ser rápido, lo ideal

es que en menos de 5 segundos debe aparecer el modelo en 3D, una conexión estándar entre la cámara y el código QR.

- **RNF003 (Compatibilidad):** Esta aplicación debe ser compatible con teléfonos celulares que cuenten con el sistema operativo Android, de preferencia la versión 8.0 o superiores, esto para poder ofrecer una mejor experiencia de uso.
- **RNF004 (Seguridad):** Los datos del usuario que se dio de alta en el sistema o que posteriormente se va a dar de alta, son manejados de forma segura por medio de Firebase Authentication.
- **RNF005 (Conectividad):** Esta aplicación va a requerir que el dispositivo móvil este conectado a una red de internet estable, ya sea por medio de alguna red Wifi o por medio de sus datos móviles, con la finalidad de que puedan descargar los datos de Firebase sobre los eventos programados y para poder visualizar la información en 3D al escanear el código QR.
- **RNF006 (Fiabilidad):** Cuando el usuario use “Escanear” para leer el código QR presente, su detección debe ser rápida y estable para que la proyección no desaparezca rápido.

3.2 Casos de uso.

En los siguientes casos de uso, se va a representar el uso que le daría el usuario según su rol. Se va a contar con dos casos, el primero cuando el usuario entra como invitado, es decir, sin iniciar sesión o sin estar registrado al sistema. El segunda va a representar cuando el usuario ya está registrado e inicia sesión en el sistema. Los actores serían:

- Usuario registrado
- Usuario invitado

3.2.1 Caso de uso: invitado.

En la figura 4 vemos el caso de uso cuando la aplicación es usada por el usuario cuando entra en modo de invitado, el cual tendrá acceso a las opciones de “Escanear”, “Dudas” y “Fotos”, donde verá las fotos que va guardando conforme vaya usando el sistema. El apartado de dudas se dejó también con la finalidad de poder hacer la invitación al usuario de poder registrarse al sistema y tener acceso completo a la aplicación.

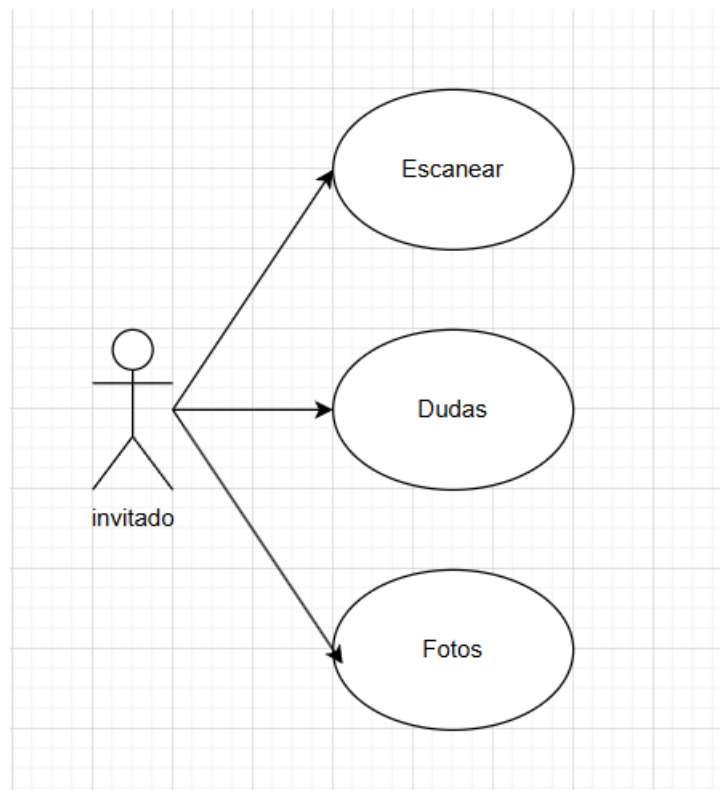


Figura 5 Caso de uso: invitado

Caso de uso 1: Evento en realidad aumentada:

Actor:	Usuario invitado.
Descripción:	El usuario entra a la aplicación y selecciona la modalidad “Escanear”, esto hará que se abra la cámara para poder escanear un código QR válido para que se pueda proyectar una imagen en 3D con contenido relacionado.
Precondición:	El usuario ha iniciado la aplicación, no se ha registrado ni iniciado sesión y otorgo los permisos necesarios para que el sistema pueda hacer uso de la cámara.
Flujo básico:	1.- El usuario selecciona “Escanear” en el menú principal. 2.-El sistema va a activar la cámara en modo escanear código QR. 3.- El usuario va a enfocar el código válido por la BUAP.

	4.- El sistema valida que el código es correcto. 5.- Se da inicio a la interfaz de ARCore del sistema. 6.- El sistema carga el modelo en 3D y va a mostrar la información relacionada al evento o lugar donde se encuentra el código QR.
Flujos alternativos:	1.- El sistema reconoce el código QR pero es un código inválido o no certificado por la BUAP. 2.- Al iniciar el módulo de escanear, el usuario no otorga los permisos correspondientes y el sistema mostrará un mensaje donde se le hace la invitación al usuario de que otorgue los permisos correspondientes para el correcto funcionamiento de la aplicación.

Caso de uso 2: Fotos:

Actor:	Invitado.
Descripción:	El usuario va a escanear algún código QR válido para poder proyectar un modelo en 3D, entonces selecciona la opción "tomar foto" para que el sistema pueda capturar esa imagen en una foto.
Precondición:	El usuario otorgo los permisos necesarios y accedió a la opción "Escanear".
Flujo básico:	1.- El usuario ingresa a "escanear". 2.-El usuario selecciona la opción "tomar foto". 3.- El sistema va a guardar la imagen en la base de datos interna del teléfono. 4.- El usuario se dirige a la opción fotos. 5.- El usuario visualiza las fotos que capturo con la aplicación. 6.- El usuario selecciona alguna foto y tiene la opción de "Eliminar" (en dado caso de que el usuario quiera eliminar la foto)

Flujos alternativos:	a) El usuario no otorgo los permisos necesarios, por lo tanto el sistema no puede capturar fotos. b) El usuario no capturo la foto, por lo tanto la imagen no se guardo.
-----------------------------	--

Caso de uso 3: Dudas:

Actor:	Invitado.
Descripción:	El usuario va a seleccionar la opción “dudas” en caso de que sea la primera vez usando la aplicación o si surge alguna pregunta acerca del funcionamiento de la misma.
Precondición:	El usuario selecciona la opción “Dudas”.
Flujo básico:	1.- El usuario ingresa a “Dudas”. 2.-El sistema va a desplegar una lista con dudas más comunes. 3.- El usuario va a consultar la duda que más se adapte a sus necesidades. 4.- El sistema le responde con respuestas pre registradas.
Flujos alternativos:	a) El usuario no tiene dudas. b) El sistema no tiene la duda y respuesta que el usuario requiere.

3.2.2 Caso de uso: Usuario registrado.

En la figura 5 vemos el caso de uso cuando el usuario se registró al sistema, tendrá acceso a toda la plataforma, en las opciones de “Escanear”, “Dudas”, “Eventos”, “Fotos”, “Encuesta” y “Cerrar sesión”. En esta ocasión, los usuarios que entran como invitado, comparten tres opciones con los usuarios que están registrados, son las opciones de “Escanear”, “Fotos” y “Dudas”

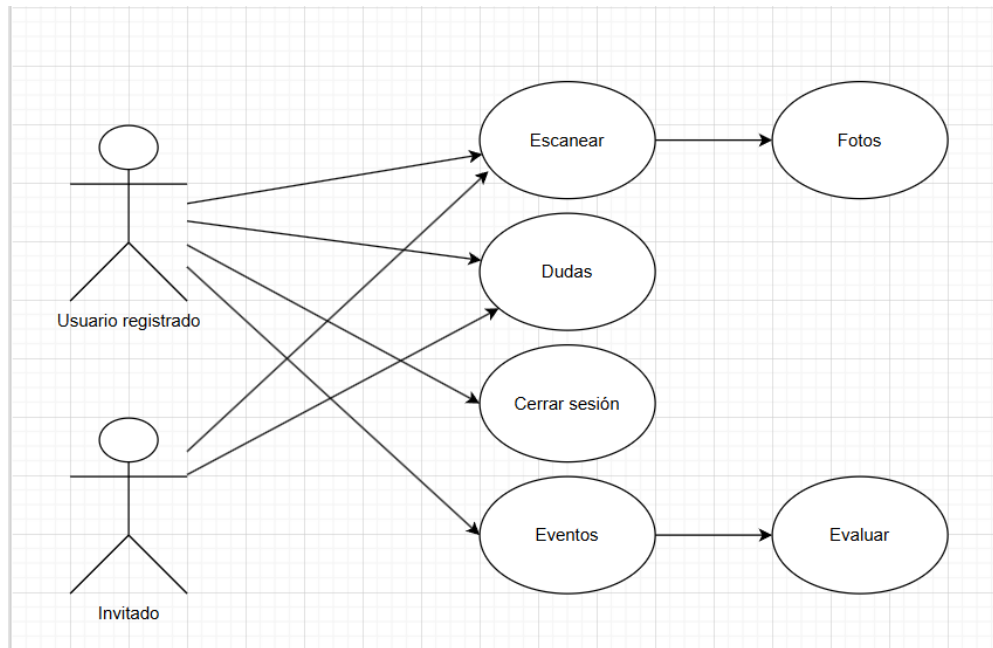


Figura 6 Caso de uso: Usuario registrado

Caso de uso 1: Consultar lista de eventos:

Actor:	Usuario registrado al sistema.
Descripción:	El usuario selecciona la opción llamada “eventos”, en la cual, se mostrará una lista con los próximos eventos realizados u organizados por la institución
Precondición:	El usuario inicia la aplicación, se registra y una vez registrado, podrá acceder con su correo y contraseña a la aplicación. Inicia exitosamente su sesión.
Flujo básico:	1.- El usuario selecciona “Eventos” en el menú principal. 2.- El sistema va a solicitar a la base de dato la lista de eventos próximos a ocurrir.

