

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA**

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título
de Ingeniero de Sistemas*

PROYECTO TÉCNICO:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL
PARA EL ÁREA DE EDUCACIÓN VIAL DE LA EMPRESA EMOV-
EP ENFOCADO EN LA INTEGRACIÓN DEL SISTEMA
TRANVIARIO DE LA CIUDAD DE CUENCA CON LOS
USUARIOS DE LA MOVILIDAD”**

AUTOR:

OSCAR FERNANDO PIZARRO GORDILLO

TUTOR:

ING. GABRIEL ALEJANDRO LEÓN PAREDES, Ph.D.

CUENCA - ECUADOR

2021

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Oscar Fernando Pizarro Gordillo con documento de identificación N° 1718218900, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL PARA EL ÁREA DE EDUCACIÓN VIAL DE LA EMPRESA EMOV-EP ENFOCADO EN LA INTEGRACIÓN DEL SISTEMA TRANVIARIO DE LA CIUDAD DE CUENCA CON LOS USUARIOS DE LA MOVILIDAD”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero de Sistemas*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre de 2021.



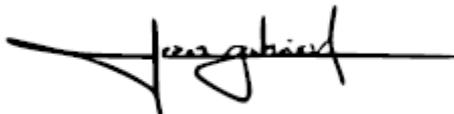
Oscar Fernando Pizarro Gordillo

C.I. 1718218900

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL PARA EL ÁREA DE EDUCACIÓN VIAL DE LA EMPRESA EMOV-EP ENFOCADO EN LA INTEGRACIÓN DEL SISTEMA TRANVIARIO DE LA CIUDAD DE CUENCA CON LOS USUARIOS DE LA MOVILIDAD”**, obteniendo el *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre de 2021.



Ing. Gabriel Alejandro León Paredes, Ph.D.

C.I. 0103652186

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Oscar Fernando Pizarro Gordillo con documento de identificación N° 1718218900, autor del trabajo de titulación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL PARA EL ÁREA DE EDUCACIÓN VIAL DE LA EMPRESA EMOV-EP ENFOCADO EN LA INTEGRACIÓN DEL SISTEMA TRANVIARIO DE LA CIUDAD DE CUENCA CON LOS USUARIOS DE LA MOVILIDAD”**, certifico que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, noviembre de 2021.



Oscar Fernando Pizarro Gordillo

C.I. 1718218900

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación primero a mi Madre Isabel quien ha sido el pilar fundamental en mi vida, a pesar de los obstáculos estuvo ahí para apoyarme y nunca dejó que me de por vencido, a mis Hermanos Jhonatan y Andriana que junto a ellos hemos alcanzado grandes metas sin importar nuestras diferencias y opiniones siempre existirá el apoyo incondicional, a mi sobrino Alan quien con su carisma y opiniones pude lograr la creación de mi proyecto de titulación, a mi Padre Edgar quien me ha enseñado el valor del estudio el sacrificio y sobre todo la responsabilidad, quizás no estuvo en mis mejores momentos pero siempre me inculco buenos valores.

Oscar Fernando Pizarro Gordillo

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a mi familia por apoyarme en las decisiones y proyectos que he tomado en mi vida, siempre han sido uno de las mayores prioridades que tengo sobre todo lo demás, a mi padre quien estuvo atento y me dio el impulso desde el inicio de mi carrera universitaria, agradezco infinitamente a mi enamorada Lisseth quien en los últimos días se ha convertido en parte fundamental de mi vida, gracias por apoyarme en los momentos mas difíciles cuando estaba a punto de rendirme y darme el ánimo suficiente para poder conseguir este logro. También quiero agradecer al Ing. Gabriel León quien confió en mi desde el inicio del proyecto, a pesar de los obstáculos se logro conseguir el resultado esperado, y por ultimo gracias a todos los que fueron parte de este largo camino hacia mi titulación espero poder contar con todos siempre tal como lo es hasta ahora.

Oscar Fernando Pizarro Gordillo

Resumen

El presente proyecto de grado aborda la implementación de un sistema de realidad virtual enfocado en el área de educación vial en la ciudad de Cuenca con la finalidad de que los usuarios de la movilidad puedan convivir diariamente con un nuevo sistema de transporte integrado en la ciudad, como lo es el Tranvía 4 Ríos, para lo cual hacemos uso de las gafas de realidad virtual Oculus Quest, las cuales, nos sirven para vivir una experiencia "realista" dentro de un mundo virtual diseñado lo más parecido al sector El Arenal en la ciudad de Cuenca.

El objetivo que lleva consigo este proyecto es el de brindar una herramienta tecnológica que permita el aprendizaje de los ciudadanos para que hagan un buen uso de las normativas y señales de tránsito, y así la movilidad se desarrolle con normalidad sin tener graves consecuencias como accidentes o fallecimientos. Adicionalmente, este sistema hace uso de herramientas educativas como los juegos serios, que son técnicas de aprendizaje para las personas a medida que van interactuando dentro de ambientes de videojuego.

El sistema ha sido dividido en tres fases en las que la toma de decisiones juega un factor importante para el aprendizaje del jugador. A medida que pasan las distintas fases del juego, la personas serán capaces de identificar errores claves, con la finalidad de que en la última fase sean capaces de llegar a utilizar el medio de transporte sin cometer errores. En este mismo sentido, si la persona comete infracciones en la fase final, esta seguirá igualmente aprendiendo ya que el sistema cuenta con retroalimentación constante a través de sonidos y preguntas, que además, para saber si se comenten o no errores, se ha creado un indicativo llamado "*citación a peatones*" el cuál por cada falta cometida nos informa de un valor a pagar más conocido como multa. Por último, todos los datos recolectados en el trayecto del juego se almacenan en una página web, a la que podrán acceder personal de la EMOV-EP para el análisis previo para la toma de decisiones.

Palabras claves

Unity: Motor de videojuegos.

SketchUp: herramienta de diseño 3D.

EMOV-EP: Empresa Pública de Tránsito y Transporte de Cuenca.

GIHP4C: Grupo de investigación de la UPS.

Abstract

This degree project focused on implementation about a virtual reality system in the area of road education in the city of Cuenca with the purpose that mobility users can live daily with a new integrated transport system in the city, such as the "Tranvia 4 Rios", for which we make use of virtual reality glasses Oculus Quest, which serve us to live a "realistic" experience in a virtual world designed as close to the Arenal sector in the city of Cuenca.

The objective of this project is to provide a technological tool that allows citizens to learn to make good use of traffic regulations and signs, and thus mobility develops normally without serious consequences such as accidents or deaths. For which, the system makes use of serious games, which are a learning technique in people as they interact within a video game.

Our system has been divided into three phases in which decision making plays an important factor for the player's learning, as the phases pass people will be able to identify key errors, with the purpose, that in the last phase are able to get to use the means of transport without making mistakes, but, if the person commits infractions in the final phase will continue learning as it has a constant feedback through sounds and questions, In addition, to know if we make mistakes, a code called pedestrian citation was created, which for each offense committed will give us a value to pay, better known as a fine. Finally, all the data collected during the game are

stored in a web page, which can be accessed by EMOV-EP personnel for previous analysis and to take action,

Keywords

Unity: Video game engine.

SketchUp:3D design tool.

EMOV-EP: Empresa Pública de Tránsito y Transporte de Cuenca.

GIHP4C: UPS research group.

ÍNDICE

I	PROBLEMA DE ESTUDIO	21
1.1	Antecedentes	23
1.2	Importancia y Alcance	24
1.3	Objetivos	26
1.3.1	General	26
1.3.2	Específicos	27
II	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	28
2.1	Movilidad	28
2.1.1	Definición	28
2.1.2	Movilidad en Latinoamérica	28
2.1.3	Transporte Público	29
2.1.4	Señales de Tránsito	29
2.2	Realidad Virtual	29
2.2.1	Definición	29
2.2.2	Importancia de la VR en la educación	30
2.2.3	Oculus Quest	30
2.3	Escenario Virtual	30
2.3.1	Definición	30
2.3.2	SketchUp	31

2.3.3	Unity	31
2.4	Juegos Serios	31
2.4.1	Definición	31
2.4.2	Juegos serios como método de aprendizaje	32
III MARCO METODOLÓGICO		33
3.1	Diseño y Modelado del Escenario Virtual	33
3.1.1	Modelado de Infraestructuras	33
3.1.2	Modelado de Personajes	37
3.1.3	Modelado de Vehículos	39
3.1.4	Modelado de Señales de Tránsito	41
3.2	Implementación de los Modelos	43
3.2.1	Exportar e Importar Modelos	43
3.2.2	Creación de Terrenos en Unity	45
3.2.3	Construcción Escenario	46
3.3	Desarrollo del Juego	47
3.3.1	Parte inicial del juego y escenas complementarias	47
3.3.2	Juegos serios	51
3.3.3	Fase 1 Modo espectador	51
3.3.4	Fase 2 Aprendizaje mediante preguntas	53
3.3.5	Fase 3 Juego Abierto	54
3.3.6	Análisis de Datos	55
3.3.7	Login de la página	56
3.3.8	Página Principal	56
3.3.9	Editar pregunta	58
3.3.10	Registros	58
3.3.11	Estadísticas globales	59
3.3.12	Estadísticas específicas	60

3.3.13	Estadísticas por pregunta	61
IV	ANÁLISIS DE RESULTADOS	63
4.0.1	Resultados de la Implementación del Escenario Virtual	63
4.0.2	Resultados de Personajes	68
4.0.3	Resultados de Vehículos	72
4.0.4	Resultado de Señales de Tránsito	76
4.0.5	Resultados Totales del Juego	82
4.0.6	Encuestas Aplicadas	82
V	Cronograma de Actividades	92
VI	Presupuesto	96
VII	CONCLUSIONES	97
VIII	RECOMENDACIONES	99
Anexos		104
A	Formato de las encuestas realizadas	105
B	Modelado de la infraestructura	108
C	Modelado de Personajes	125
D	Modelado de Vehículos	129
E	Modelado de Señales de Tránsito	137
F	Manual de Usuario Sistema de Realidad Virtual	155
6.0.1	Mandos y visor Oculus Quest	156
6.0.2	Primera vista del Juego Menú Principal	158

6.0.3	Pantalla de Carga	159
6.0.4	Inicio de Juego	160
6.0.5	Opción Peatón Fase 1	161
6.0.6	Fase 2 Peatón	162
6.0.7	Opción Conductor Fase 1	165
6.0.8	Fase 2 Conductor	166
6.0.9	Opción Motociclista Fase 1	168
6.0.10	Fase 2 Motociclista	169
6.0.11	Fase 3	172
6.0.12	Opción el Arenal	174
6.0.13	Opción Rió Tomebamba	187
6.0.14	Escena Final	195

Índice de tablas

4.1	Resultados de la pregunta 1.¿En qué rango de edad se encuentra usted?	84
4.2	Resultados de la pregunta 2.En un rango del 1 al 3, donde 1 es NADA y 3 es Todo, ¿Qué tanto usted pudo apreciar y entender la temática del accidente presentado el escenario?	85
4.3	Resultados de la pregunta 3.¿Qué tal le pareció a usted la experiencia de realidad virtual?	86
4.4	Resultados de la pregunta 4.¿Usted logro identificar el sector de la ciudad en la que se encontraba? de la encuesta realizada	87
4.5	Resultados de la pregunta 5.¿En un rango del 1 al 5 (1 como muy mala y 5 como muy buena), ¿Cómo calificaría la experiencia de jugar y aprender por estos medios virtuales?	89
4.6	Resultados de la pregunta 6.¿Cree usted que los juegos de realidad virtual son una buena opción para aprender sobre educación vial?	90
4.7	Resultados de la pregunta 7.En un rango del 1 al 5 (1 como muy difícil y 5 como muy fácil), que tan fácil fue para usted manejar el equipo Oculus (gafas de realidad virtual)	91
5.1	Cronograma de Actividades del Proyecto de educación vial "Tranvía". . .	92
6.1	Presupuesto destinado al Proyecto de educación vial "Tranvía"	96

Índice de figuras

1.1	Tabla de datos de causas de siniestro, fallecidos y lesionados durante el período 2015 al 2019, entregada por la EMOV-EP	22
3.1	Fotografía tomada del Sector el Arenal de la ciudad de Cuenca	34
3.2	Captura de Google Earth del escenario a modelar. Sector el Arenal de la ciudad de Cuenca	35
3.3	Comparando diseño y foto real del escenario	36
3.4	Modelado de escenario Tranvía en SketchUp	37
3.5	Modelando de personaje típico: "Chola Cuencana" realizado en MakeHuman	38
3.6	Animación de personaje en Adobe Mixamo	39
3.7	Diseño y modelado de un vehículo de la empresa EMOV-EP	40
3.8	Modelo Tranvía parte interior y exterior	41
3.9	Modelado de Señales de Tránsito	42
3.10	Ventana de exportación en formato fbx	44
3.11	Proceso de exportación de SketchUp a Unity	44
3.12	Terreno creado para el escenario Tranvía	46
3.13	Escenario listo en Unity comparado con el escenario real	47
3.14	Menú inicial del juego: Escoger Edad y Género	48
3.15	Escenario de carga al pasar de escena	49
3.16	Menú de opciones para iniciar los juegos serios: peatón, Conductor o Motociclista	50
3.17	Escena Final del Juego	50

3.18	Opción Peatón para la Fase 1	52
3.19	Opción Conductor para la Fase 1	52
3.20	Opción Motociclista para la Fase 1	53
3.21	Vista del jugador en la Fase 2	54
3.22	Vista de del jugador en la Fase 3	55
3.23	Inicio de sesión de la página Web	56
3.24	Página principal al iniciar sesión	57
3.25	Tabla de preguntas en la página principal	57
3.26	Página editar pregunta	58
3.27	Página de registros	59
3.28	Página estadísticas globales	60
3.29	Página estadísticas específicas	61
3.30	Página estadísticas por preguntas	62
4.1	Avenida de las Américas frente a la estación del Tranvía "El Arenal"	64
4.2	Resultado Av. Amazonas estación "El Arenal"	64
4.3	Túnel peatonal en la parte central de la Avenida de las Américas con dirección a la estación "El Arenal"	65
4.4	Vista desde la plataforma El Arenal hacia la rotonda que intersecan las calles Remigio Crespo y Avenida de las Américas	65
4.5	Vista desde la calle Remigio Crespo hacia la rotonda del Arenal	66
4.6	Estación Río Tomebamba	66
4.7	Vista en dirección a la cuadra del Batán	67
4.8	Vista con dirección a la avenida de las América	67
4.9	Personaje característico "Chola Cuencana" en proceso de diseño	68
4.10	Personaje masculino con traje formal	69
4.11	Vendedores ambulantes con mascarilla adaptados a la situación actual	69
4.12	Personaje femenino con traje normal	70

