



**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA
NACIONAL**

Educadora de educadores

APLICACIÓN PARA PROMOVER LA CULTURA CIUDADANA EN EL SISTEMA DE
TRANSPORTE PÚBLICO TRANSMILENIO USANDO REALIDAD AUMENTADA

Angye Tatiana Rodríguez Salamanca

Universidad Pedagógica Nacional

Faculta de Ciencia y Tecnología

Departamento de Tecnología

Bogotá D.C.

2020

APLICACIÓN PARA PROMOVER LA CULTURA CIUDADANA EN EL SISTEMA DE
TRANSPORTE PÚBLICO TRANSMILENIO USANDO REALIDAD AUMENTADA

Trabajo de grado para optar por el título de
Licenciada en electrónica.

Autora:

Angye Tatiana Rodríguez Salamanca

Asesor:

Mg. Diego Mauricio Rivera Pinzón

Universidad Pedagógica Nacional

Faculta de Ciencia y Tecnología

Departamento de Tecnología

Bogotá D.C.

2020

Tabla de contenido

1.	Introducción	7
1.1	Planteamiento del problema.....	8
1.2	Objetivos	9
1.2.1	Objetivo general.	9
1.2.2	Objetivos específicos.....	9
2.	Marco teórico.	10
2.1	Estado del arte.....	10
2.2	Realidad aumentada (AR).....	12
2.2.1	Elementos que componen la RA.	14
2.2.2	Tipos de reconocimiento AR.....	14
2.2.3	Realidad Mixta (RM)	17
2.3	Unity	18
2.4	Easy AR Sense.....	19
2.5	Android	21
2.6	Cultura ciudadana	21
3.	Metodología	23
4.	Desarrollo de la aplicación.....	26
4.1	Marcador.....	26
4.2	Videos	29
4.3	Botones	34
4.4	Avisos informativos.....	38
4.5	Easy AR	40
4.6	Implementación en Unity.....	40
5.	Conclusiones	46

6. Bibliografía.....48

Tabla de figuras

Figura 1 Realidad Aumentada a partir del Reconocimiento de Marcadores.....	13
Figura 2 Realidad Aumentada mediante Reconocimiento de Códigos QR.	15
Figura 3 Exposición de Arte con Realidad Aumenta mediante el Uso de Cuadros como Marcadores	16
Figura 4 Pokémon GO: Aplicación de Realidad Aumentada.....	17
Figura 5 Dispositivos para la Realidad Mixta.	18
Figura 6 Interfaz Gráfica de Unity.	19
Figura 7 Ciclo de Sprints de la metodología Scrum.....	24
Figura 8 Desarrollo del Marcador en Canva.	27
Figura 9 Marcador Final.....	28
Figura 10 Tasa de Reconocimiento del Marcador.....	29
Figura 11 Botones Normas de Cultura y Convivencia T	34
Figura 12 Botones Contravenciones.....	34
Figura 13 Botones Normas de Seguridad.....	35
Figura 14 Botones Guía para Interactuar con Usuarios en Condición de Discapacidad.....	35
Figura 15 Botones Normas de Mascotas	36
Figura 16 Botón para Regresar a la Pantalla Principal.....	36
Figura 17 Botón para Parar un Video.....	37
Figura 18 Botón para Pausar un Video.....	37
Figura 19 Botón para Reproducir un Video.	37
Figura 20 Botón para Cerrar el Mensaje de Error.	38
Figura 21 Aviso de error en la aplicación.	39
Figura 22 Aviso al terminar la reproducción de videos de la aplicación.	39
Figura 23 Creación de las Llaves de Licencia del Proyecto en el Centro de Desarrolladores de Easy AR.	40
Figura 24 Objetos del Asset de Easy AR Usados en el Proyecto.....	41
Figura 25 Objetos asociados al ImageTarget	42
Figura 26 Atributos Creados en el Script "ControladorCultura".....	43
Figura 27 Función ReproducirVideo del Script "ControladorCultura".....	44

Figura 28 Funciones para el control de los Videos.	45
Figura 29 Función para Mover el Bus por el Escenario.	45

1. Introducción

El presente documento contiene las fases de planeación, diseño y desarrollo de un proyecto para promover la cultura ciudadana en el sistema de transporte público Transmilenio mediante el uso de la realidad aumentada (RA). Este proyecto es producto de cursar dos materias de la Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación (MTIAE) de la Universidad Pedagógica Nacional como opción de trabajo de grado. Las materias fueron Taller de creación de contenidos basados en realidad extendida y el Taller específico III: Desarrollo de ambientes de aprendizaje para dispositivos móviles.

El desarrollo y mercado de dispositivos portátiles ha aumentado exponencialmente durante los últimos años. La aparición de componentes de mayor calidad permite a los fabricantes producir dispositivos, especialmente teléfonos móviles, diseñados para enriquecer la experiencia del usuario. Estos dispositivos pueden incluir tecnología como cámaras, GPS, acelerómetros, giroscopios y acceso a Internet proporcionando un soporte tecnológico perfecto para aplicaciones de RA.

La existencia de este tipo de dispositivos portátiles al alcance de un número masivo de usuarios potenciales ha impulsado el desarrollo y aparición de aplicaciones de RA para cubrir diferentes propósitos en entornos como la industria, el ejército, el entretenimiento o la educación. A medida que las aplicaciones de RA se vuelven accesibles para más usuarios, surgen nuevas aplicaciones para cubrir las necesidades de esos entornos.

En este caso, se plantea un espacio adecuado para hacer uso de aplicaciones RA en uno de los problemas de convivencia cultural en Bogotá: el sistema de transporte Transmilenio, caracterizado por bajos niveles de convivencia que en muchas ocasiones son el resultado de la desinformación de la normatividad que se tiene en este medio de transporte.

A partir de múltiples plataformas que complementan la realidad aumentada y el programa Unity 3D, se desarrolla una aplicación de RA que tiene como objetivo informar a los usuarios las normas de cultura y convivencia que se establecen en el manual de usuario de Transmilenio de forma interactiva.

1.1 Planteamiento del problema

La insatisfacción en el servicio de los medios de transporte público en los sistemas de movilidad de las ciudades con una alta densidad de población es un tema que necesita ser atendido desde la infraestructura vial, aumento del parque automotor y principalmente lo cultural. Un informe de la entidad de transporte urbano sostenible indica que al momento de buscar la mejora de la movilidad en las principales ciudades de Latinoamérica se debe realizar progresos, no solo desde el punto de vista de estructura física, sino también desde la apropiación y sentido de pertenencia al momento de utilizar dicho transporte (Moscoso, Vann Laake, Quiñones, Pardo, & Hidalgo, 2020, pág. 31). Es por esto que, para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos al momento de moverse, se debe promover la divulgación de información adecuada sobre el uso del sistema que estimule el cuidado de este y genere estrategias que disminuyan la insatisfacción del usuario sobre el sistema de transporte.

En el caso de la ciudad de Bogotá, el crecimiento acelerado de la población ha aumentado la demanda de transporte y estructuras de movilidad. Siendo Transmilenio el principal medio de transporte público de los ciudadanos con un alto porcentaje de insatisfacción por parte de los usuarios que lo utilizan de manera frecuente, se observa que lo relacionado con información sobre el buen uso del sistema ha sido muy poco promovido por lo que conlleva a que la gran mayoría de usuarios desconozcan las normas sobre cultura y convivencia al interior del sistema.

Según estudios realizados en las últimas dos décadas en la ciudad, demuestran que existe una estrecha relación entre cultura ciudadana y movilidad, ya que la cultura en el medio de transporte incide de forma positiva sobre el comportamiento de los ciudadanos (Arangure, 2019). De ahí que, si se promueve la cultura de los usuarios de Transmilenio en cuanto a la apropiación de este sistema se puede llegar a satisfacer las expectativas de las personas al momento de desplazarse.

Además, según Ballén (2007), la cultura ciudadana no se debe enfocar en sancionar sino a enseñar y corregir, a impulsar y mejorar la consistencia moral colectiva; para ello, la pedagogía, el autoaprendizaje y la corresponsabilidad son elementos fundamentales para mitigar las problemáticas que aquejan a la movilidad en la ciudad. Es por esto que se

propone una aplicación de realidad aumentada para promover las normas de cultura y convivencia al interior del medio de transporte público Transmilenio basado en su manual de usuario el cual es desconocido por la mayor parte de los usuarios del sistema.

De lo anterior se llega a la pregunta, ¿Cómo organizar la información del manual de usuario de Transmilenio en una aplicación de realidad aumentada atractiva, interactiva y de fácil uso, para que aporte en la apropiación y conocimiento del sistema por parte de los usuarios?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general.

Diseñar una aplicación de realidad aumentada que promueva la cultura ciudadana en el sistema de transporte público Transmilenio a partir de la divulgación de alguna información de su manual de usuario.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Categorizar la información del Manual de usuario Transmilenio que va a ser divulgada en la aplicación.
- Elaborar videos de las líneas de trabajo seleccionadas del manual de usuario para ser integrados en la aplicación.
- Realizar la programación de la aplicación que permita relacionar la interacción del usuario con los videos informativos.

2. Marco teórico.

2.1 Estado del arte.

La realidad aumentada es una tecnología que ha impactado en los últimos años campos como la educación, el marketing, la medicina, la arquitectura, entre otros ya que permite sobreponer información (imágenes, modelos 3D, audios, videos) en el entorno real lo cual cambia la forma de interactuar y enriquecer la experiencia del usuario del tema que se está abordando. El aumento de aplicaciones AR ha crecido principalmente debido a la gran cantidad de usuarios con dispositivos móviles que hicieron que la tecnología fuera más accesible (Ortega, 2017, p. 3).

A continuación, se describirán algunas investigaciones y desarrollos creados con este tipo tecnología haciendo énfasis en aquellos documentos que abordan los temas de realidad aumentada y las experiencias obtenidas con esta. La búsqueda de los documentos descritos se realizó en las bases de datos Dialnet, Redalyc, Google Académico y el repositorio de la Universidad Pedagógica Nacional.

3D Virtual Object Tracking and Registration based on Marker technology for AR apps (Ortega, 2017). En este informe de tesis de maestría se realiza un estudio entre las ventajas y desventajas del uso de la realidad aumentada con marcadores y la realidad aumentada sin marcadores, evidenciando que hay factores importantes como elegir un buen patrón o marcador, tamaño del objeto o modelo 3D a sobreponer y la posición donde se colocará el marcador. Este documento permitió elegir trabajar realidad aumentada a partir de marcadores ya que el posicionamiento de los objetos 3D resulta más fácil de controlar.

Aplicación de apoyo a la enseñanza de cargas eléctricas usando realidad aumentada y reconocimiento de lenguaje natural (Castro, 2018). Este trabajo de grado describe el proceso de diseño, implementación y evaluación de una aplicación de realidad aumentada con reconocimiento de voz y expresiones como la mirada para la validación de la herramienta Mixspace Lexicon a partir del estudio de las cargas eléctricas. La metodología

de este trabajo fue el modelo SCRUM al ser una metodología flexible y con resultados en poco tiempo mediante la división del proyecto en pequeñas metas, las cuales, una vez cumplidas en cadena, agilizaba la finalización de este.