	3.- El sistema va a recibir la lista de eventos y la va a mostrar en la aplicación, esta se va a proyectar con fechas, horarios, lugares y conferencistas invitados, según sea el caso del evento. 4.- El usuario va a seleccionar el evento que sea de su mayor interés para que se le muestre los detalles especificados anteriormente, en el cual, se le va a dirigir a la página de internet donde salen los detalles de dicho evento.
Flujos alternativos:	1.- El dispositivo no puede conectarse a internet, por lo tanto, el sistema no podrá conectarse a la base de datos ya sea para iniciar sesión o para consultar los eventos programados. 2.- El usuario entra a la aplicación, el sistema se conecta correctamente pero, si no hay eventos próximos programados, el sistema no va a mostrar nada.

Caso de uso 2: Inicio de sesión:

Actor:	Usuario registrado al sistema.
Descripción:	El usuario va a abrir la aplicación, seleccionar la opción de inicio de sesión y va a ingresar sus credenciales (correo y contraseña), con la finalidad de poder entrar al sistema.
Precondición:	a) El usuario está registrado. b) El usuario se encuentra posicionado en la opción "Inicia sesión"
Flujo básico:	1.- El usuario ingresa su correo. 2.- El usuario ingresa su contraseña. 3.- El usuario va a seleccionar la opción "Ingresar". 4.- El sistema valida que la información ingresada es correcta, esto con ayuda de Firebase Authentication. 5.- Firebase autentifica los datos ingresados.

	6.- El sistema permite el ingreso del usuario a la aplicación.
Flujos alternativos:	1.- Firebase rechaza las credenciales, esto debido a que el usuario ingreso de forma incorrecta ya sea el correo o la contraseña. También, rechaza el inicio de sesión debido a que el usuario no está registrado. 2.- El usuario no ingresa algún dato solicitado.

Caso de uso 3: Registro de nuevos usuarios:

Actor:	Invitado.
Descripción:	El usuario va a proporcionar los datos que el sistema le solicita para así poder registrarlo en la base de datos y poder ingresar a la aplicación completa.
Precondición:	El usuario no está registrado.
Flujo básico:	1.- El usuario ingresa un correo válido y al cual tenga acceso. 2.-El usuario ingresa su contraseña, la cual debe ser segura y robusta, es decir, difícil de descifrar pero que el usuario pueda recordar (se recomienda anotarla en un lugar donde el usuario pueda consultar). 3.- El sistema va a enviar los datos ingresados por el usuario a Firebase Authentication, con la finalidad de que se pueda crear la cuenta al usuario. 4.- Firebase Authentication crea el perfil o cuenta. 5.- El sistema va a iniciar sesión con los nuevos datos dados por el usuario y va a tener acceso a toda la aplicación.
Flujos alternativos:	El correo ingresado por el usuario ya se encuentra en la base de datos, por lo cual, rechaza la creación de la nueva cuenta.

Caso de uso 4: Evaluar un evento:

Actor:	Usuario registrado.
Descripción:	El usuario ya inició sesión y va a seleccionar la opción de “Evaluar”.
Precondición:	El usuario inició sesión y asistió al evento seleccionado.
Flujo básico:	1.- El usuario se posiciona en la opción “Evaluar” y entra. 2.-El sistema va a mostrar una encuesta. 3.- El usuario llena la encuesta conforme a las observaciones que hizo cuando acudió al evento. 4.- El usuario selecciona la opción finalizar.
Flujos alternativos:	El usuario no contesto alguna pregunta, por lo tanto la encuesta no puede finalizar.

3.3 Diseño de la interfaz de usuario (UI/UX con figma)

En esta sección se va a mostrar cómo se ve la interfaz de la aplicación, todo el diseño se hizo con Figma, con la finalidad de poder hacer un ejemplo y de ahí poder pasarlo a código, corrigiendo algunos detalles y cosas de estética en dado caso de que sea necesario. Los siguientes flujos van a representar como el usuario va a navegar en la aplicación.

3.3.1 Flujos de navegación.

Los flujos de navegación son aquellas acciones que hace el sistema según la indicación que le da el usuario. Es el mapa a seguir conforme el usuario vaya usando la aplicación. A continuación se va a representar mediante flujos, dependiendo de la acción que haga el cliente. Se van a representar los dos casos, el caso con el actor 1: el usuario ya se registró y tiene acceso a toda la aplicación, y el caso 2: el usuario no se encuentra registrado y solo entra como invitado. También se representará los flujos cuya acción requiera abrir dos o más pantallas, según la acción corresponda.

Flujo 1: Inicio de sesión:

El usuario se posiciona sobre la sección llamada “Inicio de sesión”, el sistema va a direccionar a otra ventana en donde el usuario va a ingresar el correo y la contraseña las cuales previamente registró en el sistema en el momento indicado. El sistema envía los datos a Firebase Authentication para validar que sus credenciales sean correctas. Una vez que se verifique que los datos ingresados son correctos, el sistema permite el acceso a la aplicación completa al usuario para que pueda hacer uso de todas las opciones que el sistema le permite hacer. A continuación la figura 6 va a representar el funcionamiento de esta sección:

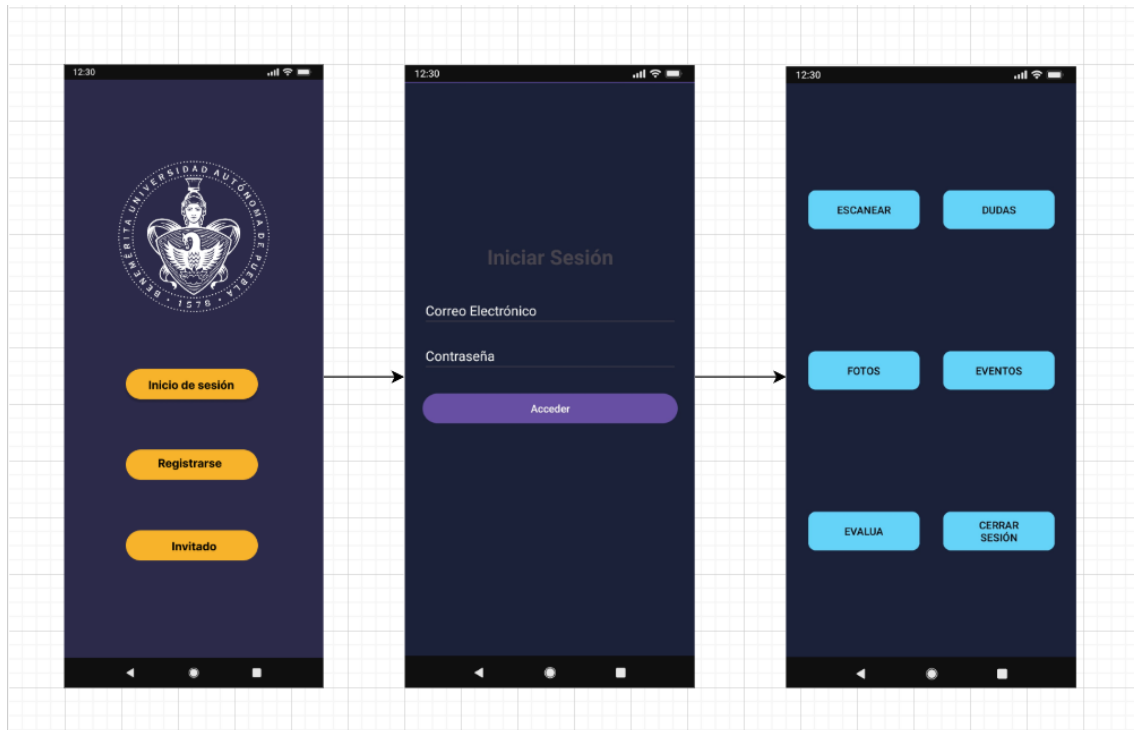


Figura 7 Flujo de navegación: Inicio de sesión

Flujo 2: Registrarse:

El usuario inicia la aplicación, se dirige a la sección de “Registrarse”. El sistema abrirá otra pantalla donde se le pedirá al usuario que ingrese un correo, después que ingrese una contraseña la cual deberá confirmar para que el registro sea exitoso. Estos datos se almacenan en Firebase y el sistema al verificar que los datos son correctos, permite que el usuario entre a la aplicación de manera exitosa. Representación en la figura 7 de cómo es el flujo:

