

**APLICACIÓN MÓVIL PARA VISUALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE SITIOS
DE LA UPTC UTILIZANDO REALIDAD AUMENTADA Y LENGUA DE SEÑAS
COLOMBIANA.**

MARÍA CAMILA PRECIADO ROJAS

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN
TUNJA
2019**

**APLICACIÓN MÓVIL PARA VISUALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE SITIOS
DE LA UPTC UTILIZANDO REALIDAD AUMENTADA Y LENGUA DE SEÑAS
COLOMBIANA.**

MARÍA CAMILA PRECIADO ROJAS

**Proyecto de grado para optar por el título de:
Ingeniera de Sistemas y Computación**

Directora

DEISY JOHANA DÍAZ PÉREZ

Magíster en Sistemas y Computación

Co-Director

FREDY DANIEL LUQUE HERREÑO

Licenciado en Diseño Tecnológico

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

TUNJA

2019

Nota de aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Tunja, junio de 2019

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y gran sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en quien soy. Ha sido un privilegio ser su hija.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome y dándome apoyo moral, a lo largo de esta etapa de mi vida.

A la Ingeniera Deisy, al Licenciado Daniel y a todas las personas que me ha apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito. Así mismo, a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron su conocimiento.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero que todo a Dios por haberme permitido cumplir con este proyecto a pesar de las situaciones vividas en el tiempo de ejecución.

Así mismo, agradecer a cada una de las personas que me apoyaron a cumplir con esta nueva meta y sé que ahora se sienten aún más orgullosas de mí; gracias a mis papás, hermanos, Ingenieros, Licenciados y amigos.

Agradecer de igual manera, a las personas sordas que me ayudaron en las pruebas finales, fue una gran experiencia poder vivir nuevas cosas junto a ellos y conocer personas tan humildes e inteligentes.

Todos fueron muy importantes en cada paso para cumplir con este nuevo logro, por ende, muchas gracias.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
2. OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GENERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3. ALCANCES Y DELIMITACIONES	17
3.1 ALCANCE	17
3.1.1 Aplicación móvil.....	17
3.1.2 Administrador.	17
3.2 DELIMITACIONES	18
3.2.1 Delimitación técnica.	18
3.2.2 Delimitación geográfica.	18
3.2.3 Delimitación temporal.....	20
4. JUSTIFICACIÓN	21
5. MARCO DE REFERENCIA	23
5.1 MARCO TEÓRICO	23
5.1.1 Discapacidad auditiva.	23
5.1.2 Inclusión educativa.....	26
5.1.3 Motor y entorno de desarrollo para aplicaciones.....	26
5.1.4 Realidad Aumentada.....	27
5.1.5 Código QR	28
5.2 MARCO CONCEPTUAL	28
5.2.1 Persona Sorda.	29
5.2.2 Lengua de señas.....	29
5.2.3 Cultura sorda.....	29
5.2.4 Maxst AR Sdk.....	30
5.2.5 Unity.	30

5.2.6	Android Studio.....	30
5.2.7	Visual Studio.	31
5.2.8	Realidad aumentada.	31
5.3	MARCO LEGAL.....	32
5.3.1	Ley estatutaria No 1618 de 2013.	32
5.3.2	Ley 324 de 1996.....	32
5.3.3	Acuerdo 029 del 2015.	32
5.3.4	Decreto 1421 del 2017.	33
5.4	ESTADO DEL ARTE.....	33
6.	METODOLOGÍA.....	37
6.1	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
6.2	METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE.....	38
7.	DESARROLLO.....	39
7.1	INFORMACIÓN GENERAL.....	39
7.1.1	Requisitos funcionales y no funcionales.....	39
7.1.2	Arquitectura de software.	42
7.2	DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL.....	47
7.2.1	Selección de los edificios y dependencias.....	47
7.2.2	Diseño de interfaces pantalla principal.....	48
7.2.3	Módulo uno “Señas en los edificios”.....	48
7.2.4	Módulo dos “Ir a Google Maps”.....	52
7.2.5	Módulo tres “Definición de dependencias”.....	54
7.3	MÓDULO ADMINISTRADOR E IMPLEMENTOS DE LA APLICACIÓN..	57
7.3.1	Modulo administrador.....	57
7.3.2	IMPLEMENTOS IMPORTANTES PARA LA APLICACIÓN.....	64
8.	PRUEBA PILOTO.....	67
8.1	FICHA TÉCNICA DE LA PRUEBA.....	67
8.2	FORMULACIÓN DE LA PRUBA PILOTO.....	68
8.2.1	PARA MÓDULO UNO “SEÑAS EN LOS EDIFICIOS”.....	68
8.2.2	PARA EL MÓDULO DOS “IR A GOOGLE MAPS”.....	68
8.2.3	PARA EL MÓDULO TRES “DEFINICIÓN DE DEPENDENCIAS”.....	68

9.	PRUEBA CON USUARIOS FINALES	70
9.1	FICHA TÉCNICA DE LA PRUEBA CON USUARIOS FINALES.....	70
9.2	FORMULACIÓN DE LA PRUEBA CON USUARIOS FINALES.....	71
9.3	RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA.....	72
10.	CONCLUSIONES	73
11.	RECOMENDACIONES	74
12.	BIBLIOGRAFÍA	75
13.	LISTA DE ANEXOS	79

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Frecuencia de personas sordas a los edificios.	19
Tabla 2. Selección de dependencias más concurridas por personas sordas ...	20
Tabla 3. RQF001. Visualizar nombre del edificio en LSC.....	40
Tabla 4. RQF002. Visualizar una ruta para llegar a los edificios del campus ...	40
Tabla 5. RQF003. Identificar instructivo en las dependencias de la UPTC.	40
Tabla 6. RQF004. Permitir modificaciones en el módulo administrador	40
Tabla 7. RQNF.001. Eficiencia	41
Tabla 8. RQNF002. Usabilidad.....	41
Tabla 9. RQNF003. Disponibilidad	41
Tabla 10. RQNF004. Pruebas	42
Tabla 11. RQNF005. Escalabilidad	42
Tabla 12. RQNF006.Portabilidad.....	42
Tabla 13. Listado de edificios y dependencias seleccionadas	47
Tabla 14. Señas que se mostraran en los edificios seleccionados.....	65
Tabla 15. Ficha técnica de la prueba piloto	67
Tabla 16. Ficha técnica de la prueba con usuarios finales	70

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Clasificación de grados de las pérdidas auditivas de acuerdo a severidad	24
Figura 2. Detección de problemas auditivos en niños	25
Figura 3. Que es realidad aumentada.....	31
Figura 4. Fases del enfoque cuantitativo	37
Figura 5. Metodología Kanban	38
Figura 6. Modelo 4+1 vistas	42
Figura 7. Caso de uso general del proyecto	43
Figura 8. Caso de uso de visualizar “señas en los edificios”	43
Figura 9. Caso de uso de visualizar rutas “ir a Google maps”	44
Figura 10. Caso de uso de “definición de dependencias”	44
Figura 11. Diagrama de la vista lógica	45
Figura 12. Diagrama de la vista de procesos	45
Figura 13. Diagrama de componentes	46
Figura 14. Diagrama de despliegue	46
Figura 15. Menú principal.....	48
Figura 16. Marcador edificio Registro y Admisiones	49
Figura 17. Marcador edificio Bienestar Estudiantil	49
Figura 18. Señal que se encontrará en el edificio de registro y admisiones	50
Figura 19. Señal que se encontrará en el edificio de bienestar estudiantil	50
Figura 20. Escaneo del edificio registro y admisiones	51
Figura 21. Escaneo del edificio bienestar estudiantil	51
Figura 22. Ubicación de marcadores en la Universidad.....	52
Figura 23. Creación de marcadores junto con las señas respectivas	53
Figura 24. Api de Google Maps ubicación real en la UPTC	53

Figura 25. Trazado de ruta entre ubicación real (cerca al edificio R) y el edificio administrativo.....	54
Figura 26. Código QR de cultura y deportes.....	55
Figura 27. Código QR del consultorio de Odontología.....	55
Figura 28. Visualización que encontrará en la oficina de cultura y deportes....	56
Figura 29. Visualización en la dependencia de cultura y deportes en la aplicación.....	56
Figura 30. Diseño web.....	57
Figura 31. Base de datos.....	58
Figura 32. Obtención de datos en el editor de Unity en la ejecución.....	58
Figura 33. Eliminación de los datos en el editor de Unity.....	59
Figura 34. Creación del ImageTracker.....	60
Figura 35. Agregar el marcador tipo (.2dmap).....	61
Figura 36. Creación de GameObject y su componente.....	61
Figura 37. Creación del cubo en 3D, dentro del ImageTracker.....	62
Figura 38. Arrastrar la textura hacia el cubo.....	62
Figura 39. Colocar video en el cubo.....	63
Figura 40. Agregar acción al botón del mapa.....	63
Figura 41. Creación del apk.....	64
Figura 42. Implementación de los videos.....	65
Figura 43. Implementación con el script para el video.....	66
Figura 44. Implementación de la realidad aumentada.....	66

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Elaboración de requisitos.	79
Anexo B. Negociación de requisitos.	79
Anexo C. ERS.	79
Anexo D. Documento de arquitectura.	79
Anexo E. Identificación de herramientas de realidad aumentada.	79
Anexo F. Entrevista con selección de señas para los edificios principales.	79
Anexo G. Descripción de dependencias principales.	79
Anexo H. Capacitación.....	79
Anexo I. Prueba y resultados prueba piloto.	79
Anexo J. Prueba y resultados de usuarios finales.	79
Anexo K. Manual de usuario.	79
Anexo L. Cronograma del proyecto.	79
Anexo M. APKLSCUPTC	79

INTRODUCCIÓN

La mayoría de universidades y centros educativos en Colombia cuentan con la debida señalización entre edificios, para las personas que entienden el idioma español, pero no cuentan con una señalización que permita a personas sordas poder ubicarse y movilizarse de forma rápida dentro de los campus, por ende, están incurriendo en una falta según la Ley Estatutaria No. 1618, en su artículo 11 (Derecho a la educación) en su ítem 2f, el cual dice que se debe “Emprender o promover la investigación y el desarrollo, y promover la disponibilidad y el uso de nuevas tecnologías, incluidas las tecnologías de la información y las comunicaciones, ayudas para la movilidad, dispositivos técnicos y tecnologías de apoyo adecuadas para las personas con discapacidad”¹.

Se pueden utilizar diferentes tipos de tecnologías existentes, para poder promover esta ley al interior de las universidades, entre estas se encuentra la realidad aumentada, la cual permite colocar objetos en el mundo físico, mediante la utilización del mundo virtual, siendo así, un método interactivo, didáctico y fácil de interpretar para las personas sordas. Es preciso mencionar que estos nuevos proyectos deben ser implementados pensando en la Lengua de Señas Colombiana (LSC), para que tales desarrollos sean útiles para las personas sordas que deseen acceder a la educación superior.

El siguiente documento se encuentra organizado de la siguiente manera: Desde el capítulo 1 hasta el 6, se encuentran los antecedentes y en donde se describe la problemática a la que se ven enfrentadas las personas sordas y lo encontrado en cuanto a software desarrollado para personas con discapacidad auditiva. En el capítulo 7 se desarrolla la estrategia planteada en la introducción, detallando cada uno de los componentes de la propuesta. En los sub capítulos se describe cómo se implementa dicha propuesta, relacionando los elementos empleados, como son la arquitectura y las herramientas utilizadas. Los capítulos 8 y 9 contienen la validación de la estrategia a través de una prueba piloto y pruebas con usuarios finales. Finalmente, en los capítulos 10 y 11 respectivamente contienen las conclusiones y el trabajo futuro derivado de este trabajo.

¹ CONGRESO DE COLOMBIA, Ley estatutaria No. 1618. Artículo 11 ítem 2f. Bogotá D.C. 2013. p. 8.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La Ley 324 de 1996 decreta en su Artículo No 6², que “el Estado garantizará que en forma progresiva en instituciones educativas formales y no formales, se creen diferentes instancias de estudio, acción y seguimiento que ofrezcan apoyo técnico-pedagógico, para la población sorda, con el fin de asegurar la atención especializada para la integración de estas personas en igualdad de condiciones”. De igual forma, el Acuerdo 029 del 2015³, por el cual se adopta la política institucional de educación inclusiva, para la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, en su Artículo No 2, “acuerda que se deben desarrollar procedimientos académicos administrativos que viabilicen el ingreso, permanencia y graduación de los grupos poblacionales definidos en el acuerdo, entre ellos personas con discapacidad auditiva”.

En la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia se encuentran estudiantes, docentes, administrativos y visitantes con discapacidad auditiva, que tienen la necesidad de desplazarse dentro del campus, tarea que se vuelve tediosa cuando se desconoce la ubicación geográfica de las diferentes dependencias y edificios de la universidad, ya que, ésta no cuenta con señalización, avisos o información visual que permita a las personas sordas desplazarse con plena autonomía dentro del campus. La lengua de señas, es la lengua natural de las personas sordas y no está basada en el idioma hablado de las personas oyentes, lo que conlleva a que incluso textos en español no sean entendidos por estas personas, por lo que la señalización con la que actualmente cuenta la UPTC, sólo es apta para personas que entienden el español, dejando de lado a las personas que solo hablan y escriben en LSC (Lengua de Señas Colombiana). De igual manera, cuando las personas sordas llegan a las dependencias (oficinas) necesitan tener información de lo que allí se ofrece y no siempre se encuentra una persona con la habilidad de comunicación en LSC para brindar la información necesaria que requiere.

Si la situación actual continua a las personas sordas tal vez, no les agrada volver al campus universitario porque sería muy difícil para ellos su permanencia y por ese motivo, podrían optar por no inscribirse en esta

² CONGRESO DE COLOMBIA, Ley 324 de 1996, Artículo 6. Bogotá D.C. 1996. p. 5.

³ UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Acuerdo 029 del 2015, Artículo 2. Tunja. 26, mayo, 2015.

universidad y si esto sucede, se les estaría cerrando la oportunidad de poder acceder a la educación superior y la universidad podría incurrir en sanciones legales.

Para que a las personas sordas se les facilite ubicarse dentro de la universidad, se podría llegar a realizar una aplicación móvil, que les permita un mejor desplazamiento dentro del campus universitario de la sede central Tunja, teniendo como opción la utilización de la Lengua Señas Colombiana para que las personas sordas la puedan entender de una forma sencilla.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué forma una aplicación móvil de visualización, geo-localización y descripción de edificios y dependencias, que utiliza realidad aumentada e incluye la Lengua de Señas Colombiana, facilitará el desplazamiento de las personas sordas en la sede central de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar una aplicación móvil con visualización, geo-localización y descripción los edificios y dependencias de la sede central de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia incluyendo la realidad aumentada e incorporando LSC (Lengua de Señas Colombiana) para facilitar el desplazamiento de personas sordas dentro del campus.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir la arquitectura de la aplicación móvil incorporando realidad aumentada.
- Permitir la visualización con realidad aumentada de los edificios del campus, mostrando el nombre de cada uno en lengua de Señas Colombiana.
- Permitir la visualización de una ruta para llegar a los edificios del campus.
- Mostrar la descripción de las funciones que se realizan en cada una de las dependencias utilizando LSC (Lengua de Señas Colombiana).
- Realizar una prueba piloto con personas sordas, verificando si se cumplió con la facilidad de desplazamiento dentro del campus.

3. ALCANCES Y DELIMITACIONES

3.1 ALCANCE

El proyecto contará con tres módulos para la aplicación móvil, a continuación, se especifican cada uno de ellos.

3.1.1 Aplicación móvil.

A continuación, se da a conocer los módulos con los que contará la aplicación móvil.

3.1.1.1 **Módulo uno “Señas en los edificios”**. Permite observar el nombre de los edificios principales en LSC, cuando se escaneen los edificios principales de la UPTC usando realidad aumentada.

3.1.1.2 **Módulo dos “Ir a Google Maps”**. Permite la utilización del Api de Google Maps, para que la persona pueda trazar rutas y llegar al destino; el mapa tendrá los marcadores en todos los edificios de la universidad.

3.1.1.3 **Módulo tres “Definición de dependencias”**. Permite escanear un código QR, que estará afuera de las dependencias principales de la UPTC, para que pueda observar un video con una breve descripción en LSC de lo que se hace en cada una de las dependencias, este video será creado por una persona sorda.

3.1.2 Administrador.

El administrador se va a desarrollar en el editor de Unity, para poder configurar los diferentes módulos; la explicación del porque se trabajó de esta manera, se encuentra en la sección 7.3. En este editor se va a poder desarrollar todas las acciones necesarias como: agregar, eliminar, buscar objetos permitiendo así el desarrollo de la aplicación de forma fácil. Para poder evidenciar la realidad aumentada se tendrá que interactuar con la página de Maxst, la cual, permitirá subir los archivos que serán necesarios en la utilización del desarrollo del

proyecto. Así mismo, se tendrá que trabajar el programa de Visual Studio, para poder crear scripts y realizar las acciones necesarias en la ejecución.

Más adelante, se explica paso a paso sobre estos procesos o también se puede encontrar más explícito en el manual de usuario.

3.2 DELIMITACIONES

A continuación, se da a conocer las delimitaciones del proyecto.

3.2.1 Delimitación técnica.

Las delimitaciones técnicas que va a tener el proyecto respecto al software utilizado se presentan a continuación.