4.13	Personaje femenino con traje semiformal	70
4.14	Personajes masculinos que con implementaos de trabajo dentro del sector	71
4.15	Personaje masculino con traje normal	71
4.16	Bus urbano que recorre la ciudad	72
4.17	Ambulancia característica de la ciudad	73
4.18	Bus interprovincial que recorre la ciudad	73
4.19	Vehículo de la Universidad Politécnica Salesiana	74
4.20	Modelo Tranvía que será la principal característica en el escenario	74
4.21	Vehículo común de la ciudad	75
4.22	Motocicleta que recorre el escenario	75
4.23	Vehículo policial característico de la ciudad	76
4.24	Señal Prioridad Tranvía con altura delimitada	77
4.25	Señal ceda el paso común para rotondas por donde pasa el Tranvía	78
4.26	Señal no virar en U ni a la izquierda	79
4.27	Semáforo común	80
4.28	Señal informativa	81
4.29	Señal no estacionar en esta zona	81
4.30	Resultados de la pregunta 1.¿En qué rango de edad se encuentra usted?	84
4.31	Resultados de la pregunta 2.En un rango del 1 al 3, donde 1 es NADA y 3 es Todo, ¿Qué tanto usted pudo apreciar y entender la temática del accidente presentado el escenario?	85
4.32	Resultados de la pregunta 3.¿Qué tal le pareció a usted la experiencia de realidad virtual?	86
4.33	Resultados de la pregunta 4.¿Usted logro identificar el sector de la ciudad en la que se encontraba?	87

4.34	Resultados de la pregunta 5.¿En un rango del 1 al 5 (1 como muy mala y 5 como muy buena), ¿Cómo calificaría la experiencia de jugar y aprender por estos medios virtuales?	88
4.35	Resultados de la pregunta 6.¿Cree usted que los juegos de realidad virtual son una buena opción para aprender sobre educación vial?	89
4.36	Resultados de la pregunta 7. En un rango del 1 al 5 (1 como muy difícil y 5 como muy fácil), ¿qué tan fácil fue para usted manejar el equipo Oculus (gafas de realidad virtual)	90
1.1	Formato de la encuesta realizada - Parte 1	106
1.2	Formato de la encuesta realizada - Parte 2	107
2.1	Edificio en la calle de El Batan y Avenida de las Américas en el escenario real .	109
2.2	Edificio en la calle de El Batan y Avenida de las Américas en el escenario virtual	110
2.3	Edificio en la Avenida de las Américas en la plataforma el Arenal en el escenario real	111
2.4	Edificio en la Avenida de las Américas en la plataforma el Arenal en el escenario virtual	112
2.5	Edificio en la Avenida de las Américas en el escenario real	113
2.6	Edificio en la Avenida de las Américas en el escenario virtual	114
2.7	Edificio en la Avenida de las Américas empezando la rotonda en el escenario real	115
2.8	Edificio en la Avenida de las Américas empezando la rotonda en el escenario virtual	116
2.9	Edificio de El Batan en el escenario real	117
2.10	Edificio de El Batan en el escenario virtual	118
2.11	Edificio Frente a la estación del Tranvía El Arenal en el escenario real	119
2.12	Edificio Frente a la estación del Tranvía El Arenal en el escenario virtual	120
2.13	Avenida de las Américas frente a la estación del Tranvía "El Arenal"	121

2.14	Resultado infraestructura - Parte 2	121
2.15	Túnel peatonal en la parte central de la Avenida de las Américas con dirección a la estación "El Arenal"	122
2.16	Vista desde la plataforma El Arenal hacia la rotonda que intersecan las calles Remigio Crespo y Avenida de las Américas	122
2.17	Vista desde la calle Remigio Crespo hacia la rotonda de El Arenal	123
2.18	Estación Rió Tomebamba	123
2.19	Vista en dirección a la cuadra de El Batán	124
2.20	Vista con dirección a la avenida de las Américas	124
3.1	Personaje característico "Chola Cuencana" en proceso de diseño	125
3.2	Personaje masculino con traje formal	126
3.3	Vendedores ambulantes con mascarilla adaptados a la situación actual	126
3.4	Personaje femenino con traje normal	127
3.5	Personaje femenino con traje semiformal	127
3.6	Personajes masculinos que con implementos de trabajo dentro del sector	128
3.7	Personaje masculino con traje normal	128
4.1	Vehículo de la empresa EMOV-EP en proceso de modelado	129
4.2	Ambulancia característica de la ciudad real	130
4.3	Ambulancia característica de la ciudad virtual	130
4.4	Bus urbano que recorre la ciudad real	131
4.5	Bus urbano que recorre la ciudad virtual	131
4.6	Bus interprovincial que recorre la ciudad real	132
4.7	Bus interprovincial que recorre la ciudad virtual	132
4.8	Vehículo de la Universidad Politécnica Salesiana real	133
4.9	Vehículo de la Universidad Politécnica Salesiana virtual	133
4.10	Modelo Tranvía que será la principal característica en el escenario real	134

4.11	Modelo Tranvía que será la principal característica en el escenario virtual . . .	134
4.12	Vehículo policial característico de la ciudad real	135
4.13	Vehículo policial característico de la ciudad virtual	135
4.14	Vehículo común de la ciudad	136
4.15	Motocicleta que recorre el escenario	136
5.1	Señalización Tranviaria, imagen entregada por la empresa Tranvía 4 Ríos . . .	138
5.2	Semáforo peatonal, imagen entregada por la empresa Tranvía 4 Ríos	139
5.3	Catenaria, imagen entregada por la empresa Tranvía 4 Ríos	140
5.4	Señal Prioridad Tranvía, imagen entregada por la empresa Tranvía 4 Ríos . . .	141
5.5	Señal paso solo al Tranvía, imagen entregada por la empresa Tranvía 4 Ríos . .	142
5.6	Información adicional, imagen entregada por la empresa Tranvía 4 Ríos	143
5.7	Señal Prioridad Tranvía con altura delimitada	144
5.8	Señal Prioridad Tranvía escenario virtual	145
5.9	Señal No bloquear el paso	146
5.10	Señal de Tranvía LED real, imagen entregada por la empresa Tranvía 4 Ríos . .	147
5.11	Señal de Tranvía LED virtual	148
5.12	Señal no virar en U ni a la izquierda	149
5.13	Semáforo Tranviario	150
5.14	Semáforo común	151
5.15	Semáforo largo común con aviso peatonal	152
5.16	Señal informativa	153
5.17	Paso cebra	153
5.18	Señal no estacionar en esta zona	154
6.1	Hardware Oculus Quest	156
6.2	Correas del visor Oculus Quest	157
6.3	Correas del control Oculus Quest	157

6.4	Botones de controles que serán usados en el juego	158
6.5	Menú inicial del escenario Tranvía	158
6.6	Botón Aceptar para continuar el juego	159
6.7	Pantalla de carga	160
6.8	Formato de la encuesta realizada parte 2	161
6.9	Animación de Cámara Fase1 Peatón	162
6.10	Recorrido de Peatón en la Fase1 Peatón	162
6.11	Pregunta Fase 2 Peatón	163
6.12	Respuesta Correcta Fase 2 Peatón	164
6.13	Respuesta incorrecta Fase 2 Peatón	164
6.14	Animación cámara Fase 1 Conductor	165
6.15	Recorrido Vehículo Fase 1 Conductor	165
6.16	Pregunta Fase 2 Conductor	167
6.17	Respuesta Correcta Fase 2 Conductor	167
6.18	Respuesta incorrecta Fase 2 Conductor	168
6.19	Animación cámara Fase 1 Motociclista	169
6.20	Recorrido Motociclista Fase 1 Motociclista	169
6.21	Pregunta Fase 2 Motociclista	170
6.22	Respuesta Correcta Fase 2 Motociclista	171
6.23	Respuesta incorrecta Fase 2 Motociclista	171
6.24	Partes del control Oculus a usar para realizar el movimiento	172
6.25	Inicio de la Fase 3	173
6.26	Puerta para salir de la casa	173
6.27	Puerta para salir de la casa	174
6.28	Inicio del Recorrido en la Opción el Arenal	175
6.29	Jugador usa del Paso cebra para cruzar	175
6.30	Jugador no Usa el paso cebra para cruzar	176

6.31	Nuevo punto a llegar en las gradas	176
6.32	Jugador frente a la estación del Tranvía	177
6.33	Multa por cruzar la calle incorrectamente	178
6.34	Indicación con flechas por donde tiene que cruzar	178
6.35	Gradas que se tiene que usar para ir al túnel peatonal	179
6.36	Punto de juego en el túnel peatonal	179
6.37	Parterre intermedio donde se encuentra la estación el Arenal	180
6.38	Multa por querer invadir las rieles del Tranvía	180
6.39	Nuevo punto de juego en al estación	181
6.40	Nuevo punto de juego en al estación	181
6.41	Máquina habilitada par usar	182
6.42	Manipulación de máquina del Tranvía	182
6.43	Validación de tarjeta en la máquina de cobro	183
6.44	Punto para subir al Tranvía	184
6.45	Punto para subir al Tranvía	185
6.46	Punto para subir al Tranvía	185
6.47	Jugador logro subirse al Tranvía	186
6.48	Punto final Fase 3 del escenario Tranvía	186
6.49	Jugador usa el paso cebra para cruzar	187
6.50	Jugador no usa el paso cebra para cruzar	188
6.51	Jugador usa el paso cebra para cruzar	188
6.52	Jugador no usa el paso cebra para cruzar	189
6.53	Nuevo punto de Juego	189
6.54	Nuevo punto de juego en al estación	190
6.55	Punto para subir al Tranvía	190
6.56	Máquina habilitada par usar	191
6.57	Manipulación de máquina del Tranvía	191

6.58 Validación de tarjeta en la máquina de cobro	192
6.59 Punto para subir al Tranvía	192
6.60 Opción no usar máquinas	193
6.61 Punto para subir al Tranvía	193
6.62 Jugador logro subirse al Tranvía	194
6.63 Punto final Fase 3 del escenario Tranvía	194
6.64 Escena Final del juego	195

Introducción

El proyecto de educación vial mediante realidad virtual empieza a tener sus primeras luces durante el año 2019 el mismo que se presenta con la problemática de la implementación del nuevo sistema de transporte público denominado “Tranvía 4 Ríos” y los accidentes suscitados por el irrespeto a las señales de tránsito en la ciudad de Cuenca, para lo cual, la Universidad Politécnica Salesiana (UPS) a través del grupo de investigación “Cloud Computing, Smart Cities and High Performance computing (GIHPAC)”, empiezan la investigación en el mencionado campo, y por ende, la Empresa Pública de Movilidad Tránsito y Transporte de Cuenca (EMOV-EP) respalda el mencionado proyecto.

Para dar a conocer de mejor manera el seguimiento de dicho proyecto nos basaremos en el artículo publicado por el grupo de investigación GIHP4C en el año 2020, el cual lleva el nombre de “Plataforma basada en realidad virtual y análisis de datos para la concienciación de la movilidad urbana como herramienta de educación vial”, el cual plantea los problemas que se han identificado con los datos entregados por la EMOV-EP, y, diferentes estudios realizados internamente por miembros del grupo de investigación.

Según datos entregados por la EMOV-EP que los desglosaremos más adelante, podemos dar a conocer que en el año 2019 existieron 22.248 accidentes de los cuales 2.373 se suscitaron en la ciudad de Cuenca dando un total del 12.60%, en cambio para el año 2020 el 40% de los accidentes se dan por manejar con distintas distracción ya sea el celular, comida, llamadas y más, por otra parte el 11% es el exceso de velocidad en las carreteras y por ultimo el 8% por no mantener una distancia prudente entre vehículos. (León-Paredes et al., 2020)

Por otra parte, el crecimiento de la población en la ciudad de Cuenca en los últimos años es muy notorio, por lo que la demanda del transporte público para movilizarse fue decayendo día a día Cordero (2012), consecuencia de lo cual es que se llevó a cabo el proyecto Tranvía 4 Ríos

el mismo que inició en el año 2012, pero que en realidad su etapa operativa iniciación en el 25 de mayo de 2020¹. Cabe mencionar que para este proyecto se llevo a cabo en forma paralela la implementación de nuevas señaléticas a los largo de la ruta tranviaria, ya pesar de aquello, solo hasta octubre del año 2020 se registraron 10 accidentes de tránsito con el Tranvía, período en el cual dejó lamentablemente 1 víctima mortal. (Tranvía, 2020).

Para intentar corregir esta estadística negativa, es necesaria la aplicación de medidas contundentes a mediano y largo plazo y que dependerán de las políticas aplicadas principalmente por parte del estado y de las diferentes entidades que lo supervisan. Con este antecedente, proponemos utilizar herramientas alternativas de aprendizaje para el uso responsable, seguro y sostenible de la movilidad en nuestra ciudad, englobando al transporte publico y medios personales dentro del territorio, empleando técnicas modernas con realidad virtual, brindando así una de las mejores alternativas tecnológicas de formación, debido a que los entornos tridimensionales generados por un computador, “engañan” los sentidos humanos haciendo que la retención y generalización de los nuevos conocimientos permanezcan por más tiempo en nuestro cerebro. (León-Paredes et al., 2020).

La creación de escenarios virtuales más la utilización de los juegos serios para el aprendizaje, se consideran una moderna tendencia tecnológica de educación, en la que se utilizan las denominadas gafas “*Oculus Quest*”² las mismas que toman la posición de la cabeza de un jugador, quien adapta el campo de visión dependiendo de los movimientos que este realice, haciendo que la experiencia vivida se acerque más a la vida real. Paralelamente, la aplicación de juegos serios hacen que la manera de aprender sea más atractiva, divertida y diferente, y que para su evaluación, el jugador deberá tomar decisiones en base a preguntas que serán mostradas según como vayan interactuando durante el juego.

¹https://es.wikipedia.org/wiki/Tranvía_de_Cuenca

²<https://www.oculus.com/>

Finalmente se presentan datos reales a través de una página web, donde el personal de la EMOV-EP podrá visualizar el avance de conocimientos adquiridos por los usuarios de movilidad, mediante estadísticas para su posterior análisis. También los administradores del sistema podrán cambiar, mejorar o incluir nuevas preguntas dentro del juego, para que su alcance no se vea limitado.

Capítulo I

PROBLEMA DE ESTUDIO

El crecimiento de la población en la ciudad de Cuenca es notorio, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en su último censo realizado en el año 2010, la ciudad de Cuenca tuvo un total de 505.585 habitantes, pronosticándose que para el 2018 la población alcanzaría un estimado de 614.539 habitantes (INEC, 2020), con lo cual la movilidad por obvias razones, empezaría a tener dificultades debido a que el por un lado, transporte público no podrá abastecer la demanda de la población y por otro lado, el intenso tráfico y la consecuente contaminación generada por la utilización de vehículos particulares, generando un gran problema dentro del contexto de movilidad en nuestra ciudad.¹

Debido a esto, la Empresa Pública Municipal de Movilidad EMOV-EP, ha entregado al grupo de investigación GHIP4C de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca², a través de un convenio firmado en conjunto, datos de accidentabilidad de tránsito para ser analizados desde el año 2017 al 2019 y que se encuentran descritos en el artículo publicado en conjunto (UPS y EMOV-EP), en el que se indican que en la ciudad de Cuenca se han registrado 2.398 accidentes de tránsito, de los cuales 2.278 personas resultaron heridas y 94 lamentablemente perdieron la vida, tal como se muestra en la Tabla de la Figura 1.1.