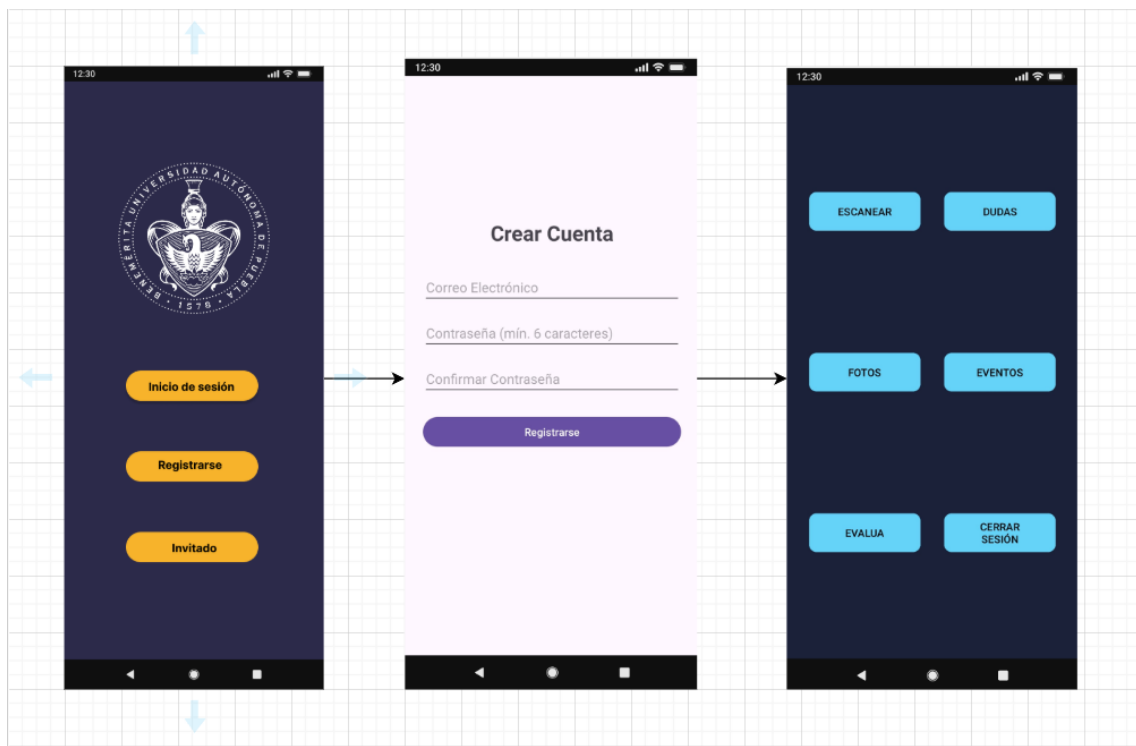


Figura 8 Flujo de navegación: Registrarse

Flujo 3: Invitado

El usuario decide entrar como invitado, es decir, no se ha registrado, por lo tanto, el sistema no le pedirá ingresar credenciales como correo y contraseña. El sistema dejará que ingrese a un menú limitado, en el cual solo podrá acceder a “Escanear”, “Fotos” y “Dudas”. Esto con la finalidad de que el usuario pueda considerar el poder registrarse y acceder a todas las funciones, esto va representado en la figura 8:



Figura 9 Flujo de navegación: Invitado

Flujo 4: Eventos

El usuario se posiciona sobre la opción llamada “Eventos”, al entrar a esa sección, el sistema va a mostrarle una lista con los meses actuales y al seleccionar un mes, el sistema va a abrir una ventana con la imagen de los eventos próximos en ese mes. Una vez adentro, el usuario podrá explorar el catálogo de eventos, cuando alguno sea de su interés, seleccionará la imagen correspondiente y una vez que lo haga, se le va a dirigir a la página de internet donde se van a dar más detalles sobre dicho evento. También, si surge algún cambio, este cambio se verá reflejado en la página de internet, para que el usuario pueda tomar sus medidas correspondientes, este mapa se muestra en la figura 9:

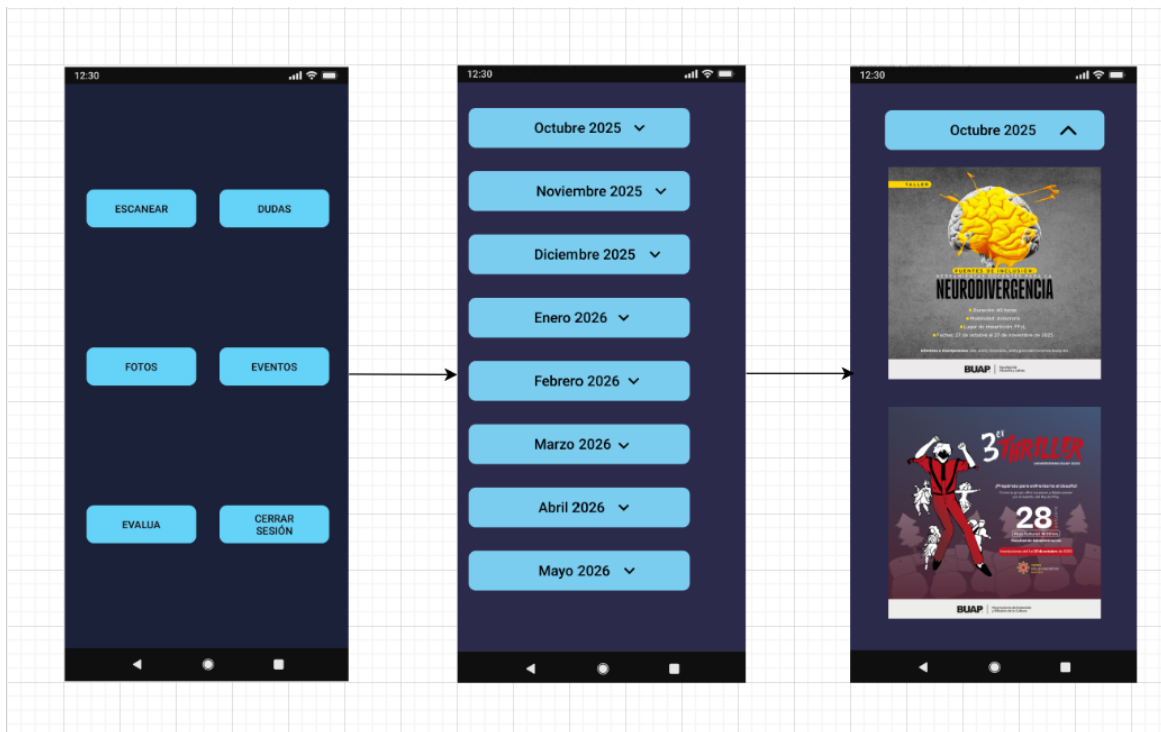


Figura 10 Flujo de navegación: Eventos

Flujo 5: Escanear

El usuario se va a posicionar y seleccionar la opción “Escanear”, el sistema lo que hará será pedir los permisos necesarios para poder usar la cámara. Una vez que el usuario otorgue esos permisos, el sistema abrirá la cámara y el usuario buscará un código QR válido. Cuando el usuario haya encontrado dicho código, solo tendrá que enfocararlo con la cámara para que el sistema pueda mostrarle el modelo en 3D así como se muestra en la figura 10:

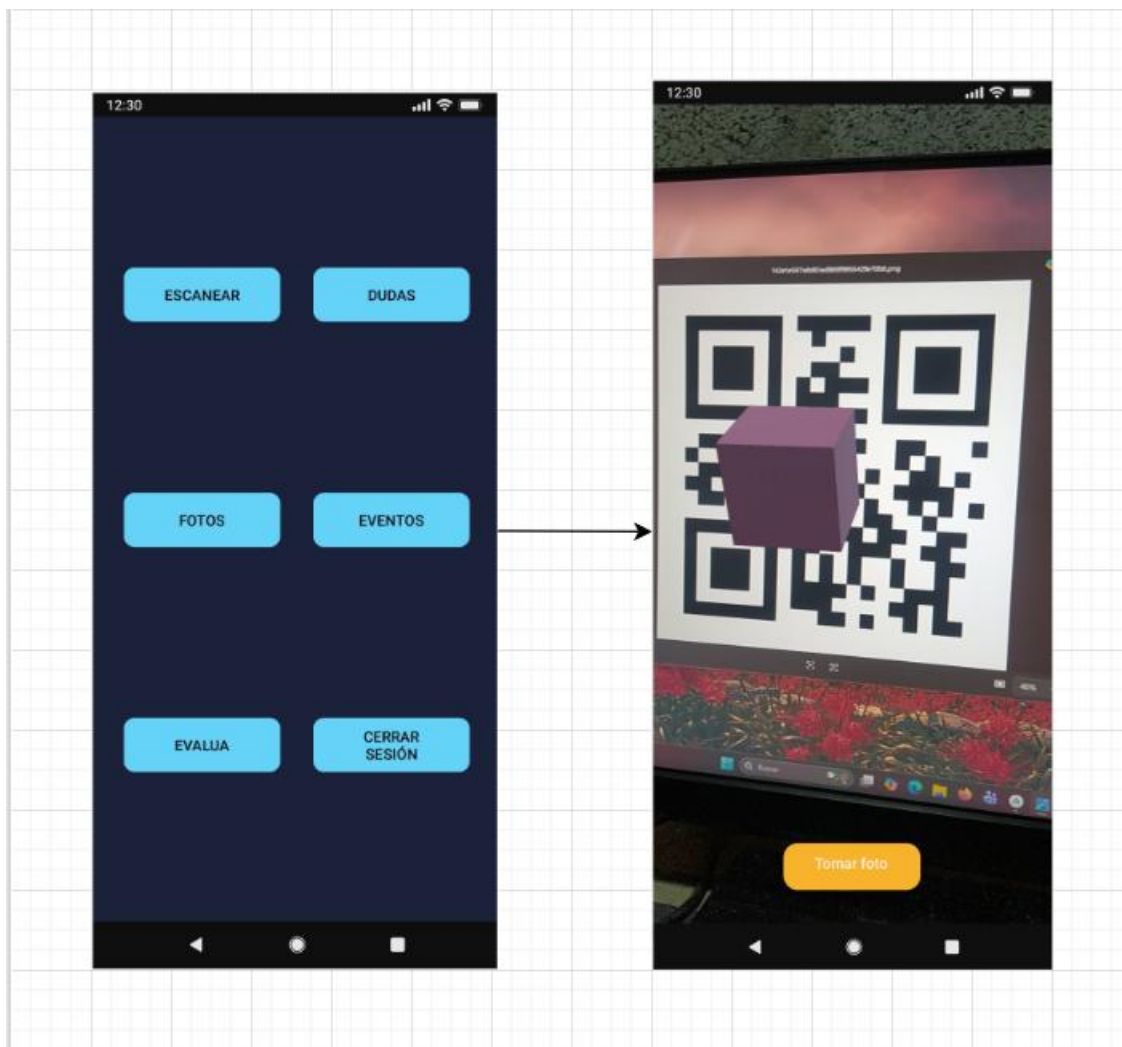


Figura 11 Flujo de navegación: Escanear

3.4 Arquitectura del sistema.

Para la arquitectura de esta aplicación, se usó el modelo o patrón basado en lo que se llama “**Vista-controlador (View-controller)**”. En este patrón o modelo las que asumen el rol de vista-controlador son las Activities (actividades) y los Fragments (fragmentos), esto debido a que son responsables de manejar lo que es la lógica de la interfaz, las cuales están definidas en los archivos layouts.xml.