- MAXST AR SDK 4.0.4
- Unity 2018- 3.4.f1
- Android 4.3 o mayor
- Debe poseer Internet para poder interactuar con la aplicación y el módulo administrador.
- Se debe tener en cuenta que la aplicación solo funcionará en dispositivos móviles con sistema operativo Android. De igual manera, la aplicación se debe utilizar en las horas del día, para que el celular pueda reconocer los marcadores, dado que, si se utiliza en la noche puede que no funcione de manera óptima, puede bajar la calidad de la aplicación.
- Cuando se instala la aplicación, se emite un aviso (¿Permitir a LSCUPTC acceder directamente a la cámara para tomar fotos o videos?), al cual se le debe dar la opción de Permitir, para que pueda funcionar correctamente.
- Se debe tener prendido el GPS del celular para que se puedan trazar las rutas óptimamente en el módulo tres.

3.2.2 Delimitación geográfica.

El proyecto se llevará a cabo dentro de las en las instalaciones de la Universidad Pedagógica y Tecnología de Colombia, específicamente en la sede Central, Tunja – Boyacá.

Cabe resaltar que se van a seleccionar los edificios a trabajar según los siguientes 2 criterios.

- Según la experiencia del codirector (3 años de estar en la UPTC y dirigir en grupo de personas sordas) para saber que edificios frecuentan las personas sordas.

Teniendo en cuenta una escala del 1 al 10. Donde 10 frecuencia alta, 8 frecuencia moderada, 5 frecuencia media, 3 frecuencia baja.

Tabla 1. Frecuencia de personas sordas a los edificios.

Nombre del Edificio	Puntuación	Nombre del Edificio	Puntuación
Edificio central	10	Edificio de registro y admisiones	8
Edificio de laboratorios antiguos	8	Edificio administrativo	8
Edificio de metalurgia	3	Gimnasio de profesores	3
Edificio de laboratorios nuevos	3	Centros de recreación	3
Edificio de música	3	Restaurante	8
Edificio de derecho	8	Cafetín de profesores	8
Edificio de la FESAD	8	Cafetín de derecho	3
Edificio de ingeniería	3	Cafetín del R	5
Edificio de Rafael azula	10	Cafetería del L	3
Edificio de aulas	8	Cafetería de biblioteca	3
Edificio de artes	3	Biblioteca	8
Edificio de bienestar estudiantil	8		

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede evidenciar en la tabla 1, que los edificios con mayor frecuencia de personas sordas en cualquier hora del día, son el edificio central, el de Rafael azula, el de laboratorios antiguos, el edificio de derecho, la FESAD, aulas, bienestar estudiantil, registro y admisiones, el administrativo,

restaurante, cafetín de profesores y biblioteca. El resto de edificios, prácticamente nos concurren porque no tienen clase en estos edificios.

Tabla 2. Selección de dependencias más concurridas por personas sordas

Actividades culturales y deportes
Ayudas audiovisuales
CEDEC
Consultorio de medicina general
Consultorio de odontología
Promoción y prevención
Psicología
Registro y admisiones

Fuente: Elaboración propia.

Se van a escoger los edificios con puntuación entre 10 y 8, ya que, son los más concurridos por las personas sordas según la experiencia y manejo del codirector en sus años de experiencia con personas sordas. De igual manera se escoger las dependencias solicitadas por él.

3.2.3 Delimitación temporal.

Para el diseño, desarrollo y pruebas de la aplicación se estima un tiempo de 16 semanas (4 meses), iniciando el día 20 de febrero de 2019.

4. JUSTIFICACIÓN

La realidad aumentada es un mecanismo que permite combinar dos tipos de mundos, el virtual con el mundo real, permitiendo que se pueda percibir información en tiempo real. Permite diferentes tipos de representaciones desde imágenes, texto, videos, llegando hasta divertidas animaciones en 3 dimensiones (3D). Hoy en día dicha tecnología es utilizada por empresas, instituciones y diferentes entes, para hacer sus actividades más dinámicas.

Para apoyar el sistema educativo en Colombia, se puede hacer uso de la realidad aumentada combinada con la Lengua de Señas Colombiana (LSC), dado que, pueden ser utilizadas en diferentes ámbitos como: mejorar y facilitar el aprendizaje a personas sordas, enriquecer y posibilitar la comunicación con diferentes individuos, hasta facilitarles un desplazamiento con mayor facilidad dentro de cualquier centro educativo.

La lengua de señas es la lengua natural de las personas sordas. Se basa en movimientos y expresiones a través de las manos, los ojos, el rostro, la boca y el cuerpo⁴. Al querer indagar sobre la lengua de señas en Colombia, se puede evidenciar que no existen suficientes testimonios escritos para precisar sus comienzos. Según Paulina Ramírez, sus orígenes se remontan a 1920, en un internado católico bogotano, pasando por la creación del instituto INSOR (Instituto Nacional para Sordos) en el siglo XX y que hoy predomina.

Desde esa época, el conocimiento respecto a la LSC era muy limitado, por consiguiente, querer hablar de inclusión para esta población minoritaria era ilógico y en consecuencia esto hacía que se vieran afectados en comparación a una persona oyente, dado que, las personas sordas contaban con bajos niveles de conocimiento solo por el hecho de no poder escuchar ni hablar. Por lo anterior, los niños de esta población tenían un vacío en la educación, puesto que, no era apta para otro tipo de enseñanza, solo la común y por consiguiente, no se sabía cómo utilizar las ayudas pedagógicas para que las personas sordas pudieran aprender.

⁴ INSTITUTO NACIONAL PARA SORDOS. Qué es la lengua de señas. [En línea], Bogotá D.C. 2019. Disponible en Internet: <http://www.insor.gov.co/ninos/que-es-la-lengua-de-senas/>

El Estado al percatarse que estaba fallando, emprendió la creación de leyes, como se puede observar en el marco legal, que permiten la inclusión de las personas sordas a la sociedad y sobre todo a la educación, por lo tanto, proporcionó la ampliación de cobertura, el mejoramiento de la calidad, la permanencia y la promoción de los estudiantes sordos en el sistema educativo⁵. Y es así como hoy en día, se garantiza la igualdad de condiciones no solo para las personas sordas sino para todas las poblaciones minoritarias y los resultados han sido muy valiosos, ya que, han podido desarrollar competencias comunicativas al igual que una persona oyente.

Para apoyar la inclusión dentro de un centro educativo, se crea el propósito de este trabajo, el cual, es facilitarles a personas sordas un desplazamiento fácil e interactivo dentro de la Universidad Pedagógica y Tecnología de Colombia, sede central, para esto, se utiliza la realidad aumentada y la Lengua de Señas Colombiana, permitiendo la visualización en 3D de los nombres de los principales edificios de dicho campus, pero en (LSC); de igual manera, algunas descripciones de dependencias representadas a través de un video, también en (LSC), así mismo, permitiéndoles que puedan trazar rutas entre edificios, para que se dirijan a cualquier lugar sin problemas, dado que, muchas veces, cuando las personas sordas llegan al campus, cuentan con una gran falencia, en donde, les es muy difícil la comunicación con una persona oyente, dado que, la mayoría de estas no sabe la LSC, es por esto, que se quiere hacer que las personas sordas puedan desplazarse por la universidad de una forma autónoma como cualquier persona oyente lo hace.

Por último, este proyecto cuenta con una gran importancia, dado que, permite mitigar algunas de las necesidades que tienen las personas sordas en su entorno, permitiéndoles así la inclusión social y universitaria como lo decreta el Estado. Así mismo, más que el seguimiento a una ley, se quiere brindar un apoyo a las personas sordas que les permita sentirse en igualdad de condiciones cuando recorren la universidad.

⁵ INSTITUTO NACIONAL PARA SORDOS. Diccionario básico de la lengua de señas. [En línea], Bogotá D.C. 2011. Disponible en Internet:http://www.insor.gov.co/home/wp-content/uploads/filebase/diccionario_basico_completo.pdf

5. MARCO DE REFERENCIA

En este capítulo, son expuestos todos los conceptos que son utilizados a lo largo del desarrollo del proyecto y los proyectos que se pueden tener como referencia.

5.1 MARCO TEÓRICO

A continuación, se da a conocer algunas teorías relacionadas con las personas sordas.

5.1.1 Discapacidad auditiva.

Cuando una persona nace sorda se enfrenta con la dificultad de adquirir la capacidad de aprendizaje de la lengua natal donde vive, por ejemplo, si es de nacionalidad colombiana, va a ser muy difícil que pueda aprender el idioma español. El lenguaje es una parte importante a la hora de querer adquirir conocimientos y poder entender las expresiones de los demás.

Para un niño que tiene una discapacidad auditiva, es primordial que pueda aprender algún lenguaje, porque si no logra hacerlo, va a contar con una dificultad para poder aprender de todo lo que gira alrededor de él.

El oído es un órgano muy importante que se debe resaltar, dado que, las personas sordas no pueden contar con la utilización de este. Además, la audición significa oír y comprender lo que se dice, y resulta indispensable para la comunicación oral.⁶ Si no se pueden procesar las ondas sonoras el cerebro no va a ser capaz de reconocer y comprender lo que están hablando.

La clasificación de la discapacidad auditiva se descompone en varias partes, a continuación, se tiene la clasificación de grados de las pérdidas auditivas de acuerdo a su severidad.⁷

⁶ P. McAller-Hamaguchi, *Cómo ayudar a los niños con problemas de lenguaje y auditivos*, México, Aguilar, 2002.

⁷ Basada en J. Northern, *Hearing in children*, Filadelfia, Lippincott Williams & Wilkins, primera edición revisada, 2002.

Figura 1. Clasificación de grados de las pérdidas auditivas de acuerdo a severidad

Grado de pérdida	Clasificación	Causa posible	Cómo se escucha según el grado de pérdida	Posibles consecuencias de la pérdida (si no se recibe tratamiento)
0-15 dB	Normal		Todos los sonidos del lenguaje y ambientales	Ninguna
15 - 20 dB	Ligera	Pérdida auditiva de tipo conductivo y algunas neurosensoriales	Las vocales se escuchan con claridad, pero se pueden dejar de oír algunas consonantes en contextos ruidosos.	Ligeros problemas en la adquisición del lenguaje.
25 - 30 dB	Media	Pérdida auditiva de tipo conductivo y neurosensorial.	Sólo algunos sonidos del habla emitidos en voz alta.	Ligero retardo del lenguaje, problemas para comprender lenguaje en ambientes ruidosos e inatención.
30 - 50 dB	Moderada	Pérdida auditiva de tipo conductivo con desórdenes crónicos en oído medio; pérdidas neurosensoriales.	Casi ningún sonido del habla a una intensidad de conversación normal.	Problemas del habla, retardo del lenguaje, problemas en el aprendizaje e inatención.
50 - 70 dB	Severa	Pérdidas neurosensoriales mixtas y combinación de disfunción de oído medio e interno.	Ningún sonido del habla a una intensidad de conversación normal.	Problemas severos del habla, retraso del lenguaje, y problemas en el aprendizaje y la atención.
70 dB o más	Profunda	Pérdidas neurosensoriales mixtas y combinación de disfunción de oído medio e interno.	No se oyen sonidos ambientales ni del habla.	Problemas severos del habla, serias dificultades para el desarrollo adecuado y natural del lenguaje oral, problemas en el aprendizaje e inatención.

Fuente: Basada en J. Northern, Hearing in children, Filadelfia, Lippincott Williams & Wilkins, primera edición revisada, 2002.

Así mismo, es importante conocer los indicadores de riesgo, para saber si existe alguno de ellos y se puede convertir en pérdida auditiva:

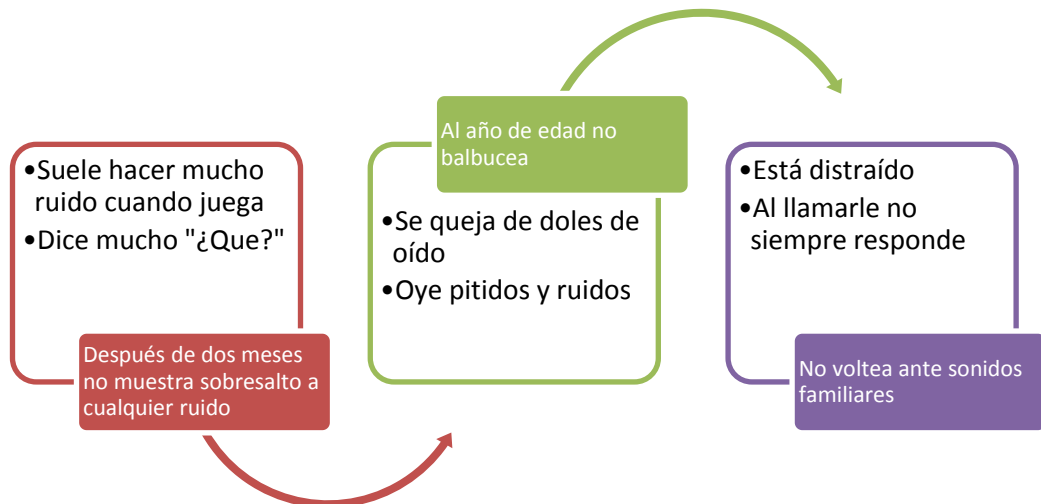
- **Antecedentes heredo-familiares.** Hay miembros de la familia que también presentan discapacidad auditiva.
- **Infecciones adquiridas durante el embarazo de la madre (congénitas).** Por ejemplo, rubéola, sífilis, herpes y toxoplasmosis.

- **Deformaciones en la cara o cabeza (anomalías craneofaciales).** Labio y paladar hendidos (comúnmente llamado labio leporino), anomalías de la oreja o ausencia de conducto auditivo externo.
- **Peso al nacer menor a 1500 gramos.**
- **Ictericia.** Si el bebé nació amarillo, es decir, si presentó ictericia.
- **Meningitis bacteriana.**
- **Asfixia severa** o que el bebé no logra respirar por sí mismo dentro de los diez primeros minutos de nacido.

Después del mes de nacido, es importante preguntar si el niño ha presentado alguna de las siguientes condiciones: Golpes o fractura craneal, o ambos. Uso prolongado de medicamentos contra las infecciones. Infecciones de oído acompañadas de escurrimiento de líquido por el oído, durante por lo menos tres meses.⁸

Para detectar un problema auditivo, se puede observar la conducta del niño desde que nace, a continuación, se pueden evidenciar algunas:

Figura 2. Detección de problemas auditivos en niños



Fuente: Elaboración propia.

⁸ Joint Committee on Infant Hearing (Comité Conjunto de Audición en Infantes) modificó la lista de factores de riesgo de 1990, y comenzó a denominarlos indicadores.

5.1.2 Inclusión educativa

La inclusión tiene que ver con facilitar las mismas oportunidades, derechos y obligación que deben tener todas las personas sin importar el tipo de condición que posea. Esta inclusión debe ser una normativa para que en centros educativos puedan brindar la atención a personas de población minoritaria, en este caso a personas con discapacidad auditiva, lo cual les permita el mejor desempeño, esto debe hacerse respecto a la condición que pose cada persona, sin importar la condición que tengan.

Si el docente cuenta con diversificación y dinamismo, podrá lograr que dentro de su salón de clase se pueda manejar la inclusión. Para poder contar con estas características dentro de un aula, se puede hacer uso de el manejo de nuevas técnicas y procedimientos de enseñanza, el uso variado de los materiales, la organización de diferentes dinámicas de trabajo, la selección de espacios de aprendizaje y la realización de adecuaciones al programa de trabajo contribuyen a enriquecer el grupo escolar, incluido al alumno con discapacidad auditiva⁹. Si esto se puede llegar desarrollar dentro de un entorno de clases, se pretende que también se pueda contar con la inclusión en todo lugar.

Todos los docentes, amigos, familiares, que rodean a las personas sordas, se convierten en un apoyo incondicional para ellos, dado que, ayudan a que puedan contar con mejor y rápida adaptación al entorno que se enfrenten.

5.1.3 Motor y entorno de desarrollo para aplicaciones

A continuación, se dan a conocer los diferentes tipos de motores de desarrollo que existen para la creación de aplicaciones móviles. Entre ellos Android Studio, el cual es un IDE oficial de Google, es por esto, que el entorno facilita encontrar nuevas librerías, dado que, trabaja con directrices de Google. Es un poco difícil de configurar, pero cuando se logra, permite la una rapidez eficiente a su vez cuenta con una interfaz de usuario amigable a la vista, siendo muy útil.

⁹ Consejo nacional de fomento educativo, "Guía didáctica para la inclusión en educación inicial y básica". Disponible en Internet: https://www.educacionespecial.sep.gob.mx/2016/pdf/discapacidad/Documentos/Atencion_educativa/Auditiva/3discapacidad_auditiva.pdf

Se pueden desarrollar desde juegos hasta servicios y herramientas de productividad, si se necesita algo más potente, se puede hacer uso de librerías adicionales

Así mismo, se puede encontrar el IDE de Eclipse, que principalmente se recomienda para el desarrollo de aplicaciones, hace que la experiencia de usuario sea un poco más lenta y existan cierta tendencia a los errores. Se recomienda que los que utilicen este IDE migren hacia Android Studio, ya que, cuenta con mayores características para los desarrollos

De igual manera, existe un motor y entorno de desarrollo denominado Unity, el cual está especializado en la creación de video juegos de multiplataforma de todo tipo, desde simple juegos, hasta la creación de grandes videojuegos entregando una realidad en tres dimensiones (3D). Este a la vez permite la interacción con lenguajes como Java o C#. Cuando se habla de desarrollo de aplicaciones, este motor debería ser el primero en estar en la lista.