¹Página oficial Tranvía 4 Ríos: <http://tranvia.cuenca.gob.ec/>

²<https://gihp4c.blog.ups.edu.ec/>

CAUSAS DE SINIESTRO	FALLECIDOS	LESIONADOS
CONducir desatento al tránsito	17	481
EXCESO DE VELOCIDAD	14	49
IMPRUDENCIA DEL PEATON	10	133
CONDUCE BAJO LA INFLUENCIA DE ALCOHOL	9	386
NO RESPETA LAS SEÑALES DE TRÁNSITO	8	569
NO CEDER EL DERECHO DE VÍA AL PEATÓN	5	131
PRESENCIA DE AGENTES EXTERNOS EN LA VÍA	4	5
MAL ESTADO DE LA VÍA	4	3
REALIZAR CAMBIO BRUSCO DE CARRIL	3	145
NO MANTENER LA DISTANCIA PRUDENCIAL	3	85
DAÑOS MECÁNICOS	3	18
EMBRIAGUEZ DEL PEATÓN	3	18
NO CEDER EL DERECHO DE VÍA A VEHÍCULOS	2	133
CASOS FORTUITOS	2	10
DEJAR O RECOGER PASAJEROS	2	9
CONducir en sentido contrario a la vía	1	48
NO GUARDAR LA DISTANCIA LATERAL	1	29
EL CONDUCTOR MAL ESTACIONADO	1	9
CAUSAS DESCONOCIDAS	1	5
CONducir en estado de somnolencia	1	2
REBASAR EN SITIOS PELIGROSOS	0	6
CONDICIONES AMBIENTALES Y/O ATMOSFÉRICAS	0	4

Figura 1.1: Tabla de datos de causas de siniestro, fallecidos y lesionados durante el período 2015 al 2019, entregada por la EMOV-EP

Para conocer cuáles son los sectores con más índices de accidentes, se observa que de las treinta y seis parroquias urbanas y rurales que tiene la ciudad de Cuenca, las que presentan mayor cantidad de siniestros son las parroquias Yanuncay, Sucre y Totoracocha, que suman un total de 643 personas lesionadas por accidentes de tránsito.(León-Paredes et al., 2020).

Por las razones mencionadas y entre otras que son de orden político y social, la propuesta más viable para mejorar la calidad de vida en cuanto a movilidad de los ciudadanos cuenecanos es el Proyecto Tranvía 4 Ríos, el mismo que se busca que el abastecimiento del transporte

público pueda cubrir la demanda de transporte de la población. Por otro lado, y como es de conocimiento público, la integración de este nuevo sistema de transporte ha sido fuente de un gran número de conflictos, ya que al no presentar una buena propuesta de planificación y trabajo al inicio de dicho proyecto, ha generado grandes problemas en cuanto a la educación vial con la inclusión de nuevas señales de tránsito, y que con la escasa cultura vial en el contexto tranviario, según los análisis hechos por la EMOV-EP han llegado a la conclusión de que es necesaria una respuesta educativa a largo plazo por parte de esta entidad hacia la ciudadanía.

1.1 Antecedentes

El mencionado proyecto Tranvía 4 Ríos surge como iniciativa para disminuir el tránsito, la contaminación y abastecer la demanda de población cuencana. Dicho proyecto se pone en marcha desde el 2012 y hace su inicio operativo en el 2020, para lo cual se han generado diferentes conflictos en cuanto a la cultura vial. Como consecuencia de esto, se han generado hasta el mes de octubre del año de operación 10 accidentes de tránsito que involucran al Tranvía, de los cuales 1 accidente dejó como consecuencia la muerte de una persona que conducía una motocicleta y otras que involucran a vehículos pesados y livianos que por invadir zonas prohibidas o por no respetar los semáforos, han llegado a ocasionar estos lamentables siniestros. (Tranvía, 2020)

Dentro del contexto de cultura vial, una parte fundamental son los peatones, a quienes se puede evidenciar que en las zonas de gran aglomeración de la ciudad, especialmente tomando como referencia dos de los sectores más comerciales como son: el sector de El Arenal y el de los alrededores del Mercado 9 de Octubre, en los que existe un total caos de personas quienes no respetan y se cruzan por las líneas tranviarias, sin medir el peligro que este tipo de acciones

puedan ocasionar. Para tratar de controlar estas infracciones, personal de la EMOV-EP durante el año 2019 en el que operaba el proyecto Tranvía con la denominada “*marcha en blanco*” (viajes del Tranvía sin pasajeros), a través de megáfonos en las zonas antes mencionadas, advertían a los transeúntes que no debían cruzar por estas zonas y que tengan presente la llegada del Tranvía por la seguridad de ellos mismos. Luego de todo este proceso de socialización y precaución, muchos agentes civiles de tránsito de la EMOV-EP manifestaban que los usuarios hacen caso omiso a estas advertencias. (ElTelegrafo, 2019)

Durante una visita realizada el 20 de marzo del 2020 por parte del grupo de investigación GIHP4C para conocer el sitio de parqueo de los vagones y el centro de monitoreo del Tranvía, se pudo conocer que este cuenta con 3 sistemas de frenado seguro para actuar ante ocasiones de emergencia. A pesar de aquello nos supieron manifestar que “*varias personas que a pesar de conocer las señales de tránsito del Tranvía, en la gran mayoría de veces tratan de evadirlas para acortar su trayectoria, sin percatarse que este medio de transporte está cerca*”. Comentaron además que “*existen personas que en las rotondas no se percataban de los semáforos integrados y de esta manera ocasionaban un sinnúmero de accidentes*”. Por otro lado, “*los choferes de las unidades tranviarias admiten que la mayoría de ocasiones tienen que parar por completo la marcha de la unidad para evitar accidentes, pero de cierta manera no se ha podido lograr evitar a todos*”.

1.2 Importancia y Alcance

La creación de escenarios virtuales es uno de los fundamentos principales para el proyecto MUC-UPS-EMOV, el cual plantea varias soluciones a través de escenarios virtuales que servirán como ayuda al aprendizaje de educación vial. Para el diseño de dichos escenarios, se plantean

diferentes opciones de plataformas virtuales 3D a utilizar, entre los cuales tenemos: SketchUp³, Blender⁴ y Unity⁵ con las cuales se pretende simular y animar accidentes reales de tránsito tranviario, dependiendo la situación en la que se encuentre, como por ejemplo el no respetar las señales de tránsito, rebasar en lugares peligrosos, imprudencia de los peatones y no mantener la distancia de seguridad. (León-Paredes et al., 2020).

Por lo tanto, dentro del proyecto “Tranvía”, se desea modelar un sector concreto de la ciudad de Cuenca donde existe una gran confluencia de peatones, vehículos motorizados, etc., escogiéndose en conjunto entre la UPS y EMOV-EP el sector de El Arenal, el mismo que es aprobado para aplicar el sistema de aprendizaje tranviario.

A partir de inicio del proyecto, como es de suponerse, no se contaba con datos estadísticos sobre accidentes en los últimos dos años, ya que se trata de un nuevo sistema de transporte urbano que se está implementando, tan solo con los datos explicados anteriormente, incluyendo reportes de noticias publicadas por la página oficial del Tranvía Cuenca.

En consecuencia y con los antecedentes previamente mencionados, el objetivo principal que lleva consigo este trabajo, es el de educar a la ciudadanía cuencana en general sobre la correcta comprensión o entendimiento de la señalización tranviaria para evitar accidentes que se pudieren ocasionar por la presencia de este nuevo medio de transporte.

Para el método de aprendizaje de los usuarios, se ha tomado en consideración a los denominados *Juegos serios* (Díaz et al., 2015) como el principal método a aplicar, los mismos que al ser valorados desde una perspectiva educativa, tienen como objetivo resolver problemas en ambientes o escenarios virtuales en un entorno seguro y sin ningún tipo de riesgo que normalmente se podrían presentar en la vida real, con lo que el usuario del juego podrá vivir un experiencia realista pero sin presentar ningún tipo de anomalía en su estado físico.

³<https://www.sketchup.com/es>

⁴<https://www.blender.org/>

⁵<https://unity.com/es>

De esta manera se concreta el inicio, desarrollo y aplicación de la educación vial a través de Realidad virtual (VR) y el almacenamiento de datos en una página web, que posteriormente serán analizados por la empresa de movilidad EMOV-EP, socializando este proyecto con la ciudadanía, que con la estadística compartida anteriormente, permitirá dar una proyección a futuro que permita la reducción del índice de accidentes de tránsito, mejorando la cultura en vial es-casa que se tiene en la ciudad Cuenca.

Los beneficiados del desarrollo del proyecto de educación vial "Tranvia" serán principalmente la ciudadanía de Cuenca a través de la empresa de movilidad EMOV-EP el cual mediante sus campañas de educación vial con la ciudadanía a través de los denominados "*parking days*" o días parqueo, u otros eventos que se organicen, pueden ser socializados o dados a conocer a través de esta nueva metodología de aprendizaje.

Al estar dirigido principalmente este proyecto hacia la ciudadanía en general a través del aprendizaje por medios virtuales, directamente se estarán acoplando a las nuevas tendencias tecnológicas y será más fácil su educación. Sin embargo, en el caso de existir personas que no tengan un conocimiento pleno en l utilización de este tipo de dispositivos de aprendizaje, se contará con la presencia de personal de la EMOV-EP que se encuentre capacitado y que pueda guiar el juego y el aprendizaje sea finalizado con el éxito esperado.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Desarrollar un sistema de realidad virtual basado en juegos serios para la integración del sistema tranviario como nuevo medio de transporte público en la ciudad de Cuenca.

1.3.2 Específicos

- Construir un ambiente virtual para el desarrollo de un juego basado en el escenario del sistema tranviario de la ciudad de Cuenca.
- Implementar un sistema de información en la nube haciendo uso de los servidores del grupo de investigación GIHPAC para sus primeras pruebas, permitiendo la gestión relacionada al ambiente virtual del juego.
- Desarrollar al menos 3 animaciones de accidentes de tránsito y 1 animación de citación para el escenario Tranvía.
- Integrar en el escenario virtual del sistema tranviario de la ciudad de Cuenca las animaciones de accidentes y respeto de leyes con base a la toma de decisiones de los jugadores.
- Realizar pruebas de aceptación y funcionamiento del sistema de realidad virtual con los usuarios de la movilidad.

Capítulo II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Movilidad

2.1.1 Definición

La movilidad es el término que se utiliza para describir los rasgos que tiene en común las ciudades globales el cual tiene que ver con el crecimiento de su territorio, la acción que realizan las personas al desplazarse en un espacio físico, el cual integra el conocido transporte público como el principal medio usado para realizar esta acción de desplazamiento. Si este mencionado transporte no satisface la demanda de los usuarios, estos podrán optar por el auto particular. (Gutiérrez, 2012)

2.1.2 Movilidad en Latinoamérica

Las políticas de movilidad aplicadas por varios países de latinoamérica, de cierta manera se ha visto afectada por la integración de varios medios de transporte como autobuses y automóviles que generan fenómenos negativos en cuanto a contaminación y congestión vehicular por lo que la movilidad se vuelve un caos total. En este sentido en la ciudad de Quito-Ecuador y Curitiba en Brasil, se han creado políticas de movilidad los cuales son mejormente sostenibles

y que a su vez genera una retribución de renta urbana. Sin embargo, con el tiempo estas aplicaciones vuelven a su problema de inicio. (Montezuma, 2003).

2.1.3 Transporte Público

El transporte público se define como uno de los principales artículos que se asientan dentro de un territorio, estos cumplen rutas ya sean interurbano o distribuidos por zonas rurales haciendo que se interconecten rutas, abasteciendo a la movilidad en la mayoría de zonas de un territorio determinado (Benabent Fernández de Córdoba, 2017). En el caso de Ecuador, el abastecimiento por parte del transporte ha ido decayendo a medida que la población crece, es por eso que a lo largo de los años se ha generado nuevas fuentes de movilidad.

2.1.4 Señales de Tránsito

Las señales de tránsito es una de las principales implementaciones que se hace para la movilidad. Estos tienen con objetivo hacer que el movimiento sea seguro y ordenado ya sea de personas o vehículos, permitiendo que el flujo de movilidad sea continuo. Estas señales de tránsito deberían ser respetadas por cualquier usuario vial, esto con el fin de evitar accidentes y promover una libre y ordenada circulación. Flores-Calero et al. (2018).

2.2 Realidad Virtual

2.2.1 Definición

La realidad virtual tiene un sin número de descripciones, pero se podría definir como el entorno en el cual la persona observa un espacio conocido pero que no es real. Aquí la persona que está interactuando debe ser capaz de moverse y actuar dentro de él, haciendo que la sensación sea mayor que en la vida real. La percepción que tiene una persona en espacios de tercera dimensión permite a la que sienta que es trasladado a un mundo sin límites de exploración

(Martínez et al., 2011).

2.2.2 Importancia de la VR en la educación

Al hablar de realidad virtual en la educación es importante saber que se podría hacer con ella. Sin embargo, se abre un mundo amplio de posibilidades, los cuales permitirán incorporar la realidad virtual en áreas que se pensaba ser imposibles de llegar, ya que al utilizar modelos en 3D hace que la posibilidad de acercarse a representar cualquier tipo de sistema sea mas cercano, el cual hace que la utilidad y uso de VR sea utilizado con mayor frecuencia (Mendoza, 2016).

2.2.3 Oculus Quest

Oculus Quest, es un hardware de realidad virtual tipo gafas desarrollada por la compañía Oculus, el cual es compatible solo con computadoras, que permite a una persona tener la capacidad de adentrarse en un mundo virtual creado externamente en un software para simular una realidad alterna. Para ello es necesario desarrollar un escenario virtual el cual será visto mediante estas gafas. La percepción de este mundo es totalmente llamativo y de cierta manera real ya que permite reconocer ciertos movimientos que el jugador hace mientras interactúa. Este dispositivo es la octava generación de Oculus. (Camargo Bernal, 2019).

2.3 Escenario Virtual

2.3.1 Definición

Un escenario virtual se define como un entorno digital el cual tiene una estructura como la vida real, en donde se podrá interactuar y descubrir nuevas experiencias. La simpleza y seguridad que brinda al espectador es uno de los factores claves para llamar atención de esta, por lo que es considerado un método psicológico para la enseñanza de ciertos elementos que podrían decirse que son difíciles de percibir en la vida real. Gasca-Hurtado et al. (2015).

2.3.2 SketchUp

SketchUp es una plataforma de modelado 3D que permite crear diferentes objetos de forma fácil, eficiente y rápida. Fue creado por LastSoftware en 1998 y adquirido por Google en el 2006 cuyo objetivo es de tener un interfaz intuitivo para el usuario la cual le permita crear modelos en 3D de forma sencilla, para luego ser exportados o renderizados¹, los cuales pueden ser presentados dentro mismo software o en otras herramientas de diseño. Es considerada una de las herramientas más utilizadas para el desarrollo de diseños arquitectónicos. (Medrano Sanz, 2009).

2.3.3 Unity

Unity es la plataforma o motor de videojuegos actualmente que permite el desarrollo en tiempo real de objetos en 3D y en 2D, así como el renderizado de audio, animaciones y otros motores. También es una herramienta que permite la plataforma multijugador, herramientas de navegación NavMesh, que sirve para la integración de inteligencia artificial o soporte para realidad virtual que además permite la integración de diferentes diseños en formatos compatibles con esta plataforma.