Se decidió usar este modelo debido a que para el desarrollo, es mucho más práctico o sencillo de implementar y también, debido a lo ágil que puede llegar a ser al momento de hacer el prototipo y al momento de hacer la implementación. Tomando en cuenta que el objetivo de este proyecto es el poder integrar varias tecnologías (firebase authentication, escáner QR, ARCore), este patrón hizo que el desarrollo de este proyecto fuera más fácil o óptimo al momento de implementar

el código, además, se mantuvo la lógica relevante para cada pantalla en la aplicación, dependiendo de las decisiones del usuario al momento de poder usarla y que cada una este contenida dentro de su propia Activity o Fragment

Diagrama Vista-Controlador

El siguiente diagrama muestra como funciona la arquitectura vista-controlador, la cual se menciono anteriormente, la figura 11

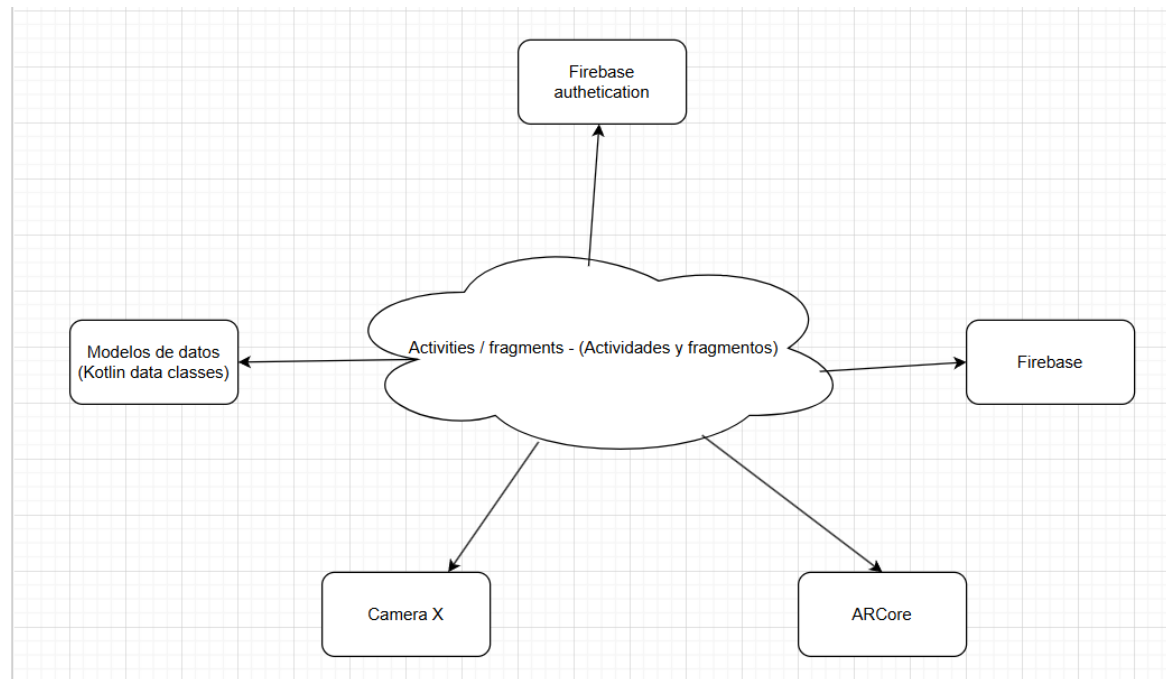


Figura 12 Diagrama Vista-controlador

3.5 Estructura de datos locales

Para este proyecto, se utilizará el almacenado de forma local, para las imágenes y enlaces web, todo esto dentro del código de la aplicación, recordando que nos basamos en el lenguaje Kotlin y apoyando de Android Studio. Se hizo de esta manera para poder ofrecer una experiencia más fluida al momento de poder usar la aplicación y no correr el riesgo de que la base de datos externa se pueda caer. Esto también permite cargar de forma exitosa la lista sin la necesidad de depender de una conexión a internet. Si bien puede llegar a ocupar espacio interno, la aplicación está diseñada para ser liviana.

3.5.1 Modelo de Datos de Eventos.

Para hacer esto, se muestra en este fragmento de código, donde se puede verificar que se hizo un manejo limpio y estructurado, para ello, primero se definió la clase Eventos. Esta clase se va a utilizar como una especie de plano o plantilla para cada evento que pueda surgir durante algún periodo dentro del mes, recordando que hay eventos que duran un día, pero, también hay eventos que duran más días

```
// Se crea la lista de eventos

val listaDeEventos = listOf(

    Evento(

        nombre = "Neurodivergencia",

        mes = "Octubre 2025",

        imagenResource = R.drawable.poster_neurodivergencia,

        urlDestino = "https://www.buap.mx/content/herramientas-
docentes-para-la-neurodivergencia"

    ),

    Evento(

        nombre = "Thriller Universitario",

        mes = "Octubre 2025",

        imagenResource = R.drawable.poster_thriller,

        urlDestino = "https://www.buap.mx/content/3er-thriller-
universitario-buap-2025"

    )

    // ... más eventos

)
```

3.5.2 Lista maestra de Eventos.

Una vez que se definió la estructura de Eventos, se va a iniciar la lista maestra de Eventos, la cual va a contener todos y cada uno de los eventos programados por la BUAP durante el mes seleccionado. Esta lista es la base de datos que la Activity o el Fragment va a usar para poder llenar la interfaz del usuario, lo que el usuario verá al entrar a esa sección.

En el fragmento de código siguiente, muestra cómo se instancia en esta lista:

```
val listaDeEventos = listOf(
```

```

Evento(
    nombre = "Neurodivergencia",
    mes = "Octubre 2025",
    imagenResource = R.drawable.poster_neurodivergencia,
    urlDestino = "https://pagina.web.del.evento/neuro"
),
Evento(
    nombre = "Thriller Universitario",
    mes = "Octubre 2025",
    imagenResource = R.drawable.poster_thriller,
    urlDestino = "https://pagina.web.del.evento/thriller"
)

```

Como se muestra en el fragmento, cada objeto llamado “Eventos”, contiene los datos definidos en el modelo:

-nombre y mes: Se van a utilizar para que se pueda mostrar el texto en la interfaz, el cual nos va a indicar el nombre del evento y el mes cuando se va a desarrollar.

-imagenResource: En este campo, se va a almacenar el identificador del recurso drawable. Es importante notar que acá no se va a guardar la imagen en si, se va a utilizar para el recurso drawable (la imagen del evento) el cual es el identificador (ID) entero y se guarda de forma local.

-urlDestino: Esta sección del código, va a contener el hipervínculo con el cual el usuario podrá acceder a la página web correspondiente del evento en cuestión, es importante mencionar que es necesario seleccionar la imagen para que el sistema pueda dirigir al usuario a la página.

Capítulo 4: Desarrollo del prototipo y resultados.

En este capítulo se va a abordar el proceso de desarrollo y la evaluación del prototipo funcional de esta aplicación, recordando que la fase de análisis y diseño fue establecida anteriormente en el capítulo 3. Este capítulo se va a dividir en dos secciones, la primera será **Desarrollo del prototipo**, donde se va a abordar y describir el entorno donde se va a desarrollar esta aplicación y las tecnologías aplicadas, se van a explicar las implementaciones de los módulos que serán clave en la aplicación y los fragmentos de códigos correspondientes a dichos módulos, así como también se van a presentar las interfaces de la aplicación ya desarrollada, ya funcional en un teléfono celular. La segunda parte del capítulo se va a tratar sobre **Resultados** en donde se va a presentar la validación funcional con el fin de poder verificar el cumplimiento de los requisitos, después, mediante una evaluación heurística de usabilidad que estará basada en los principios de Nielsen se va a analizar la calidad de la experiencia del usuario al estar usando la aplicación ya instalada en el teléfono celular.

6.1 Entorno de desarrollo y tecnologías aplicadas.

Para la construcción del prototipo del sistema y la aplicación, se utilizó un grupo de herramientas de hardware y de software, las cuales ayudaron en la creación. A continuación se hace una lista con los detalles:

Hardware:

- **Equipo de cómputo:** Computadora de escritorio con procesador AMD Ryzen 7, con 16 GB de RAM y 220 GB SSD de almacenamiento interno.
- **Dispositivo móvil de pruebas:** Redmi Note 8, con sistema operativo Android 11

Software utilizado para el desarrollo:

- **IDE (Entorno de desarrollo integrado):** Android Studio Koala 2024.1.1
- **Blender: Software de modelado y creación 3D:** Herramienta utilizada para poder hacer el modelo en 3D, el cual se va a proyectar en la aplicación mediante la opción de “Escanear”.
- **Unity: Motor de juego y plataforma de desarrollo interactivo:** Herramienta utilizada para darle movimiento al modelo en 3D y para poder hacer la exportación del proyecto a Android studio para integrarlo en la aplicación.
- **Lenguaje de programación:** Kotlin

- **Sistema de gestión de versiones:** Git

Plataformas y servicios:

- **Servicio de autenticación:** Firebase Authentication, para la gestión de los correos y contraseñas usados para las credenciales del usuario.