5.1.4 Realidad Aumentada

El objetivo de la realidad aumentada es ampliar las imágenes que se pueden observar en la realidad, esto por medio de una cámara de algún dispositivo móvil que este estructurado para reconocerla.

Existen 3 formas de presentar los soportes de esta, el primero de ellos es la Gestión de Realidad Aumentada (RA) en computador tradicional, donde lo que reconoce la RA, es la cámara que se le adjunta al computador. Esta información es añadida mediante diferentes tipos de aplicaciones. El segundo soporte es la Gestión de Realidad Aumentada en equipo portátil, donde los dispositivos móviles avanzados, ahora son pequeñas mini computadoras que ya incorporan la cámara de los dispositivos móviles. Y el ultimo, que es la Gestión de Realidad Aumentada con equipos específicos, esto hace referencia a poder observarla mediante gafas especiales.

Algunas de las características principales para la realidad aumentada, es determinar un marcador, una etiqueta o un código, para que el momento que se escanee, se pueda observar esta realidad aumentada, así mismo, si se desea interactuar con geo localización se debe tener el GPS prendido, para que pueda encontrar las ubicaciones necesarias, de igual manera, si se necesita acceder a algún portal en Internet se debe contar con esta

característica dentro de la realidad aumentada para que permita ejecutar las aplicaciones necesarias.

5.1.5 Código QR

Hace años la mayoría de productos contaban con los famosos códigos de barras el cual era pasado por un láser el cual permite identificar el producto y poder evidenciar que características necesarios como el precio de este, facilitando así el proceso de cobro y minimizando los errores humanos. Este código se basa en un conjunto de líneas verticales de distinto grosor y espaciado, que lo que poseen en una información específica. Pero hoy en día, se observan pocos, esta técnica ha evolucionado hacia códigos que cuentan con una estructura diferente y que puedan almacenar mucha más información.

Un código QR, es un “sistema para almacenar información de una matriz de punto o un código de barras bidimensionales, que se pueden presentar en formas impresa o digital y son interpretables por cualquier aparato que pueda captar imágenes y cuenten con el software adecuado”¹⁰. Su nombre viene de (quick reponse), lo cual hacer referencia a respuesta rápida, ya que, se quería que se pudiera decodificar en alta velocidad.

Este código tiene una forma cuadrada y se puede identificar, dado que, cuenta con patrones de cuadros en 3 de sus 4 esquinas. Puede leer diferentes tipos de archivos, como imágenes, ver un video, escuchar una canción. Así como existen este tipo de códigos qr, también pueden encontrarse con barras circulares, denominados (shotcode), que cuentan con bloques blancos y negros que representan URL's pero igual de poderosos a los cuadrados.

5.2 MARCO CONCEPTUAL

En seguida se hace una contextualización de los principales términos necesarios para el proyecto.

¹⁰ Huidobro. J. Codigo qr. [En línea], enero de 2009. Disponible en Internet: <https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1NS6XZ211-1V8WNZ2-2555/Microcodigos%20qr.pdf>

5.2.1 Persona Sorda.

Se concibe a la persona sorda, como integrante de una comunidad lingüística que es minoritaria y que comparte valores culturales, hábitos y modos de socialización propios¹¹. Esto quiere decir, que al igual que las personas oyentes cuentan con su propia comunicación, cultura y demás aspectos lingüísticos con los que viven a diario.

5.2.2 Lengua de señas.

En Colombia la lengua propia de las personas sordas es reconocida como la lengua de señas colombiana, dicha lengua no es universal dado que, esta ha surgido dependiendo de las características propias de cada cultura, entonces solo existe la lengua de señas colombiana, sino que también pueden encontrarse más, un ejemplo podría ser, la lengua de española, lengua de señas chilena, entre otras.

5.2.3 Cultura sorda.

Al igual que las personas oyentes, la cultura de las personas sordas no es muy diferente, ya que, son las creencias, valores, prácticas compartidas y de producciones culturales tales como narraciones, cuentacuentos, humor, juegos de palabras, poesía en lengua de señas, artes dramáticas y mimo, escultura, pintura, fotografía y cine que tratan sobre las experiencias de las personas sordas.

¹¹ SERNA, Héctor. La educación para estudiantes sordos desde el direccionamiento del proyecto educativo institucional, los resultados del índice de inclusión y el plan de mejoramiento en la institución educativa Juan. Cadavid del municipio de Itagüí. [En línea], 1 de junio de 2015. Disponible en Internet: <http://dspace.tdea.edu.co/bitstream/tda/121/1/EDUCACION%20DE%20ESTUDIANTE%20SORDOS.pdf>

A continuación, se hace una contextualización de los términos técnicos que son utilizados en el proyecto.

5.2.4 Maxst AR Sdk.

Es un motor AR multiplataforma que proporciona las características y entornos que necesita para desarrollar su aplicación de realidad aumentada. Permite la creación de rastreador instantáneo, visual SLAM, rastreador de objetos, rastreador de imágenes, marcador de seguimiento, rastreador de código QR, lector de código de barras / QR y reconocedor en la nube¹², además, cuenta con una fácil implementación de efectos visuales y se puede obtener una versión de licenciamiento paga o gratuita.

5.2.5 Unity.

Es un motor de desarrollo para la creación de juegos y contenidos 3D interactivos, con las características que es completamente integrado y que ofrece funcionalidades para facilitar el desarrollo de videojuegos¹³. Ofrece su versión gratuita y paga, en Unity se puede compilar diferentes plataformas como en WebGL, Android, iOS, Xbox One, PS4, entre otras.

5.2.6 Android Studio.

Es el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android y se basa en IntelliJ IDEA. Además del potente editor de códigos y las herramientas para desarrolladores de IntelliJ, Android Studio ofrece aún más funciones que aumentan tu productividad durante la compilación de apps para Android¹⁴, este entorno debe ser instalado para poder compilar la aplicación (.apk) en el motor de desarrollo de Unity.

¹² Maxst, SDK de AR, [En línea], 17 de mayo de 2019. Disponible en Internet: <http://maxst.com/#/en/arsdk>

¹³ Zenva, Sabes que es Unity, [En línea], 17 de mayo de 2019. Disponible en Internet: <https://deideaaapp.org/sabes-que-es-unity-descubrelo-aqui/>

¹⁴ Developers, Conoce Android Studio, [En línea], 17 de mayo de 2019. Disponible en Internet: <https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419>

5.2.7 Visual Studio.

Es un conjunto de herramientas de desarrollo para la generación de aplicaciones web ASP.NET, Servicios Web XML, aplicaciones de escritorio y aplicaciones móviles¹⁵. Es utilizado para la creación de los *scripts* para el motor de desarrollo de Unity.

5.2.8 Realidad aumentada.

Una descripción de alto nivel del funcionamiento de la realidad aumentada es mostrada en la Figura 1: la tecnología actúa como una lente a través de la cual se ve el mundo físico (básicamente gente, lugares y cosas). La gran capacidad de esta lente, que es el sistema de realidad aumentada, es la de superponer sobre el entorno físico información digital relevante con el contexto en el que se encuentra la persona que está «mirando». Esta información generalmente se encuentra en la nube, es decir, en la red¹⁶.

Figura 3. Que es realidad aumentada



Fuente: Telefónica, “Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo”. [En línea], 29 de mayo de 2019. p. 11. Editorial Ariel

¹⁵ Msnnoticias, Qué es y para qué sirve visual studio, [En línea], 17 de mayo de 2019. Disponible en Internet: <https://www.msn.com/es-cl/noticias/microsoftstore/%C2%BFqu%C3%A9-es-y-para-qu%C3%A9-sirve-visual-studio-2017/ar-AAAnLZL9>

¹⁶ Telefónica, “Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo”. [En línea], 29 de mayo de 2019. Disponible en Internet: <https://es.scribd.com/document/381990846/Realidad-Aumentada-Completo-pdf>

5.3 MARCO LEGAL

A continuación, se da a conocer las leyes que enmarcan a este proyecto.

5.3.1 Ley estatutaria No 1618 de 2013.

Por medio de la cual se establecen las disposiciones para garantizar el pleno ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad, el artículo que es necesario nombrar es el No 11, el cual hace referencia al derecho a la educación, en su ítem 2f, el cual dice que se debe “Emprender o promover la investigación y el desarrollo, y promover la disponibilidad y el uso de nuevas tecnologías, incluidas las tecnologías de la información y las comunicaciones, ayudas para la movilidad, dispositivos técnicos y tecnologías de apoyo adecuadas para las personas con discapacidad”.¹⁷

5.3.2 Ley 324 de 1996.

Por la cual el congreso de Colombia crea algunas normas a favor de la Población Sorda. El artículo que es necesario nombrar es el No. 6, el cual decreta que “El Estado garantizará que en forma progresiva en instituciones educativas y formales y no formales, se creen diferentes instancias de estudio, acción y seguimiento que ofrezcan apoyo técnico-pedagógico, para esta población, con el fin de asegurar la atención especializada para la integración de estos alumnos en igualdad de condiciones.”¹⁸

5.3.3 Acuerdo 029 del 2015.

Por el cual se adopta la política institucional de educación inclusiva, para la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, cabe resaltar en su Artículo No 2, “acuerda que se deben desarrollar procedimientos académicos administrativos que viabilicen el ingreso, permanencia y graduación de los grupos poblacionales definidos en el acuerdo”¹⁹, entre ellos personas con discapacidad auditiva.

¹⁷ CONGRESO DE COLOMBIA, Ley estatutaria No. 1618. Artículo 11 ítem 2f. Bogotá D.C. 2013. p. 8.

¹⁸ CONGRESO DE COLOMBIA, Ley 324 de 1996, Artículo 6. Bogotá D.C. 1996. p. 5.

¹⁹ UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Acuerdo 029 del 2015, Artículo 2. Tunja. 26, mayo, 2015.

5.3.4 Decreto 1421 del 2017.

Por el cual se reglamenta en el marco de la educación inclusiva la atención educativa a la población con discapacidad, es notable conocer la sección 2 Artículo 2.3.3.5.1.4., la cual hace referencia a la atención educativa a la población con discapacidad en cuanto a la accesibilidad optando por “medidas pertinentes para asegurar el acceso de las personas con discapacidad, en igualdad de condiciones con las demás, al entorno físico, el transporte, la información y las comunicaciones, incluidos los sistemas y las tecnologías de la información y las comunicaciones, y a otros servicios e instalaciones. Estas medidas, incluirán la identificación y eliminación de obstáculos y barreras de acceso, de movilidad, de comunicación y la posibilidad de participar activamente en todas aquellas experiencias para el desarrollo del estudiante, para facilitar su autonomía y su independencia”.²⁰

5.4 ESTADO DEL ARTE

A continuación, se dan a conocer algunas aplicaciones y proyectos que se han desarrollado con realidad aumentada y lengua de señas colombiana.

El Grupo de Ambientes Inteligentes Adaptativos (GAIA) de la Universidad Nacional de Colombia (U.N.) Sede Manizales²¹, crearon una aplicación que guía a personas sordas en recorridos turísticos, cuyo objetivo es el de ayudar a la población sorda a conocer detalles de los lugares más representativos de Manizales. Con la finalidad de aprovechar las técnicas de realidad aumentada para identificar la posición geográfica del lugar donde se encuentra el usuario y desplegar automáticamente los contenidos multimedia que se le han asociado, como el video, en el que un intérprete de LSC explica las características del sitio.

²⁰ El presidente de la república de Colombia, decreto 1421 de 2017 en su sección 2, Artículo 2.3.3.5.1.4. Definiciones. Bogotá D.C. 2017. p. 4.

²¹ Unimedios, App guía a personas sordas en recorridos turísticos. [En línea], 24 de mayo de 2019. Disponible en Internet: <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/app-guia-a-personas-sordas-en-recorridos-turisticos.html#>

Franco y Salgado²², realizaron un prototipo de una aplicación que contiene un varios módulos entre ellos está el ayuda, el test inicial que permite observar los conocimientos previos, así mismo, un módulo de Iniciación en lengua de señas para la conceptualización general de la lengua de señas, también cuenta con el módulo de alfabeto dactilológico para tener habilidades de deletreo, junto con el módulo de palabras y conceptos que permite que aprendan diferentes señas, de igual manera con el módulo de escenarios y frases para que aprendan a decir frases cortas y por último, un test final el cual permite evaluar los conocimientos adquiridos junto con un diccionario por si desean consultar algunas palabras. Con la finalidad de ayudar al aprendizaje de esta lengua colombiana. La idea de la creación del prototipo es muy buena, porque ayuda a las personas aprender la LSC de una forma directa; se diferencia con este trabajo en que se va a desarrollar una aplicación para adquirir el conocimiento de nuevas cosas pero indirectamente, porque para esto ya deben saber la LSC, lo que se pretende dar a conocer es una orientación de guía dentro de una universidad en pero que se rija a partir de la LSC.

Para Burbano y Núñez²³, su aplicación pretende hacer uso de la tecnología para poder enseñar la lengua de señas de una forma didáctica, incluyendo imágenes y dibujos del abecedario, números, saludos, entre otros aspectos. Para poder implementar dichas características, cuentan con el objetivo principal que es diseñar y desarrollar una aplicación móvil nativa bajo plataforma Android que permita enseñar a la comunidad de manera dinámica y muy práctica el lenguaje de señas característico de la comunidad lingüística minoritaria de personas con problemas auditivos. Esto con la finalidad de dar una solución tecnológica que contribuya el esparcimiento y enseñanza de esta lengua. La aplicación que aquí implementan, es muy parecida a la que se pretende incorporar, dado que, se quiere hacer que el del desplazamiento de las personas sordas dentro de la universidad sea de una forma didáctica y facil, mas no del aprendizaje como tal de la LSC.

²² Udistrital, repositorio fuera de línea [En línea], Consultado el [24 de mayo de 2019]. Disponible en Internet: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/13480/7/FrancoSastreErikaFernanda2018.pdf>

²³ Burbano Luna, Carlos. Núñez Sanabria, Maura. SIGNAPP Aplicación para enseñar dinámicamente el lenguaje de señas. [En línea], septiembre 2016. Disponible en Internet: <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/18197/1/1080262383.pdf>

Bernal, Salamanca y Cañon²⁴, inventaron un Prototipo de aplicación en Android para el aprendizaje del alfabeto dactilológico para Colombia, denominado “Manos que hablan”, tiene como finalidad poder enseñar a través de dispositivos móviles el alfabeto dactilológico colombiano, permitiendo a cualquier persona sin distinción de edad o condición, aprender desde su dispositivo móvil el lenguaje de las personas con limitaciones orales o auditivas.

Según Cely, Forero y Guerrero²⁵, crearon una aplicación móvil para la práctica de la Lengua de Señas Colombiana, denominada LSC App, cuyo objetivo es desarrollar una aplicación móvil que permita la práctica del diccionario básico de la lengua de señas colombiana, integrando técnicas de identificación y el reconocimiento de gestos. Adicionalmente, la aplicación integra la funcionalidad de un algoritmo de reconocimiento de imagen donde la persona captura la foto de su mano, realizando una seña estática, y por consiguiente la aplicación determina la probabilidad si la seña realizada es correcta o no. Dicho esto, tiene la finalidad de difundir el LSC en aquellas personas que la desconocen, favoreciendo el acercamiento de la población sorda rompiendo las barreras de comunicación.

Según Callejas, Quiroga y Alarcón²⁶, en su investigación se presenta el desarrollo de una aplicación que integra las tecnologías móviles, la realidad aumentada y la industria del turismo en un lugar geográfico específico. Todo lo anterior, porque el turismo es mínimamente explotado por la falta de la información. Entonces para tal fin, se implementa una capa en Layar con los principales puntos de interés turístico y se crea un sitio Web para administrar la información relacionada con cada uno de ellos. La implantación se puede hacer en dispositivos con sistemas operativos como iOS, Android y Symbian.

²⁴ Bernal Zamora, Leonardo. Salamanca Valenzuela, Oscar. Cañon Rodríguez, Víctor. Manos que hablan, prototipo de aplicación en Android para el aprendizaje del alfabeto dactilológico para Colombia, [En línea], 2013. Disponible en Internet: <https://www.researchgate.net/publication/275581354>

²⁵ Cely Báez, Marvin. Forero Gómez, Sergio. Guerrero Aragón, José. LSC App: aplicación móvil para la práctica de la lengua de señas colombiana. [En línea], 2018. Disponible en Internet: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/40940>

²⁶ Alarcón, Andrea. C. Callejas, Mauro. Quiroga, Juan. G. Ambiente interactivo para visualizar sitios turísticos, mediante realidad aumentada implementando layar. [En línea], diciembre 2016. Disponible en Internet: <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v21n2/v21n2a05.pdf>

Asteroid Technologies²⁷, desarrolló una aplicación gratuita, para ayudar a aquellas personas con dificultades para comunicarse verbalmente y con problemas auditivos a incluirse en la sociedad y manejarse cotidianamente con mayor facilidad. Cuenta con funciones como, conversor de texto a voz, para que el celular hable por usted, conversor de voz a texto, para que pueda leer lo que dicen las personas a su alrededor, función para agrandar la letra, botones de acceso rápido a frases de emergencia, para que no pierda tiempo escribiéndolas, un botón explicativo, para que las personas con las que se quiere comunicar comprendan cómo funciona la aplicación, así mismo, la creación de botones personalizados con datos personales y por último, la pantalla de pictogramas para quienes no estén alfabetizados. Esta aplicación es muy interesante, dado que, permite la interacción entre la persona sorda y la persona oyente, pero para el proyecto que se va a realizar, se quiere contar con otro enfoque, dado que, no se pretende hacer un traductor, sino contar con otro tipo de herramientas dinámicas pero a la vez eficaces como la realidad aumentada para implementar la aplicación.