VirQ Tech. (22 octubre 2017). AR Chemistry Augmented Reality Education Arloon [Archivo de video]. En este video se muestra la enseñanza de la química a partir de la combinación de elementos representados en diferentes marcadores los cuales al interactuar entre si formaban un compuesto químico visualizado por su respectivo modelo 3D. Este video demuestra la importancia de realizar marcadores con un buen patrón de reconocimiento ya que no presentan simetría con respecto a ningún eje lo cual se plantea aplicar en el marcador de este proyecto para obtener una mayor tasa de reconocimiento.

Dé vida a la tabla periódica con realidad aumentada (Ansto, 2019). Este video muestra la visualización de una pantalla táctil con realidad aumentada a partir del reconocimiento de un marcador. Al interactuar el usuario con los botones de la pantalla táctil, se obtiene una información adicional al elemento seleccionado inicialmente, la cual esta sobrepuesta sobre el marcador. Este video aporta al proyecto la idea de diseñar una pantalla interactiva con la cual el usuario pueda interactuar y obtener información sobre la cultura ciudadana en Transmilenio.

Realidad virtual y realidad aumentada: desarrollo de aplicaciones (Navarro, Martínez, & Martínez, 2019). Este libro recopila los inicios de la realidad virtual y la aumentada, y explica otro tipo de realidad como es la mixta. Además, contiene una amplia sección describiendo el uso de estas tecnologías en campos como la medicina, la capacitación a empleados y estudiantes, la experiencia en realidad aumentada para comprar, videojuegos, entre muchas otras aplicaciones. Por otro lado, explica como crear una aplicación de realidad aumentada y realidad virtual con el software de Unity el cual, a su vez, permite exportar el aplicativo a un dispositivo móvil Android al generar el archivo en formato *.apk (Android Application Package)*.

La cultura ciudadana en el sistema Transmilenio en Bogotá (Arangure, 2019). Este trabajo de grado estudia el impacto de la cultura ciudadana en la movilidad de Bogotá en el sistema Transmilenio en las cuales deja ver que tanto para los entes institucionales como para la ciudadanía, los problemas de movilidad y la deficiencia en este sistema de transporte público es causado en gran medida a la falta de cultura ciudadana en los espacios públicos como estaciones, portales del sistema y calles lo cual se desencadena en comportamientos que infligen las normas y la falta de apropiación del sistema, lo cual evidencia la necesidad de promover la cultura ciudadana en este sistema de transporte urbano.

A partir de lo anterior, se encontró la posibilidad de trabajar en el diseño de una aplicación de realidad aumentada que promueva la cultura ciudadana en Transmilenio basados en su manual del usuario, pues es evidente que en muchas ocasiones la falta de divulgación de estas normas ocasiona que los usuarios sean infractores de ellas al desconocerlas. Así mismo, se evidencia que muchas de las aplicaciones que se desarrollan en ambientes AR se enfocan en aprendizajes específicos conceptuales y no se encontró enfoques que permitan la capacitación de personas frente a una problemática social, lo cual puede tener resultados satisfactorios, no solo en el problema de movilidad del medio de transporte, sino en nuevas problemáticas del día a día de las personas.

2.2 Realidad aumentada (AR)

La Realidad Aumentada (RA o en inglés Augmented Reality -AR) es un tipo de tecnología que consiste en enriquecer el entorno a partir de cierta información sobrepuesta la cual es vista mediante la cámara de un dispositivo inteligente como el celular, las tablets, los computadores o los cascos RV (Realidad Virtual) / RA.

Las principales características de la realidad aumentada son: combina elementos reales y virtuales, registra interactivamente en tiempo real elementos 3D y es una tecnología que superpone objetos virtuales al mundo real, dando a los usuarios una visión del mundo real mejorada por información virtual. (Azuma, 1997)

Según el *NMC Informe Horizon (2016)*, la realidad aumentada se caracteriza por la incorporación de información digital como imágenes, vídeo y audio en los espacios de la vida real. La RA pretende mezclar la realidad con el entorno virtual, lo que permite a los

usuarios interactuar con objetos físicos y digitales (p. 40). Esta interacción brinda nuevas experiencias lo cual ha permitido enriquecer el aprendizaje en las diferentes etapas de formación a través del acercamiento de temas que en muchas ocasiones son difíciles de comprender por el poco contacto físico que se percibe frente a un concepto en específico.

La siguiente figura muestra el uso de un dispositivo tecnológico (Tablet) con una aplicación de realidad aumentada para la enseñanza de la química por medio de marcadores, los cuales una vez reconocidos por la aplicación sobrepone un modelo 3D del elemento asociado a cada uno de estos.

Figura 1
Realidad Aumentada a partir del Reconocimiento de Marcadores.



Fuente: Nara Technology. (2019). [Figura]. Recuperada de:
https://www.youtube.com/watch?v=2SOre_q9ORg

La RA es un tipo de tecnología que se vale de otras tecnologías, como las tecnologías de pantalla ya que las pantallas táctiles es la más común para interactuar con objetos virtuales, aunque esto no implica que no existen otros tipos de tecnologías como el reconocimiento de voz, seguimiento ocular y expresiones gestuales.

Lo anterior permite identificar la RA como una estrategia innovadora de educación, pues ofrece gran versatilidad para atender las diferentes necesidades de los individuos hoy por hoy, ya que no se limita al uso de dispositivos tecnológicos solo por pantallas, sino que contempla la posibilidad de interactuar mediante otro tipo de ordenes como la gestual.

2.2.1 Elementos que componen la RA.

La RA busca combinar la vista del entorno del mundo real con objetos virtuales superpuestos los cuales son generados mediante un ordenador. Esta vista generada, se realiza en tiempo real y en la misma ubicación donde se encuentra el usuario.

El usuario de esta tecnología necesita de un dispositivo electrónico para ver mezclado el mundo real con los objetos virtuales, lo cual le permite percibir nuevas experiencias de ese mismo entorno a partir de uno virtual, ya que este no es reemplazado sino modificado a partir de la tecnología.

Para realizar dicha combinación del mundo real con objetos virtuales se necesitan los siguientes elementos:

- Cámara: dispositivo que capta la imagen del mundo real y la transforma en información que la aplicación puede utilizar.
- Pantalla: dispositivo que muestra la combinación del mundo real con los objetos virtuales superpuestos.
- Software: es un programa diseñado para manipular la información virtual que se visualizará en la pantalla y combinarla con la información del entorno real obtenida con la cámara.
- Activador: es el elemento que asocia el entorno físico con la información virtual sobrepuesta predeterminada a este. El activador puede ser un código QR, la señal GPS enviada por el dispositivo, marcadores o una imagen u objeto.

2.2.2 Tipos de reconocimiento AR

Se puede clasificar la realidad aumentada en dos tipos según el método de activación del mundo virtual en el entorno real, estos son: realidad aumentada basada en marcadores y realidad aumentada geolocalizada.

Realidad aumentada basada en marcadores.

- Detección de códigos QR (quick response code o en español código respuesta rápida): es una imagen que contiene información como enlaces URL, documentos,

ubicaciones, email, redes WIFI, modelos 3D entre otros. Esta imagen generalmente es a blanco y negro, aunque se puede personalizar con un color y está compuesta por figuras geométricas, usualmente cuadrados.

Figura 2

Realidad Aumentada mediante Reconocimiento de Códigos QR.



Fuente: Taringa. (2011). [Figura]. Recuperado de: https://www.taringa.net/+animaciones/daqri-codigo-qr-de-realidad-aumentada_12oi07

- Marcadores: Son imágenes impresas las cuales son escaneadas por el dispositivo electrónico que permite la visualización de la información superpuesta sobre la imagen impresa (imágenes, objetos 3D, videos, audios, etc).
Para experimentar con la RA usando marcadores debemos seguir los siguientes pasos:
 - 1) Imprimir el marcador o imagen.
 - 2) Abrir la aplicación en el dispositivo tecnológico el cual solicitará permisos para acceder a la cámara.
 - 3) Ubicar el marcador delante de la cámara.
 - 4) Una vez el software reconoce el marcador superpone la información asociada a este.

Figura 3

Exposición de Arte con Realidad Aumenta mediante el Uso de Cuadros como Marcadores



Fuente: Yunuen Esparza. (2018). Exposición de realidad aumentada en la Ciudad de México.

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=mwOt192Ez7k>

Realidad aumentada geolocalizada.

Son aplicaciones que no emplean el reconocimiento de marcadores físicos, sino que utilizan la información geolocalizada obtenida por los sensores del dispositivo tecnológico para determinar el posicionamiento de la información aumentada en el mundo real.

(Blázquez Sevilla, 2017, p.3; Ortega, 2017). Los sensores utilizados son:

- GPS: Muestra la ubicación del dispositivo a partir de coordenadas.
- Brújula: Define la orientación del dispositivo tecnológico basado en la dirección enfocada por la cámara.
- Acelerómetro: Determina en qué orientación se encuentra el dispositivo móvil. Estas pueden ser: horizontal, vertical o “boca abajo”.

Figura 4*Pokémon GO: Aplicación de Realidad Aumentada*

Fuente: Extended Reality News. S.f. Pokémon Go: convierta su teléfono inteligente ordinario en un dispositivo de realidad aumentada: una nueva tendencia.[Figura]. Recuperado de:
<https://extendedreality.news/pokemon-go-turn-your-ordinary-smartphone-into-an-augmented-reality-device-a-new-trend/>

La figura anterior es un ejemplo de realidad aumentada geolocalizada debido a que el usuario del juego Pokémon Go no realiza ningún escaneo de marcadores, sino es el GPS del dispositivo el encargado de sobreponer los objetos 3D a medida que se recorre el entorno real.

2.2.3 Realidad Mixta (RM)

La combinación de la Realidad Aumentada con la Realidad Virtual genera un nuevo tipo de realidad llamado Realidad Mixta. La RM consiste en llevar el mundo real al mundo virtual, a partir de la creación de un modelo 3D del entorno real del usuario y sobre este superponer información virtual, logrando así, la combinación de ambas realidades. Para esta combinación se hace uso de dispositivos como gafas RV/RA, mandos y sensores para realidad virtual. Algunos dispositivos de RM son:

Figura 5

Dispositivos para la Realidad Mixta.



Fuente: Editeca. Madrid. Recuperado de: <https://editeca.com/realidad-mixta/>

2.3 Unity

Unity es un motor de desarrollo de videojuegos, aplicaciones, animaciones 3D y otros contenidos interactivos compuestos por audio, video y objetos 3D (Ouazzani, 2012) creado por Unity Technologies en el 2005. Unity es un software que permite desarrollar proyectos para más de 25 plataformas, entre estas están: iOS, Android, Linux, Windows, WebGL, Play Station 4 (PS4), Play Station VR, XboxOne, Oculus Rift, Windows Mixed Reality, ARCore, MagicLeap, Microsoft HoloLens, entre otros.