Frameworks y Apis (Librerías) de la aplicación:

- **Firebase:** `implementation("com.google.firebase:firebase-auth-ktx")`
- **Camera X:** `implementation("androidx.camera:camera-camera2:...")`
- **Escáner QR:** `implementation("com.google.mlkit:barcode-scanning:...")`
- **Imágenes:**
`implementation("com.github.bumptech.glide:glide:...")`
- **Diseño:**
`implementation("com.google.android.material:material:...")`
- **Puente con Unity:** `implementation(project(":unityLibrary"))`

Librerías para RA (Realidad aumentada) Unity/Google ARCore

Las siguientes librerías si unas específicas utilizadas por el motor Unity para la parte de C# y de realidad aumentada:

- **Archivo:** `implementation(project(":unityLibrary"))`
- **Sección:** Todo lo que viene en el código en la sección de dependencias {...}

Las siguientes librerías son clave para la exportación del proyecto de Unity a Android:

- **Google ARCore:** `implementation 'com.google.ar:core:1.45.0'`
- **Librerías locales de Unity:** `implementation(name: 'unityandroidpermissions', ext:'aar')`

6.2 Desarrollo de los módulos del prototipo.

El módulo nativo se desarrolló usando el IDE Android Studio con el lenguaje de programación Kotlin, debido a su accesibilidad con el programador y el usuario. Se desarrollo lo que es la navegación principal y el escanear los códigos QR.

6.2.1 Implementación del módulo nativo kotlin.

Autenticación de roles: Esta sección se va a gestionar con el SDK de Firebase Authentication. Cuando el usuario intenta acceder con sus credenciales, se va a validar su acceso con boolean, esta función va a validar si el usuario está ingresando como usuario registrado o como invitado.

A) **Usuario entra como invitado:** Cuando el usuario presiona el botón de “Invitado”, este fragmento del código nos va a mostrar a donde se envía la señal y la recibe el fragmento de MainActivity, el siguiente fragmento del código muestra a lo que tiene acceso el usuario como invitado:

* Esta función configura el menú SÓLO para los invitados.

```
*/
```

```
private fun setupGuestNavigation() {  
    binding.menuNav.setOnItemSelectedListener {  
        when (it.itemId) {  
            R.id.inicio -> fragmentos(Inicio())  
            R.id.escanear -> fragmentos(Escanear())  
            R.id.fotos -> fragmentos(Fotos())  
  
            R.id.dudas_invitado -> {  
                // Ahora carga el fragmento de Dudas  
                fragmentos(DudasFragment())  
            }  
        }  
    }  
}
```

```

        else -> false
    }
    true
}
}

```

B) Usuario entra con sus credenciales: En esta sección vemos como se hace la verificación mediante Firebase en este fragmento del código:

```
// 2. Inicializamos Firebase Auth
```

```
auth = Firebase.auth
```

En seguida, el sistema se va a encargar de recopilar los datos del usuario, tanto correo como contraseña, usando la validación de Firebase con la función `auth = Firebase.auth`. En el siguiente fragmento de código vemos como se hace la verificación con `auth` cuando el usuario ingresa sus credenciales:

```
// Usamos la función de Firebase para iniciar sesión
```

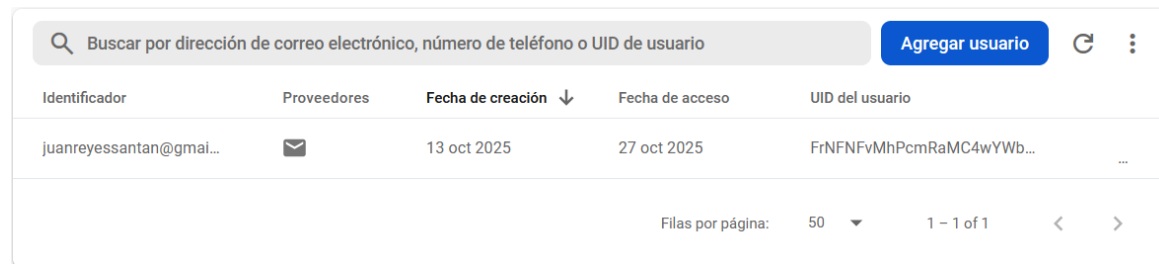
```

        auth.signInWithEmailAndPassword(email, password)
            .addOnCompleteListener(this) { task ->
                if (task.isSuccessful) {
                    // Si el inicio de sesión es exitoso,
                    vamos a la pantalla principal
                    Toast.makeText(this,    "¡Bienvenido!",
                    Toast.LENGTH_SHORT).show()
                    navegarAHome()
                } else {
                    // Si falla, mostramos un error
                    Toast.makeText(baseContext,    "Error:
                    Credenciales incorrectas.", Toast.LENGTH_SHORT).show()
                }
            }
    }
}

```

}

En la consola de Firebase nos va a mostrar los usuarios registrados, esto mediante una tabla que se representa en la figura 12:



Identificador	Proveedores	Fecha de creación ↓	Fecha de acceso	UID del usuario
juanreyessantan@gmail...		13 oct 2025	27 oct 2025	FrNfNFvMhPcmRaMC4wYWb...

Figura 13 Tabla de Firebase con los usuarios registrados.

C) Escaneo de códigos QR: Acá primero nos apoyamos de la librería CameraX para que la aplicación tenga acceso a la cámara del teléfono. La lógica para hacer función fue la siguiente:

- 1.- Escanear.kt (El detector y validador de los códigos).
- 2.- UnityPlayerActivity.kt (El contenedor de todo lo que es Unity)
- 3.- ARContentManager.cs (El que recibe a Unity)

Para la detección y validación de los códigos QR es en la clase Escanear.kt, esta clase sería nuestro cerebro para esta sección, esto debido a que no solo se va a encargar de tomar fotos, sino que también las va a analizar a la vista de la cámara en tiempo real para poder hacer búsqueda de los códigos QR.

- En startCamera(), cuando se inicia la cámara, el sistema va a vincular bindToLifecycle los tres casos que serían: Vista previa (Preview), tomar fotos (ImageCapture) y para escanear (ImageAnalysis).
- La clase QrCodeAnalyzer, en la cual se va a crear una clase interna llamada QRCodeAnalyzer, la cual va a utilizar la librería de ML Kit com.google.mlkit:barcode-scanning para el uso del escáner.
- Analyze() se va a encargar de recibir los fotogramas y poder procesarlos con ML Kit.
- Una vez que se encuentra un código QR válido, se hace el llamado a la función callback onQrCodeDetected(qrValue).

- La validación del código que reacciona al código QR esta ubicada en `startCamera()` donde se define el callback del analizador

Este fragmento de código muestra todo el proceso anterior:

```
private fun startCamera() {
    isScanningEnabled = true

    val cameraProviderFuture =
        ProcessCameraProvider.getInstance(requireContext())

    cameraProviderFuture.addListener({
        cameraProvider = cameraProviderFuture.get()

        // 1. Caso de Uso: Vista Previa
        val preview = Preview.Builder().build().also {

it.setSurfaceProvider(previewView.surfaceProvider)

        }

        // 2. Caso de Uso: Captura de Imagen (Fotos)
        imageCapture = ImageCapture.Builder().build()

        // 3. Caso de Uso: Análisis de Imagen (QR)
        val imageAnalyzer = ImageAnalysis.Builder()

.setBackpressureStrategy(ImageAnalysis.STRATEGY_KEEP_ONLY_LATEST)

        .build()

        .also {

it.setAnalyzer(cameraExecutor, QrCodeAnalyzer { qrCodeValue ->

        // --- LÓGICA DE VALIDACIÓN Y LANZAMIENTO (CLAVE) ---

```

```

                                if                (isScanningEnabled                &&
codigosValidos.contains(qrCodeValue)) { // <--- VALIDACIÓN
AQUÍ

    isScanningEnabled = false

    activity?.runOnUiThread {

        Toast.makeText(requireContext(),                "QR                Detectado:
$qrCodeValue", Toast.LENGTH_LONG).show()

        launchUnityActivity(qrCodeValue) // ¡LANZAR UNITY!

                                }

        }

        // --- FIN LÓGICA ---

```

También es importante mencionar que el almacenamiento es local, por lo tanto el sistema tiene un registro de algunos códigos QR válidos para el uso del sistema. Estos códigos se almacenan en una lista blanca dentro de la clase Escanear.kt. el siguiente fragmento del código muestra como se ve la lista contenedora de los códigos QR:

```

// --- LISTA BLANCA DE CÓDIGOS VÁLIDOS (LA CLAVE DE LA SEGURIDAD)
---

private val codigosValidos = listOf(

    "BUAP_MONUMENTO_01",

    "BUAP_EVENTO_A",

    "BUAP_MONUMENTO_02",

    "cubo_simple" //

)

```

D) Lanzamiento de la RA en la clase Escanear.kt.

Ya que el código QR fue validado, la clase Escanear.kt va a continuar con el proceso iniciado anteriormente. La función `launchUnityActivity(dataFromQr: String)` va a crear un `Intent` para abrir la función `UnityPlayerActivity` que vendría siendo el contenedor de Unity y la va a pasar el texto que viene el código QR como un extra con la clave que viene en el código como `QR_DATA`. A continuación, se presenta el fragmento del código correspondiente a este proceso:

```
// --- FUNCIÓN PARA LANZAR UNITY ---

    private fun launchUnityActivity(dataFromQr: String) {

        try {

            val intent = Intent(requireActivity(),
UnityPlayerActivity::class.java)

            intent.putExtra("QR_DATA", dataFromQr)

            startActivity(intent)

        } catch (e: Exception) {

            Log.e(TAG, "Error al intentar lanzar
UnityPlayerActivity", e)

            Toast.makeText(requireContext(), "Error al iniciar la
vista AR", Toast.LENGTH_LONG).show()

        }

    }

// --- FIN FUNCIÓN UNITY ---
```

`ARContentManager.cs` es el script en Unity encargado de recibir el mensaje y activar el código QR para lanzar la animación en 3D, este fragmento de código está escrito en lenguaje C# y es en el motor de Unity:

```
public void ShowTargetModel(string modelId)

{

    Debug.Log("Mensaje recibido desde Android: " + modelId);
```

```

        if (modelId == "cubo_simple") // <-Compara el dato recibido
        {
            arObjectToShow.SetActive(true); // <-MUESTRA EL CUBO
        }
    }
}

```

6.3 Desafíos de la integración híbrida.

El diseño de la arquitectura mencionada anteriormente se contemplaba que, después de que el sistema escaneara el código QR correspondiente y este escaneo tuviera éxito, el sistema usando el módulo nativo Kotlin iba a invocar o llamar al módulo llamado Unity. Esta integración o llamada se le conoce como **Unity as a Library (UaaL)**. Esto lo podemos ver en la integración en el código en el siguiente fragmento, el cual se encuentra alojado en el archivo `settings.gradle.kts`:

```

//..

rootProject.name = "My Application" include(":app")
include(":unityLibrary") //
include(":unityLibrary:xrmanifest.androidlib")

//..