La Universidad de Bellas Artes de Roma²⁸, realizó un proyecto dedicado al cine para sordos. El documental de Giulia Zumpano fue proyectado en el Istituto statale Sordi en Roma, en via Nomentana 54 a las 5pm. La película es coproducida por RUFA y titulada "Dialoghi da dietro le quinte" (Diálogos entre bastidores). La visión, organizada por CINEDEAF, es la primera y única experiencia italiana dirigida a mejorar la producción cinematográfica como una forma de expresión del potencial de las personas sordas. Es un documental muy importante, tanto desde el punto de vista social como humano. La película, que también representa el trabajo de tesis del alumno supervisado por el profesor Christian Angeli, cuenta la historia de Dario Pasquarella, director y actor de teatro para sordos, y su compañía. Es un proyecto muy importante de carácter social, porque lo que se pretende es intentar lograr la integración entre la comunidad de sordos y la audiencia, utilizando tanto el lenguaje de señas como el hablado.

²⁷ Asteroid Technologies. Creación de la aplicación Háblalo, [En línea], octubre 2018. Disponible en Internet: https://play.google.com/store/apps/details?id=appinventor.ai_mateo_nicolas_salvatto.Sordos&hl=es_CO

²⁸ RUFA. Proyecto dedicado al cine para sordos. [En línea], 03 de mayo de 2019. Disponible en Internet [<https://www.unirufa.it/en/2019/05/03/rufa-ha-co-prodotto-un-progetto-dedicato-al-cinema-per-non-udenti/>]

6. METODOLOGÍA

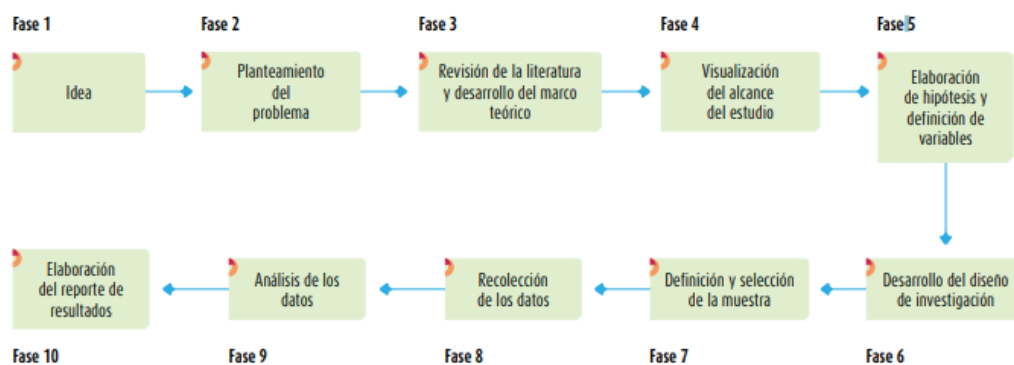
A continuación se da a conocer tanto la metodología de la investigación, como la metodología del desarrollo del software.

6.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En esta sección, se da a conocer la metodología que se va a implementar a lo largo del proyecto, esta fue referenciada del libro de metodología de la investigación de Roberto Hernández Sampieri.

Se va a trabajar con un enfoque cuantitativo, dado que, se pretende seguir un orden secuencial y probatorio. Como lo dice Sampieri en su libro “El orden es riguroso, aunque desde luego, se puede redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica.”²⁹. A continuación, se dar a conocer las fases que comprende este tipo de enfoque y que la mayoría se llevaron a cabo en el desarrollo de este proyecto.

Figura 4. Fases del enfoque cuantitativo



Fuente: Hernández, S. Metodología de la investigación, 6a edición. [En línea]. 2014. p.5. ISBN: 978-1-4562-2396-0

²⁹ Hernández, S. Metodología de la investigación, 6ª edición. [En línea]. 2014 Disponible en Internet [<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>]

A parte de ser un enfoque cuantitativo, va ser una investigación de tipo descriptivo, dado que, “busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice”²⁸, permitiendo así, llegar a describir las tendencias de un grupo, en este caso la población de las personas sordas, que ingresan la sede central de UPTC.

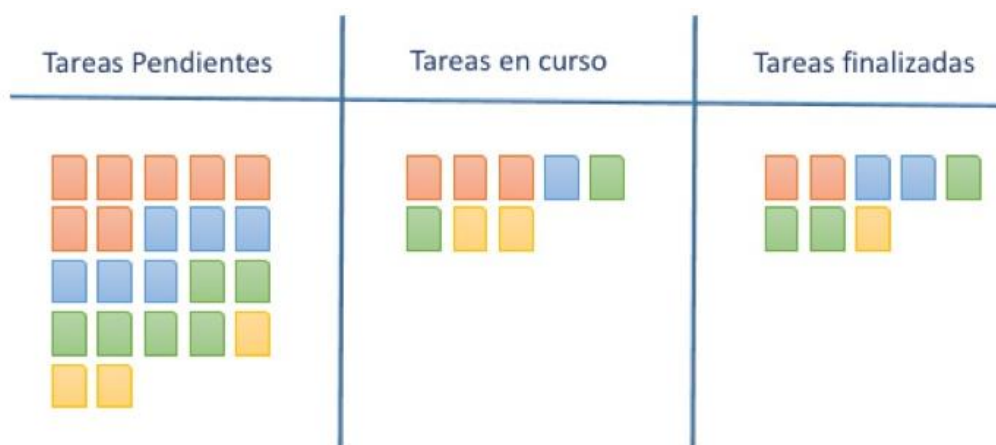
6.2 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE

A continuación, se puede evidenciar la metodología del desarrollo del software utilizado en el proyecto.

Se empleó una metodología ágil y flexible denominada Kanban, dado que, en comparación con otras, se adecuaba a la hora de querer desarrollar las etapas de la aplicación. Además, permite la observación de los flujos de trabajo de forma visual, además posibilita indicar y comprender las reglas del proceso detectando cuellos de botella y aprovechando las oportunidades de mejora.

La utilización de esta metodología fue muy útil para este proceso, dado que, como eran varias tareas, se podían ver las tareas pendientes, las que están en curso y por ultimo las finalizadas, permitiendo así observar cómo va el desarrollo del proyecto. A continuación, se puede evidenciar como trabaja.

Figura 5. Metodología Kanban



Fuente: Metodología de Kanban. [En línea], 7 de abril de 2018.

7. DESARROLLO

A continuación, se podrá evidenciar la información general y el paso a paso del desarrollo del proyecto. Así mismo, cabe resaltar que es este capítulo utiliza la metodología de desarrollo de software Kanban, la cual está planteada en el capítulo 6. Se empieza a definir las tareas necesarias como los requisitos, la arquitectura de software, las tareas que comprenden todo el desarrollo de los 3 módulos y el administrador. Por consiguiente, se va a poder evidenciar la ejecución de cada una por aparte y observar en qué fase se encuentra, si esta en pendiente, en curso y las finalizadas, esto permite que el desarrollo sea más eficiente.

7.1 INFORMACIÓN GENERAL

LSCUPTC es una aplicación móvil para celulares Android, cuyo propósito es facilitar el desplazamiento de las personas sordas dentro de la sede central de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Dicha aplicación está dividida en 3 módulos, el primero tiene que ver con la señalización de los edificios en LSC, el segundo con las rutas para el desplazamiento dentro de la universidad con Google Maps y el ultimo, con la descripción de dependencias principales en un video haciendo el escaneo de un código QR.

7.1.1 Requisitos funcionales y no funcionales.

A continuación, se pueden observar los requisitos funcionales y no funcionales, los cuales fueron aceptados para la realización del proyecto.

7.1.1.1 Requisitos funcionales. A continuación, se puede observar los requisitos funcionales del proyecto.

Tabla 3. RQF001. Visualizar nombre del edificio en LSC

RQF001: Visualizar nombre del edificio en LSC	La aplicación debe permitir la visualización de realidad aumentada en los edificios del campus, mostrando el nombre de cada uno en (LSC) lengua de señas colombiana.
RQF001.1: Identificar los edificios a ser trabajados con realidad aumentada	La aplicación permitirá que al ser escaneada la fachada de los edificios se pueda identificar el nombre de cada uno con Realidad aumentada Y LSC.
RQF001.2: Establecer la creación de señas en LSC	La aplicación debe permitir observar la seña correspondiente a cada edificio.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. RQF002. Visualizar una ruta para llegar a los edificios del campus

RQF002: Visualizar una ruta para llegar a los edificios del campus	La aplicación debe permitir la visualización de todas la rutas que lleven a un edificio, para que la persona sorda pueda identificar cual ruta quiere escoger y tener un desplazamiento autónomo.
RQF002.1: Incrustar cada una de las señas en los edificios:	La aplicación permitirá que aparte de encontrar la ruta, pueda observar la seña correspondiente en LSC para cada edificio

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. RQF003. Identificar instructivo en las dependencias de la UPTC.

RQF003: Identificar instructivo en las dependencias de la UPTC.	La aplicación debe permitir mostrar la descripción de las funciones que se realizan en cada una de las dependencias utilizando LSC cuando se escanee el instructivo.
--	--

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. RQF004. Permitir modificaciones en el módulo administrador

RQF004: Permitir modificaciones en el módulo administrador	El sistema permitirá al administrador la modificación de (agregar, eliminar) cada una de las características necesarias en los tres módulos correspondientes a la aplicación.
---	---

Fuente: Elaboración propia.

7.1.1.2 Requisitos no funcionales

A continuación, se puede observar los requisitos no funcionales del proyecto.

Tabla 7. RQNF.001. Eficiencia

RQNF.001. Eficiencia	La aplicación debe ser capaz de procesar información de cada uno de los marcadores, esto no debe superar los límites de tiempo de procesamiento que estén dentro de un rango de tolerancia muy pequeño.
RQNF.001.1. Respuesta al usuario	La aplicación debe reconocer el marcador o instructivo en de 5 segundos para que la persona sorda pueda observar el contenido.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. RQNF002. Usabilidad

RQNF002: Usabilidad	El tiempo para el aprendizaje del manejo de la aplicación para una persona sorda es de 5 minutos.
RQNF002.1: Soporte de programación.	La aplicación debe contar con manuales de usuario estructurados adecuadamente.
RQNF002.2: Interfaz adecuada	La estética de la interfaz de usuario deber ser adecuada, sin muchas acciones, solo las necesarias, en este caso debe contar con máximo 4 botones.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. RQNF003. Disponibilidad

RQNF.003: Disponibilidad	La aplicación debe tener una disponibilidad del 99,9% de las veces que la persona sorda requiera entrar a cada uno de los módulos.
------------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. RQNF004. Pruebas

RQNF.004: Pruebas	Se realizará una prueba piloto y una prueba con usuarios finales para evidenciar si funciona adecuadamente.
--------------------------	---

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. RQNF005. Escalabilidad

RQNF.005: Escalabilidad	La aplicación debe permitir la ejecución e implementación de cambio a futuro
--------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. RQNF006.Portabilidad

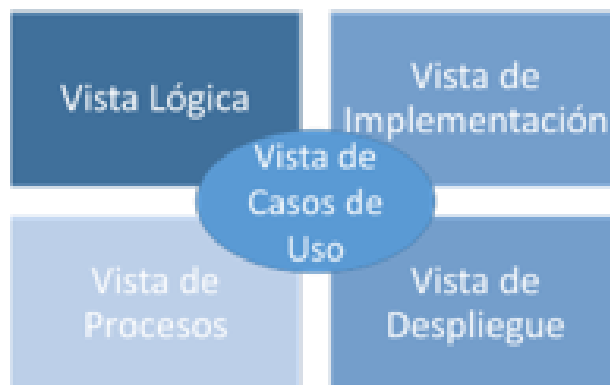
RQNF006: Portabilidad	Existe la facilidad para que el producto se pueda instalar y/o desinstalar de forma exitosa en un dispositivo celular con sistema operativo Android.
------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

7.1.2 Arquitectura de software.

La visión general de la arquitectura del proyecto es la siguiente, la cual está representada por el modelo de 4 + 1 vistas

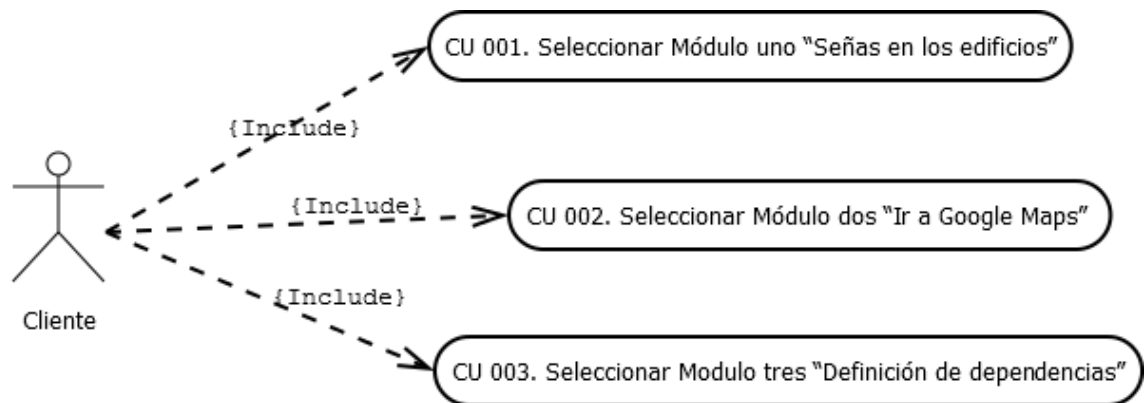
Figura 6. Modelo 4+1 vistas



Fuente: Tomada del documento de arquitectura.

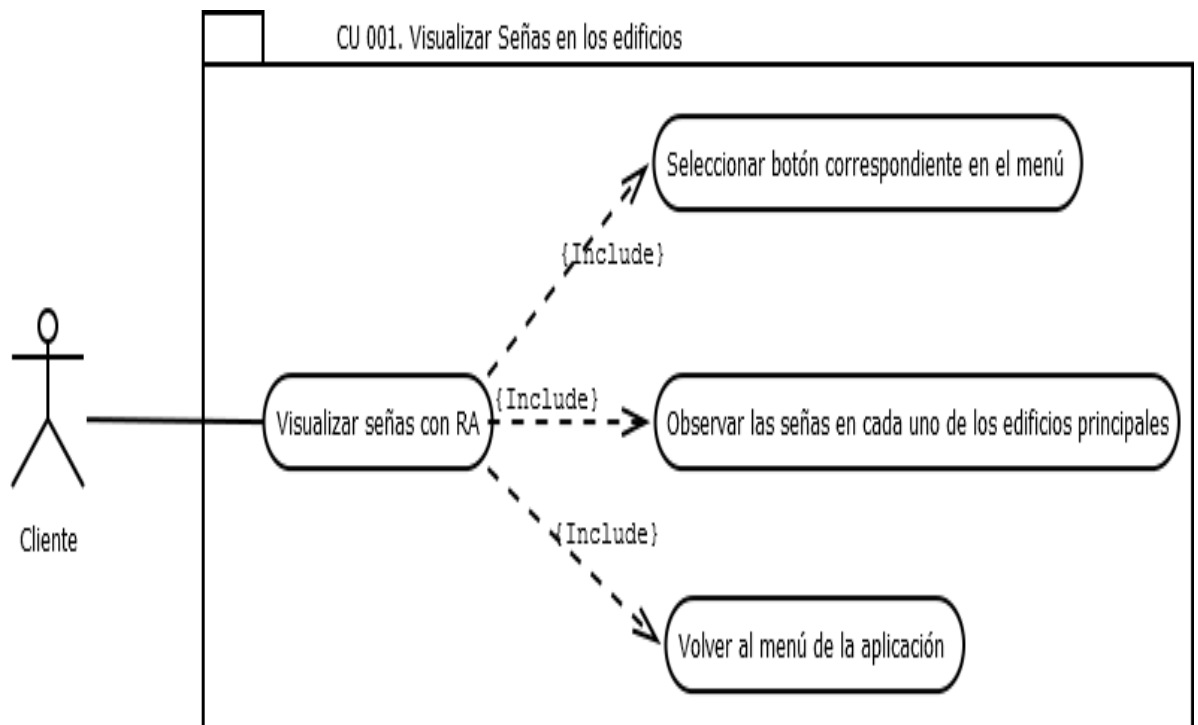
Vista de casos de uso: describe el comportamiento del sistema visto por sus usuarios finales. En este caso, se puede observar el diagrama de casos de uso para el cliente.