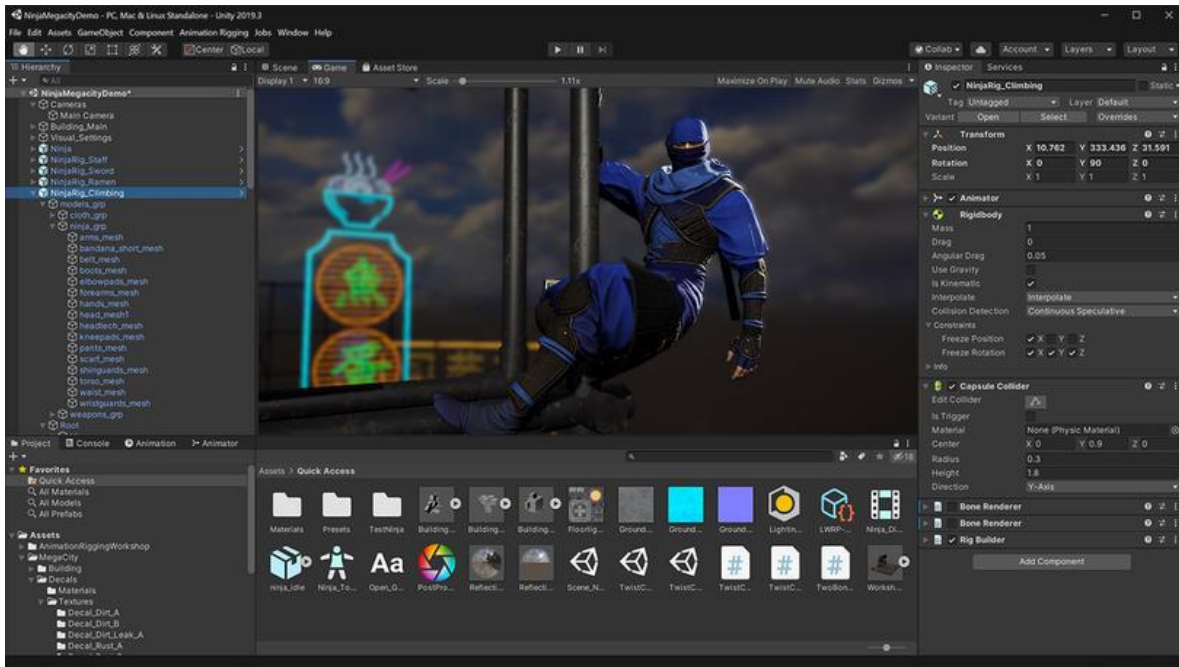
El lenguaje de programación que se utiliza en Unity es C# con el cual se extiende la funcionalidad de los objetos mediante los “scripts”, medio por el cual se pueden controlar a través de un código el comportamiento de los componentes asociados a un objeto, como, por ejemplo, activar un sonido al presionar un botón, aumentar el tamaño o cambiar de posición una figura u objeto.

Una de las grandes ventajas de Unity es que permite la colaboración entre programadores, y lo hace mediante el Asset Store, una herramienta en la cual se pueden publicar los elementos (scripts, objetos 3D, animaciones, texturas, materiales, personajes, etc) diseñados en los diferentes proyectos; algunos de estos pueden ser descargados con licencia gratuita y

otros con licencia paga. Una vez descargados los archivos, es necesaria su importación en el proyecto en desarrollo. Unity puede ser complementado mediante la instalación de los diferentes “plugins” en cada proyecto para poder usar diferentes librerías y funciones.

Figura 6

Interfaz Gráfica de Unity.



Fuente: Unity Technologies. (2019). [En Línea]. Recuperado de: <https://unity.com/es/releases/2019-3/editor-tools>

2.4 Easy AR Sense

Easy AR Sense es un SDK (Software Development Kit o en español kit de desarrollo de software) para el desarrollo de aplicaciones con realidad aumentada a partir del reconocimiento del mundo real. Este software emplea una plataforma web mediante la cual los usuarios pueden registrar sus proyectos y obtener las licencias necesarias para probar y lanzar sus aplicaciones. Dentro de las funciones ofrecidas por Easy AR Sense se encuentran:

- Rastreo de movimiento: Seguimiento de la posición del dispositivo en relación con el mundo real.

- Seguimiento de superficie: Seguimiento de la posición del dispositivo en relación con la superficie ambiental.
- Seguimiento de objetos 3D: Reconoce y rastrea un objeto 3D con textura rica en tiempo real. El objeto de destino puede tener diferentes formas y estructuras. Además, Reconoce y rastrea múltiples objetos 3D simultáneamente.
- Seguimiento de imágenes planas: Reconoce y rastrea imágenes planas en tiempo real. Detecta y rastrea múltiples objetivos planos simultáneamente. Puede reconocer hasta 1000 objetivos sin conexión. Ofrece soporte de reconocimiento en la nube
- Mapa espacial denso: Escanea el entorno para generar una malla 3D en tiempo real sin requerir sensores 3D. Ofrece soporte de efecto de colisión y de efecto de oclusión. La velocidad de modelado es más rápida que la caminata natural.
- Sparse SpatialMap: Escanea el entorno para generar nubes de puntos 3D dispersas en tiempo real.
- Grabación de pantalla: Solución de grabación de contenido simple y altamente eficiente. (Easy AR, 2019)

La combinación de Easy AR Sense con Unity se realiza mediante de la descarga del archivo en formato ZIP llamado “EasyARSenseUnityPlugin_4.2.0.1102” que se ofrece de forma gratuita en la página web de EasyAR. Es importante aclarar que, una vez descargado este archivo, es necesaria la importación de la carpeta que contiene dentro del proyecto de Unity 3D.

2.5 Android

Durante la programación de la aplicación en Unity usando complementos de realidad aumentada como Easy AR Sense es posible exportar el archivo en formato APK (Android Application Package, en español, Paquete de Aplicación Android) pero ¿qué es Android?

Android es un sistema operativo de código abierto para dispositivos móviles con pantalla táctil (tabletas, celulares, computadores, relojes inteligentes o también conocidos como Smart Watch, reproductores de música, entre otros) el cual se programa principalmente en Java, y su núcleo está basado en Linux (Báez, Borrego, Cordero, Cruz, González, Hernández, Palomero, Rodríguez, Sanz, Saucedo y Torralbo, 2019, p. 1). Fue presentado por la Open Handset Alliance (Alianza del Dispositivo Móvil Abierto) en el 2008 liderada por Google.

Lo que lo diferencia de otros sistemas operativos, es que cualquier persona que sepa programar puede crear nuevas aplicaciones o incluso modificar el propio sistema operativo (Báez, y otros, 2019), dado que Android es de código libre, es decir, todos pueden ver, modificar y distribuir el código sin restricción alguna.

2.6 Cultura ciudadana

Para definir *cultura ciudadana* se realizará la consulta de estas dos palabras por separado para luego ser unificadas en un concepto general. El diccionario de la Real Academia Española define cultura como el “conjunto de modos de vida y costumbres, conocimientos y grado de desarrollo artístico, científico, industrial, en una época, grupo social, etc.”; y ciudadano/a como “persona considerada como miembro activo de un Estado, titular de derechos políticos y sometido a sus leyes”.

Según el Instituto Mexicano para la Competitividad la cultura ciudadana se define como el conjunto de valores, actitudes, comportamientos y normas compartidas que generan sentido de pertenencia, impulsan el progreso, facilitan la convivencia y conducen al respeto del patrimonio común. Para Tunjano (2014), cultura ciudadana se define como conjunto de actitudes, costumbres, conceptos, definiciones, acciones, reglas y normas, compartidos por

los individuos de una comunidad, para garantizar la convivencia, la seguridad y, por lo tanto, el bienestar de los ciudadanos.

Ballén (2007) afirma que:

“La cultura ciudadana se asocia a convivencia, a la búsqueda de objetivos en términos de bienestar colectivo, con proyectos que involucran el conocimiento, aceptación y cumplimiento voluntario de normas, con la disposición autónoma a guiarnos por valores y principios morales, con el reconocimiento del entorno y la voluntad de atender patrones culturales compatibles con el interés general”. (p.170)

A partir de los anteriores conceptos, se entiende por *cultura ciudadana* como el conjunto de normas, acciones, actitudes, costumbres y valores desarrolladas por los individuos de forma voluntaria al interior de una comunidad los cuales inciden sobre la buena convivencia, el buen trato, el respeto, el bienestar colectivo y el desarrollo social. Dentro de los principales objetivos de la cultura ciudadana está la capacidad de interactuar y colaborar entre personas e instituciones para lograr el bien común.

3. Metodología

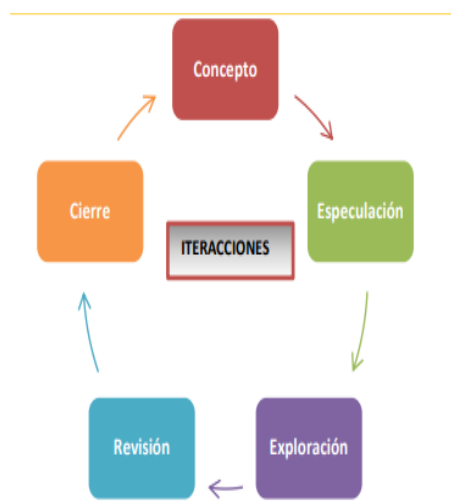
Para cumplir con los objetivos y planteamientos del presente proyecto, se realiza la lectura de distintas metodologías enfocadas en el desarrollo de proyectos tecnológicos. A partir de la lectura y análisis de estos se selecciona como la metodología adecuada para llevar a cabo una metodología ágil para el desarrollo de software según Canon, Letedes y Penades. Esta metodología se caracteriza por:

- Se enfoca más en los desarrollos que se van a realizar en un software que en la documentación respectiva que se debe llevar a cabo para comprender los avances que se realizan diariamente.
- Se preocupa en responder a los cambios que necesite el software y no a elaborar un plan que lleve al correcto desarrollo de este.

Es importante resaltar que las metodologías ágiles tienen como característica principal el manejo y control de equipos de trabajo en búsqueda de metas comunes en el desarrollo de software. Sin embargo, en el proyecto a elaborar no es fundamental este componente, ya que la aplicación puede desarrollarse de forma individual y aquellos elementos que necesitan complementarse pueden ser adquiridos por personas ajenas al proyecto.

En esta misma línea, se plantea seguir la propuesta de metodología ágil Scrum, “ya que tiene como base la idea de creación de ciclos breves para el desarrollo, que comúnmente se llaman iteraciones, pero en Scrum se denominan Sprints” (Trigas, s.f, p. 34).

Figura 7
Ciclo de Sprints de la metodología Scrum



Fuente: Trigas. (s.f). Recuperado de:

<http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/17885/1/mtrigasTFC0612memoria.pdf>

La imagen anterior indica los sprints de la metodología Scrum, los cuales fueron trabajados en el presente proyecto de la siguiente forma:

Concepto: En este momento, se define el proyecto que se desea elaborar y las características propias del mismo en cuanto a su interfaz y comportamiento. Es en este segmento que se comienza a proponer interfaces de la aplicación Cultura T y elaborar en algunas herramientas propuestas de diseños que respondan a las necesidades del proyecto. Además, se organiza los elementos con los que se pretende interactuar con la aplicación para asignar el diseño que más se adecue y su respectiva posición en la interfaz.