```

Ahora, el archivo dependencia es el que le dice al módulo de aplicación llamado `:app` (dentro de este archivo, se tiene el archivo `build.gradle.kts` (Module `:app`)) que la librería de Unity va a depender de `implementation`. Esto se muestra en la siguiente parte del código del archivo `settings.gradle.kts`:

```

// ...

dependencies {

    // ... (tus otras librerías como Firebase, CameraX, etc.) ...

    implementation(project(":unityLibrary")) //

    // ... (otras librerías) ...

```

En resumen, lo que hace `settings.gradle.kts` es registrar el proyecto y `app/build.gradle.kts` lo va a conectar a la aplicación, como una especie de puente.

6.3.1 Desafío de comunicación asíncrona entre Kotlin y Unity

Al momento de intentar establecer la comunicación en tiempo real entre Activity de Kotlin y el módulo que controla el módulo de Unity llamado `UnityPlayerActivity`, presento un conflicto entre las librerías `dependencies` y `context`, los cuales no pudieron ser resueltos. Este fallo es el principal hallazgo técnico del desarrollo y todo resultado se va a documentar en forma en las pruebas de integración que se presentaran más adelante en este documento.

Esta implementación se dividió en tres fases o segmentos:

- **Detección:** Se modificó el fragmento `Escanear.kt` para que pudiera utilizar la librería llamada `ML Kit` de Google, con la finalidad de poder detectar y validar los códigos QR específicos contra una lista ya previamente definida.
- **Problema:** La aplicación hace una correcta instalación y compilación. El archivo `UnityPlayerActivity` hace su función correctamente al escanear un código QR autorizado por el sistema y la cámara del equipo celular se activa, sin embargo, al modelo en 3D que este caso fue un cubo simple, no logra proyectarse en tiempo y/o forma.
- **Análisis y depuración:** Para poder hacer un diagnostico del fallo o punto de ruptura, se intentaron implementar registros en cada paso del envío de mensajes hechos por el sistema (en Kotlin fue mediante `Log.d` y en C# que esta en el archivo de Unity fue mediante `Debug.Log`)

Con todo esto se pudo confirmar que el archivo `Escanear.kt` si logra detectar y validar el código QR. Después, `UnityPlayerActivity.kt` logra recibir el llamado con un intent con el contenido del código QR e intenta enviar un mensaje. El siguiente fragmento del código lo representa:

```
qrData = intent.getStringExtra("QR_DATA")

Log.d("UnityPlayerActivity", "Dato QR recibido: $qrData")
```

Este mensaje del script C# un Unity no hace aparición en el Logcat de Android Studio. Logcat es una ventana en el IDE Android Studio el cual va a mostrar todos los registros del sistema en tiempo real, conforme se vaya utilizando la aplicación.

Lo que se logro percibir fue que, este fallo sucede cuando el sistema hace el llamado a `UnityPlayer.UnitySendMessage`. en este fragmento del código, se puede apreciar que el código Kotlin si ejecuto el envío del mensaje:

```
private fun enviarMensajeAUnity() {  
  
    val gameObjectTargetName = "XR Origin" // O "AR Session  
Origin" (el nombre de tu objeto en Hierarchy)  
  
    val dataToSend = qrData ?: "default_id"  
  
    Log.d("UnityPlayerActivity", "INTENTANDO ENVIAR MENSAJE  
FINAL a $gameObjectTargetName: $dataToSend")  
  
    // El llamado real al script C#  
  
    UnityPlayer.UnitySendMessage(  
        gameObjectTargetName,  
        "ShowTargetModel",  
        dataToSend  
    )  
}
```

Este fallo no genera algún crash o mensaje, se hace de manera silenciosa si es que el motor de Unity aun no logra terminar de iniciar la escena, los `GameObjects` que en esta ocasión fue con `XR Origin`. A pesar de que se implemento una solución temporal de sincronización `frameLayoutForUnity.post { ... }` para retrasar el envío de mensajes hasta que la vista o interfaz de Android este ya proyectada, todo lo que se logró evidenciar apunta a que el runtime interno de Unity aún no está listo para poder recibir mensajes al momento en que se les envía. A continuación el fragmento del código donde se implemento esta solución temporal:

```
frameLayoutForUnity.post {  
  
    enviarMensajeAUnity()  
  
}
```

6.4 Modulo “Eventos y Evaluación”

Para poder mostrar la lista de eventos programados se utilizó un RecyclerView en el fragmento llamado EventosLista.kt. Para poder cumplir con los requisitos que pide la aplicación, se pudo implementar un sistema dual el cual va a permitir que los usuarios puedan interactuar con los dos botones, el llamado “Eventos” y el llamado “Evaluación”. Para poder maximizar la reutilización del código que construye este sistema, y evitar la duplicidad de pantallas y agregar más código que eso puede hacer más pesada la aplicación, se llegó a la conclusión de usar una arquitectura de navegación condicional. Con esta arquitectura se va a utilizar una sola serie de fragmentos, los cuales serán los fragmentos EventosMesesFragment y EventosListaFragment las cuales van a pasar una bandera que sería el boolean mencionado anteriormente para así el sistema pueda determinar la acción final dependiendo de la decisión del usuario.

Todo esto se inicia en el modulo llamado DashboardFragment.kt, en el cual, dependiendo de la sección que escoja el usuario, va a navegar al mismo fragmento pero le va a pasar la bandera a un argumento booleano llamado isforRating el cual define el contexto o el propósito de la navegación del usuario. En este fragmento del código se verá reflejada esta acción:

```
// --- LÓGICA DE EVENTOS/EVALUA ---

        binding.btnDashEventos.setOnClickListener {

            navegarAMeses(isForRating = false) // Envía 'false'

        }

        binding.btnDashEvalua.setOnClickListener {

            navegarAMeses(isForRating = true) // Envía 'true'

        }


        binding.btnDashCerrarSesion.setOnClickListener {

            listener?.onSignOut()

        }

    }
```

```

/**
 * Función auxiliar para navegar a EventosMesesFragment pasando
la bandera.
 */

private fun navegarAMeses(isForRating: Boolean) {

    val mesesFragment = EventosMesesFragment()

    val args = Bundle()

    args.putBoolean("IS_FOR_RATING", isForRating) // Pone la
bandera en el paquete

    mesesFragment.arguments = args

    parentFragmentManager.beginTransaction()

        .replace(R.id.frame_layout, mesesFragment)

        .addToBackStack(null)

        .commit()

}

```

- **Propagación del Estado:**

El fragmento `EventosMesesFragment.kt` va a actuar como una especie de intermediario cuya única responsabilidad será el poder recibir la bandera enviada anteriormente `isForRating` y sin hacer modificaciones, poder pasarla al fragmento `EventosListaFragment` junto al mes que el usuario seleccionó en el menú de meses que sale en la sección de “Eventos”. Este fragmento del código de la sección `EventosMesesFragment.kt` lo evidencia:

```

// Variable para guardar la bandera

private var isForRating: Boolean = false

override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {

```

```

super.onCreate(savedInstanceState)

// Recibe la bandera del DashboardFragment
arguments?.let {
    isForRating = it.getBoolean("IS_FOR_RATING", false)
}
}

```

En el siguiente fragmento, se muestra cuando el sistema vuelve a pasar la bandera con el mes que el usuario seleccionó:

```

/**
 * Pasa el mes seleccionado Y la bandera al siguiente fragmento.
 */
private fun abrirListaEventos(mesAnio: String) {
    val listaEventosFragment = EventosListaFragment()
    val args = Bundle()
    args.putString("MES_ANIO", mesAnio)
    args.putBoolean("IS_FOR_RATING", isForRating) // <--
    Vuelve a pasar la bandera
    listaEventosFragment.arguments = args

    parentFragmentManager.beginTransaction()
        .replace(R.id.frame_layout, listaEventosFragment)
        .addToBackStack(null)
        .commit()
}

```

La decisión final está en `EventosListaFragment.kt`, el cual vendría siendo el cerebro final de esta acción. Va a recibir el mes seleccionado y la bandera `isForRating` esto al poder configurarlo con el adaptador del `RecyclerView`, haciendo la implementación de una bifurcación lógica como se ve demostrado en este fragmento del código:

```
// ...

private var isForRating: Boolean = false

override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
    super.onCreate(savedInstanceState)
    arguments?.let {
        mesAnioSeleccionado = it.getString("MES_ANIO")

        isForRating = it.getBoolean("IS_FOR_RATING", false) // <--
        Recibe la bandera final
    }
}

// ...

private fun setupRecyclerView() {
    // ... (código de filtrado de eventos) ...

    eventoAdapter = EventoImagenAdapter(eventosDelMes) {
        eventoSeleccionado ->

        // --- ¡AQUÍ ESTÁ LA BIFURCACIÓN LÓGICA! ---
        if (isForRating) {
            // Si la bandera es 'true', vamos a calificar
            abrirPantallaRating(eventoSeleccionado)
        }
    }
}
```

```

    } else {
        // Si la bandera es 'false', abrimos la web
        abrirEnlaceWeb(eventoSeleccionado)
    }

    // -----

}

binding.rvEventosLista.adapter = eventoAdapter

// ...

}

// Función para abrir la pantalla de calificación
private fun abrirPantallaRating(evento: Evento) {
    val ratingFragment = EventoRatingFragment()
    // ... (pasa el evento al fragmento de rating) ...
    parentFragmentManager.beginTransaction()
        .replace(R.id.frame_layout, ratingFragment)
        .addToBackStack(null)
        .commit()
}

// Función para abrir el navegador web
private fun abrirEnlaceWeb(evento: Evento) {
    // ... (código para crear Intent.ACTION_VIEW y abrir la URL)
    ...

    startActivity(intent)
}

```

}

Estos bloques o fragmentos de código nos demuestran que utilizando una sola pantalla, la acción del usuario al darle clic, va a dividir en dos comportamientos según su decisión, esto basándose únicamente en el estado booleano.