Figura 7. Caso de uso general del proyecto



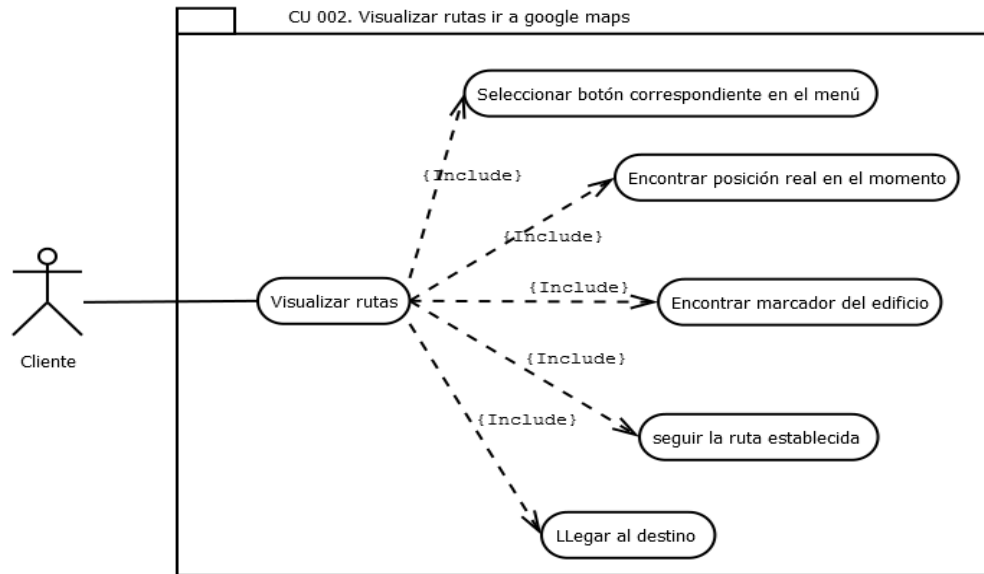
Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Caso de uso de visualizar "señas en los edificios"



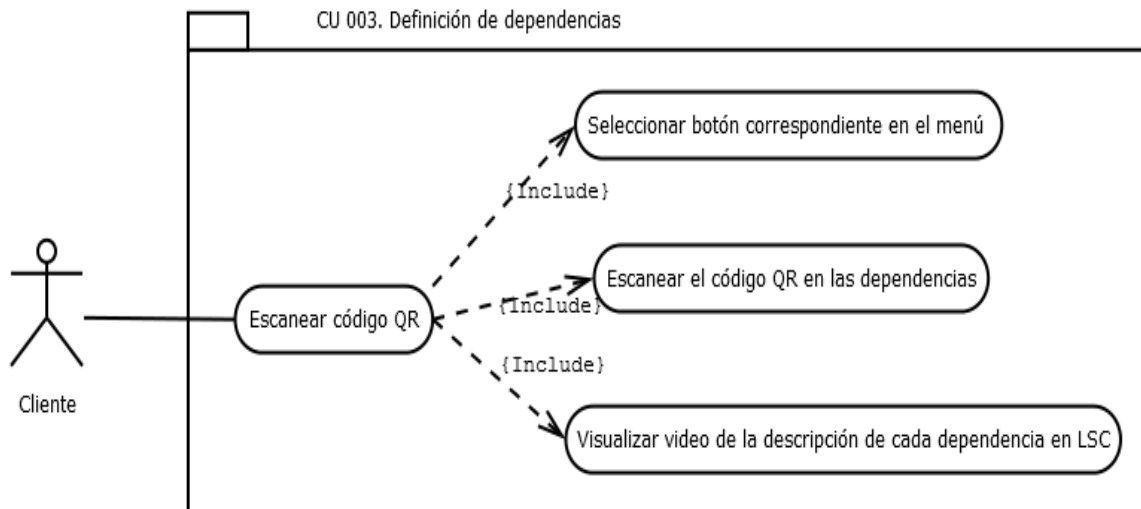
Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Caso de uso de visualizar rutas “ir a Google maps”



Fuente: Elaboración propia.

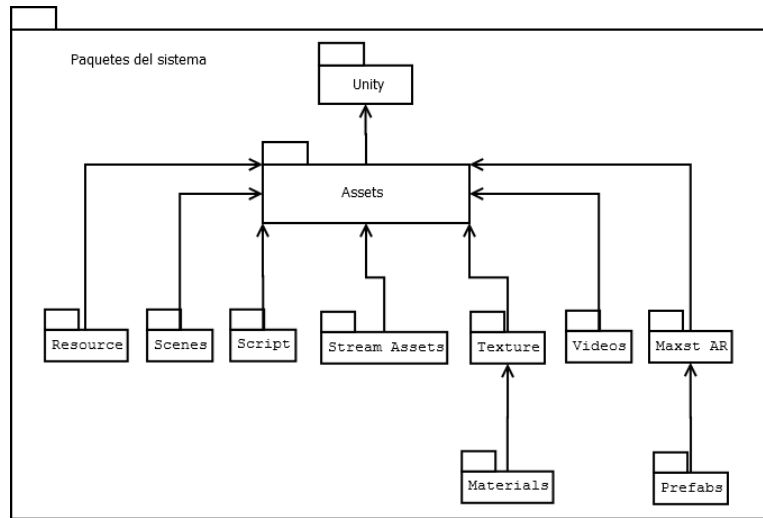
Figura 10. Caso de uso de “definición de dependencias”



Fuente: Elaboración propia.

Vista lógica: La arquitectura de esta aplicación se manejó con un sistema donde el cliente no se conecta con servicios externos, sino que se conecta directamente con las herramientas para manejarlos, como se evidencia a continuación.

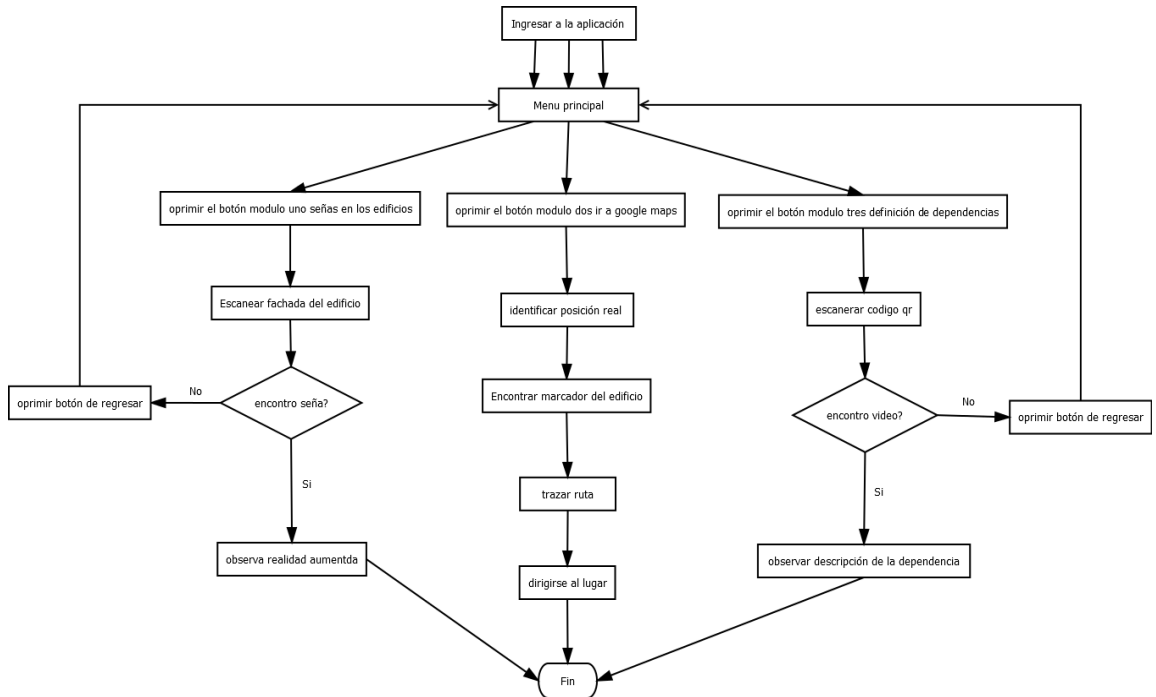
Figura 11. Diagrama de la vista lógica



Fuente: Elaboración propia.

Vista de procesos: Para la vista de procesos se realizó el diagrama de flujo con el fin de ver el curso de las actividades más importantes del sistema.

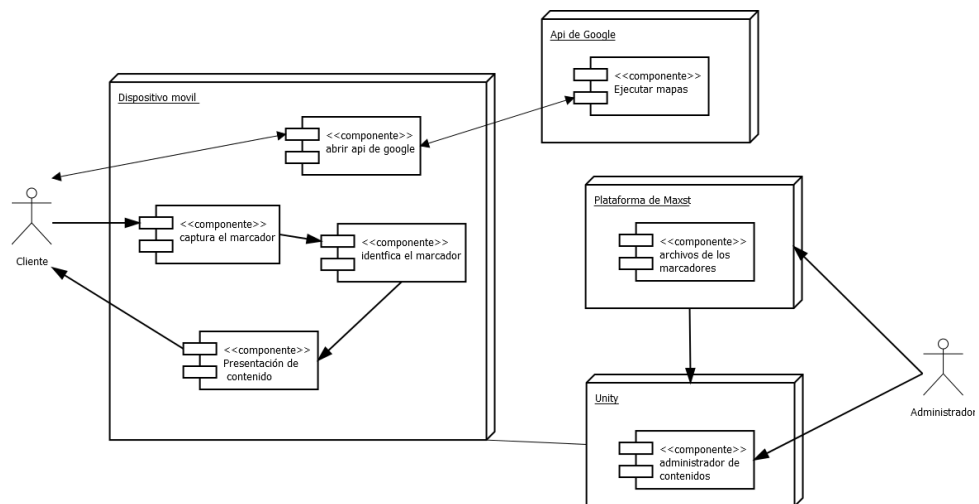
Figura 12. Diagrama de la vista de procesos



Fuente: Elaboración propia.

Vista de implementación: Esta vista se centra en la gestión de la configuración y la organización del módulo de software en el entorno de desarrollo.

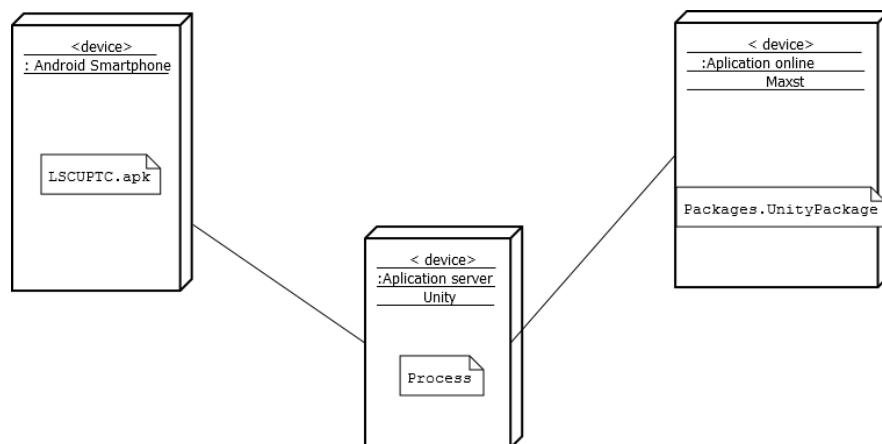
Figura 13. Diagrama de componentes



Fuente: Elaboración propia.

Vista de despliegue: Esta vista abarca los nodos que forman la topología de hardware del sistema en la que se ejecuta. Se centra en la distribución, la comunicación y el aprovisionamiento.

Figura 14. Diagrama de despliegue



Fuente: Elaboración propia.

Nota: para mayor información sobre la arquitectura consultar el documento de arquitectura de software el cual se encuentra en la lista de anexos.

7.2 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL

A continuación, se podrá evidenciar como se quedan los marcadores, los objetos en 3D y las interfaces finales.

7.2.1 Selección de los edificios y dependencias

A continuación, se da a conocer el listado de edificios y dependencias principales con los cuales se va a trabajar dicho proyecto, esto teniendo en cuenta lo investigado en el subcapítulo 3.2.2, el cual hace referencia a la delimitación geográfica.

Tabla 13. Listado de edificios y dependencias seleccionadas

Módulo 1 Señas en los edificios	Módulo 2 Ir a Google Maps	Módulo 3 Definición de dependencias
Biblioteca	Biblioteca	Actividades culturales y deportes
Bienestar Estudiantil	Bienestar Estudiantil	Ayudas audiovisuales
Cafetín Profesores	Cafetín de derecho	CEDEC
Edificio administrativo	Cafetín profesores	Consultorio de medicina general
Edificio aulas	Edificio administrativo	Consultorio de odontología
Edificio central	Edificio aulas	Promoción y prevención
Edificio derecho	Edificio central	Psicología
Edificio laboratorios	Edificio derecho	Registro y admisiones
Edificio Rafael Azula	Edificio laboratorios	
FESAD	Edificio metalurgia	
Edificio registro y admisiones	Edificio Rafael Azula	
Restaurante	FESAD	
	Edificio registro y admisiones	
	Restaurante	

Fuente: Elaboración propia.

7.2.2 Diseño de interfaces pantalla principal

En seguida, se puede observar la pantalla principal, cuando el usuario ingresa a la aplicación móvil

Figura 15. Menú principal



Fuente: Elaboración propia.

7.2.3 Módulo uno “Señas en los edificios”.

A continuación, se da a conocer los aspectos importantes del primer módulo de la aplicación.

7.2.3.1 Diseño de marcadores en Maxst y señas. El desarrollo del proyecto se va a trabajar en el editor de Unity, en el cual se va a hacer el proceso de creación de los marcadores (objetos que serán identificados en un entorno de realidad aumentada), que para este momento son las fachadas de cada uno de los edificios principales. En seguida, se realiza el proceso de subir estos marcadores a la plataforma de Maxst, para luego ser ejecutados e implementados en Unity y así, poder exportar la aplicación móvil, la cual será entregada a la persona sorda para que escanee la fachada de un edificio y pueda obtener la seña respectiva con una animación giratoria. A continuación, se pueden observar unos ejemplos de dichos marcadores.

Figura 16. Marcador edificio Registro y Admisiones



Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Marcador edificio Bienestar Estudiantil



Fuente: Elaboración propia.

7.2.3.2 **Objeto en 3D.** Para la implementación del objeto en 3D, se debe ingresar al editor de Unity, en el cual se hace el proceso de creación de los cubos, a los cuales se les asignará una textura (seña respectiva de cada edificio principal); para todo el proceso respectivo de cómo hacer la creación del cubo, en siguientes capítulos, se tendrá una explicación. Cabe resaltar que estas señas fueron creadas por autoría propia y fueron seleccionadas de las abreviaturas del nombre de los edificios, por ejemplo, Bienestar Estudiantil, está representado por las letras (be) por ende, la seña en LSC también será (be), como se puede observar en la Figura 18.

Figura 18. Señal que se encontrará en el edificio de registro y admisiones



Fuente: Elaboración propia.

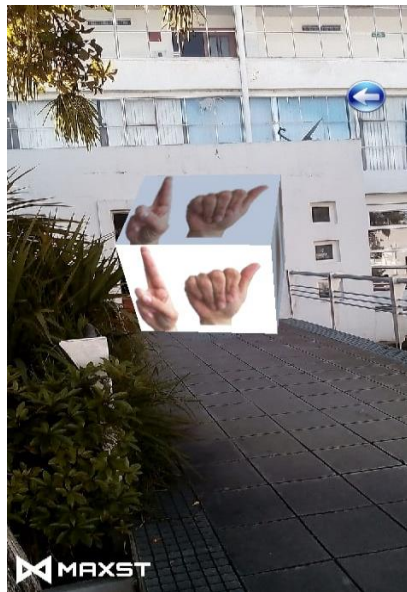
Figura 19. Señal que se encontrará en el edificio de bienestar estudiantil



Fuente: Elaboración propia.

7.2.3.3 **Diseño de interfaces.** Al ingresar al módulo de las señas, se despliega automáticamente la cámara para que la persona sorda pueda escanear cada una de las fachadas de los edificios principales y poder observar la realidad aumentada. A continuación, se evidencian unos ejemplos.

Figura 20. Escaneo del edificio registro y admisiones



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21. Escaneo del edificio bienestar estudiantil



Fuente: Elaboración propia.

7.2.3.4 **Ubicación de los marcadores de Maxst en los edificios.** Para poder identificar donde están ubicados los marcadores en los edificios principales, se creó un diseño de la universidad con los puntos respectivos (coordenadas) donde se encontrarán dichos marcadores, (este mapa lo encontrará la persona sorda en el manual de usuario).

Figura 22. Ubicación de marcadores en la Universidad



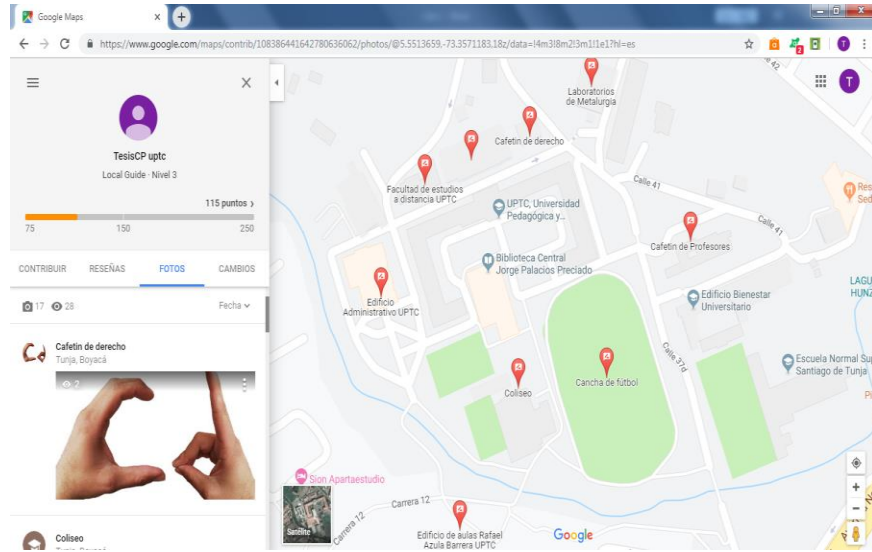
Fuente: Elaboración propia.