Especulación: Se establecen los límites que caracterizarán el software que se desarrollará desde un punto de vista de costos, tiempo y los desarrollos del producto. En este espaciado se busca realizar un proceso de desarrollo y revisión de lo que se busca elaborar como proyecto y realizar las respectivas modificaciones para cumplir con la meta esperada en la funcionalidad de éste. En el proyecto desarrollado, se realiza el análisis de componentes que se pueden ingresar en la aplicación en contraste con la información que era suministrada en el manual de Transmilenio, bajo el cual se realiza la delimitación a través de líneas de trabajo que se acomodarán al tiempo de desarrollo del proyecto, una correcta

asignación de la interfaz para su adecuado funcionamiento y el peso de la aplicación para responder en los dispositivos móviles a utilizar.

Exploración: Se realizan avances en la funcionalidad del producto acorde a lo planteado en la iteración de especulación. Para lograr lo anterior, se inicia con la definición del contenido que llevará cada video a partir de las líneas de trabajo que se establecieron, luego se elabora un marcador que responda adecuadamente a la cámara del dispositivo móvil, posteriormente se elaboran los botones con los que va a interactuar el usuario en Unity y se plantean los primeros Scripts para su respectivo funcionamiento. Así mismo, se buscará la asesoría de un diseñador multimedia para crear los videos de forma dinámica y atractiva que van a ser visualizados por los usuarios dentro de la aplicación.

Revisión: En esta fase, se realizará un contraste entre la propuesta del proyecto y lo que se llegó a elaborar. Es la parte que permite reconocer los avances que haya tenido el proyecto y las falencias de este. Para el presente proyecto, se revisa y a partir de propuestas de personas externas al proyecto se cree adecuado el cambio de una interfaz más atractiva y adaptada al medio de aplicación del software, la organización de la interfaz de una forma diferente que sea de fácil interacción y algunos cambios relacionados con los elementos multimedia a utilizar para una fácil visualización.

Cierre: Se crea una primera versión del proyecto y se abre a la posibilidad de realizar procesos de mejora y mantenimientos que lleven a cumplir con el objetivo principal del mismo. Es en esta etapa se reinicia el ciclo nuevamente y a partir de los demás Sprint se reinicia a una nueva versión del proyecto que supere las expectativas de la aplicación en la interfaz, multimedia e interacción del usuario.

Es importante resaltar que la metodología Scrum abre la posibilidad a estar realizando constantes cambios a la aplicación que busque mejorarla acorde a las necesidades de los usuarios y a las perspectivas de funcionamiento que observen otros miembros del equipo de trabajo. Debido a que el proyecto elaborado se ha desarrollado individualmente, las sugerencias y puntos de vista para el mejoramiento del proyecto se realizan a través de compañeros de estudio y las propuestas de mejora (Trigas G.)planteadas por el asesor.

4. Desarrollo de la aplicación

Para el diseño e implementación de esta aplicación de realidad aumentada llamada *Cultura T* se usó el software de videojuegos Unity en su versión 2020.2.4f1 de 64 bits. La aplicación es una propuesta para promover la cultura ciudadana en el sistema de transporte público Transmilenio usando realidad aumentada, mediante la visualización de unos videos, realizados a partir del manual de usuario al oprimir unos botones ubicados sobre el marcador.

Para la elaboración de esta aplicación, se inició con las fases de concepto y especulación que fueron descritas en la metodología. La fase de concepto se desarrolló mediante la creación de un mockup el cual permitió concretar la idea y trazar una ruta de requerimientos que necesitaba la interfaz gráfica para su funcionamiento de manera interactiva y la fase de especulación permitió identificar sobre el manual de usuario Transmilenio las líneas de trabajo que orientaron la información visualizada en cada video.

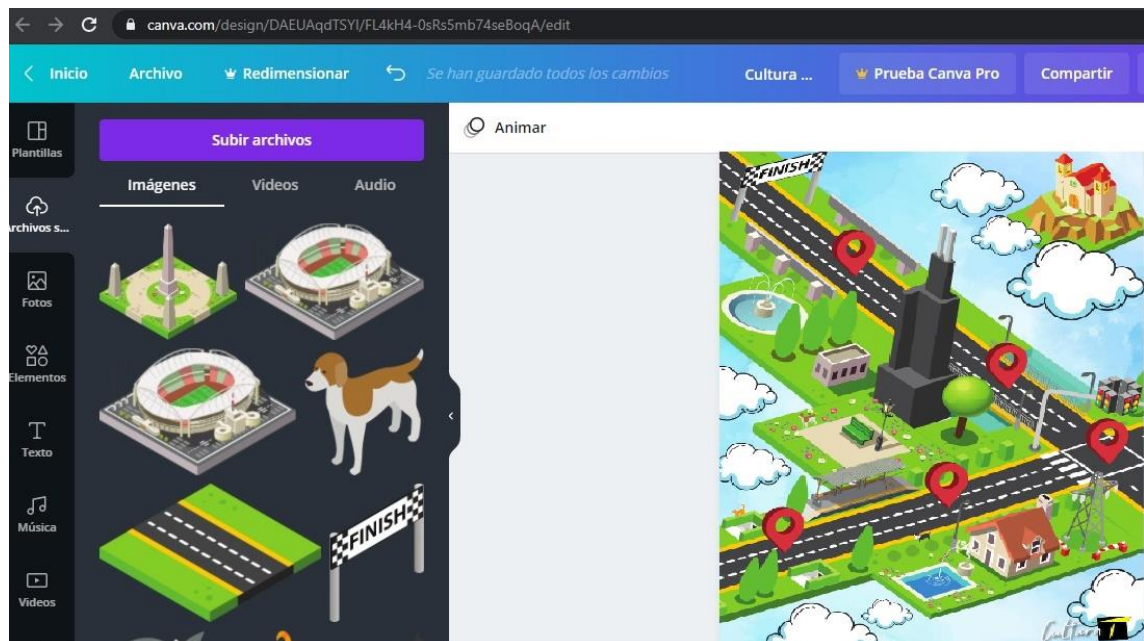
Una vez terminadas las fases anteriores, se inició la fase de exploración con la cual se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1 Marcador.

El marcador desarrollado es una composición de imágenes isométricas propias de la plataforma Canva. Se buscaron elementos (vías, nubes, animales, parques, etc) con colores llamativos para que fuera atractiva visualmente la imagen para el usuario. También, se tuvo presente, representar la vía exclusiva por donde circulan los buses de Transmilenio por las diferentes troncales de la ciudad.

Figura 8

Desarrollo del Marcador en Canva.



Fuente: Elaboración propia

En el transcurso del desarrollo del marcador se observaron las siguientes dificultades en los bocetos preliminares:

- Reconociendo que es una aplicación que busca estimular la cultura Bogotana, se identificó que la imagen no tenía elementos representativos de esta.
- Se definió las vías de la imagen como elementos que deben estar visualmente continuos y no tener ningún elemento superpuesto a estas.

A partir de lo anterior se establecieron los siguientes parámetros en el diseño final del marcador:

- La imagen debe ser asociada a un modelo de ciudad.
- La imagen debe contener elementos icónicos de la ciudad de Bogotá, por lo cual se integró un modelo de estadio que simboliza al Estadio El Campin, Monserrate y la bandera de Bogotá.
- Las vías deben contener los botones que mostrarán los videos de la aplicación.

- El logo de la aplicación debe ser insertado por código para poder tener control de cuando estar habilitado en la aplicación y cuando no.

Figura 9

Marcador Final.

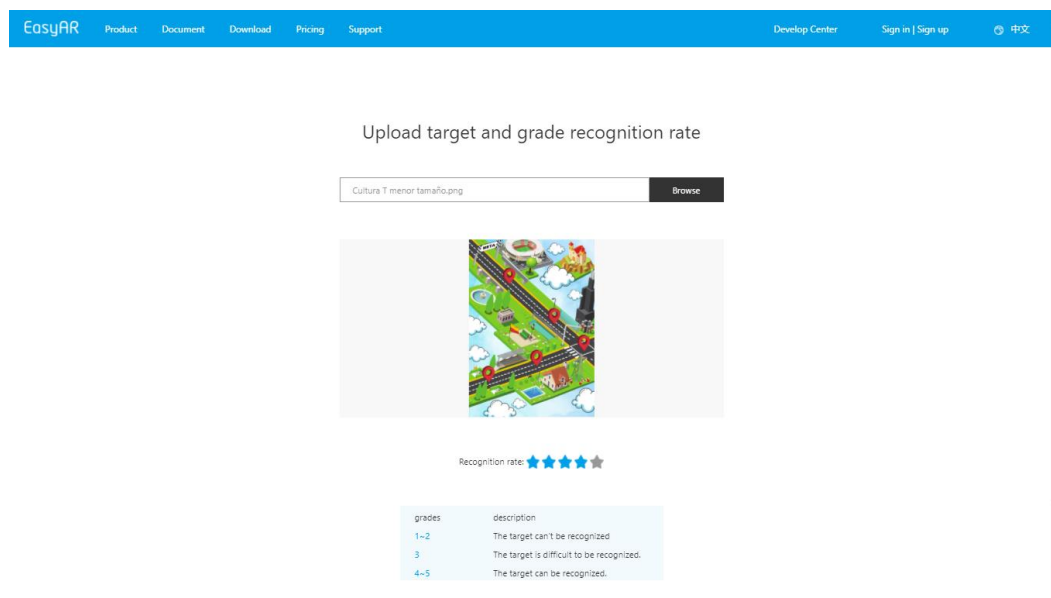


Fuente: Elaboración propia

Una vez terminado el marcador se verificó la tasa de reconocimiento de este mediante la herramienta en línea que tiene Easy AR (<https://easyar.com/targetcode.html>), el cual arrojó un reconocimiento de 4 grados, lo cual es suficiente para un marcador de realidad aumentada.

Figura 10

Tasa de Reconocimiento del Marcador.



Fuente: Elaboración propia

4.2 Videos

Al leer el Manual de Usuario Transmilenio, se establecieron 5 líneas de trabajo enfocadas al tema de cultura ciudadana en el sistema que son: Normas de cultura y convivencia, Normas de seguridad, Contravenciones, Normas para ingresar mascotas y Guía para interactuar con personas en condición de discapacidad en el sistema.

Los videos se desarrollaron en la plataforma Canva y con el software Filmora versión 9.

Las imágenes y video clip utilizados en los videos son descargados de Freepick.com, página web que permitió descargar imágenes libres de derechos de autor tanto de forma gratuita (free) como generando un cobro para tener una cuenta premium. También, las canciones de fondo son libres de derechos de autor, es decir, sin copyright.




Inicialmente, se habían realizado un video por cada línea de trabajo, sin embargo, realizando pruebas con algunas personas se observó que era agotador para el usuario mantener 3 minutos o más la mano fija sobre el marcador sosteniendo el dispositivo para ver cada uno de estos y que el tiempo entre transiciones de diapositivas era muy rápido y no






se acababa de leer toda la información. Para solucionar estas problemáticas, se fragmentaron los videos en secciones más cortas y se le agregó voz de fondo que acompañara la información de cada video.

Finalmente, los resultados obtenidos con estos dos programas de edición fueron los siguientes:

Tabla 1

Descripción de los Videos Obtenidos por Cada Línea de Trabajo Seleccionada.