2.4 Juegos Serios

2.4.1 Definición

Los *juegos serios* son considerados como el método o herramienta de aprendizaje dentro de un juego en la que intervienen actividades divertida y lúdicas. Para ello es necesario que se perciba un tratamiento perspectivo real de una situación o acción. Esta técnica implementa las decisiones como una de las principales responsabilidades que se deben tener en cuenta, bajo

¹Término usado en computación para referirse al proceso de generar una imagen foto realista desde un modelo 3D

la perspectiva de un ambiente seguro que es posible de repetir en caso de que el resultado sea erróneo. (Martín and Aznar, 2015).

2.4.2 Juegos serios como método de aprendizaje

Se conoce que todo método que implique a la educación sirve como herramienta para adquirir un conocimiento, pero al adentrarnos en los juegos serios como un método de enseñanza de cierta manera se vuelve más eficaz ya que la interacción que se tiene en un ambiente capaz de captar la atención de una persona, se vuelve el instrumento perfecto para la atención total del mensaje que se desea transmitir. La diversión y la enseñanza es uno de los medios más acertados para el aprendizaje los cuales se deben aplicar en distintas áreas. Martín and Aznar (2015).

Capítulo III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Diseño y Modelado del Escenario Virtual

La creación del escenario "Tranvía" se divide en diferentes etapas, las cuales, abarcan el modelado de infraestructuras, personajes, vehículos y complementos (animales, vegetación, distracciones y más). Es por ello que a continuación se explica de forma detallada los distintos procesos de creación de las etapas mencionadas.

3.1.1 Modelado de Infraestructuras

Como primer punto, se hace la elección de la herramienta que se usarán para diseñar la infraestructura, por lo que a través del grupo de investigación GIHP4C y sus investigaciones, presenta la herramienta Sketchup¹ como la escogida para modelar y que previamente fueron capacitados. Esta herramienta es usada para proyectos en tercera dimensión (3D) ya sea de arquitectura y todo lo que abarque la renderización y modelado de estructuras.

Luego, es necesario definir los límites a modelar y cuáles son los puntos claves en el lugar físico, para ello, es importante tener un referencia a cada momento de cada detalle, por lo que

¹SketchUp: <https://www.sketchup.com/es>

fue necesario optar por dos alternativas: (1) la toma de fotografías de cada espacio físico, y (2) el uso de la tecnología de Google Earth como referencia de un mapa digital en tercera dimensión (3D) del mundo donde se encuentra diferentes direcciones, restaurantes, plazas y más lugares (Maps, 2015), permitiendo obtener datos de espacios que no se encuentran claros en las fotografías. Cabe recalcar que el uso de la fotografía es importante debido a que no se puede tomar una referencia total de la plataforma de Google Earth² por que las imágenes presentadas en esta plataforma son del año 2015.



Figura 3.1: Fotografía tomada del Sector el Arenal de la ciudad de Cuenca

²Google Earth: <https://www.google.com/intl/es/earth/>



Figura 3.2: Captura de Google Earth del escenario a modelar. Sector el Arenal de la ciudad de Cuenca

Después del reconocimiento del espacio físico, se inicia el diseño de la infraestructura basándose en los dos métodos mencionados, fotografías y Google Earth. Para este escenario se ha tomado como referencia el largo de la Avenida de las Américas, sector El Arenal, en los tramos comprendidos entre el mercado El Arenal hasta la calle del Batán. Dentro del proceso de modelado, se ha tratado de replicar con más realce los puntos más relevantes del sector, sean estas casas o edificios más llamativos con el fin de que el usuario que va a experimentar el juego, pueda identificar el lugar de la ciudad en donde se encuentra, tal como se puede observar en la Figura 3.3.



Figura 3.3: Comparando diseño y foto real del escenario

Para llevar a cabo la creación de la infraestructura de nuestro escenario virtual, fue necesario dividirlos en diferentes partes, haciendo referencia a las cuadras en el espacio físico, las calles, el área verde y las cuadras secundarias que comprenden las partes del escenario a las que el jugador no va a llegar en ningún momento. Una vez definidas todas estas partes, empieza el proceso de modelado que como a continuación en la Figura 3.8 se observa todo el trabajo llevado a cabo durante el proceso de modelado del escenario virtual.



Figura 3.4: Modelado de escenario Tranvía en SketchUp

3.1.2 Modelado de Personajes

Por otra parte, para la creación de personajes el grupo de investigación GIHPAC presenta como alternativas dos herramientas que sirven para este tipo de diseños. La primera es MakeHuman³, que es una herramienta gratuita que permite la creación de personajes humanos y que posee una importante característica a destacar; variedad de opciones para modificar a personajes por lo que, al escoger el color de piel, de ojos y otras características físicas, el proceso es muy fácil e intuitivo. De igual manera, como segunda herramienta se ha tomado la opción de Adobe Fuse, el cual es un programa más de la galería de Adobe. En la actualidad el programa solo brinda gratuidad en la fase beta y a pesar de tener funciones limitadas, es otra buena opción para la creación de personajes.

³MakeHuman: <http://www.makehumancommunity.org/>

Como es obvio, en nuestra ciudad de Cuenca existen personajes muy característicos o típicos que no pueden quedar de lado, por lo que se han sido tomados en cuenta para implementarlos dentro de nuestro escenarios, personajes tales como: agentes de tránsito, personajes con trajes típicos, tal como se puede observar en la Figura 3.5, vendedores ambulantes, policías y más, estos se tomaron como prioridad para mantener las características del realismo en el escenario, por lo que fueron los primeros personajes en ser diseñados. Así como también,



Figura 3.5: Modelando de personaje típico: "Chola Cuencana" realizado en MakeHuman

Animaciones en Personajes

El realismo de un escenario se caracteriza principalmente por el tráfico y el movimiento de las personas dentro de un entorno en particular y para ello, todos los personajes diseñados anteriormente se les ha dado este realismo necesario, para lo cual hemos usado una herramienta en línea denominada Mixamo⁴, que ha sido creada por la empresa Adobe. Contextualizando, Mixamo recibe un archivo en formato .fbx que es usado para transferir datos en tercera dimensión. Al momento de cargar un personaje, es necesario asignarle un esqueleto el cual servirá de referencia para consignarle diferentes movimientos, proceso que es intuitivo y se muestran

⁴Mixamo: <https://www.mixamo.com/#/>

instrucciones a lo largo del mismo. A continuación en la Figura 3.6 se presenta un personaje en proceso de animación.

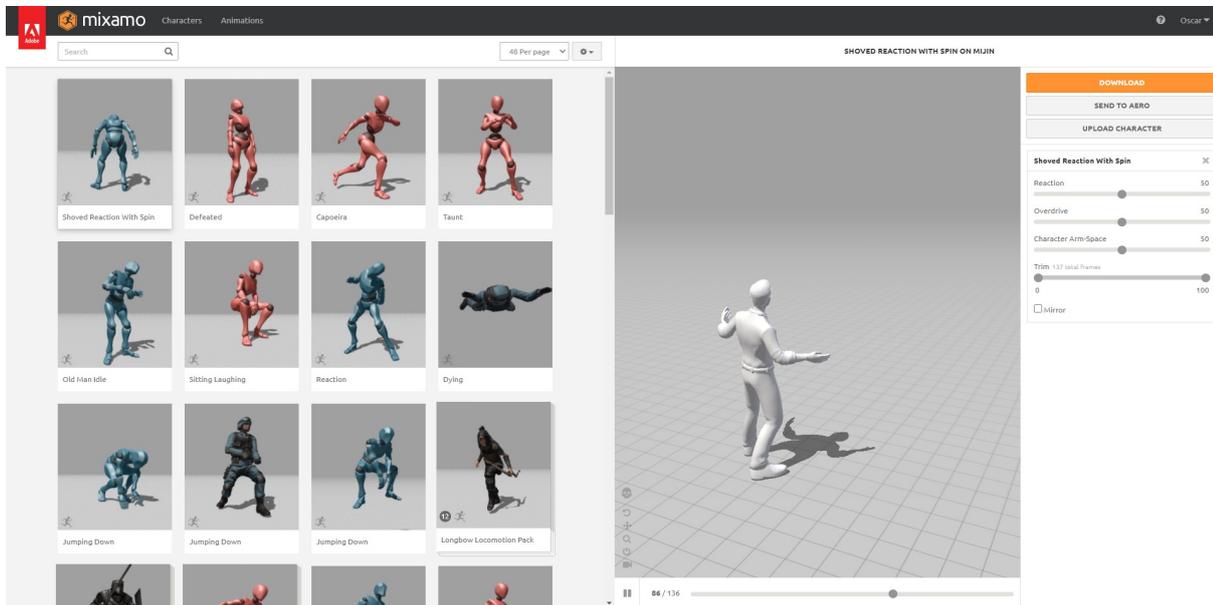


Figura 3.6: Animación de personaje en Adobe Mixamo

De esta forma realizaremos el mismo proceso para el resto de personajes que serán parte del escenario virtual Tranvía, procesos de diseño que de ciertamente son demorados por el hecho mismo de escoger rasgos diferentes para todos, característicos que sirven para dar el realismo necesario dentro del escenario. En el caso de los personajes comunes que servirán como población, se hicieron cambios mínimos en los rasgos para optimizar tiempos, de tal manera que se han desarrollado alrededor de 50 personajes entre los comunes y característicos.

3.1.3 Modelado de Vehículos

El tráfico dentro del escenario virtual es uno de los principales objetivos dentro del proyecto y para ello el proceso de modelado lleva consigo otras técnicas ya que la complejidad y detalles de un vehículo son importantes tanto para el realismo por lo que no se ha aplicado el modelado del medios de transporte desde cero, sino más bien nos hemos ayudado a través de una tienda

de modelos de terceros para poder obtenerlos, tal es el caso de 3dwarehouse⁵, que es la tienda oficial de la herramienta SketchUp, sitio en el cual comparten muchas creaciones y en el que se adquiere de forma gratuita.

Para mantener el realismo del escenario buscamos modelos prefabricados de vehículos que se ajusten a los que podemos encontrar dentro de la ciudad diariamente, para ello se hizo la selección respectiva de marcas y modelos que existen localmente, en ciertos casos, si se encontraba un modelo parecido pero que no se ajustaba al real, entonces se realizaban cambios de forma manual para que quede lo más real posible como se puede observar en la Figura 3.7.



Figura 3.7: Diseño y modelado de un vehículo de la empresa EMOV-EP

Para el caso del Tranvía, el proceso fue más detallado ya que, este modelo sería el que caracterice a nuestro escenario, tomando como base un modelo de un Tranvía prefabricado obtenido desde 3dwarehouse. Debo mencionar que la parte interna fue la parte que se trabajó desde cero ya que el juego consistiría en interactuar dentro de este medio. Para ello se realizó un proceso parecido al de la implementación de infraestructuras, y su diseño interior fue construido a través de fotografías internas del Tranvía tomadas en una visita *insitu* a los patios de esta-

⁵3DWarehouse: <https://3dwarehouse.sketchup.com/?hl=es>

cionamiento para poder diseñar el interior del Tranvía. En la Figura 3.8 se puede observar el diseño mencionado.

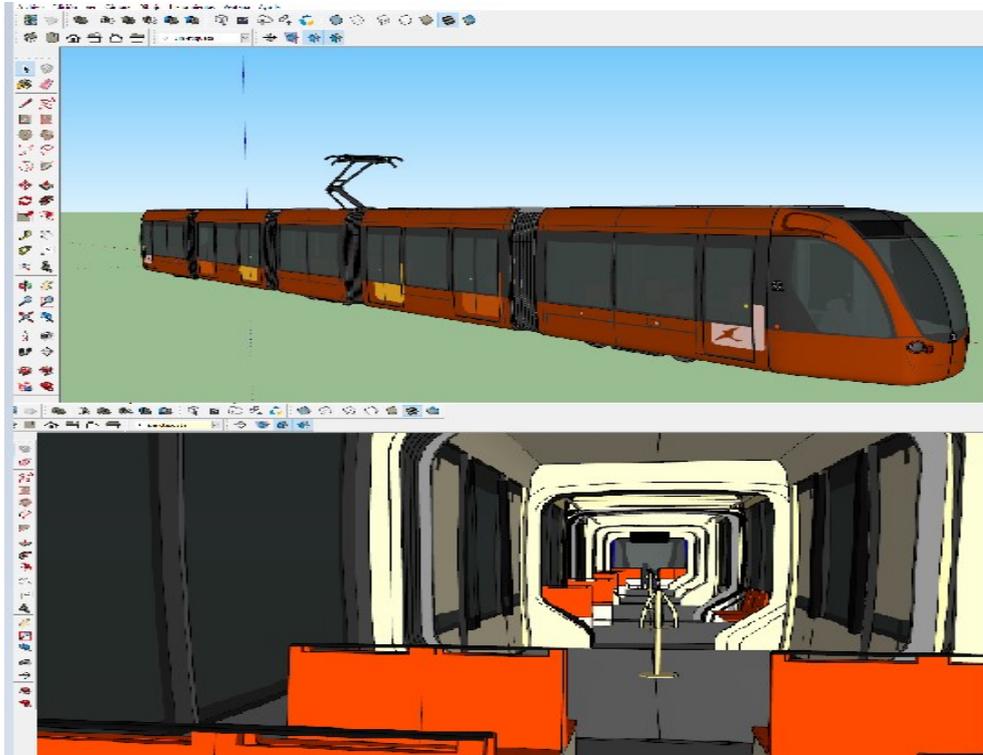


Figura 3.8: Modelo Tranvía parte interior y exterior

3.1.4 Modelado de Señales de Tránsito

El tema de las señales de tránsito abarca una gran cantidad de categorías y señales existentes y que para su modelado fue necesario realizar un recorrido minucioso en el tramo escogido para el diseño del escenario e identificar todas las señales existentes. Durante este proceso, pudimos reconocer las siguientes señaléticas:

- Prioridad Tranvía
- Ceda el paso
- Pare
- No estacionar

- No virar a la izquierda ni en U
- No virar a la derecha y en U
- Alerta Tranvía Led
- Paso cebra
- No bloquear el paso
- Semáforos comunes
- Semáforos Tranvía

Una vez identificadas las señaléticas existentes, en nuestro escenario se procede al diseño de las mismas en Sketchup, y tal como se puede observar en la Figura 3.9, se muestra una de ellas.