7.2.4 Módulo dos “Ir a Google Maps”.

En seguida, se da a conocer las partes importantes con las que cuenta el modulo dos de la aplicación.

7.2.4.1 **Creación de marcadores en Google Maps y señas.** En el mapa de Google Maps la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, no cuenta con todos los marcadores (puntos en el mapa para identificar un lugar), los cuales son necesarios para que las personas se puedan desplazar por cada uno de los edificios principales, por ende, se procede a crear cada uno de los marcadores faltantes y a agregar las fotos de la seña correspondiente, para que se puedan trazar las rutas y el desplazamiento sea más fácil dentro del campus.

Figura 23. Creación de marcadores junto con las señas respectivas



Fuente: Elaboración propia.

7.2.4.2 **Diseño de interfaces.** Al ingresar al módulo del mapa, se despliega automáticamente los mapas, dado que, fue utilizado el Api de Google para dicho módulo.

Figura 24. Api de Google Maps ubicación real en la UPTC



Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Trazado de ruta entre ubicación real (cerca al edificio R) y el edificio administrativo



Fuente: Elaboración propia.

7.2.5 Módulo tres “Definición de dependencias”.

A continuación, se podrá evidenciar los aspectos importantes de modulo tres de la aplicación.

7.2.5.1 Diseño de Marcadores en Maxst y códigos QR. Para poder implementar la realidad aumentada de este módulo, se procede a la creación de diferentes códigos QR en un plataforma gratuita, los cuales serán ubicados en la parte de afuera de las dependencias principales del campus y al igual que en el módulo uno, estos marcadores se deben subir a la plataforma de Maxst para que luego de ser procesados puedan ser reconocidos en el editor de Unity y realizar la asociación respectiva para que se convierta en un marcador identificado por la aplicación; por ende, cuando la persona sorda este utilizando la aplicación, pueda escanear el código QR y se pueda ejecutar el video correspondiente, el cual también estará dentro de un objeto de 3D.

Cabe resaltar que para la creación de los cogidos QR, fueron diseñados en una aplicación gratuita de Internet denominada “QR

Code Generator”, la cual permite la generación de características mínimas necesarias como lo son el color, que para este caso, se escogió un negro sólido, porque así permite que al escanearlo sea más eficaz. Otra característica importante es permitir que tenga estructura estática. Cuando se hizo la implementación de dichos códigos en las dependencias, se realizó la impresión en un material denominado papel calcio, el cual permite que en comparación con el papel normal, sea más resistente.

Figura 26. Código QR de cultura y deportes



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27. Código QR del consultorio de Odontología



Fuente: Elaboración propia.

7.2.5.2 **Objeto en 3D.** En la implementación del objeto 3D de este módulo, se debe ir al editor de Unity se crean los cubos y a este se le asociará el video que esta echo en LSC, esto se explica más abajo en la parte del administrador.

Figura 28. Visualización que encontrará en la oficina de cultura y deportes



Fuente: Elaboración propia.

7.2.5.3 **Diseño de interfaces.** Al ingresar al módulo de la descripción de dependencias, se despliega automáticamente la escena para que la persona sorda pueda escanear cada uno de los códigos QR que estarán a las afueras de las dependencias principales, para poder observar el video que estará solo en LSC.

Figura 29. Visualización en la dependencia de cultura y deportes en la aplicación



Fuente: Elaboración propia.

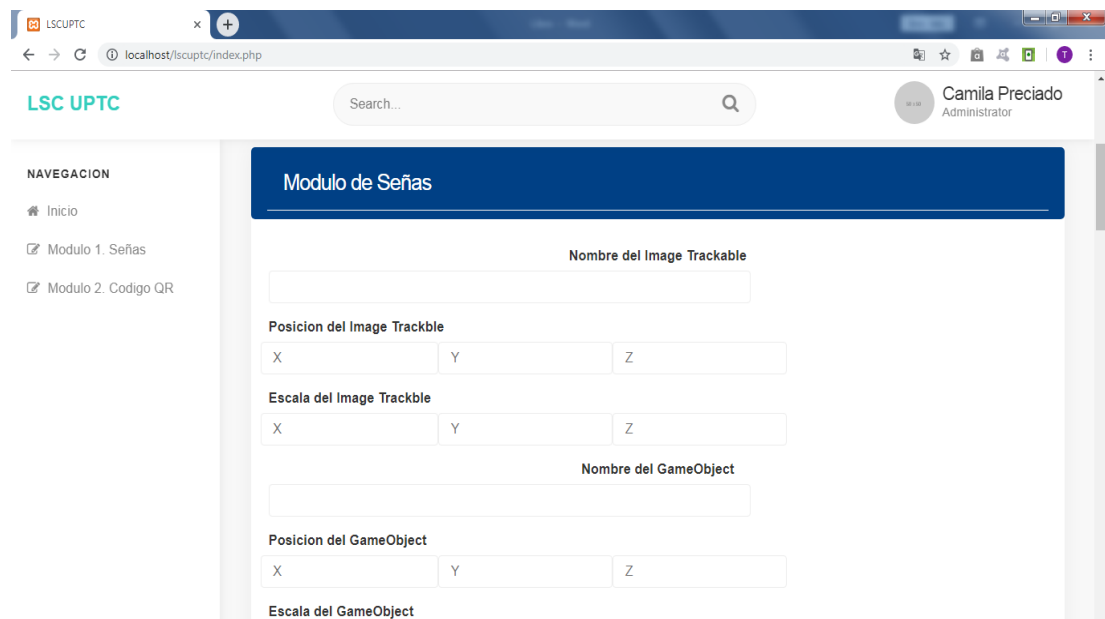
7.3 MÓDULO ADMINISTRADOR E IMPLEMENTO DE LA APLICACIÓN

A continuación, se permite observar parte de la vista lógica de la aplicación, la cual dejara evidenciar cómo se trabajó y a la vez se da a conocer el modulo administrador, el cual, permite evidenciar lo fácil que es trabajar sobre ese desarrollo, esto para que cualquier persona pueda modificar las características necesarias de los edificios, marcadores y dependencias.

7.3.1 Modulo administrador

Se empezó a crear el módulo administrador con una página web, donde permitía agregar, eliminar y modificar cada uno de los ImageTracker, GameObject, Cubos y cada una de las texturas para este; incluyendo posición y escala, todo esto para los dos módulos.

Figura 30. Diseño web



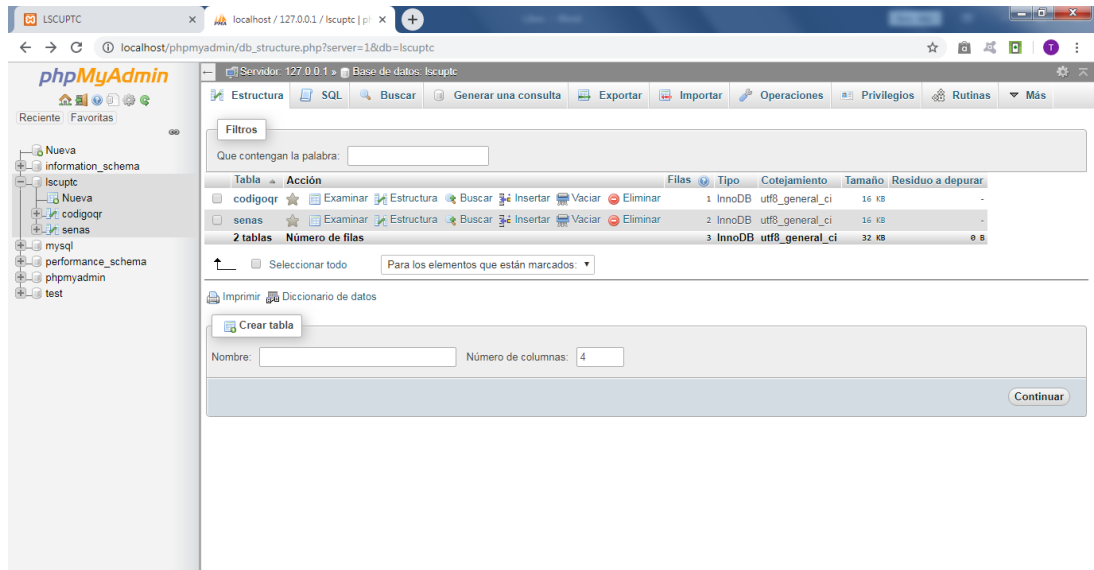
The screenshot shows a web browser window with the URL localhost/lscuptc/index.php. The page title is 'LSC UPTC'. The user is logged in as 'Camila Preciado, Administrator'. The main content area is titled 'Modulo de Señas' and contains the following form fields:

- Nombre del Image Trackable:
- Posicion del Image Trackble: X Y Z
- Escala del Image Trackble: X Y Z
- Nombre del GameObject:
- Posicion del GameObject: X Y Z
- Escala del GameObject:

Fuente: Elaboración propia.

Para poder almacenar los respectivos datos se creó una base de datos local. Donde los datos quedan almacenados en cada una de las tablas respectivas dependiendo el módulo.

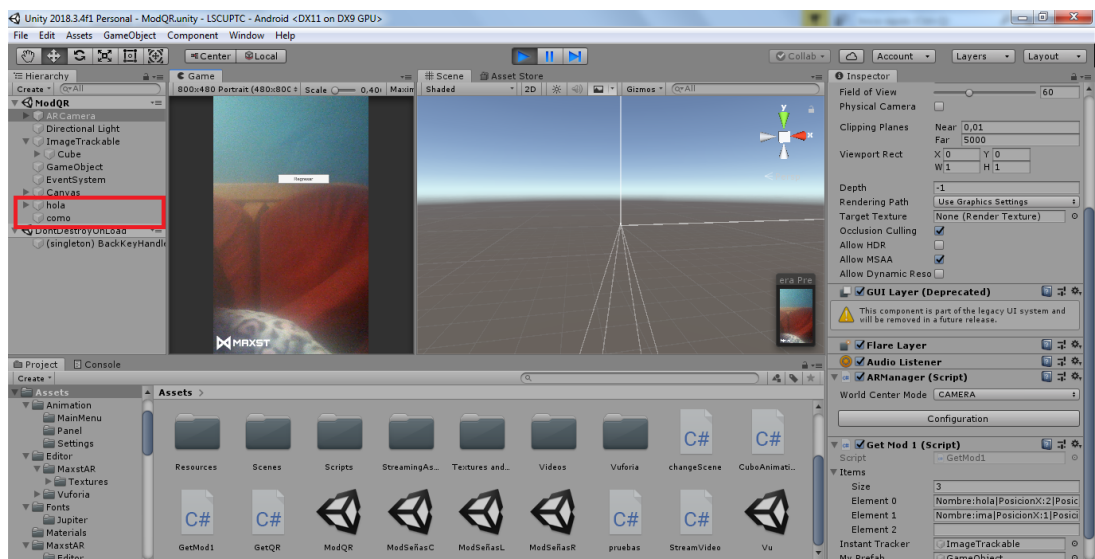
Figura 31. Base de datos



Fuente: Elaboración propia.

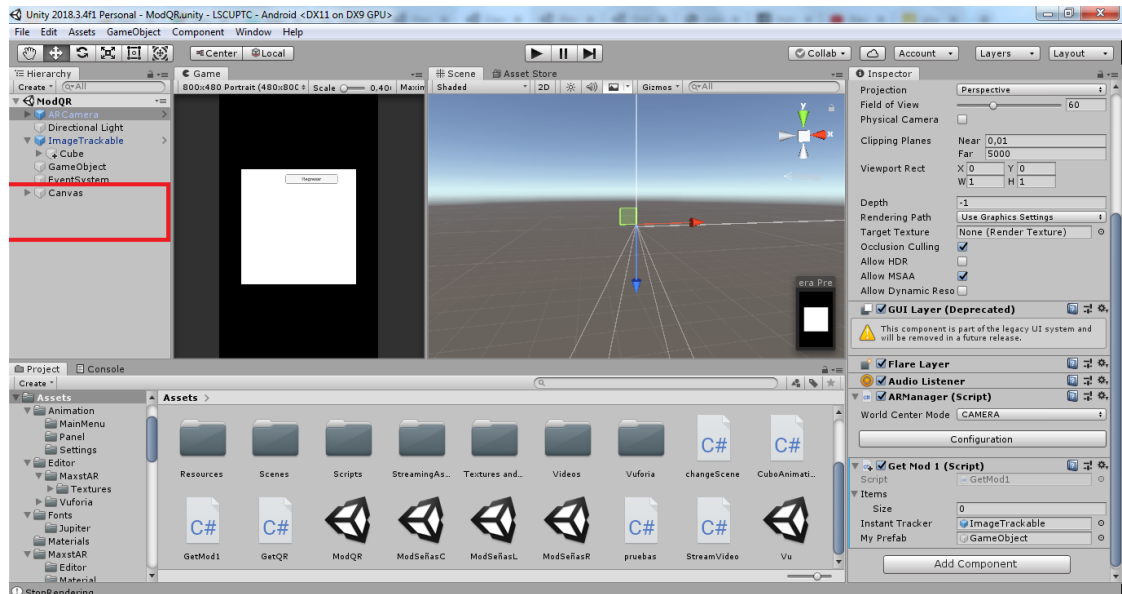
Por último, se realizó la obtención de los datos en el editor Unity, dichos datos solo se creaban a la hora de ejecutar la escena en Unity y cuando se detenía la ejecución se destruían los objetos, por ende, no serviría, dado que, al crear la aplicación (.apk) no quedarían almacenados y no funcionaría.

Figura 32. Obtención de datos en el editor de Unity en la ejecución



Fuente: Elaboración propia.

Figura 33. Eliminación de los datos en el editor de Unity.



Fuente: Elaboración propia.

Al llegar a este punto del modulo administrador, se puede evidenciar el problema como se observa en las Figuras 32 y 33.

Para empezar la búsqueda de la solución al inconveniente, se realizó una asesoría con un tutor de Unity por medio de Internet, el cual, da a conocer que el problema radica en las leyes de la herramienta de realidad aumentada Maxst, dado que, no permitía la creación directa dentro de la escena, la solución planteada por esta persona era cambiar de herramienta.

Por ende, se realizó una investigación ardua donde, si se utiliza Vuforia, la resolución de la cámara es mucho más baja en comparación con Maxst, aparte de eso, no reconocía con la misma rapidez y efectividad con lo que lo hace Maxst. Otro ejemplo, es con Wikitude, pero la versión gratuita, arroja en toda la pantalla el icono de esta empresa, por ende, no funcionaba para este proyecto y así sucesivamente, como se muestra en el anexo de selección de herramientas, por último, se pudo determinar que para este proyecto la herramienta más viable en todos los sentidos para realidad aumentada era Maxst.

Dado lo anterior, se llega a la conclusión que se debe buscar otra forma adecuada para cumplir la tarea, es por esto, que se hizo el proceso de Unity lo

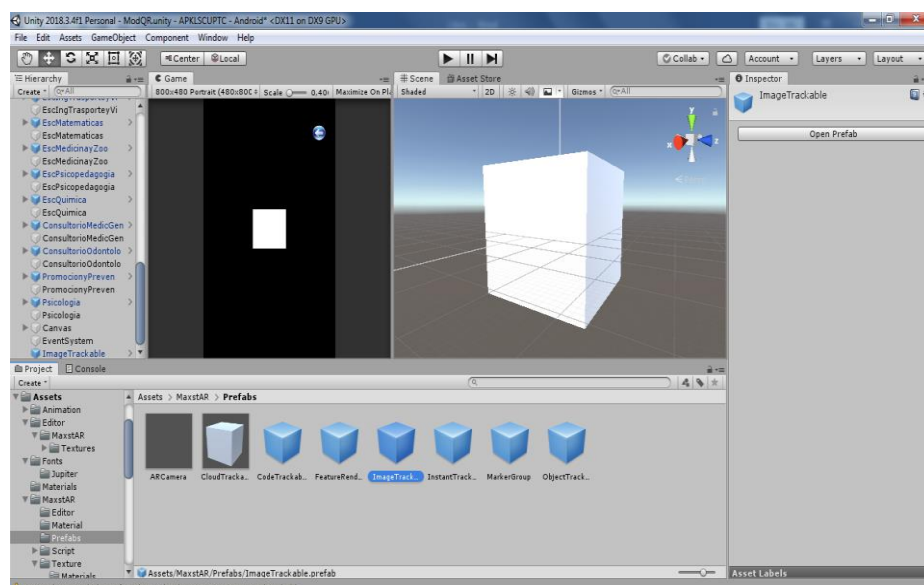
más fácil posible, para que una persona no conocedora de sistemas pueda realizar los cambios sin ningún problema, por ende, se dejó para que, solo copie, pegue o arrastre los objetos, a continuación, se da a conocer el proceso para el módulo de señas y de códigos QR.

A continuación, se podrá evidenciar una vista importante del administrador, lo que permite dar a conocer la facilidad del uso de este y evidenciar la implementación de la realidad aumentada.