VIDEO	DESCRIPCIÓN
 <p data-bbox="418 974 626 999">Normas de cultura 1.1</p>	<p data-bbox="829 697 1360 863">Este video promueve el buen trato dentro del sistema, hacer filas para ingresar al bus, las dimensiones de los paquetes que se transportan en el sistema, como evitar correr por las estaciones.</p>
 <p data-bbox="407 1354 639 1379">Normas de cultura 1.2</p>	<p data-bbox="829 1039 1360 1251">Este video recuerda no arrojar basura dentro de los buses ni demás espacios del sistema, no colocar los pies sobre los espaldares de las sillas, el ingreso de los coches de bebés debe ser por las puertas preferenciales, entre otros.</p>
 <p data-bbox="407 1736 634 1761">Normas de cultura 1.3</p>	<p data-bbox="829 1428 1360 1682">Este video informa que está prohibido realizar tomas fotográficas y cinematográficas al interior del sistema sin previa autorización. Así como también prohíbe el ingreso a personas en condición antihigiénica, o con elementos u objetos que afecten a los demás usuarios.</p>

 <p>Contravenciones 2.1</p>	<p>Este video habla de infracciones como la evasión de pago, fumar, comer o beber dentro del sistema, junto a actividades prohibidas en el sistema como la mendicidad, la venta ambulante, la distribución de publicidad entre otros junto con su respectiva sanción contemplada en el Código Nacional de Policía y Convivencia.</p>
 <p>Contravenciones 2.2</p>	<p>Este video habla de infracciones como los actos obscenos, las riñas y el vandalismo al interior del sistema están prohibidas al interior del sistema.</p>
 <p>Contravenciones 2.3</p>	<p>Este video habla sobre las sanciones que contempla el Código Nacional de Policía y Convivencia por dañar, manipular o deteriorar las puertas del Sistema, así como también el uso indebido de los elementos que se tienen para la atención de situaciones de emergencia.</p>
 <p>Normas de seguridad 3.1</p>	<p>Este video promueve conservar la derecha para transitar al interior del sistema, al igual que bajarse del bus de Transmilenio cuando suene la alarma de sobrepeso.</p>
 <p>Normas de seguridad 3.2</p>	<p>Este video promueve el cuidado de nuestras pertenencias al interior del sistema. Además de utilizar únicamente las salidas y entradas habilitadas para tales fines, así como de informar a la policía cualquier acto sospechoso o situación del sistema al interior del sistema.</p>

 <p>Guía para interactuar con usuarios con discapacidad del sistema</p> <p>Usuarios con discapacidad 4.1</p>	<p>Este video enseña sobre los tipos de discapacidad a partir de la clasificación de estas en dos grupos: movilidad reducida temporal como la movilidad reducida permanentemente.</p>
 <p>Recuerda que de brindar apoyo a una persona con discapacidad o discapacidad reducida, lo más importante es preguntar si lo necesita.</p> <p>Usuarios con discapacidad 4.2</p>	<p>Este video contiene algunas recomendaciones para ayudar a personas con discapacidad visual. Es importante recordar que antes de brindar ayuda a una persona con algún tipo de discapacidad es importante preguntar si lo necesita.</p>
 <p>Discapacidad Auditiva</p> <p>+ Cuando se comunique con una persona con discapacidad auditiva, puede hacerlo por medio de alternativas como: el uso de lenguaje de señas, lectura labial, escritura en papel o en dispositivo móvil.</p> <p>+ Si intenta comunicarse por medio de lectura labial, hable despacio, pero sin exagerar su expresión verbal, para que sea comprensible.</p> <p>usuarios con discapacidad 4.3</p>	<p>Este video contiene algunas recomendaciones para interactuar con personas con discapacidad auditiva, neurológica y cognitiva, y movilidad reducida.</p>
 <p>Así como la silla hacia su cuerpo por medio de las manillares. Empuje con el pie hacia abajo hasta que un "punto de equilibrio". Una vez ubicado en su sitio en el bus, lo asegure con el cinturón de seguridad. Al descender de un bus, facilite su salida en la puerta preferencial que cuenta con plataforma.</p> <p>Usuarios con discapacidad 4.4</p>	<p>Este video continua con algunas recomendaciones para ayudar a personas con movilidad reducida, así como también el uso de los espacios prioritarios al interior del sistema.</p>

 <p>En todas las sillas (sin importar su tipo) se debe dar prioridad de uso preferencial para mujeres embarazadas, adultos mayores, pasajeros con discapacidad de brazos, niños menores de 7 años y personas con discapacidad.</p> <p>Adaptadores electrónicos: instalados en el interior de los buses troncales del sistema, les permiten a los pasajeros, conocer sobre el destino, las próximas paradas del servicio y la hora.</p> <p>Usuarios con discapacidad 4.5</p>	<p>Este video continúa describiendo el uso de espacios prioritarios al interior del sistema como por ejemplo los espacios destinados a los perros guías.</p>
 <p><i>En Tranquile</i></p> <p>Se permite el ingreso de usuarios al sistema con animales domésticos tipo mascota siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:</p> <p>Mascotas 5.1</p>	<p>Este video describe cuales son y cuales son las condiciones con las que deben ingresar las mascotas al sistema Transmilenio.</p>
 <p>Por razones de seguridad ningún usuario podrá transportar más de una mascota al mismo tiempo, independientemente de la raza o el color de la mascota.</p> <p>Se prohíbe llevar cualquier tipo de mascota en los brazos.</p> <p>En ningún caso se permite subir mascotas a los guacoles y jaulas.</p> <p>Mascotas 5.2</p>	<p>Este video informa que ningún usuario puede llevar más de una mascota al interior del sistema por motivos de seguridad, así como tampoco cargarlo en brazos o subirlos a la silla. Además, deben portar el carné de vacunación y los perros de raza potencialmente peligrosas deben ser llevados por un mayor de edad y con su respectivo bozal.</p>
 <p>Artículo 105 F de la Ley 746 de 2001</p> <p>Se consideran perros potencialmente peligrosos aquellos que presenten una o más de las siguientes características:</p> <p>a) Perros que han tenido episodios de agresiones a personas u otros perros.</p> <p>b) Perros que han sido adiestrados para el ataque y la defensa.</p> <p>c) Perros que pertenecen a una de las siguientes razas o a sus cruces o híbridos:</p> <p>Doberman Pinscher, Bull Terrier, Dogo Argentino, Dogo de Burdeos, Fila Brasileiro, Mastín Español, Amstaff, Bull Terrier, León de Flandes, Dogo de Burdeos, Dogo de Burdeos, Dogo de Burdeos.</p> <p>Mascotas 5.3</p>	<p>Este video concluye que el tenedor de un perro catalogado como potencialmente peligroso asume la responsabilidad de los daños causados a personas, bienes, espacios públicos y al medio natural en general. También deja claro que los animales lazarillos pueden ingresar al sistema sin bozal y deben estar identificados.</p>

Fuente: Elaboración propia

4.3 Botones

Los botones se dividieron en dos tipos: principales y secundarios. Los principales, son de forma circular, con un ícono representativo para cada línea de trabajo y de colores llamativos. Los botones secundarios, son en forma de estrella y se asocian al color que se le asignó a cada botón principal. Además, se agregaron botones para controlar las acciones sobre la reproducción de un video, como reproducir, pausa, parar y regresar.

Figura 11

Botones Normas de Cultura y Convivencia T



Botón principal



Botón secundario

Fuente: Elaboración propia

Figura 12

Botones Contravenciones



Botón principal

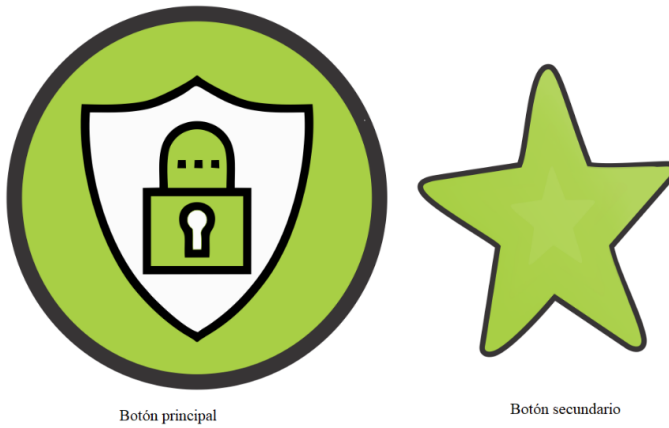


Botón secundario

Fuente: Elaboración propia

Figura 13

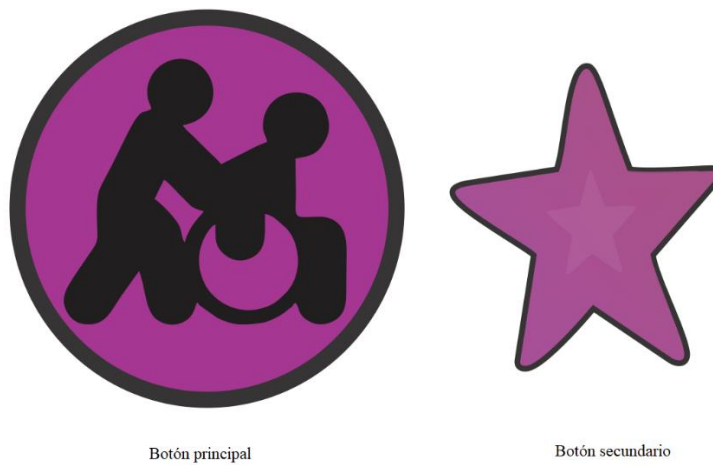
Botones Normas de Seguridad



Fuente: Elaboración propia

Figura 14

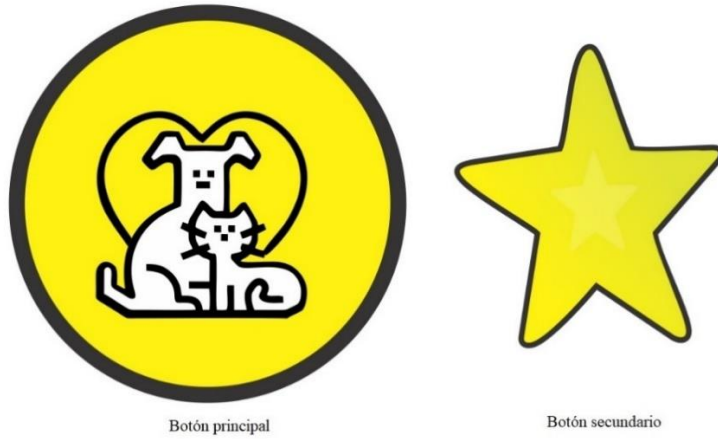
Botones Guía para Interactuar con Usuarios en Condición de Discapacidad



Fuente: Elaboración propia

Figura 15

Botones Normas de Mascotas



Fuente: Elaboración propia

Figura 16

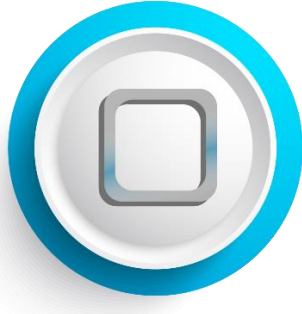
Botón para Regresar a la Pantalla Principal.