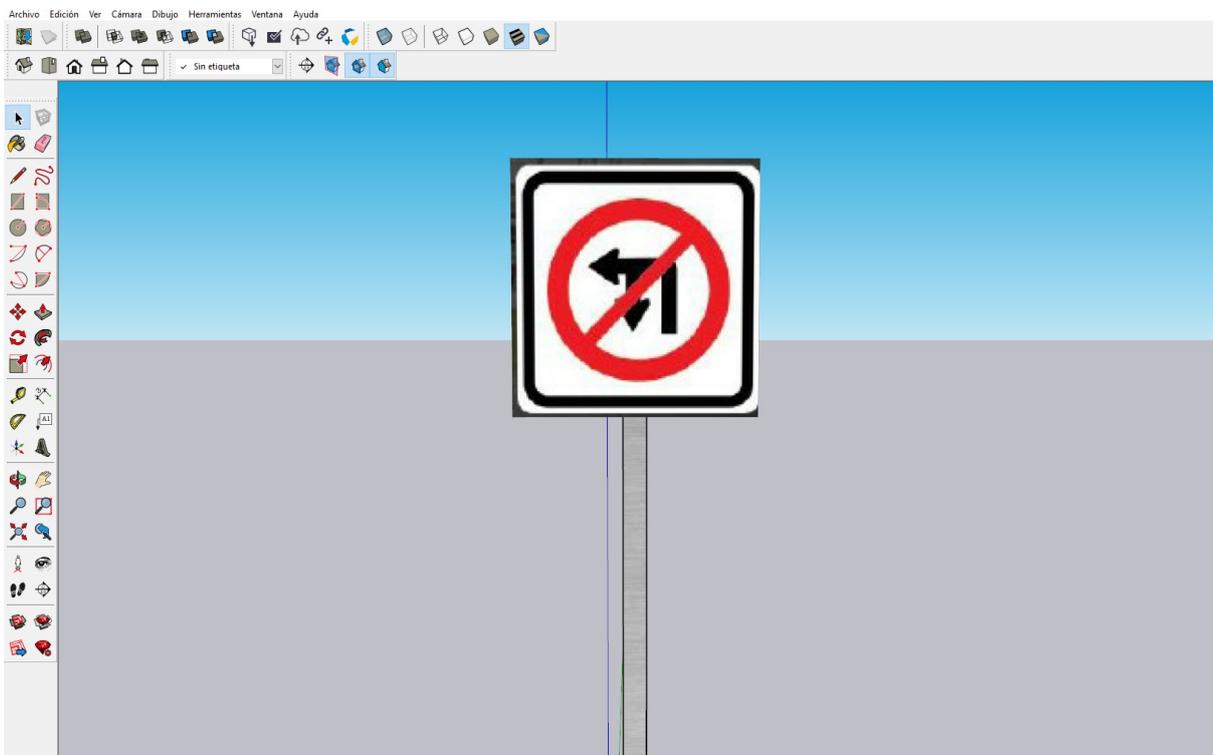


Figura 3.9: Modelado de Señales de Tránsito

3.2 Implementación de los Modelos

3.2.1 Exportar e Importar Modelos

Para iniciar el proceso de la creación de un videojuego destacan distintas plataformas que sirven como motor de desarrollo de dichos juegos, para el proyecto de educación vial mediante realidad virtual se escoge Unity como herramienta de desarrollo, esta plataforma sirve para la creación de juegos en 2D y 3D en tiempo real, además de ser utilizado para animaciones, juegos en red que permiten a su vez integrar contenido multimedia o interactivo como audio, vídeo y objetos 3D (Ouazzani, 2012).

Nuestros modelos realizados en la herramienta Sketchup necesitan tener un formato de archivo especial para que Unity lo pueda reconocer, para esto, SketchUp permite exportar en 14 formatos diferentes, de los cuales 3 son compatibles con Unity (Flores Guerrero, 2020), entre ellos tenemos a el formato fbx, obj y 3ds, de estos tres el formato fbx es el más aceptado por lo cual el primer paso es exportar nuestros modelos en este tipo de formato.

La importación de objetos prefabricados en Unity es muy sencillo, ya que arrastrando a la carpeta del proyecto está la detecta y realiza una copia del objeto para tenerla como parte del mismo proyecto, entonces los diseños modelados en la parte anterior los importamos a nuestra carpeta del proyecto en Unity y los ordenamos, de manera que podamos reconocerlos por categorías, cabe recalcar que al momento de exportar desde SketchUp se genera una carpeta de materiales la cual también tendrá que ser copiada junto a su respectivo modelo, como se puede observar en las Figuras 3.10 y 3.11

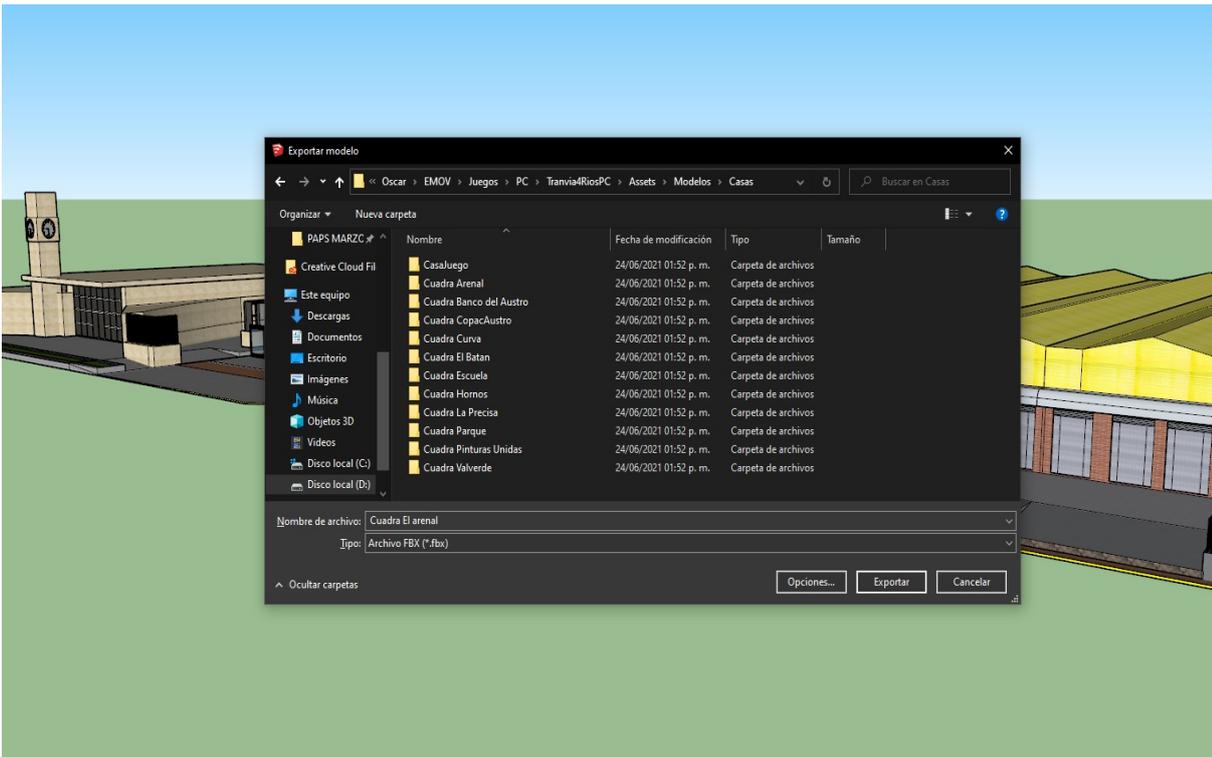


Figura 3.10: Ventana de exportación en formato fbx



Figura 3.11: Proceso de exportación de SketchUp a Unity

3.2.2 Creación de Terrenos en Unity

Unity implementa la creación de terrenos como base de proyectos si el desarrollador así lo desea, los mismos que dentro de Unity son manejados como una malla plana, es decir que no tiene ningún tipo de relieve, literalmente considerado como un plano. Este terreno a su vez es capaz de alterarse en tamaño ya sea en ancho o largo (González Hernández et al., 2015), para manejar de manera básica un terreno. En la jerarquía de edición de Unity se muestra en el inspector tres propiedades importantes:

- **Transform:** esta herramienta permite ejecutar acciones básicas de todos los objetos que son, rotar, mover y girar dentro de los tres ejes manejados en la tercera dimensión X, Y y Z.
- **Terrain Script:** dentro del script del terreno podemos encontrar varias propiedades que sean usadas para el manejo del terreno, entre ellas destacan, la opción de hundir o levantar la estructura del terreno mediante un pincel, por otro lado pintar el terreno mediante texturas o dibujar detalles como la hierba o tierra.
- **Terrain Collider:** permite tener las herramientas de colisiones del terreno, esto hace que el jugador no traspase el terreno y sea una superficie de desplazamiento para el juego.

La edición del terreno dependerá las necesidades del proyecto que se esté creando y la creatividad del desarrollador, en Unity la edición de terrenos abarca un estudio amplio para llegar a la optimización y estética que se busca, para esto es necesario abordar a fondo el tema de terrenos si se interesa en desarrollar con este tipo de bases un videojuego.

Para el sistema de realidad virtual del Tranvía, se diseña un terreno plano del tamaño por defecto que otorga Unity. Para adaptar el terreno a las necesidades definidas basándose en el terreno real, se opta por darle una textura y en ciertas partes relieves no tan altos los cuales servirán como espacios verdes vistos en el escenario real. A continuación en la Figura 3.12 presentamos el modelo del terreno listo para ser utilizado como base del proyecto.

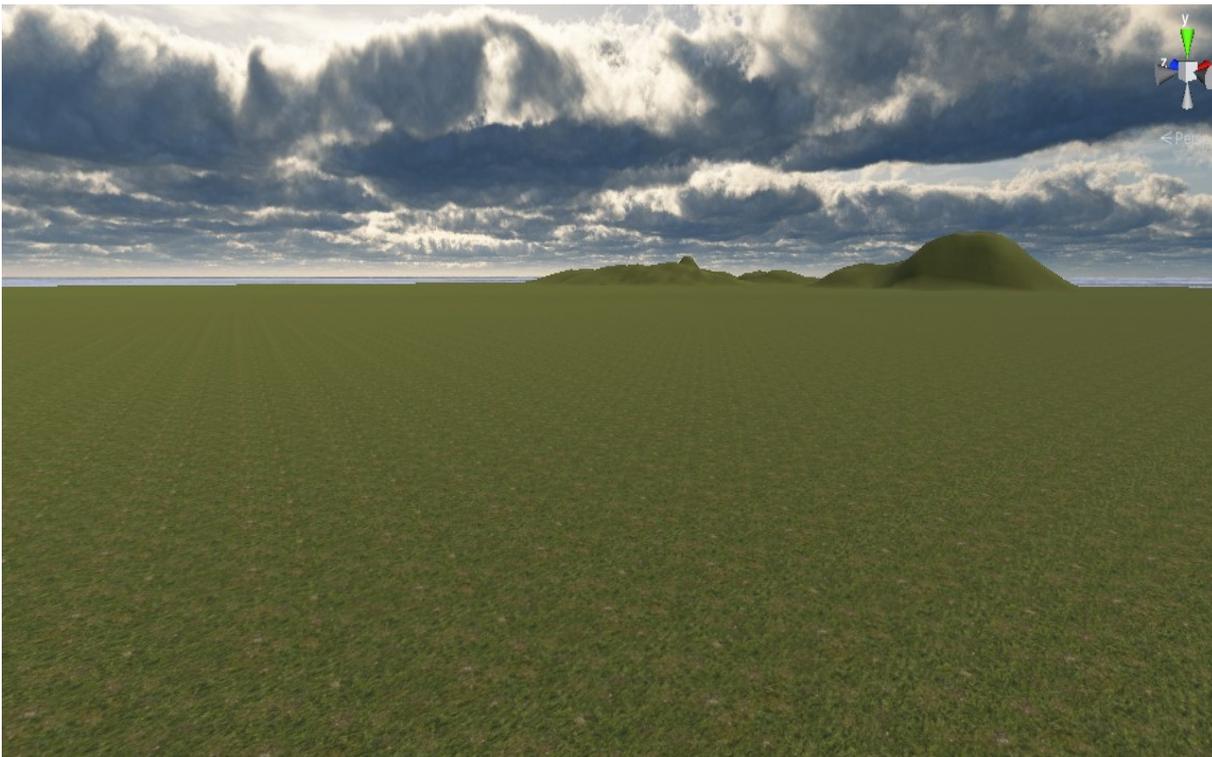


Figura 3.12: Terreno creado para el escenario Tranvía

3.2.3 Construcción Escenario

Con la importación de nuestros modelos realizados en SketchUp es hora de armar nuestro escenario, esta parte se convierte en una manera más de creatividad ya que ajustar detalles de tamaño los modelos ya dependen de cada persona, para ello empezamos creando un terreno en Unity el cual servirá de base para asentar nuestra infraestructura y demás modelos, a continuación, en la Figura 3.13 se muestra el escenario Tranvía armado en su totalidad en la herramienta de Unity.

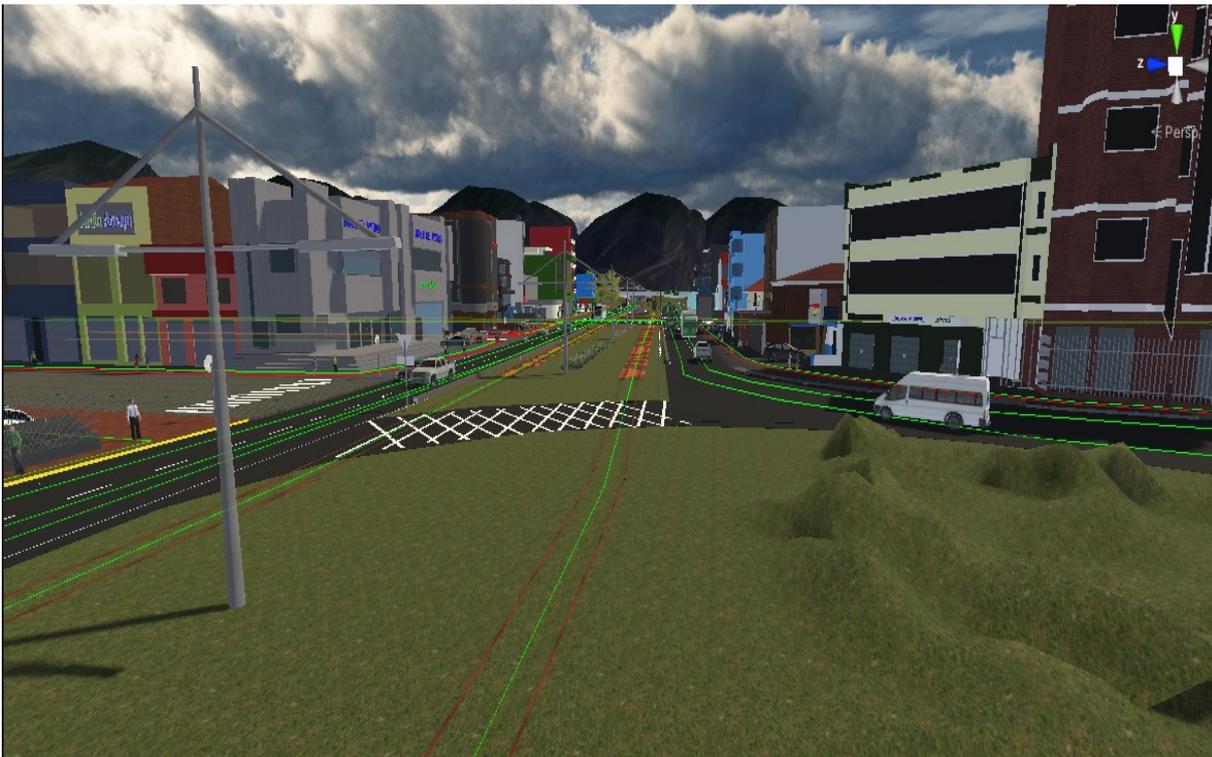


Figura 3.13: Escenario listo en Unity comparado con el escenario real

3.3 Desarrollo del Juego

3.3.1 Parte inicial del juego y escenas complementarias

Para el desarrollo progresivo de nuestra propuesta de juego, ha sido necesario contar con diferentes menús y escenas de carga que serán visualizadas mientras se completan las etapas y que para ello como para iniciar el sistema, es requerimiento contar con a la información del usuario el cual va a iniciar su experiencia. Para ello, se ha creado la pantalla inicial donde el jugador tendrá que escoger su género y el rango de edad en el que se encuentra, tal como se muestra en la Figura 3.14.