7.3.1.1 Módulo uno “Señas en los edificios”

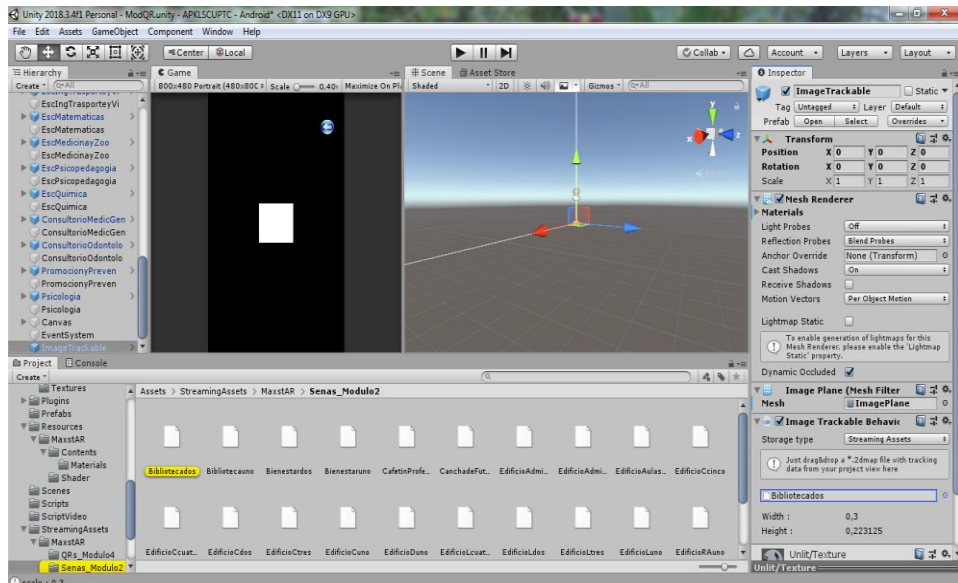
Después se debe tener el paquete incorporado de los marcadores en Unity, se debe arrastrar a la escena el Prefab (objetos reutilizables desde los recursos del proyecto) llamado ARCamera, el cual, permitirá abrir la cámara cuando se ingresa a un módulo. Luego se arrastra el Prefab denominado ImageTracker que permitirá saber en qué lugar se ejecutará la realidad aumentada, luego hacer la búsqueda del marcador (fachada del edificio) respectivo y se arrastra al ítem denominado ImageTrackableBehaviour. En ese momento, el administrador tiene el marcador en el que se va a reconocer la realidad aumentada, a continuación las Figuras 34 y 35, permite evidenciarlo.

Figura 34. Creación del ImageTracker



Fuente: Editor de Unity.

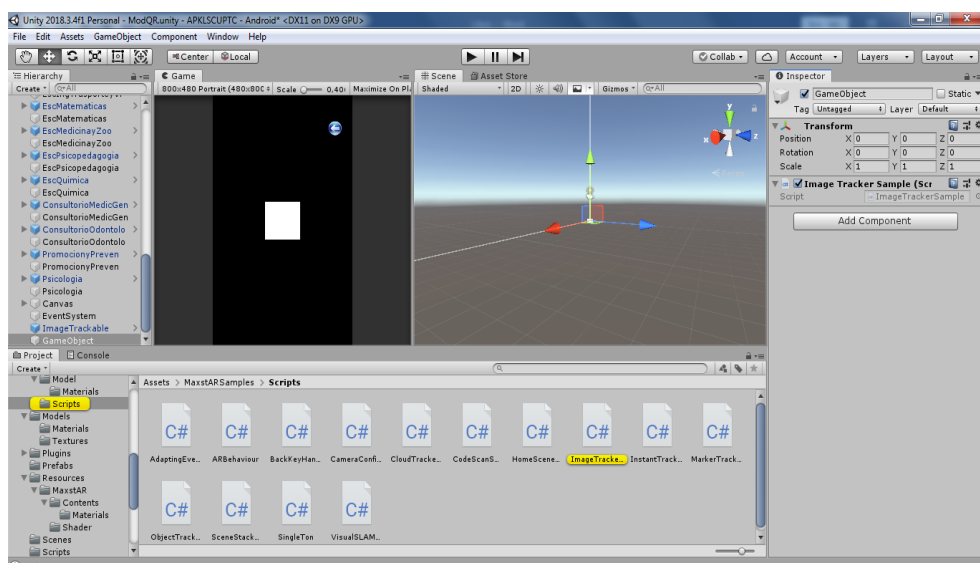
Figura 35. Agregar el marcador tipo (.2dmap)



Fuente: Editor de Unity.

Por último, se procede a la creación del GameObject vacío y se busca el *script* ImageTrackerSample, el cual se arrastrar como componente, permitiendo así la incorporación de la realidad aumentada. A continuación, se puede evidenciar.

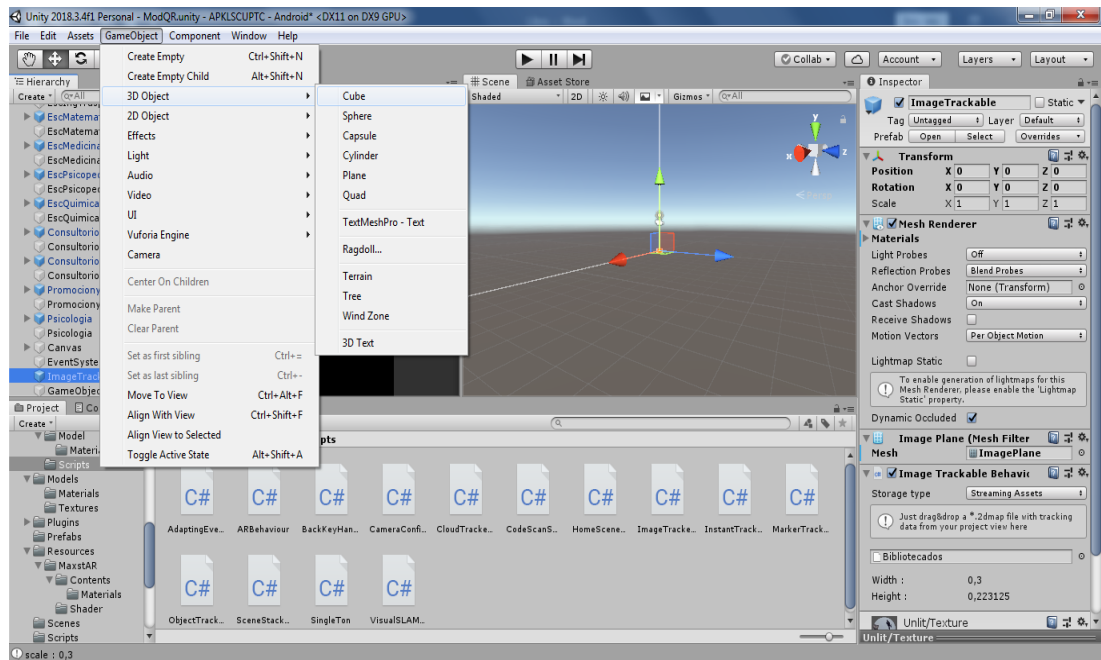
Figura 36. Creación de GameObject y su componente



Fuente: Editor de Unity.

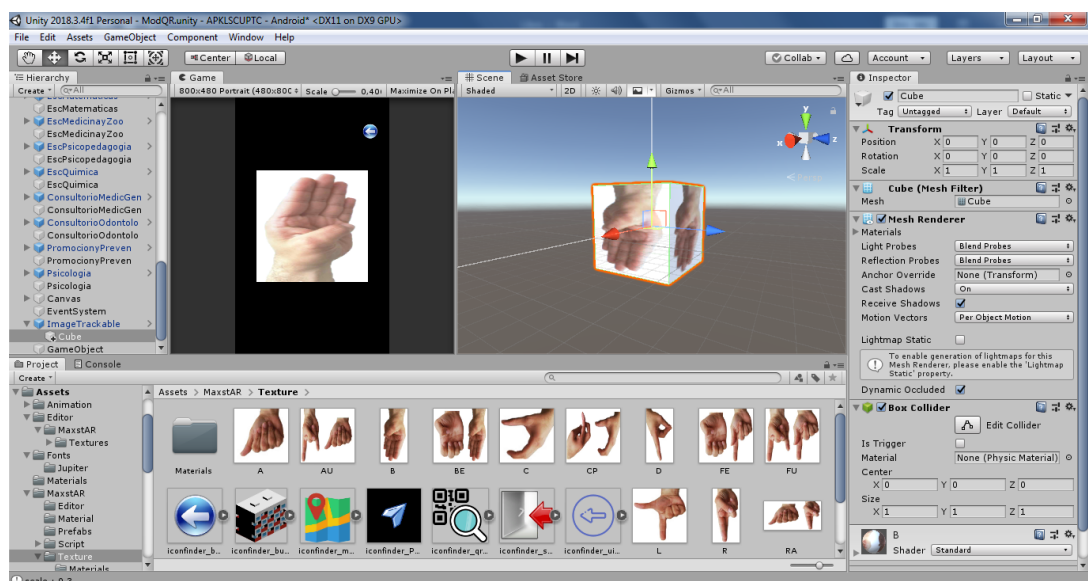
Por último, solo queda la creación de un cubo en 3D, el cual, debe estar posicionado en la misma posición del ImageTracker. Luego se debe arrastrar la textura hacia en cubo, la cual es la seña y se suelta sobre dicho este. Así se culmina el proceso.

Figura 37. Creación del cubo en 3D, dentro del ImageTracker



Fuente: Editor de Unity.

Figura 38. Arrastrar la textura hacia el cubo

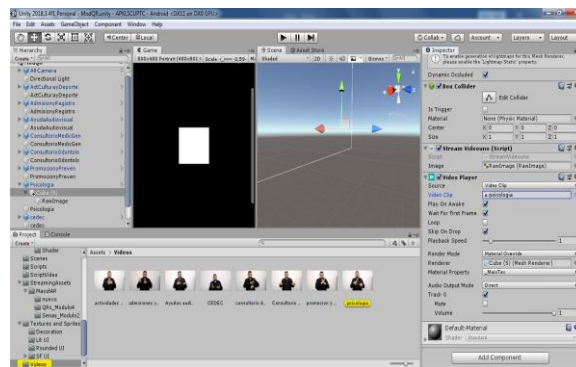


Fuente: Editor de Unity.

7.3.1.2 Módulo tres “Definición de dependencias”

Para este módulo, se debe seguir exactamente los pasos anteriormente nombrados, solo con el agregado que no se van a arrastrar las señas, sino los videos de los marcadores correspondientes, como se puede evidenciar en la Figura 39.

Figura 39. Colocar video en el cubo

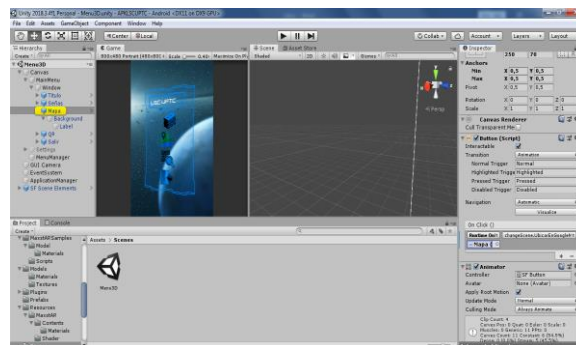


Fuente: Editor de Unity.

7.3.1.3 Módulo dos “Ir a Google Maps”

Para el módulo de rutas, solo es arrastrar el *script* de Changescena como componente y en el botón del menú darle agregar nueva acción y buscar el método del abrir el Google Maps.

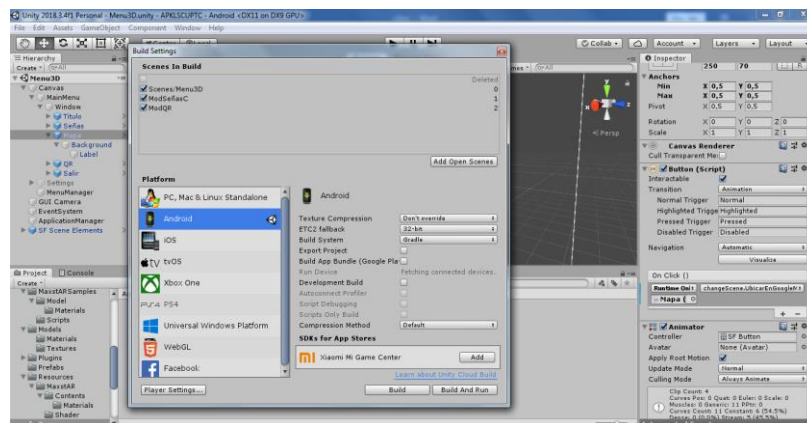
Figura 40. Agregar acción al botón del mapa



Fuente: Editor de Unity.

Por último, si se desea crear el .apk de la aplicación para Android, solo debe dirigirse a la configuración y seleccionar la opción de crear. Esta se puede encontrar en los anexos.

Figura 41. Creación del apk



Fuente: Editor de Unity.

En conclusión, una persona que no sepa nada acerca de sistemas, podrá manejar de forma óptima el administrador, como se pudo evidenciar en lo ya fue nombrado, dado que, se realizó con características suficientes para la interpretación. Así mismo, trabajar con la metodología ágil Kanban, permitió evidenciar el cumplimiento de todas las tareas necesarias para dar culminación a los objetivos del proyecto.


Todo el proceso paso a paso se encuentra diligenciado en el manual de usuario.

7.3.2 IMPLEMENTOS IMPORTANTES PARA LA APLICACIÓN

Cabe resaltar que gran parte de la vista lógica de la aplicación se encuentra en el ítem 7.3.1, dado que, el desarrollo con Maxst y Unity esta implícitamente nombrado dentro de este módulo, a continuación, se podrá observar, el diseño de las señas, modificación del mapa en el api de Google Maps y algunos *scripts* utilizados.

A continuación, se da a conocer la creación de cada seña según los edificios seleccionados, para incrustarlas como se observa en la figura 38.

Tabla 14. Señas que se mostraran en los edificios seleccionados

Nombre	Abreviatura	Seña	Nombre	Abreviatura	Seña
Biblioteca	B		derecho	D	
Bienestar estudiantil	BE		laboratorios	L	
Cafetín de profesores	CP		Rafael azula	R	
Administrativo	A		Registro y admisiones	RA	
Aulas	AU		FESAD	FE	
Central	C		Restaurante	RE	

Fuente: Elaboración propia.

Otra cosa que es importante tener en cuenta son los diferentes videos que se van a implementar a cada dependencia, para esto se hizo la creación gracias al codirector, el cual, fue la persona que sale en los videos. Los cuales se pueden ver implementados en la figura 39.

Figura 42. Implementación de los videos



Fuente: Elaboración propia.

El siguiente *script* permite la ejecución del video en Unity, el cual admite buscar el elemento a colocar a la escena cuando se escanee el código qr.

Figura 43. Implementación con el script para el video

```
private AudioSource audiosource;
// Use this for initialization
void Start()
{
    Application.runInBackground = true;
    StartCoroutine(playvideo());
}

IEnumerator playvideo()
{
    //Add VideoPlayer to the GameObject
    videoPlayer = gameObject.AddComponent<VideoPlayer>();
    //Add AudioSource
    audiosource = gameObject.AddComponent<AudioSource>();
    //Disable play on Awake for both video and audio
    videoPlayer.playOnAwake = false;
    audiosource.playOnAwake = false;
    audiosource.Pause();

    //We want to play from video clip not from url
    videoPlayer.source = videosource.videoClip;

    //Set audio output to AudioSource
    videoPlayer.audioOutputMode = VideoAudioOutputMode.AudioSource;

    //Assign the audio from video to AudioSource to be played
    videoPlayer.EnableAudioTrack(0, true);
    videoPlayer.SetTargetAudioSource(0, audiosource);

    //Set video to play then prepare audio to prevent buffering
    // videoPlayer.clip = videotoplay;
    videoPlayer.Prepare();

    //wait until video is prepared
    WaitForSeconds waitTime = new WaitForSeconds(1);
    while (!videoPlayer.isPrepared)
    {
        Debug.Log("Preparing video");
        //Prepare/wait for 5 seconds only
        yield return waitTime;
        //Break out of the while loop after 5 seconds wait
        break;
    }
    Debug.Log("Done Preparing video");
}
```

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, es necesario nombrar el script que permite la creación de la realidad aumentada, en los dos módulos. Lo que hace es traer la implementación de Maxst y la ejecuta.

Estos scripts se pueden encontrar en los anexos del proyecto.

Figura 44. Implementación de la realidad aumentada

```
public class ImageTrackerSample : ARBehaviour
{
    private Dictionary<string, ImageTrackableBehaviour> imageTrackablesMap =
        new Dictionary<string, ImageTrackableBehaviour>();

    private CameraBackgroundBehaviour cameraBackgroundBehaviour = null;

    void Awake()
    {
        Init();

        cameraBackgroundBehaviour = FindObjectOfType<CameraBackgroundBehaviour>();
        if (cameraBackgroundBehaviour == null)
        {
            Debug.LogError("Can't find CameraBackgroundBehaviour.");
            return;
        }
    }

    void Start()
    {
        QualitySettings.vSyncCount = 0;
        Application.targetFrameRate = 60;

        imageTrackablesMap.Clear();
        ImageTrackableBehaviour[] imageTrackables = FindObjectsOfType<ImageTrackableBehaviour>();
        foreach (var trackable in imageTrackables)
        {
            imageTrackablesMap.Add(trackable.TrackableName, trackable);
            Debug.Log("Trackable add: " + trackable.TrackableName);
        }

        AddTrackerData();
        TrackerManager.GetInstance().StartTracker(TrackerManager.TRACKER_TYPE_IMAGE);
        StartCamera();

        // For see through smart glass setting
        if (ConfigurationScriptableObject.GetInstance().wearableType == wearableCalibration.wearableType.opticalSeeThrough)
        {
            wearableManager.GetInstance().GetDeviceController().SetStereoMode(true);

            CameraBackgroundBehaviour cameraBackground = FindObjectOfType<CameraBackgroundBehaviour>();
            cameraBackground.gameObject.SetActive(false);

            wearableManager.GetInstance().GetCalibration().CreateWearableEye(Camera.main.transform);

            // BT-300 screen is splited in half size, but R-7 screen is doubled.
            if (wearableManager.GetInstance().GetDeviceController().IsSideBySideType() == true)
            {
                // Do something here. For example resize gui to fit ratio
            }
        }
    }
}
```

Fuente: Elaboración propia.