Fuente: Elaboración propia

Figura 17

Botón para Parar un Video.



Fuente: Elaboración propia

Figura 18

Botón para Pausar un Video.



Fuente: Elaboración propia

Figura 19

Botón para Reproducir un Video.



Fuente: Elaboración propia

Figura 20

Botón para Cerrar el Mensaje de Error.



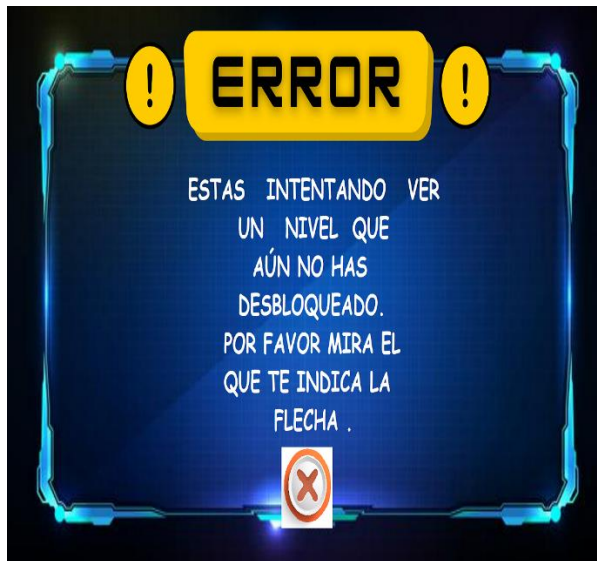
Fuente: Elaboración propia

4.4 Avisos informativos

Para alertar al usuario de que va a ver un video que aún no ha sido desbloqueado, o si por el contrario ya ha visto todos los videos sobre cultura ciudadana en Transmilenio se crearon dos tipos de avisos que le informarán sobre estos acontecimientos. Se buscó que el aviso contrastara con el escenario y el mensaje fuera lo más claro posible para que el usuario.

Figura 21

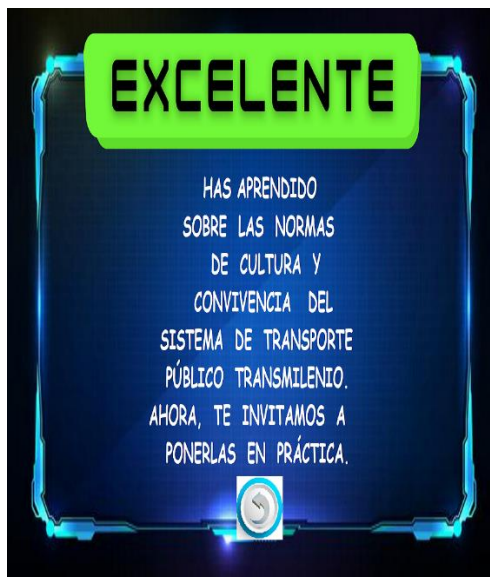
Aviso de error en la aplicación.



Fuente: Elaboración propia

Figura 22

Aviso al terminar la reproducción de videos de la aplicación.



Fuente: Elaboración propia

4.5 Easy AR

Easy AR es el complemento que se eligió para trabajar la realidad aumentada en este proyecto. Para empezar, se inició descargando el Plugin para Unity directamente desde su sitio web <https://www.easyar.com/view/download.html> y se crearon las llaves desde el centro de desarrollo de Easy AR para activar la licencia gratuita del proyecto.

Figura 23

Creación de las Llaves de Licencia del Proyecto en el Centro de Desarrolladores de Easy AR.

The screenshot shows the 'Sense Authorization' page in the EasyAR Developer Center. The page has a blue header with the EasyAR logo and 'Develop Center' text. On the right side of the header, there are links for 'Support', 'tatianarodriguez', and 'Sign Out'. A left sidebar contains navigation options: 'Sense' (with 'Sense Authorization' selected), 'SpatialMap', 'Cloud' (with 'API KEY' selected), 'CRS', and 'Management' (with 'Account Center' and 'Billing Management' listed). The main content area is titled 'Sense Authorization' and features a button 'I need a new Sense License Key' and a 'My Coupons' button. Below this is a table with the following data:

Name	Sense Type	Creation Date	Expiration Date	Free Gift	Action
ProyectoCultura	4.0 Personal	2021-03-17 18:03	-	-	View Upgrade Create SpatialM Database
ProyectoT	4.0 Personal	2021-03-17 16:58	-	-	View Upgrade Create SpatialM Database
CulturaT3	4.0 Personal	2021-02-16 23:54	-	-	View Upgrade Create SpatialM Database
CulturaTv1	4.0 Personal	2021-01-23 18:16	-	-	View Upgrade Create SpatialM Database
TransmiVideo	4.0 Personal	2021-01-23 17:19	-	-	View Upgrade Create SpatialM Database
TransmiEasyAR	4.0 Personal	2021-01-14 13:03	-	-	View Upgrade Create SpatialM Database

Fuente: Elaboración propia

4.6 Configuración e implementación en Unity

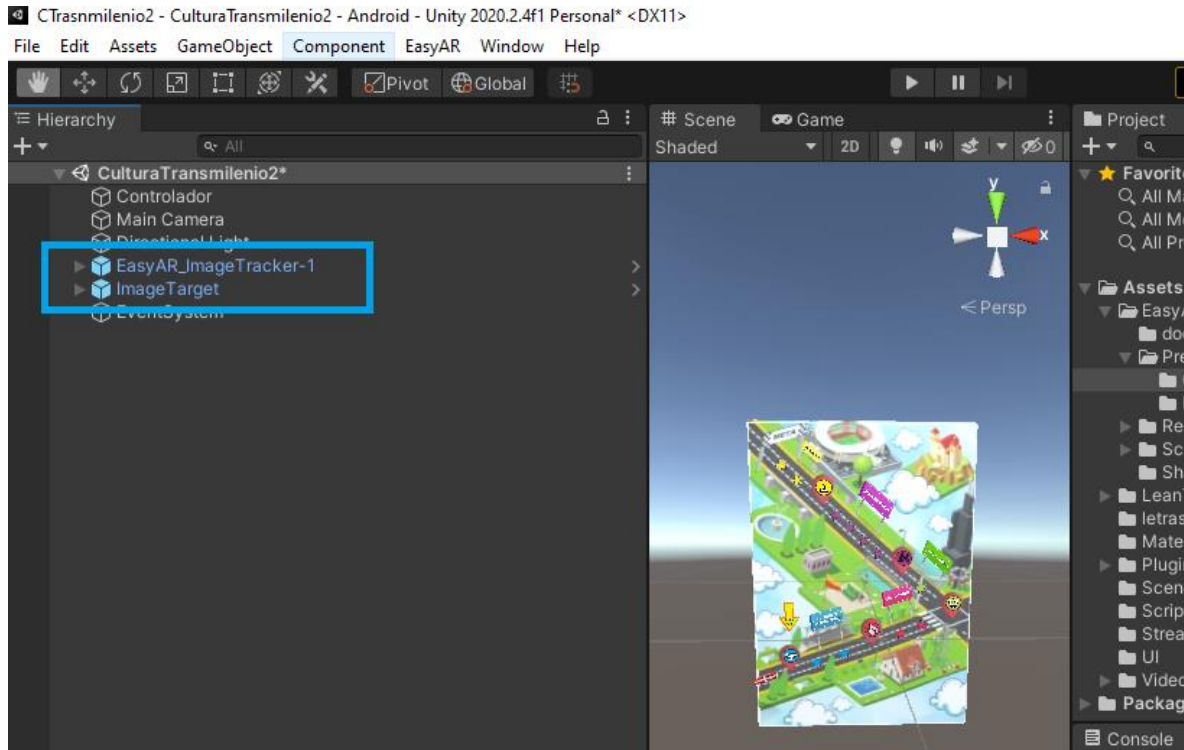
En Unity se inició creando un proyecto 3D en el cual se realizaron las configuraciones respectivas para trabajar con la plataforma de Android, se importó el plugin de Easy AR , escenario, botones y videos descritos anteriormente.

El plugin de Easy AR crea un Asset que contiene dos componentes fundamentales para realizar el presente proyecto: el EasyAR_ImageTracker-1 y el ImageTarget. Estos dos

objetos permiten al programa realizar el reconocimiento del marcador y ubicar el objeto 3D sobre el mismo.

Figura 24

Objetos del Asset de Easy AR Usados en el Proyecto.

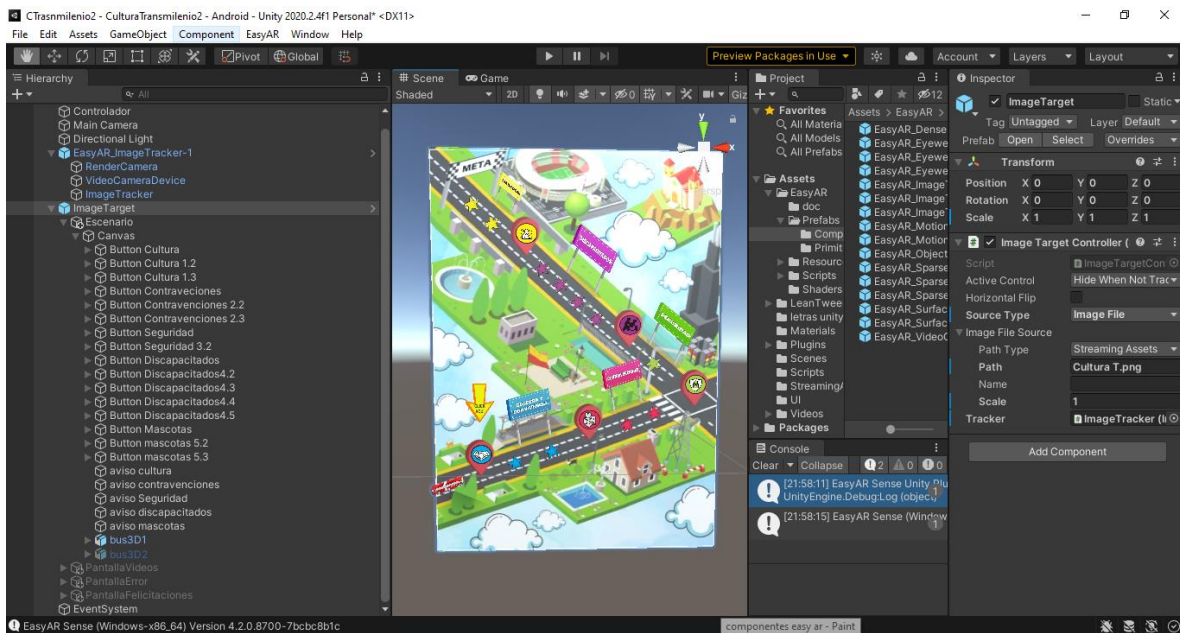


Fuente: Elaboración propia

En el objeto ImageTarget se asocian tanto el marcador que será reconocido como los objetos que contienen la información sobrepuesta en el entorno, como lo son los 16 botones, el panel donde se visualizan los videos, el panel de error, el panel de felicitaciones, el bus de Transmilenio horizontal y vertical y los avisos que identifican las respectivas líneas de trabajo que se seleccionaron del manual de usuario: normas de cultura y convivencia T, contravenciones, seguridad, discapacitados y mascotas.