Figura 3.14: Menú inicial del juego: Escoger Edad y Género

Para comprender este proceso, se debe mencionar que en diferentes instantes del juego, el cambio de escenas será algo característico (ver Figura 3.15), la misma que servirá para que el jugador se tome un tiempo de descanso mientras se cambian las escenas. Para ello se realizó un diseño particular que de cierta manera la persona tendrá tiempo para analizar lo visto anteriormente y que se prepare para la siguiente etapa de juego.



Figura 3.15: Escenario de carga al pasar de escena

La toma de decisiones para iniciar el juego se plantea con el objetivo de que la personas pueda vivir diferentes experiencias de siniestros, así el jugador no se verá limitado siempre a tener una sola elección, ya que, si nuestro sistema es usado repetidamente por las mismas personas, será de cierta manera poco probable el aprendizaje y el entretenimiento del jugador. Es por eso que se plantea tres opciones de inicio en las cuales destacan diferentes errores en la educación vial y diferentes accidentes de tránsito, como se puede observar en la Figura 3.16.



Figura 3.16: Menú de opciones para iniciar los juegos serios: peatón, Conductor o Motociclista

Como un complemento al juego, se ha planteado la creación de una escena final donde el jugador descansa la interacción directa dentro del juego y se le presenta contenido multimedia para el aprendizaje mediante imágenes y será el último punto de enseñanza sobre educación vial, tal como se presenta en la Figura 3.17



Figura 3.17: Escena Final del Juego

3.3.2 Juegos serios

Este apartado destaca la implementación de los juegos serios en el sistema de realidad virtual para lo cuál, se propone dividir el juego en tres fases, en las cuales el usuario tendrá que cumplir objetivos para avanzar y aprender. Podemos decir que este punto se convierte en una de las partes fundamentales del juego, ya que destaca la interacción con los equipos de Realidad virtual y el uso de un servidor Web para almacenar los datos, los mismos que servirán para el análisis posterior de la efectividad del juego.

3.3.3 Fase 1 Modo espectador

Como primera fase tenemos al modo espectador, donde, el usuario no realizará ninguna interacción de forma directa si no que, se le inducirá a un recorrido de forma virtual en los cuales, se le presentará todas las acciones cometidas por peatones, conductores y motociclistas en la vida diaria y que para ello el jugador tendrá que estar atento a los errores y virtudes que le servirán para la siguiente fase.

Esta experiencia para el jugador le servirá para escoger cómo desea empezar su modo espectador, pudiéndose escoger entre 3 opciones: peatón, conductor y motociclista. Cada una de estas opciones le llevarán a experimentar el recorrido virtual dentro del escenario, cometiendo 3 tipos de infracciones las cuales deberán ser reconocidas con relativa facilidad, como se muestra en la Figuras 3.18, 3.19 y 3.20.

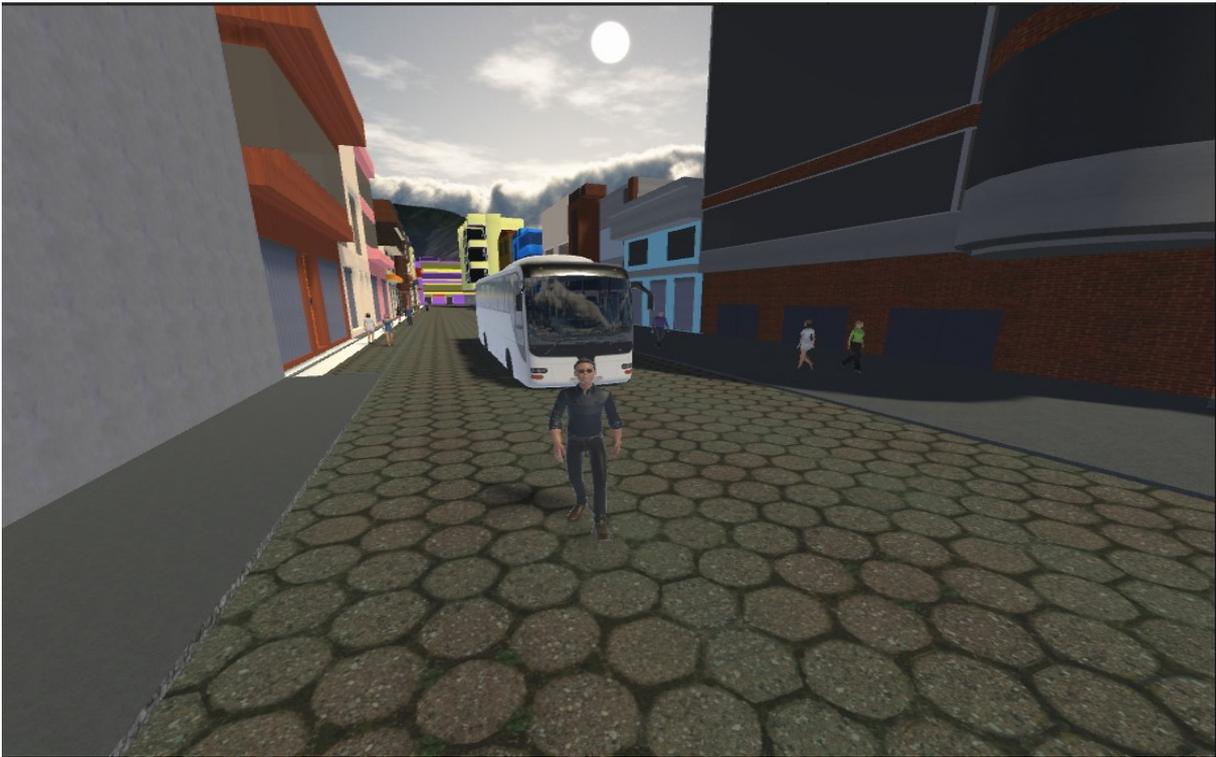


Figura 3.18: Opción Peatón para la Fase 1



Figura 3.19: Opción Conductor para la Fase 1



Figura 3.20: Opción Motociclista para la Fase 1

3.3.4 Fase 2 Aprendizaje mediante preguntas

Al concluir el recorrido de la fase 1 del juego, se repetirá nuevamente la animación para la fase 2 con el fin de verificar si el usuario puede identificar las infracciones cometidas por el avatar. Durante el trayecto de la fase, el juego se detendrá por repetidas ocasiones al momento de que se ha cometido una infracción en el que inmediatamente se presentará un tablero con una pregunta, la misma que el usuario tendrá que responder. En el tablero se le presentará la pregunta con 3 opciones a ser escogidas, de las cuales 1 será la correcta.

El usuario es evaluado automáticamente después de responder una pregunta para ello se crea un prototipo de citación, el cual se muestra junto a la pregunta. Al responder de forma correcta, se mostrará un "Check" de verificación y no se aplica ninguna multa, pero, para el caso de que la respuesta sea incorrecta, automáticamente se sumará un valor que sería el que el jugador

pagará por cometer esa infracción, como podemos observar en la Figura 3.21. Para ello todas las preguntas presentadas y multas aplicadas se elaboraron conjuntamente entre los equipos de trabajo del GIHP4C y la EMOV-EP.



Figura 3.21: Vista del jugador en la Fase 2

3.3.5 Fase 3 Juego Abierto

El juego abierto se define como un manera de aventurarse en un mundo o espacio virtual en tercera persona, el cual permite que el jugador pueda moverse tomando sus propias decisiones. Al rededor del mundo de los videojuegos existen varias opciones que se caracterizan por ser de mundo abierto, es decir permite al jugar escoger opciones y cumplir un objetivo. Cabe recalcar que existen mundos abiertos lineales y no lineales los cuales pueden abarcar una cantidad de posibilidades al jugador como tener una sola temática de inicio a fin. (ReyVásquez et al., 2019).

Para el caso de nuestro escenario el usuario tendrá la misma temática pero aplicando un objetivo planteado al inicio del esta fase, para ello el jugador simula ser un peatón dentro del

escenario, el cual tendrá como objetivo llegar a la estación del Tranvía para tomarlo y terminar nuestro juego (Ver Figura 3.22). Gracias al aprendizaje en las fases anteriores, lo que se espera es que el usuario tome conciencia de las acciones erróneas, sin embargo en caso de que se cometan infracciones, se mostrarán advertencias a través de sonidos, señales rojas de error y otras, obligando a respetar las señales de tránsito (León-Paredes et al., 2020).



Figura 3.22: Vista de del jugador en la Fase 3

3.3.6 Análisis de Datos

Los datos almacenados durante el juego serán visualizados a través de una plataforma web, la cual servirá para el análisis del comportamiento del jugador. El objetivo de esto es mostrar de forma amigable y agradable la visualización y el análisis de los datos que se van generando ya que también se tiene como prioridad fomentar un cambio cultural en cuanto a normas de tráfico y leyes de tránsito, haciendo uso de un activismo digital, para lo cuál la plataforma Web agilizará el análisis de los resultados para que a futuro se siga mejorando esta plataforma con base a los requerimientos que la ciudadanía vaya presentando.

3.3.7 Login de la página

Para visualizar la página web tenemos que entrar a la siguiente dirección en nuestro navegador, "https://cloudcomputing.ups.edu.ec/EMOVRV", aquí nuestra primera vista será el inicio de sesión, el cual estará controlado por la empresa de movilidad EMOV-EP (ver Figura 3.23), ellos serán los únicos autorizados para realizar el iniciar de sesión, con el fin de que las modificaciones que se realicen sean hechos por personal capacitado, ya que aquí se encontrara toda la información acerca del juego Tranvía con los datos recolectados de los jugadores.

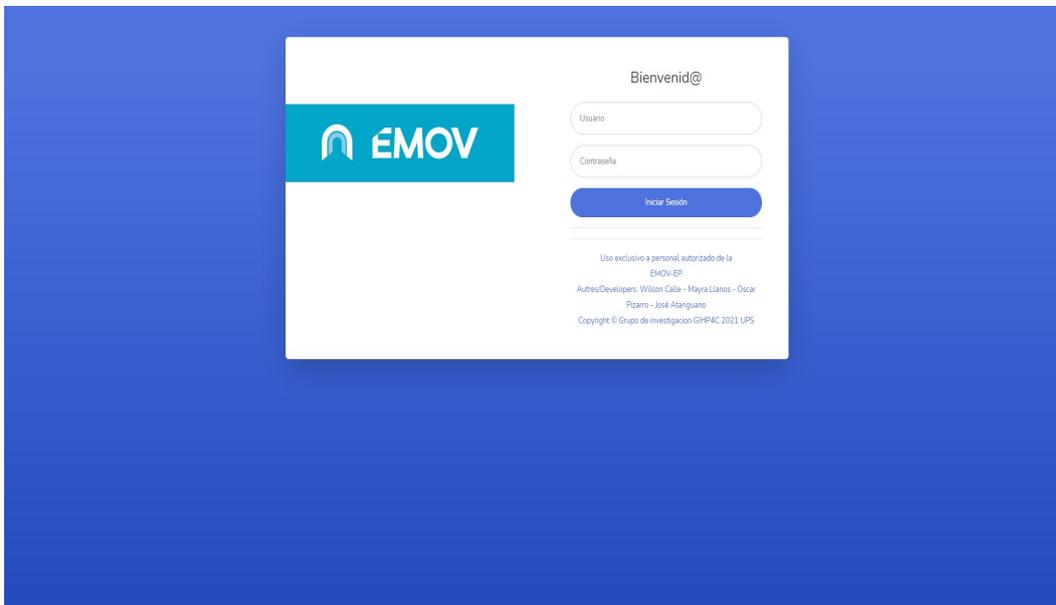


Figura 3.23: Inicio de sesión de la página Web

3.3.8 Página Principal

En la visualización página principal que estará enfocada hacia los controladores de la empresa EMOV-EP, se podrá visualizar en la parte izquierda las opciones de juegos que se encuentren activos, donde obviamente se encuentra el escenario del Tranvía, en el que más adelante tendremos un apartado específico donde se explicará el cuestionario de preguntas correspon-

dientes a la Fase 2 del juego. A continuación en la Figura 3.24 y 3.25 se muestra una tabla presentada al ingresar al modo de preguntas.