8. PRUEBA PILOTO

En seguida, se podrá observar la formulación de la prueba piloto.

8.1 FICHA TÉCNICA DE LA PRUEBA

En este caso, se utiliza la metodología de la investigación de tipo descriptiva, ya que, se pretende señalar los datos obtenidos y la naturaleza exacta de la población de donde fueron extraídos. Una vez identificada la población, que en este caso son 1214 personas sordas en la ciudad de Tunja, se procede a identificar si se va a trabajar con la totalidad o con una muestra de dicha población.

Como resultado de lo anterior, cabe mencionar que solo se pudo trabajar con los datos de una muestra de esta población, dado que, la asistencia del día de la aplicación no fue la esperada.

A continuación, se da a conocer la ficha técnica de la prueba piloto, para poder tener una mayor interpretación del trabajo realizado.

Tabla 15. Ficha técnica de la prueba piloto

Población objetivo	Personas sordas que no conocen la sede central de la UPTC
Fecha de aplicación	13 de junio de 2019
Universo	1214 personas sordas
Diseño muestral	Muestreo aleatorio simple
Tamaño de la muestra	Debieron ser alrededor de 290, pero al final, solo asistieron 6 personas sordas
Técnica de recolección	Presencial en la sede central de la UPTC
Duración de la prueba piloto	3 horas
Ayuda para la comunicación	Acompañamiento de un intérprete para poder comunicarse con las personas sordas.
Resultados	En el anexo correspondiente

Fuente: Elaboración propia.

8.2 FORMULACIÓN DE LA PRUBA PILOTO

A continuación, se puede evidenciar el formato que se utilizó para poder implementar la prueba piloto.

8.2.1 PARA MÓDULO UNO “SEÑAS EN LOS EDIFICIOS”

1. Utilice el módulo uno de la aplicación y vaya al edificio de bienestar estudiantil y escanee la fachada de dicho edificio.
2. Utilice el módulo uno de la aplicación y vaya al restaurante estudiantil y escanee la fachada de dicho edificio.
3. Utilice el módulo uno de la aplicación y vaya al edificio de registro y admisiones y escanee la fachada de dicho edificio.
4. Utilice el módulo uno de la aplicación y vaya al edificio de laboratorios antiguos y escanee la fachada de dicho edificio.
5. Utilice el módulo uno de la aplicación y vaya a la biblioteca y escanee la fachada de dicho edificio.
6. Utilice el módulo uno de la aplicación y vaya al edificio central y escanee la fachada de dicho edificio.

8.2.2 PARA EL MÓDULO DOS “IR A GOOGLE MAPS”

1. Utilice el módulo dos de la aplicación y trace una ruta desde su ubicación actual hasta el edificio de la FESAD.
2. Utilice el módulo dos de la aplicación y trace una ruta desde su ubicación actual hasta el edificio de Aulas.
3. Utilice el módulo dos de la aplicación y trace una ruta, desde su ubicación actual hasta el restaurante estudiantil.
4. Utilice el módulo dos de la aplicación y trace una ruta, desde su ubicación actual hasta el edificio de Metalurgia.
5. Utilice el módulo dos de la aplicación y trace una ruta, desde su ubicación actual hasta el edificio Administrativo.
6. Utilice el módulo dos de la aplicación y trace una ruta, desde su ubicación actual hasta la biblioteca.

8.2.3 PARA EL MÓDULO TRES “DEFINICIÓN DE DEPENDENCIAS”

1. Ingrese al módulo de QR, vaya a la dependencia de promoción y prevención y escanee el código QR que encuentra a fuera de esta.

2. Ingrese al módulo de QR, vaya al CEDEC y escanee el código QR que encuentra a fuera de esta.
3. Ingrese al módulo de QR, vaya al consultorio de medicina y escanee el código QR que encuentra a fuera de esta.
4. Ingrese al módulo de QR, vaya a registro y admisiones y escanee el código QR que encuentra a fuera de esta.
5. Ingrese al módulo de QR, vaya a la dependencia de psicología y escanee el código QR que encuentra a fuera de esta.
6. Ingrese al módulo de QR, vaya al consultorio de odontología y escanee el código QR que encuentra a fuera de esta.

9. PRUEBA CON USUARIOS FINALES

A continuación se puede observar la formulación de la prueba a usuarios finales, el resultado está en los anexos.

9.1 FICHA TÉCNICA DE LA PRUEBA CON USUARIOS FINALES.

Al igual que en las pruebas piloto, en este ítem también se va a utilizar la metodología de tipo descriptiva, ya que, se va a manejar la misma cantidad de datos de población, lo cual, permitirá poder describir las tendencias del grupo respecto a la encuesta aplicada.

En seguida, se puede observar la respectiva ficha técnica de la prueba a usuarios finales.

Tabla 16. Ficha técnica de la prueba con usuarios finales

Población objetivo	Personas sordas que no conocen la sede central de la UPTC
Fecha de aplicación	13 de junio de 2019
Universo	1214 personas sordas
Diseño muestral	Muestreo aleatorio simple
Tamaño de la muestra	Debieron ser alrededor de 290, pero al final, solo asistieron 6 personas sordas
Técnica de recolección	Presencial en la sede central de la UPTC
Duración de la prueba piloto	15 minutos
Ayuda para la comunicación	Acompañamiento de un intérprete para poder comunicarse con las personas sordas.
Resultados	En el anexo correspondiente

Fuente: Elaboración propia.

9.2 FORMULACIÓN DE LA PRUEBA CON USUARIOS FINALES.

A continuación, se presenta el formato utilizado para la realización de la prueba con usuarios finales.

Edad _____
 Género _____

Nº	Pregunta	SI	NO	
1	¿Pudo entender las señas respectivas que salían al escanear los edificios?			
2	¿Piensa usted que las señas fueron las adecuadas?			
3	¿Fue sencillo encontrar las señas en los edificios?			
4	¿Fue fácil para usted trazar las rutas entre los edificios?			
5	¿Fue sencillo encontrar los códigos QR?			
6	¿La aplicación le permitió saber de manera eficaz que hacen en las dependencias?			
7	¿La aplicación es fácil de utilizar?			
8	¿La aplicación le permitió un mejor desplazamiento dentro de la sede central de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia?			
9	¿Usted cuenta con Internet en su celular?			
10	¿Usted usaría dicha aplicación?			
Nº	Pregunta	Alta	Media	Baja
11	¿De su punto de vista respecto a la rapidez de la aplicación?			

9.3 RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA

A continuación, se da a conocer un resumen de los resultados de la encuesta aplicada; el resultado total, se encuentra en el anexo correspondiente (Anexo J).

Se puede evidenciar que a la prueba asistieron 6 personas, de las cuales 1 fue mujer y las 5 restantes fueron hombres. El 100% de las personas encuestadas pudieron entender todas las señas que aparecían al escanear los edificios principales, de igual manera, que fue sencillo encontrar cada una de las señas en los edificios, así mismo, todas afirmaron que fue sencillo encontrar los códigos qr, que se encontraban en las dependencias, pudiendo así, entender de manera eficaz lo que allí se hacía. Igualmente se pudo observar que la aplicación les pareció fácil de utilizar y por ende, les permitió un mejor desplazamiento dentro de la sede central de la UPTC.

Se debe tener en cuenta que, deben mejorarse la estructura de la visualización en 3D, dado que, algunos de los encuestados opinaron que el símbolo de la biblioteca no correspondía a la implementación

10. CONCLUSIONES

LSCUPTC permite a la comunidad sorda identificar con mayor facilidad los edificios principales de la UPTC, aprender a reconocer lo que se hacen en las principales dependencias y a trazar rutas entre los edificios, por ende, cuentan con un mejor desplazamiento dentro de la sede central de la Universidad Pedagógica y Tecnología de Colombia.

El éxito de la aplicación como la que aquí se presenta radica en sencillez que represente su uso, dado que, la realidad aumentada permite que esta aplicación sea interactiva y los usuarios se sientan más cómodos a la hora de recorrer el campus. De igual manera, no cuenta con muchas acciones, solo las necesarias para poder cumplir con el objetivo.

La realidad aumentada permite que esta aplicación pueda superponer elementos virtuales sobre la visión de la realidad, por ende, los usuarios se sienten más cómodos y activos a la hora de recorrer el campus. Además de esto, gracias a la implementación de la herramienta Maxst, se pudo hacer que el desarrollo de la aplicación pudiera contar con una mejor calidad, en cuanto a la visualización de los objetos.

Se evidencia la carencia de ayudas para la orientación de personas sordas dentro del campus, por ende, la incorporación de la Lengua de Señas Colombianas a la aplicación, les ayudo a las personas sordas a entender de una manera más óptima el nombre de los edificios principales y a la vez poder asimilar de forma clara lo que hacen en las principales dependencias.

En cuanto al ámbito social se creó un modelo de aplicación eficaz y coherente que ayuda y mejora una necesidad de la población minoritaria, esto a su vez conlleva a la inclusión de las personas sordas dentro de la sede Central de la universidad.

11.RECOMENDACIONES

Se espera que una persona pueda continuar con este proyecto, ya que, en este momento es una versión inicial, la cual, necesita ciertas modificaciones, como mapear todos los edificios de la universidad para que pueda ser aún más útil para las personas sordas. Así mismo, se espera que se pueda intervenir la interfaz gráfica.

También se recomienda que cuando se realice el mejoramiento del proyecto, los videos y las señas se puedan almacenar en la nube, para que la aplicación quede menos pesada y en algunos dispositivos móviles de baja gama, se pueda ejecutar más rápido.

Así mismo, se necesita que, en una próxima versión esta aplicación este también disponible para sistemas operativos iOS.

Se espera que para una próxima versión la aplicación se pueda encontrar en la Play Store de los celulares con sistema operativo Android, para que las personas que ingresen a la UPTC la puedan descargar y puedan hacer uso directo de la aplicación.

12. BIBLIOGRAFÍA

Alarcón, Andrea. C. Callejas, Mauro. Quiroga, Juan. G. Ambiente interactivo para visualizar sitios turísticos, mediante realidad aumentada implementando layar. En: Ciencia e Ingeniería Neogranadina. Vol.; 21-2. (Dic. 2011); p. 91-105

Asteroid Technologies. Creación de la aplicación Háblalo, [En línea], octubre 2018 Disponible en Internet: https://play.google.com/store/apps/details?id=appinventor.ai_mateo_nicolas_savatto.Sordos&hl=es_CO

Bernal Zamora, Leonardo. Salamanca Valenzuela, Oscar. Cañon Rodríguez, Víctor. Manos que hablan, prototipo de aplicación en Android para el aprendizaje del alfabeto dactilológico para Colombia, 2013. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Burbano Luna, Carlos. Núñez Sanabria, Maura. SIGNAPP Aplicación para enseñar dinámicamente el lenguaje de señas. La Plata, Huila, 2016. Diplomado Profundización En Computación Móvil. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela De Ciencias Básicas, Tecnología E Ingeniería.

Cely Báez, Marvin. Forero Gómez, Sergio. Guerrero Aragón, José. LSC App: aplicación móvil para la práctica de la lengua de señas colombiana. Bogotá D.C. 2018. Pregrado. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería.

Consejo nacional de fomento educativo, "Guía didáctica para la inclusión en educación inicial y básica", (2010). Disponible en Internet: https://www.educacionespecial.sep.gob.mx/2016/pdf/discapacidad/Documentos/Atencion_educativa/Auditiva/3discapacidad_auditiva.pdf

CONGRESO DE COLOMBIA, Ley 324 de 1996, Artículo 6. Por el cual, El Estado garantizará que en forma progresiva en instituciones educativas y formales y no formales, se creen diferentes instancias de estudio, acción y seguimiento que ofrezcan apoyo técnico-pedagógico, para esta población, con el fin de asegurar la atención especializada para la integración de estos alumnos en igualdad de condiciones. [En línea]. Bogotá D.C. 11, octubre, 1996.

CONGRESO DE COLOMBIA, Ley estatutaria No. 1618, Artículo 11 ítem 2f, Por la cual, se debe Emprender o promover la investigación y el desarrollo, y promover la disponibilidad y el uso de nuevas tecnologías, incluidas las tecnologías de la información y las comunicaciones, ayudas para la movilidad, dispositivos técnicos y tecnologías de apoyo adecuadas para las personas con discapacidad. [En línea]. Bogotá D.C. 27, febrero, 2013.

Developers, “Conoce Android Studio”, [En línea], Consultado el [17 de mayo de 2019]. Disponible en Internet: <https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419>

El presidente de la república de Colombia, decreto 1421 de 2017 en su sección 2, Artículo 2.3.3.5.1.4. Definiciones. Hace referencia a la accesibilidad de las personas con discapacidad en igualdad de condiciones.

Hernández, S. Metodología de la investigación, 6ª edición. [En línea]. 2014 Disponible en Internet [<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>]

Huidobro. J. Código qr. p.47. [En línea], enero de 2009. Disponible en Internet: <https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1NS6XZ211-1V8WNZ2-2555/Microcodigos%20qr.pdf>

INSTITUTO NACIONAL PARA SORDOS. Qué es la lengua de señas. Bogotá D.C. 2019. Disponible en Internet: <http://www.insor.gov.co/ninos/que-es-la-lengua-de-senas/>

INSTITUTO NACIONAL PARA SORDOS. Diccionario básico de la lengua de señas. Bogotá D.C. 2019. Disponible en Internet: http://www.insor.gov.co/home/wp-content/uploads/filebase/diccionario_basico_completo.pdf

Joint Committee on Infant Hearing (Comité Conjunto de Audición en Infantes) modificó la lista de factores de riesgo de 1990, y comenzó a denominarlos indicadores.

Maxst, SDK de AR, [En línea], Consultado el [17 de mayo de 2019]. Disponible en Internet: <http://maxst.com/#/en/arsdk>

Metodología de Kanban. [En línea], 7 de abril de 2018. Disponible en Internet: <http://www.diegocalvo.es/metodologia-kanban-metodologia-agil/>

Msnnoticias, “Qué es y para qué sirve visual studio”, [En línea], Consultado el [17 de mayo de 2019]. Disponible en Internet: <https://www.msn.com/es-cl/noticias/microsoftstore/%C2%BFqu%C3%A9-es-y-para-qu%C3%A9-sirve-visual-studio-2017/ar-AAAnLZL9>

Northern, J., Hearing in children, Filadelfia, Lippincott Williams & Wilkins, primera edición revisada, 2002

SERNA, Héctor. La educación para estudiantes sordos desde el direccionamiento del proyecto educativo institucional, los resultados del índice de inclusión y el plan de mejoramiento en la institución educativa Juan Cadavid del municipio de Itagüí. Medellín, 2015, 47p. Magister en educación. Tecnológico de Antioquia. Facultad de educación y ciencias sociales

RUFA. Proyecto dedicado al cine para sordos. [En línea], 03 de mayo de 2019. Disponible en internet [<https://www.unirufa.it/en/2019/05/03/rufa-ha-co-prodotto-un-progetto-dedicato-al-cinema-per-non-udenti/>]

Telefónica, “Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo”. [En línea], (enero de 2011), Consultado el [29 de mayo de 2019]. Disponible en Internet: <https://es.scribd.com/document/381990846/Realidad-Aumentada-Completo-pdf>

Udistrital, repositorio fuera de línea [En línea], Consultado el [24 de mayo de 2019]. Disponible en Internet: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/13480/7/FrancoSastreErikaFernanda2018.pdf>

Unimedios, “App guía a personas sordas en recorridos turístico”. [En línea], (31 de enero de 2019), Consultado el [24 de mayo de 2019]. Disponible en Internet:

<https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/app-guia-a-personas-sordas-en-recorridos-turisticos.html#>

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Acuerdo 029 del 2015, Artículo 2. Por el cual, tiene como objetivo desarrollar procedimientos académicos administrativos que viabilicen el ingreso, permanencia y graduación de los grupos poblacionales definidos en el acuerdo. [En línea]. Tunja. 26, mayo, 2015.

Zenva, Sabes que es Unity, [En línea], (29 de abril de 2014), Consultado el [17 de mayo de 2019]. Disponible en Internet: <https://deideaaapp.org/sabes-que-es-unity-descubrelo-aqui/>

13. LISTA DE ANEXOS

Los anexos se podrán encontrar dentro del CD que contiene toda la información del proyecto. A continuación, se da a conocer la lista que los compone.

Anexo A. Elaboración de requisitos.

Anexo B. Negociación de requisitos.

Anexo C. ERS.

Anexo D. Documento de arquitectura.

Anexo E. Identificación de herramientas de realidad aumentada.

Anexo F. Entrevista con selección de señas para los edificios principales.

Anexo G. Descripción de dependencias principales.

Anexo H. Capacitación.

Anexo I. Prueba y resultados prueba piloto.

Anexo J. Prueba y resultados de usuarios finales.

Anexo K. Manual de usuario.

Anexo L. Cronograma del proyecto.

Anexo M.APKLSCUPTC