6.5 Vistas del prototipo funcional.

A continuación, se presentan las capturas de pantalla de la aplicación ya funcional e instalada en un equipo celular, anteriormente se presentaron diseños en realizados en Figma pero, en esta ocasión ya se presentan las evidencias de una aplicación funcional.

A) Inicio de la aplicación: En esta imagen que es la figura 13 se representa la primera interacción del usuario con la aplicación, en la cual el usuario va a visualizar los tres botones, el de “Inicio de sesión”, el de “Invitado” y el de “Registrarse”:



Figura 14 Inicio de la aplicación

B) Vista del control de roles: Invitado y usuario registrado: Como se explico anteriormente, esta aplicación tendrá dos roles para el usuario: el rol de invitado y el rol de usuario registrado. En la figura 14 se ve representada la vista que tiene el usuario al ingresar como invitado y en la

figura 15 se muestra la interfaz del usuario cuando ya se registró e ingreso con sus credenciales:



Figura 16 Invitado

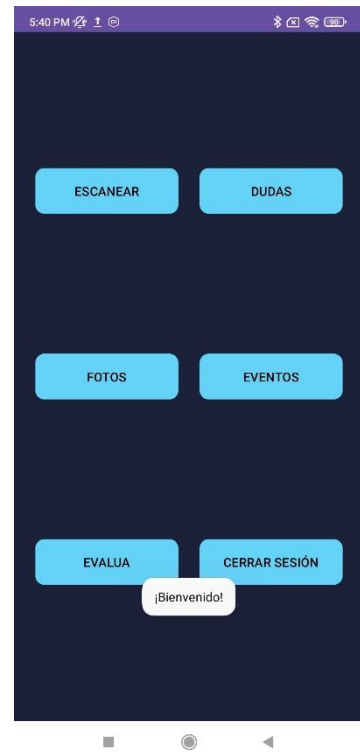


Figura 15 Usuario registrado

C) Eventos y Evaluación de eventos: Esta sección, el usuario podrá visualizar dos cosas, los eventos y el poder evaluarlos. En la sección de eventos verá una lista con los meses, al desplegar un mes, saldrán las imágenes correspondientes a los eventos de dicho mes, una vez que seleccionen una imagen, los va a dirigir a la página web donde se verán los informes de dicho evento:



Figura 17 Listado de meses



Figura 18 Imágenes de eventos del mes



Figura 19 Página web del evento

Evaluación del evento: El usuario al ingresar a esta sección, podrá visualizar una barra la cual le permitirá evaluar el evento y una sección donde podrá agregar un comentario si así lo desea, con la finalidad de hacer una retrospectiva:



Figura 20 Evaluación de eventos

D) Uso de la cámara para escanear y modulo Unity: En esta sección la cual podrán acceder tanto usuarios que entran como invitados como los que ya están registrados, el usuario podrá escanear un código QR validado anteriormente por la institución y la finalidad es que se pueda mostrar una figura en 3D. También, el usuario podrá guardar fotos las cuales se verán reflejadas en la sección “Fotos”. Por otro lado, para poder hacer valida la función del modulo de la realidad aumentada, este fragmento se ejecutó de manera aislada. La figura 20 va a comprobar que este modulo es completamente funcional por si mismo, esto se detecto previo al desafío que implico la integración al sistema. La figura 21 va a demostrar como se ve la interfaz cuando el usuario inicia el modulo de escanear y la figura 22 va a mostrar la sección de fotos, donde el usuario podrá ver las fotos que toma con la opción de poder eliminarlas si así lo quisiera:



Figura 21 Modulo Unity



Figura 22 Modulo Escanear



Figura 23 Modulo Fotos

E) Modulo de dudas: en este apartado el usuario podrá resolver algunas dudas que tenga al usar la aplicación. Esta sección también podrán consultarla quienes entren solo como invitados:

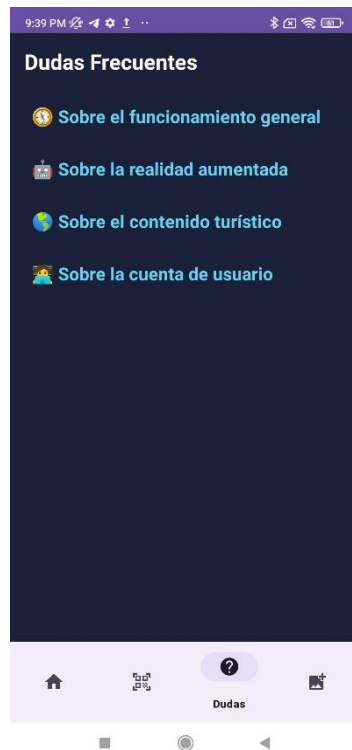


Figura 24 Dudas

F) Inicio de sesión y registro: Se va a representar como se ve a nivel de usuario los apartados cuando el usuario quiere registrarse al sistema y cuando ya tiene sus credenciales, el apartado donde el sistema le va a pedir que ingrese su correo y contraseña correctos:

Figura 26 Crear cuenta

Figura 25 Inicio de sesión

6.6 Resultados de la evaluación heurística de evaluación.

En esta sección, se va a enfocar en la parte de la evaluación del proyecto desde la perspectiva del usuario (UX). Debido a la falta de una prueba a gran escala de este proyecto, se requirió el uso del método de inspección llamado evaluación heurística.

6.6.1 Metodología de evaluación.

De acuerdo a la página oficial de Interaction Design Foundation:

“La evaluación heurística es un proceso en el que los expertos utilizan reglas generales para medir la usabilidad de las interfaces de usuario en tutoriales independientes e informar sobre problemas. Los evaluadores utilizan heurísticas consolidadas (p. ej., la de Nielsen-Molich) y revelan información que puede ayudar a los equipos de diseño a mejorar la usabilidad del producto desde las primeras etapas del desarrollo.”

6.6.1.1 Análisis heurístico.

Todos los hallazgos hechos mediante la evaluación, se verán registrados en la siguiente tabla:

Tabla a) Resultados de la evaluación heurística (principios de Nielsen)

Heurística (Principio)	¿Se cumple?	Observaciones y comentarios del proyecto
1.- Visibilidad del estado o funcionamiento del sistema.	Parcial	La aplicación navega bien entre las pantallas pero le hace falta una retroalimentación en las tareas que son asíncronas. Una recomendación es poder añadir un indicador de carga al momento de iniciar sesión y al iniciar el modulo de RA.
2.- Coincidencia del sistema con el mundo real.	Si	El sistema es muy intuitivo al navegar y seleccionar los diferentes módulos. El uso de las señaléticas o flechas en el listado de los meses y el uso de imágenes es bastante amigable al usar.
3.- Control y libertad del usuario al usarla.	Si	El usuario encuentra símbolos o señales que le muestran en la pantalla

		para su uso como el regresar o detener la aplicación.
4.- Consistencia y estándares.	Si	Se mantiene una paleta de colores fuertes y coherentes que combinan con la temática de la institución. Al igual una tipografía entendible sin faltas de ortografía.
5.- Prevención de errores	Parcial	El sistema previene errores como que el invitado tenga acceso a las funciones de un usuario que está registrado. El escáner puede diferenciar en que modulo funcionar. Sin embargo, falla al mostrar el modelo en 3D.
6.- Reconocimiento en lugar de recuerdo.	Si	El diseño del menú con los 6 botones y la lista de los eventos programados se basan en el reconocimiento y no en la memoria del usuario.
7.- Flexibilidad y facilidad de uso	Si	La aplicación es eficiente al momento de ofrecer los dos roles, el de usuario registrado y el de invitado, adaptando la UI según sea la necesidad del usuario.
8.- Diseño estético.	Parcial	El sistema ofrece un diseño limpio y enfocado, muestran solo lo necesario. Puede mejorarse al ofrecer una mejor gama de colores y más funciones en actualizaciones futuras.
9.- Ayudar a recuperarse de un error.	Parcial	Los errores al ingresar y presentar las credenciales son claros. El error de la integración fallida del modelo en 3D es un “no hacer nada”. El sistema debería mostrar un mensaje claro al usuario.
10.- Ayuda y documentación	Si	El sistema cuenta con una sección llamada “Dudas”, en la cual, el usuario podrá resolver sus dudas al momento de usar la aplicación.