Figura 25

Objetos asociados al ImageTarget



Fuente: Elaboración propia

El funcionamiento de la aplicación se realiza a partir del Script “ControladorCultura”, el cual contiene las funciones para reproducir, pausar, detener los videos, mover el bus y cerrar la pantalla de videos entre otras.

La siguiente figura muestra las variables que se crearon en el Script para asociar los objetos creados en la interfaz de Unity con las funcionalidades asignadas mediante código, como por ejemplo la variable publica `VideoClip[] videos` contiene un arreglo con los 16 videos creados, las variables de tipo Game Object tienen asociados los objetos creados en la interfaz gráfica, como los buses 3D, botones, paneles y demás.

Figura 26

Atributos Creados en el Script "ControladorCultura".

```

1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4  using UnityEngine.Video;
5
6  public class ControladorCultura : MonoBehaviour
7  {
8      public VideoClip[] videos;
9      public GameObject pantallaVideo;
10     public GameObject panelDeError;
11     public GameObject meta;
12     public GameObject busHorizontal;
13     public GameObject busVertical;
14
15     private int nivelActual = 0;
16     public GameObject[] waypoints;
17     public GameObject[] flechas;
18
19     // AJUSTA LA VELOCIDAD DE LA APLICACIÓN
20     private float speed = 0.1f;
21     private bool canMove = false;
22     private GameObject target;
23     private GameObject currentBus;
24

```

Fuente: Elaboración propia

La siguiente figura describe la función creada para reproducir y hacer el cambio de los videos a partir de los diferentes botones, con la condición de que los videos deben ser vistos de forma consecutiva, es decir, que solo puedo ver el video siguiente al nivel actual en el que se encuentra el usuario o los anteriores a este. El usuario es guiado por una flecha que se mueve dependiendo el video que debe visualizar.

Figura 27

Función ReproducirVideo del Script "ControladorCultura".

```

51
52 public void ReproducirVideo(int numeroDeBoton)
53 {
54     if (nivelActual >15)
55         return;
56
57     if (nivelActual >= numeroDeBoton)
58     {
59         Debug.Log("reproducir video");
60         pantallaVideo.SetActive(true);
61         GetComponent<VideoPlayer>().clip = videos[numeroDeBoton];
62         GetComponent<VideoPlayer>().Play();
63
64         if (nivelActual <= numeroDeBoton)
65         {
66             nivelActual = numeroDeBoton + 1;
67             target = waypoints[numeroDeBoton];
68
69             if (nivelActual<=15)
70             {
71                 flechas[numeroDeBoton].SetActive(false);
72                 flechas[numeroDeBoton + 1].SetActive(true);
73             }
74         }
75     }
76     else
77     {
78         // Muestra el panel de error cuando el NivelActual>15
79         panelDeError.SetActive(true);
80     }
81 }
82

```

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura muestra las funciones desarrolladas para controlar los videos mientras de reproducen, como por ejemplo pausar, detener, o cerrar el video para regresar al escenario.

Figura 28

Funciones para el control de los Videos.

```

82
83 public void PausaVideo()
84 {
85     Debug.Log("pause video");
86     GetComponent<VideoPlayer>().Pause();
87 }
88
89 public void PlayVideo()
90 {
91     Debug.Log("play video");
92     GetComponent<VideoPlayer>().Play();
93 }
94
95 public void StopVideo()
96 {
97     Debug.Log("stop video");
98     GetComponent<VideoPlayer>().Stop();
99 }
100
101 public void CerrarPantallaVideos()
102 {
103     pantallaVideo.SetActive(false);
104     if (nivelActual > 15)
105     {
106         meta.SetActive(true);
107     }
108     else
109     {
110         StartCoroutine(StartMovement());
111     }
112 }

```

Fuente: Elaboración propia

Para finalizar el código, se desarrolló una corrutina que permite tener un tiempo de espera antes de ejecutar una función, lo cual fue necesario para realizar el movimiento del bus de Transmilenio 3D por el escenario.

Figura 29

Función para Mover el Bus por el Escenario.

```

113
114 // LA FUNCIÓN IENUMERATOR INDICA QUE ES UNA CORRUTINA
115
116 public IEnumerator StartMovement()
117 {
118     yield return new WaitForSeconds(1f);
119     canMove = true;
120 }
121
122 public void MoverBus(GameObject target, GameObject bus)
123 {
124     if (Vector2.Distance(target.transform.position, bus.transform.position) > 0.005f)
125     {
126         bus.transform.position = Vector3.MoveTowards(bus.transform.position, target.transform.position, Time.deltaTime * speed);
127     }
128     else
129     {
130         canMove = false;
131     }
132 }
133 }

```

Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones

Reconociendo que la aplicación desarrollada en realidad aumentada busca un problema actual de la sociedad en el cual se aplique los aprendizajes adquiridos en el transcurso del curso, se logran las siguientes conclusiones:

- El complemento de realidad aumentada Easy AR facilitó el desarrollo del aplicativo en conjunto con Unity 3D, ya que sus componentes lograron establecer la correcta conexión entre la lectura del marcador y el objeto 3D del escenario de “Cultura T”. Caso contrario, la aplicación de Vuforia no cumplía con el objetivo de ubicación espacial del objeto 3D sobre el marcador, ya que el objeto constantemente se situaba fuera del marcador perdiendo así algunas de las funciones del aplicativo.
- El marcador elaborado representa la ciudad de Bogotá con el objetivo de transmitir sentido de pertenencia por parte de los usuarios de este sistema. Igualmente, las características de contraste, color y simetría permitieron al programa generar puntos de reconocimiento que detectaba la cámara ágilmente para visualizar el objeto en 3D.
- El aplicativo funciona con dispositivos móviles que tengan tecnología Android 8 o superior, igualmente se sugiere el manejo de cámaras con una resolución mínima de 16 megapíxeles, ya que la detección del marcador con cámaras de baja resolución dificulta la lectura de este.
- La duración de cada uno de los videos es inferior a los 2 minutos y se representan como niveles de juego, ya que los usuarios deben sostener el dispositivo sobre el marcador para realizar la respectiva lectura, lo cual sería agotador si los videos tuvieran una duración mayor. Además, si el video es muy extenso se pierde la atención del usuario.
- Se realiza la lectura de la información con un audio pensando en aquellas personas que tengan dificultades visuales con la letra empleada en cada uno de los videos. Así

mismo, sirve de apoyo para que los videos sean atractivos a los usuarios que prefieran recibir la información de forma auditiva y no visual.

- La interfaz de Unity permite asignar parámetros a los objetos que facilitan su identificación y uso dentro de las funciones de los Scripts. Esto permitió asociar directamente los botones a la programación para que reconocieran el número asignado a cada botón identificando el video que se debe reproducir.
- A partir de condicionales, se logró identificar el nivel en que se encuentra el usuario con respecto al botón que presionó. Lo anterior permite que la programación restrinja la visualización de videos superiores a los que se encuentran habilitados y desbloquee nuevos videos de forma consecutiva.
- La integración de un vehículo de Transmilenio dentro de la aplicación que indica el nivel en el cual se encuentra el usuario hace de este un objeto atractivo que llama la atención para continuar con la visualización de los videos, buscando así que el usuario sienta curiosidad de lo que se encuentra al finalizar el recorrido.

6. Bibliografía

- 11 - "switch" - Teoría del curso en español de C# para Unity - Nivel 1 (2014). [Archivo de Video]. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=Nm-_iDM5ZhI
- Agudelo, F., & Borda, C. M. (2012). *Sistema de reconocimiento de señales de tránsito con realidad aumentada en dispositivos móviles*. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.
- ANSTO. (2019). *Bring the Periodic Table to life with Augmented Reality* [Archivo de Video]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=yqgkx2KcTd8>
- Arangure, V. (2019). *La cultura ciudadana en el sistema Transmilenio en Bogotá*. Universidad Santo Tomás, Bogotá.
- Báez, M., Borrego, Á., Cordero, J., Cruz, L., González, M., Hernández, F., . . . Zapata, Á. (2019). *Introducción a Android*. Madrid: Grupo Tecnología UCM y Victoria López.
- Ballén Duque, F. (22 de 11 de 2007). Derecho a la movilidad. La experiencia de Bogotá D. C. *Prolegómenos*, 10(20), 169-181. doi:<https://doi.org/10.18359/prole.2541>
- Barroso, J., & Gallego, Ó. (2016). La Realidad Aumentada y su Aplicación en la Educación Superior. *Revista del Salomé*, 1(2), 111-124.
- Blázquez Sevilla, A. (2017). *Realidad Aumentada en Educación*. Madrid, España. Obtenido de http://oa.upm.es/45985/1/Realidad_Aumentada__Educacion.pdf
- Canós, J., Patricio, L., & Pénades, M. C. (s.f). *Métodologías Ágiles en el Desarrollo de Software*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Easy AR. (30 de Diciembre de 2019). *Easy AR Sense SDK 4.0*. Obtenido de <https://www.easyar.com/view/sdk.html>
- Moscoso, M., Vann Laake, T., Quiñones, L., Pardo, C., & Hidalgo, D. (2020). *Transporte Urbano sostenible en América Latina: evaluaciones y recomendaciones para políticas de movilidad*. Colombia. Bogotá: Despacio.

Navarro, F., Martínez, A., & Martínez, J. (2019). *Realidad Virtual y Realidad Aumentada: desarrollo de aplicaciones*. Bogotá: Ediciones de la U.

Ortega, L. I. (2017). *3D Virtual Object Tracking and Registration based on Marker*. Tesis de Maestría, Universidad Politecnica de Catalunya, Cataluna. Recuperado el 2021 de Marzo de 1, de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/102070/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ouazzani, I. (2012). *Manual de creacion de videojuego con Unity 3D*. Madrid: UNIVERSIDAD CARLOS III.