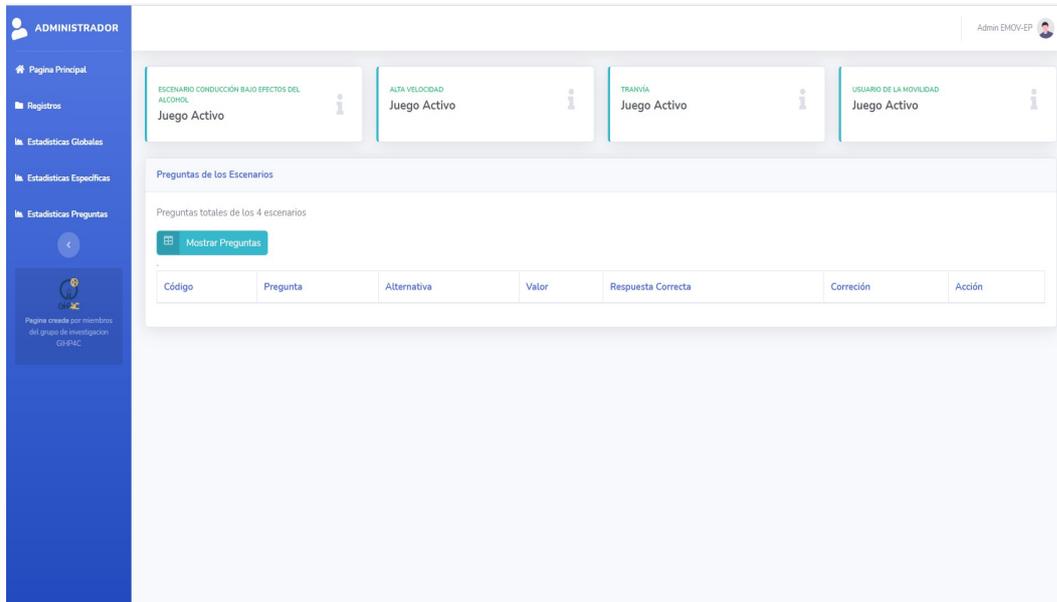


Figura 3.24: Página principal al iniciar sesión

Preguntas totales de los 4 escenarios

Mostrar Preguntas

Código	Pregunta	Alternativa	Valor	Respuesta Correcta	Corrección	Acción
A1	Esta maniobra está penada por la ley. ¿A qué maniobra me refiero?	Estoy rebasando;Estoy en sentido contrario de la vía;Estoy en carril de vía rápida	4,5	B	Según el art. 390 el conducir un vehículo en sentido contrario a la vía normal de circulación tiene como sanción 4.5 puntos menos en su licencia y una multa del 15% del SBU	Editar
A2	¿Qué infracción cometiste?	Pasar un semáforo en rojo;Pasar una señal de Pare;Subir el vehículo a la calzada	6	A	Según el art. 389 El pasarte un semáforo en rojo tiene una reducción de 6 puntos en tu licencia y una multa del 30% de un SBU	Editar
A3	El vehículo acaba de hacer un cambio brusco de carril. ¿En qué situación está permitido esto?	En emergencias;Si en el vehículo esta un agente de la EMOV;En ningún caso	4,5	C	Según el art. 390 si realiza un cambio brusco de carril tiene una sanción de 4.5 puntos menos en su licencia y multa del 15% de un SBU	Editar
T1	¿La persona no usa una señal de transito cual es?	Semáforo; Pare; Paso Cebra;	10	C	PASO CEBRA ART. 392 CONTRAVENCIONES DE SÉPTIMA CLASE, MULTA DEL 5 % DEL SBU	Editar
T2	¿Pudiste ver si en la zona existe alguna señalética que permite a los peatones cruzar la avenida?	No existe;Si existe;No me fije	10	A	NO EXISTE SEÑALÉTICA EN LA ZONA ,ART. 392 CONTRAVENCIONES DE SÉPTIMA CLASE, MULTA DEL 5 % DEL SBU	Editar
T3	¿El peatón puede cruzar por cualquier lugar incluyendo zonas del Tranvía donde no existan cruces peatonales?	Si es permitido; Depende del trafico; No se puede;	10	C	NO SE PUEDE CRUZAR ART 392 CONTRAVENCIONES DE SÉPTIMA CLASE, MULTA DEL 5 % DEL SBU	Editar
T4	¿Qué señal de transito no respeta el conductor en la circunvalación?	Paso Cebra; Ceda el paso; Semáforo;	15	B	CEDA EL PASO	Editar
T5	¿Qué elemento de importancia no lleva puesto el conductor?	Casco; Asiento Cómodo; Cinturón de Seguridad;	15	C	EL SINTURON DE SEGURIDAD	Editar
T6	¿Qué acción realiza mal el conductor?	Virara a la Izquierda; Usas la Bocina; Poner	10	A	VIRAR A LA IZQUIERDA	Editar

Figura 3.25: Tabla de preguntas en la página principal

En la última columna de nuestra tabla podremos visualizar un botón de editar, el cual nos conducirá a una página nueva en donde podremos modificar las preguntas según lo que se

creyere conveniente.

3.3.9 Editar pregunta

Editar Pregunta

Código: T1

Pregunta: ¿La persona no usa una señal de tránsito cual es?

Alternativas:

A

Semáforo

B

Pare

C

Paso Cebra

Valor: 10

Respuesta Correcta:

A

B

C

Corrección:

PASO CEBRA ART. 392 CONTRAVENCIONES DE SEPTIMA CLASE, MULTA DEL 5 % DEL SBU

Cancelar Guardar

Figura 3.26: Página editar pregunta

Dentro de la página "Editar pregunta", se visualizará diferentes opciones de edición, entre las cuales encontramos: las tres respuestas alternativas; la respuesta correcta; la multa aplicada por responder incorrectamente y la retroalimentación a cada una de las preguntas. Cabe recalcar que el código fuente y cada una de las preguntas realizadas, no pueden ser modificadas ya que las preguntas están relacionadas con los siniestros de tránsito dentro del juego (Ver Figura 3.26). En caso de requerir modificar una pregunta, será necesario cambiar todo el entorno del tipo de accidente, con lo cual se requerirá de la creación de nuevos escenarios.

3.3.10 Registros

La ventana "Registros" tiene como objeto presentar una tabla de información de cada escenario para la EMOV-EP. Aquí se puede conocer la fecha, la hora y el puntaje obtenido por cada jugador que ha utilizado el escenario del juego, con esto es posible dar a conocer resultados de aprendizaje de los jugadores. Dentro de esta página, tendremos 4 opciones para poder generar registros, como se muestra en la Figura 3.27 y que las citamos a continuación:

- **Todos los registros:** Se muestran todos los registros encontrados en la base de datos de los jugadores.
- **Registros por fecha:** Se filtran los registros dependiendo la fecha que se elija.
- **Registros por fecha y hora:** Se filtran los registros dependiendo la hora y fecha escogidos.
- **Registros por rangos de fechas:** Se filtran los registros en un rango de fechas escogidos.

Género	Rango de Edad	Escenario	Hora Registro	Fecha Registro	Puntaje Total
Masculino	21-30	Usuarios de la Movilidad	11:05:02	22/08/2021	20
Femenino	21-30	Usuarios de la Movilidad	11:12:09	22/08/2021	19
Masculino	31-40	Tranía	11:20:54	22/08/2021	30
Femenino	21-30	Tranía	11:49:15	23/08/2021	0
Masculino	25	Alta Velocidad	11:55:29	23/08/2021	56
Masculino	32	Usuarios de la Movilidad	12:20:31	23/08/2021	61
Femenino	21-30	Tranía	12:36:09	23/08/2021	0
Femenino	31-40	Alta Velocidad	12:50:45	23/08/2021	12
Masculino	21-30	Alcohol	13:03:21	23/08/2021	155

Figura 3.27: Página de registros

3.3.11 Estadísticas globales

Dentro de estadísticas globales tenemos una nueva página que nos mostrará gráficas de pastel en los cuales podremos ver diferentes resultados con el fin de que sirvan para presentar de una forma más adecuada al público las diferentes estadísticas del juego (ver Figura 3.28). Aquí podremos las siguientes estadísticas:

- El número de jugadores.
- Los distintos rangos de edad de los participantes.
- Los 4 escenario que el jugador desee experimentar.
- Las fechas con los historiales de juegos.

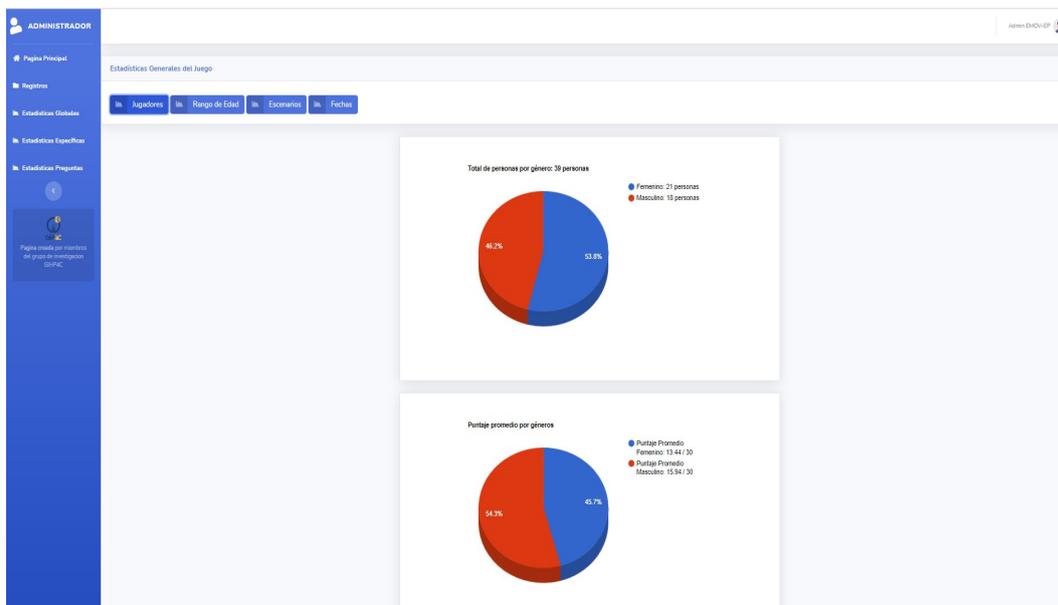


Figura 3.28: Página estadísticas globales

3.3.12 Estadísticas específicas

Al igual que las estadísticas globales, esta página se encargará de mostrar datos en forma de gráficos de pasteles, (ver Figura 3.29) los mismos que se dividen en tres opciones:

- Fecha específica a ser localizada.

- Fecha y hora específica a ser localizada.
- Localización de rangos de fechas y hora.

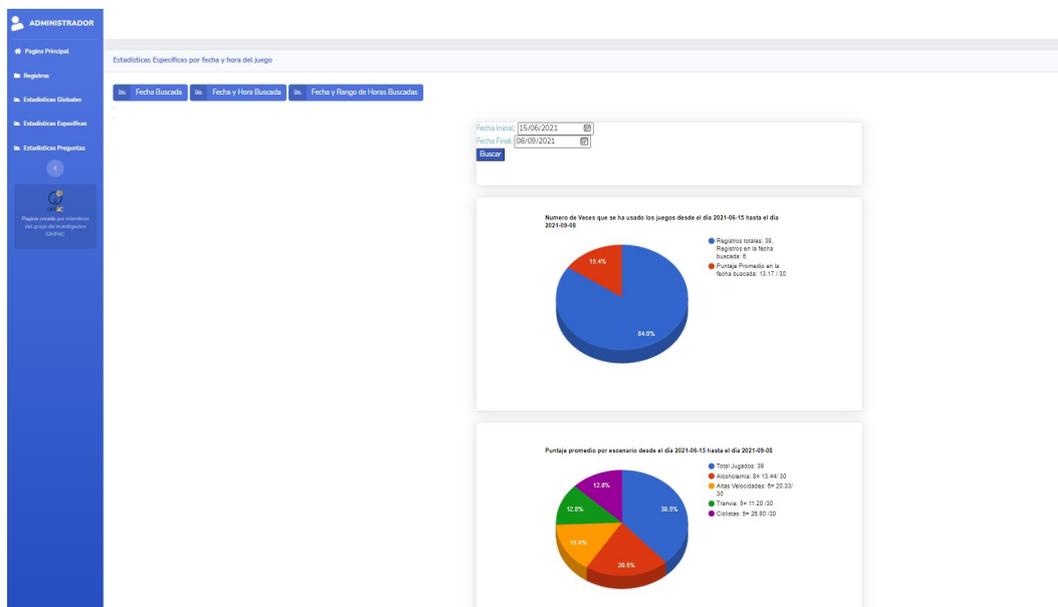


Figura 3.29: Página estadísticas específicas

3.3.13 Estadísticas por pregunta

Por ultimo, para filtrar de mejor manera los datos de cada juego, en este caso el escenario Tranvía, tenemos la página de estadísticas por preguntas (ver Figura 3.30). Aquí seleccionamos el escenario Tranvía y podremos presentar los resultados de cada pregunta en base a diferentes filtros, por ejemplo:

- Género del jugador.
- Rango de edad del jugador.
- Fecha en la que el jugador a experimentado su juego.

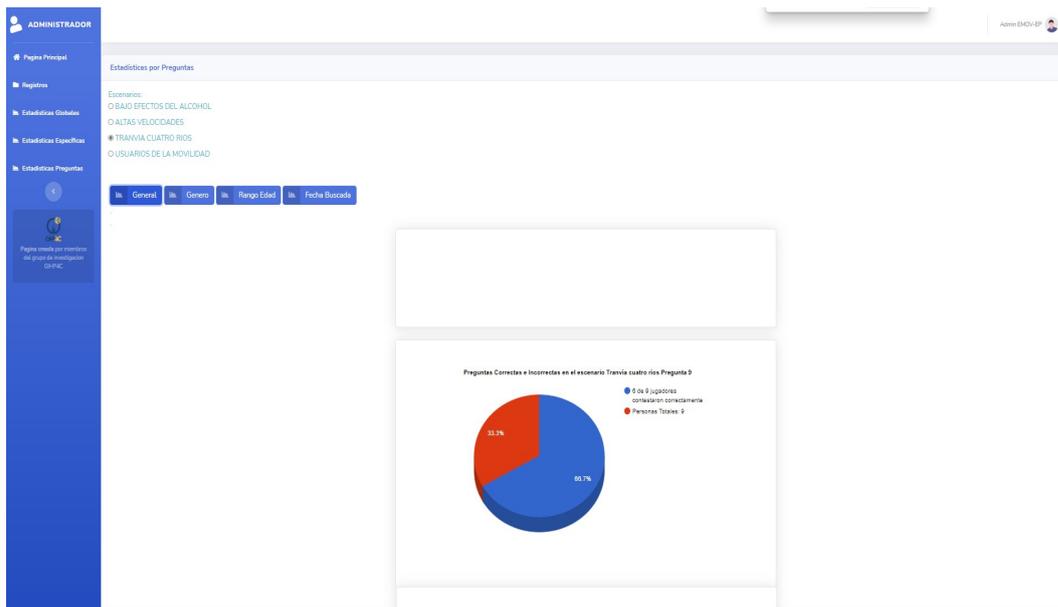


Figura 3.30: Página estadísticas por preguntas

Capítulo IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo vamos a presentar todos los resultados obtenidos durante el desarrollo de este proyecto, avalando su funcionalidad, así como las pruebas realizadas con diferentes personas de la Ciudad de Cuenca, que han experimentado el juego y que por medio de encuestas nos han dado sus puntos de vista a cerca del mismo. Cabe recalcar que los personajes característicos, la infraestructura de los escenarios y algunos medios de transporte, fueron diseñados por integrantes del grupo de investigación GIHP4C de la Universidad Politécnica Salesiana a través de la ejecución de proyectos para extensiones universitarias y prácticas pre-profesionales, resultados que a continuación los detallamos.

4.0.1 Resultados de la Implementación del Escenario Virtual

El sector de El Arenal de la Ciudad de Cuenca es el escenario escogido para el juego Tranvía, para lo cual se han modelado diferentes sitios importantes a través de fotografías tomadas en el sector. En el Anexo B se encuentra a detalle algunas fotografías con su infraestructura realizada virtualmente tomando como referencia el escenario real. En las Figuras desde la 4.1 hasta la 4.8, se muestran a detalle los escenarios más importantes de la zona.