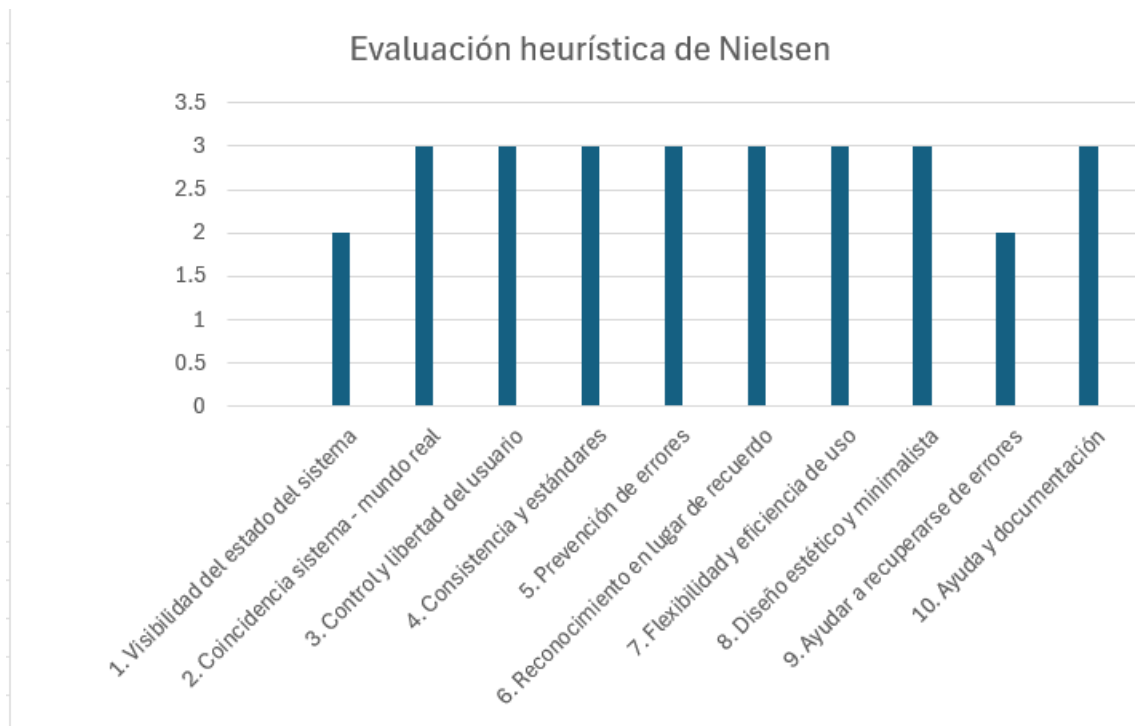


Figura 27 Gráfica de la evaluación heurística

6.6.2 Conclusión y resultados de la evaluación.

Esta evaluación nos arroja que el sistema es un sistema sólido, posee una usabilidad intuitiva y además, se destaca en consistencia y estándares, flexibilidad y control y libertad del usuario al usarla.

Una de las principales áreas a mejorar es la prevención de errores debido al fallo de la integración documentado anteriormente, además, debería ser reemplazado o mostrar un mensaje mostrando el error claro al usuario para así mejorar la robustez del sistema.

Conclusiones.

Al concluir este proyecto y la evaluación del mismo, se llegaron a las siguientes conclusiones:

Este trabajo consistió en poder diseñar y poder implementar un sistema híbrido entre el lenguaje de programación Kotlin al motor gráfico Unity, esto para poder realizar una aplicación cuyo objetivo es el poder enlistar una serie de eventos organizados por la BUAP y también, integrando un sistema de autenticación de usuarios, así como también la posibilidad de evaluar dichos eventos y escanear códigos QR para mostrar objetos en 3D. Para poder desarrollar este proyecto, fue necesario hacer una extensa investigación sobre como hacer el puente entre Kotlin y Unity, si bien Unity tiene esta opción de crear sus propias aplicaciones para hacer demostraciones, no esta diseñado para crear aplicaciones nativas para teléfonos celulares. Sin embargo, el objetivo de poder cumplir con el objetivo de poder integrar el modulo de la realidad aumentada en la aplicación móvil solo se cumplió de forma parcial debido al hallazgo técnico que se mencionó en capítulos anteriores. En base a estos resultados, haciendo investigación se recomienda que se pueda descartar por completo lo que es la arquitectura hibrida y poder volver a implementar el modulo de realidad aumentada solo usando el SDK nativo de ARCore para kotlin. Con esto, se busca poder eliminar esta complejidad que hay entre estas tecnologías, la complejidad del puente UuaL además de que así se va a simplificar el proyecto y futuros proyectos a desarrollar.

Personalmente este proyecto implico todo un reto para mi debido a que poder hacer esta migración o enlace entre dos tecnologías aparentemente distintas pero algunas veces van de la mano. Investigando vi que algunas empresas lograron hacer ese puente con diferentes proyectos, y con este proyecto me dio más claridad de como poder hacer estos puentes. El fallo reportado solo fue un inicio de una investigación y mejora a futuro a nivel personal para poder desarrollar proyectos con más flexibilidad. En el desarrollo me enfrente a diferentes obstáculos que debido a la investigación y recursos que hoy en día tenemos a la mano, se lograron quitar y así poder ofrecer un proyecto que el usuario pueda usar y lo encuentre agradable, que no solo se quede como un proyecto para cumplir un objetivo escolar, si no que sea también un proyecto que impulse tanto al que lo usa como a mi como desarrollador a poder ir más adentro en este mundo de la programación y seguir aprendiendo a realizar proyectos cada vez un poco más complejos y poder superar mis límites para no quedarme estancado en algunos temas, tomando en cuenta que en esta carrera, todos los días algo nuevo va surgiendo y también es una nueva oportunidad de aprender más cosas y adoptar más desafíos que ayudan a superarme a nivel tanto profesional como personal.

Bibliografía:

- [1] García Requejo. (2023, 4 abril). ¿Qué es la Realidad Aumentada (RA)? Origen y evolución. <https://garciarequejo.com/es/que-es-la-realidad-aumentada-ra-origen-y-evolucion/>
- [2] Ahernandez. (2019, 17 abril). Presenta INAH App de Xochicalco. Diario de Morelos - Noticias |. <https://www.diariodemorelos.com/noticias/presenta-inah-app-de-xochicalco>
- [3] Muñoz, R. I. M.-. M. (2020, 20 octubre). Jóvenes desarrollan app de realidad virtual para conocer Morelia. Reportero Industrial Mexicano. <https://rim.com.mx/portal/noticias-detalle-alter/3868/Jovenes%20desarrollan%20app%20de%20realidad%20virtual%20para%20conocer%20Morelia/Industria>
- [4] El Gran Rex Studio. (2025, 29 agosto). AR City Tour -. <https://elgranrexstudio.com/arcitytour>
- [5] Admin, & Admin. (2025, 29 mayo). Iztacala, primera Facultad con “capa” de realidad aumentada. Gaceta UNAM. <https://www.gaceta.unam.mx/iztacala-primera-facultad-con-capa-de-realidad-aumentada/>
- [6] Ponsignon, F., Smart, P. A., & Maull, R. S. (2017). Service design and experience: a case study of a heritage visitor attraction. *The Service Industries Journal*, 37(5-6), 341–361. <https://doi.org/10.1080/02642069.2017.1330202>
- [7] Bahari, A. O., Amol, F. ., Pradana, D. W. ., & Iswanto, D. (2025). Analysis of the Experience of Using Augmented Reality Applications for Educational Tourism. *Research Horizon*, 5(2), 395–404. <https://doi.org/10.54518/rh.5.2.2025.395-404>
- [8] Realidad aumentada: el futuro de la fabricación | SAP. (s. f.). SAP. <https://www.sap.com/latinamerica/products/scm/industry-4-0/what-is-augmented-reality.html>
- [9] Badillo, R. (2023, 10 octubre). Esta es la 'app' con la que Grecia nos enseña cómo será el turismo del futuro. [elconfidencial.com](https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2023-10-10/chronos-app-realidad-aumentada-acropolis_3751174/). https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2023-10-10/chronos-app-realidad-aumentada-acropolis_3751174/
- [10] Look Up, Sheffield - the world's first free, permanent, city centre augmented reality art trail. (s. f.). Welcome To Sheffield. <https://www.welcometosheffield.co.uk/visit/things-to-see-and-do/look-up-ar-art-trail/>
- [11] What sensors (e.g., accelerometer, gyroscope) are essential in AR devices? (s. f.). <https://milvus.io/ai-quick-reference/what-sensors-eg-accelerometer-gyroscope-are-essential-in-ar-devices?>

- [12] Suarez, M. (2024, 4 agosto). ¿Qué tipos de realidad aumentada existen? Magic Fennec. <https://magicfennec.com/blog/que-tipos-de-realidad-aumentada-existen/>
- [13] Kaboom. (2014, 25 septiembre). Tipos de realidad aumentada: una guía completa | Kaboom Eventos. Kaboom Eventos. <https://kaboomeventos.com.ar/augmented-reality-events/?>
- [14] Martínez, P. J. S. (2023, 27 julio). Image tracking en Web AR: qué es y cómo utilizarlo - Onirix. Onirix. <https://www.onirix.com/es/aprende-sobre-ra/image-tracking-web-ar/>
- [15] Gretzel, U. (2018). From smart destinations to smart tourism regions. <https://www.redalyc.org/journal/289/28966251010/html/>
- [16] Turismo Experiencial: la nueva forma de vivir tus viajes. (2024, diciembre 11). Ostelea.com. <https://www.ostelea.com/actualidad/blog-turismo/que-es-turismo-experiencial>
- [17] Smart, P.A. & Manchanda, Pikakshi & Bonnin, Gaël & Georges, Valérie. (2020). Understanding Visitor Experience Interactions at Cultural Heritage Sites: A Text Analytics Approach.
- [18] Puebla, C., & Puebla, C. (2025, 23 abril). La BUAP, séptima en ranking nacional - Crónica Puebla. Crónica Puebla - Solo en Crónica Puebla la noticias hecha diario. <https://cronicapuebla.com/academia/la-buap-septima-en-ranking-nacional>
- [19] Fuente, O. (2025, 28 enero). Qué es el marketing interactivo y qué lo diferencia del marketing digital. Thinking For Innovation. <https://www.iebschool.com/hub/que-es-el-marketing-interactivo-y-que-lo-diferencia-del-marketing-digital-marketing-estrategico/>
- [20] Armandowindup. (2025, 13 agosto). ¿Qué es el Engagement en Marketing y cómo se mide? Windup. <https://windup.es/blog/engagement-definicion-ejemplos/>