Realidad Aumentada Unity 2020 - 1/3 (2019). [Archivo de Video]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=gjYkHKCOIYk&t=218s>

Realidad Aumentada Unity 2020 - 2/3 (2019). [Archivo de Video]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=QfY43Ylk9f4&t=34s>

Realidad Aumentada Unity 2020 - 3/3 (Configurar para Android) (2019). [Archivo de Video]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=WGtLdKxYZ7o&t=139s>

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

Rivera, D. (Dirección). (2020). *AR Foundation - Ejemplos básicos* [Archivo de Video]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=ycdvltvNA1s&feature=youtu.be>

Rivera, D. (Dirección). (2020). *AR Foundation - Introducción* [Archivo de Video]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=rN8HtkpLUAI&feature=youtu.be>

Rivera, D. (Dirección). (2020). *AR Foundation – Raycast* [Archivo de Video]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=IWSfuTFkVWw&feature=youtu.be>

Trigas G., M. (s.f.). Obtenido de <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/17885/1/mtrigasTFC0612memoria.pdf>

Unity . (2019). *C# Translate and Rotate in Unity! - Beginner Scripting Tutorial* [Archivo de Video]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=32JkMANaMpk>

Unity. (s.f.). *C# Switch Statements in Unity! - Beginner Scripting Tutorial* [Archivo de Video]. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=-PWvI3q6_OE

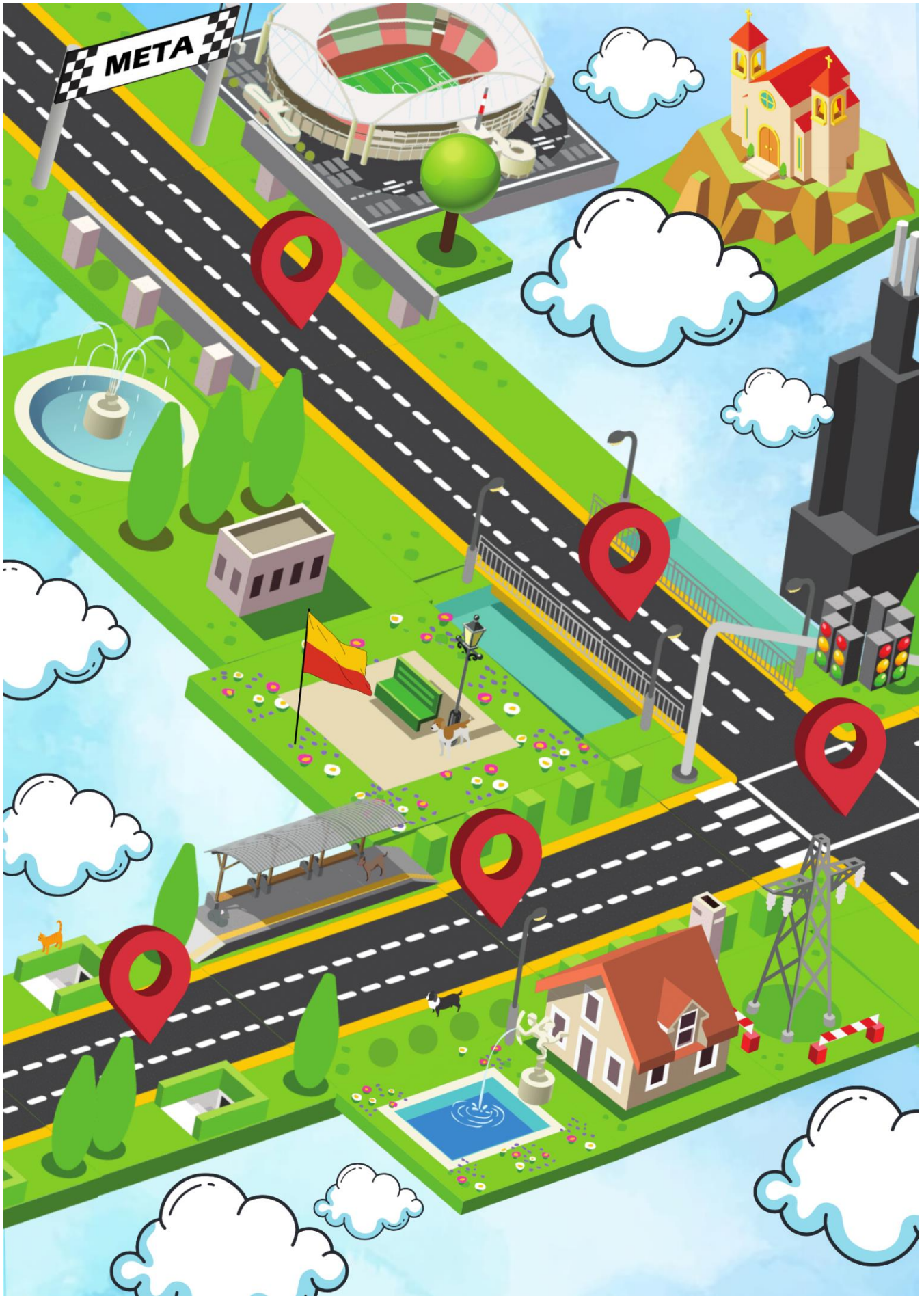
Unity Tutorials - LeanTween Easing (2019). [Archivo de Video]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=SzJ7GUJTcP8>

Universidad Universidad Carlos III de Madrid. (s.f.). *Software de Comunicaciones*. Obtenido de Programación en dispositivos móviles portables: <https://sites.google.com/site/swcuc3m/home>

Why you should use code to animate your UI in Unity. (2019). [Archivo de Video]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=L13yujn9GVQ&t=156s>

7. Anexos

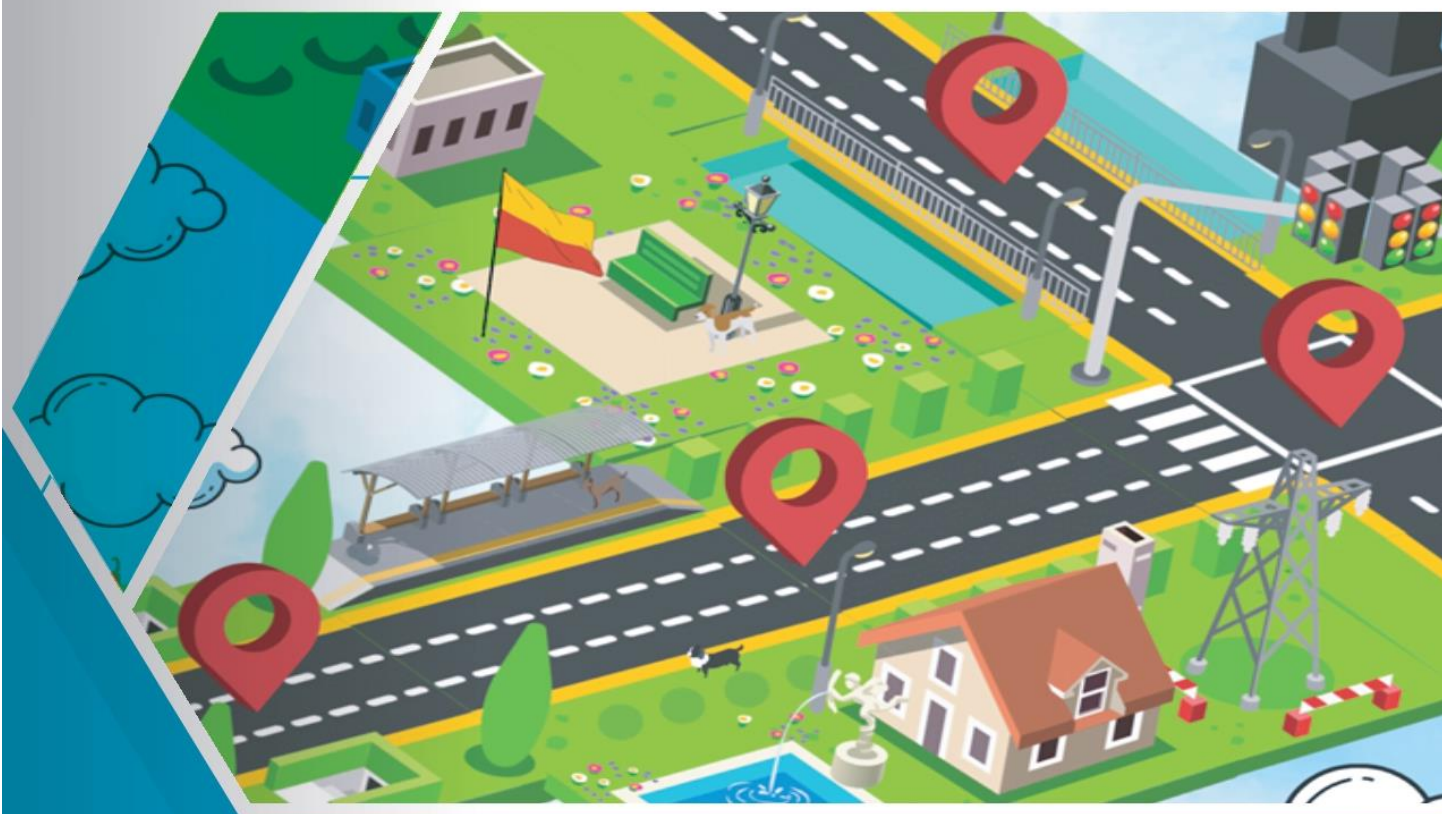
1. Marcador aplicación “Cultura T”.
2. Manual de Usuario Aplicación Cultura T.





**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA
NACIONAL**

Educadora de educadores



- Manual de Usuario - Cultura T

Autor:
Angye Tatiana Rodríguez Salamanca
Versión: 1.0

A continuación, se describe el proceso de instalación, requerimientos y uso de esta aplicación de realidad aumentada enfocada en promover las normas de cultura y convivencia en el sistema de transporte público Transmilenio.



CULTURA T

Requerimientos

TELEFONO MOVIL

Se debe tener un dispositivo móvil (celular o tableta) con un sistema operativo Android de versión 8.0 como mínimo. El aplicativo fue creado para ser usado en esa versión o en versiones posteriores.



MARCADOR

Imagen del marcador preferiblemente impresa en alta calidad.



ILUMINACIÓN

Espacio con buenas fuentes de luz.



INSTALACIÓN Y USO

- 01** El archivo adjunto a este documento de extensión APK (.apk) debe guardarse en el dispositivo para ser instalado

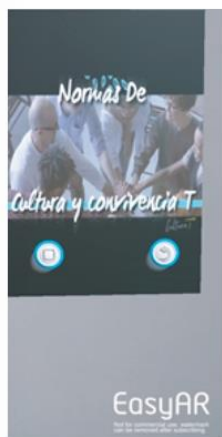




- 02** Una vez instalado, el usuario debe aceptar los permisos para el uso de la cámara.

- 03** Al abrir la aplicación, se debe enfocar la cámara del dispositivo móvil sobre el marcador para poder visualizar en la pantalla de éste la información adicional en el entorno.

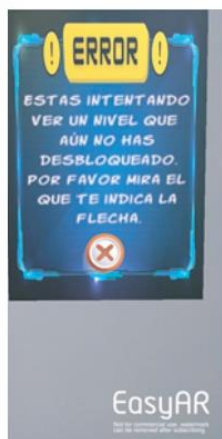


- 04** Una vez reconocido el marcador se puede ver el escenario principal de la aplicación donde el usuario puede encontrar 5 zonas demarcadas por un aviso y color específico, además de una flecha amarilla que indica sobre que botón se debe dar clic para empezar a reproducir los diferentes videos.



05 Al abrirse el panel para reproducir el video, el usuario puede tocar la pantalla del dispositivo para pausar el video, tocar el botón de parar  o seleccionar el botón de regresar  .

06 A medida que el usuario ve los videos, el bus de Transmilenio se mueve dependiendo el nivel en que se encuentre y la flecha amarilla irá indicando el nivel correspondiente a visualizar.



07 Si el usuario oprime un botón mayor al que le indica la flecha amarilla le aparecerá el siguiente mensaje de error. Si por el contrario, oprime un botón anterior a la flecha, podrá ver el video sin ningún problema.

08 Al oprimir los botones principales, el primer video de cada sección presenta el tema que trataran los siguientes videos, por decir, si oprimimos el botón mascotas el primer video mostrará el título normas de mascotas.nte a visualizar.



09 Al finalizar el recorrido, al usuario le saldrá el siguiente aviso y podrá regresar al escenario principal o salir de la aplicación.