Figura 4.1: Avenida de las Américas frente a la estación del Tranvía "El Arenal"



Figura 4.2: Resultado Av. Amazonas estación "El Arenal"

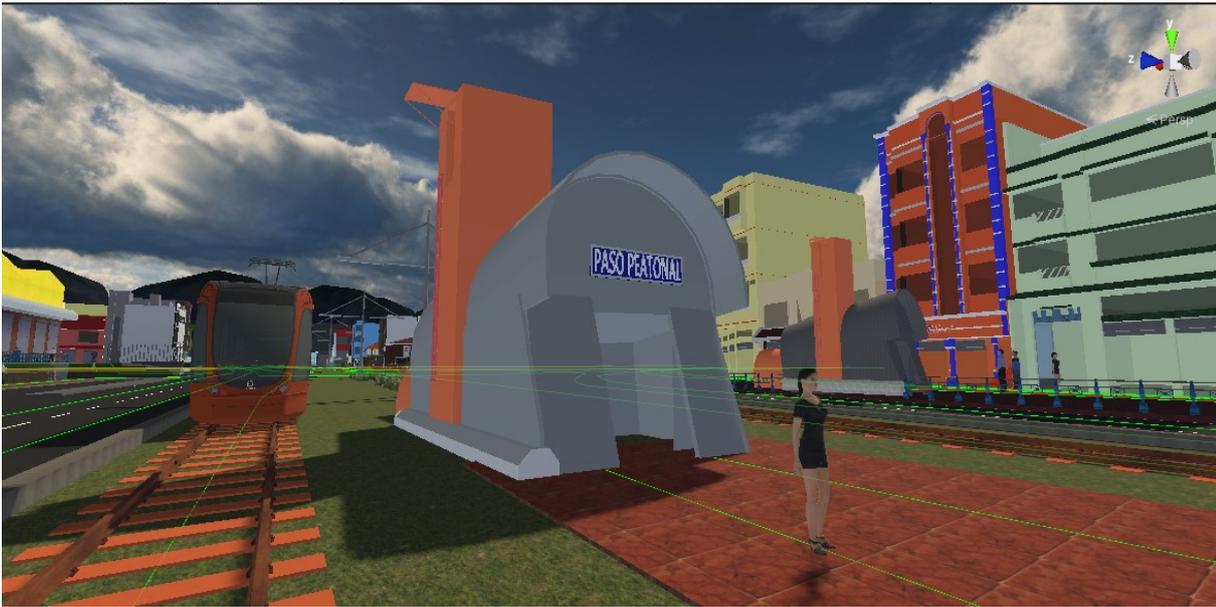


Figura 4.3: Túnel peatonal en la parte central de la Avenida de las Américas con dirección a la estación "El Arenal"



Figura 4.4: Vista desde la plataforma El Arenal hacia la rotonda que intersecan las calles Remigio Crespo y Avenida de las Américas



Figura 4.5: Vista desde la calle Remigio Crespo hacia la rotonda del Arenal



Figura 4.6: Estación Río Tomebamba

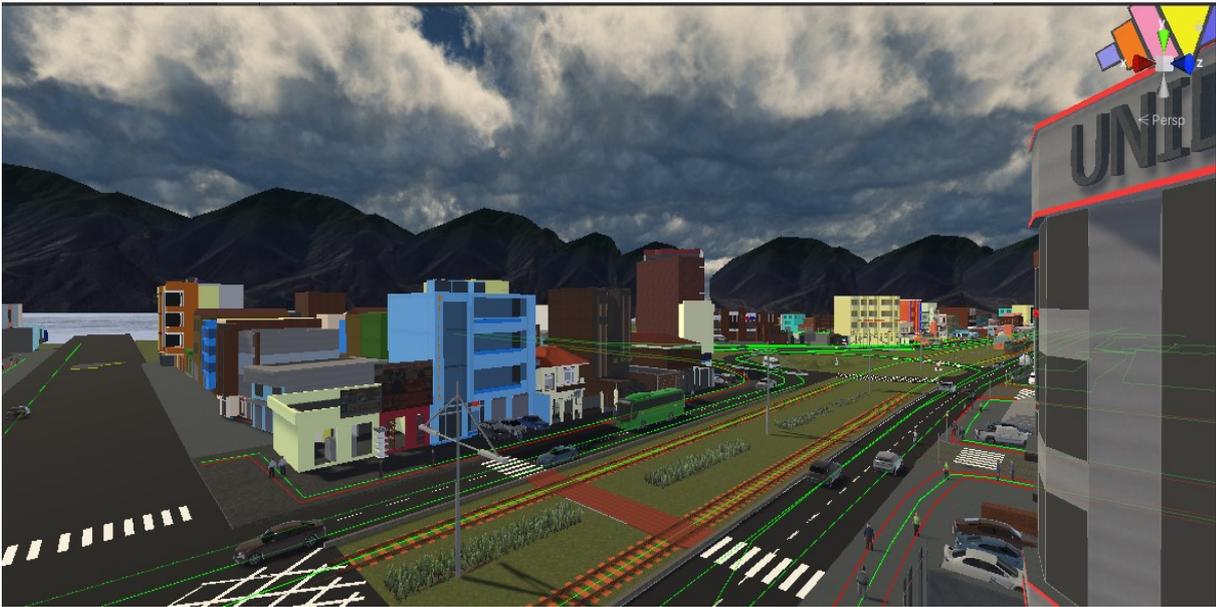


Figura 4.7: Vista en dirección a la cuadra del Batan



Figura 4.8: Vista con dirección a la avenida de las América

4.0.2 Resultados de Personajes

La población existente en una ciudad, constituyen un elemento fundamental en los distintos escenarios para darle el realismo necesario al juego. Para ello se han diseñado diferentes personajes característicos y típicos que se pueden observar a menudo en este sector (Ver Figuras desde 4.9 hasta 4.15). En el Anexo C se encuentra a detalle el modelado de todos los personajes que han sido implementados en el sistema de realidad virtual.



Figura 4.9: Personaje característico "Chola Cuencana" en proceso de diseño



Figura 4.10: Personaje masculino con traje formal



Figura 4.11: Vendedores ambulantes con mascarilla adaptados a la situación actual



Figura 4.12: Personaje femenino con traje normal



Figura 4.13: Personaje femenino con traje semiformal



Figura 4.14: Personajes masculinos que con implementaos de trabajo dentro del sector



Figura 4.15: Personaje masculino con traje normal

4.0.3 Resultados de Vehículos

La creación de las características de los distintos tipos de vehículo para generar un tráfico real en el entorno virtual de la ciudad, ha sido un verdadero reto pero que sin duda se ha logrado obtener resultados halagadores, (Ver Figuras desde la 4.16 hasta la 4.23). De igual forma, en el Anexo D se encuentra el detalle del modelado de todos los vehículos que han sido implementados en el sistema de realidad virtual.



Figura 4.16: Bus urbano que recorre la ciudad



Figura 4.17: Ambulancia característica de la ciudad



Figura 4.18: Bus interprovincial que recorre la ciudad



Figura 4.19: Vehículo de la Universidad Politécnica Salesiana



Figura 4.20: Modelo Tranvía que será la principal característica en el escenario



Figura 4.21: Vehículo común de la ciudad



Figura 4.22: Motocicleta que recorre el escenario



Figura 4.23: Vehículo policial característico de la ciudad

4.0.4 Resultado de Señales de Tránsito

Las señales de tránsito, sin duda, juegan un papel importante dentro por lo que la creación de estas constituyen un referente dentro de los escenarios de realidad virtual. En el Anexo E se encuentra el detalle del modelado de todas las señales de tránsito que han sido implementadas en el sistema de realidad virtual y, de igual manera, imágenes de las señales de tránsito nuevas otorgadas por la empresa Tranvía.

A continuación, desde la Figura 4.24 hasta la 4.29, se muestran algunas imágenes de las distintas señaléticas de tránsito que se encuentran durante el juego.



Figura 4.24: Señal Prioridad Tranvía con altura delimitada



Figura 4.25: Señal ceda el paso común para rotondas por donde pasa el Tranvía



Figura 4.26: Señal no virar en U ni a la izquierda



Figura 4.27: Semáforo común



Figura 4.28: Señal informativa

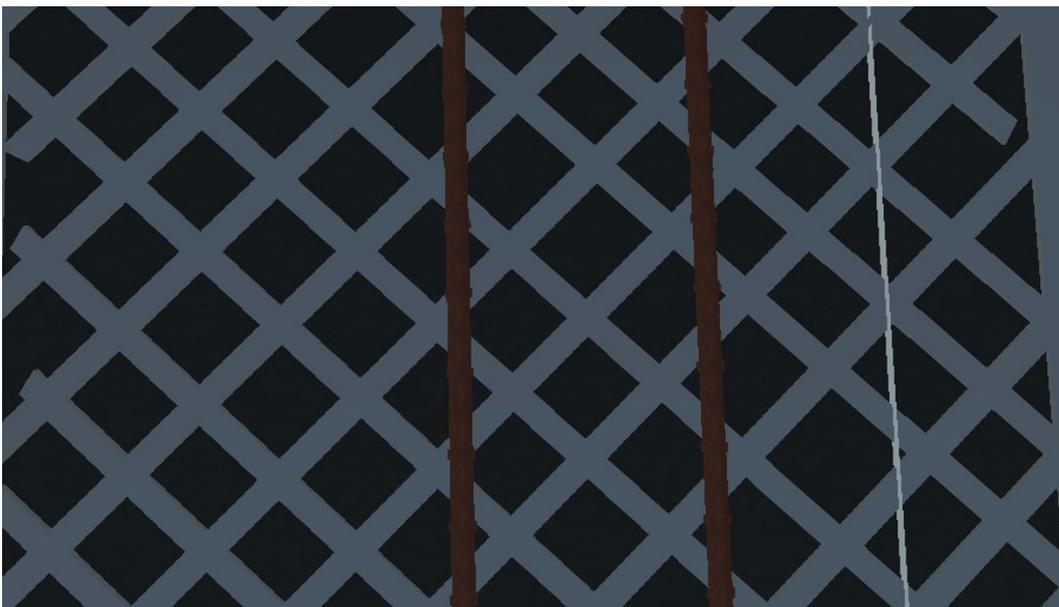


Figura 4.29: Señal no estacionar en esta zona

4.0.5 Resultados Totales del Juego

El escenario Tranvía, ha sido uno de los 4 escenarios que se han modelado dentro del proyecto de educación vial mediante realidad virtual, el mismo que ha tomado un tiempo de desarrollo de 1 año y en donde se han obtenido los siguientes resultados:

- 1 sistema de realidad virtual compatible con las gafas Oculus Quest desarrollado en Unity.
- 1 página web 2.0 para el análisis de datos.
- Más de 100 infraestructuras virtuales replicadas a las existentes en el sector de El Arenal y a lo largo de la Avenida de las Américas entre la plataforma y el mercado, hasta la calle de El Batán.
- 1 sistema de tráfico orientado personas y vehículos dentro del escenario.
- 50 modelos de personajes para el sistema de tráfico orientado a personas.
- 50 modelos de vehículos para el sistema de tráfico orientado a vehículos.
- 10 preguntas destinadas a los usuarios de la movilidad para el aprendizaje de leyes y señales de tránsito.
- 9 animaciones entre accidentes e incumplimientos a las señales de tránsito.
- 7 animaciones de citación a peatones por no cumplir las leyes de tránsito.
- Manual de usuario que se lo puede encontrar en el Anexo F

4.0.6 Encuestas Aplicadas

Gracias al apoyo de la empresa EMOV-EP en el que hemos sido invitados a presentar nuestro trabajo durante las distintas campañas de movilidad realizadas en la Ciudad de Cuenca, se han logrado recolectar testimonios de usuarios a través de encuestas realizadas luego de que un

sin número de personas utilizaron nuestro sistema virtual. Cabe recalcar que por motivos de la pandemia Covid-19, no se ha logrado obtener una gran muestra de población para el análisis, que sería lo justo, pero creemos que la muestra es aceptable para dar una valoración del sistema en la integración hacia la ciudadanía.

Para validar de una forma más precisa, se realizaron las encuestas en la plataforma Google Forms, la misma que nos ha permitido digitalizar las preguntas previamente escogidas para poder realizar un análisis automático y preciso. La muestra de población a analizar fue de un total de 30 personas, las mismas que aceptaron hacer uso de las plataformas virtuales y tener la experiencia del juego para su posterior evaluación. Los resultados obtenidos de dichas encuestas las presentamos a continuación a través del desglose de las preguntas donde abordamos un análisis detallado de cada una de ellas.

Detalle de la encuesta

• 1.¿En qué rango de edad se encuentra usted?

30 respuestas

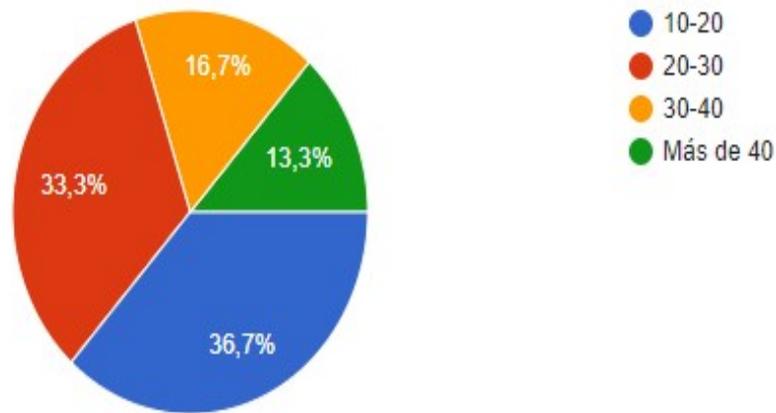


Figura 4.30: Resultados de la pregunta 1.¿En qué rango de edad se encuentra usted?

Interpretación:

Del 100% de personas encuestadas para conocer su rango de edad se sabe que, el **36.7%** de 10 a 20 años, el **33.3%** están entre los 20 a 30 años, el **16.7%** de 30 a 40 y por último con el **13.3%** fueron personas con más de 40 años. A continuación presentamos una tabla con la cantidad exacta de personas encuestadas.

Alternativa	Cantidad de Personas	Porcentaje
10-20	11	36.7%
20-30	10	33.3%
30-40	5	16.7%
40-50	4	13.3%

Tabla 4.1: Resultados de la pregunta 1.¿En qué rango de edad se encuentra usted?

- **2.En un rango del 1 al 3, donde 1 es NADA y 3 es Todo, ¿Qué tanto usted pudo apreciar y entender la temática del accidente presentado el escenario?**

30 respuestas

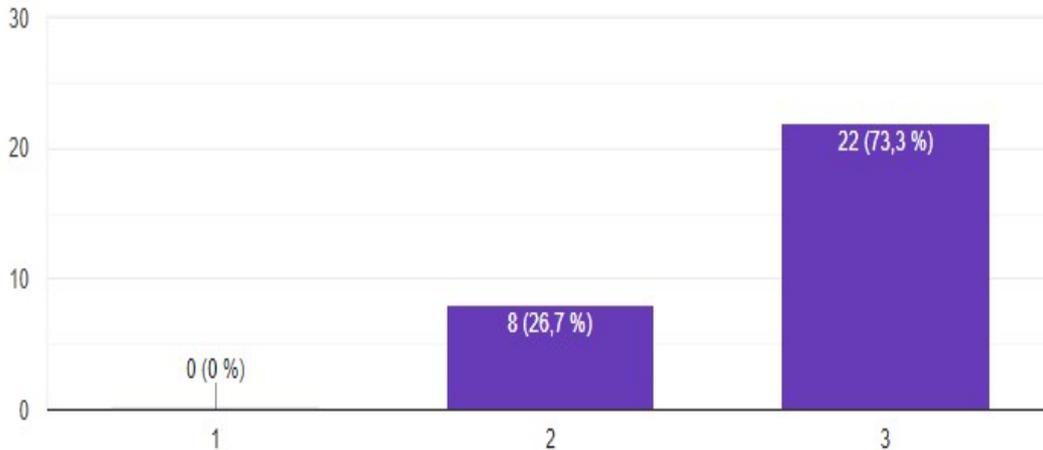


Figura 4.31: Resultados de la pregunta 2.En un rango del 1 al 3, donde 1 es NADA y 3 es Todo, ¿Qué tanto usted pudo apreciar y entender la temática del accidente presentado el escenario?

Interpretación:

Del 100% de personas encuestadas para conocer cual fue la enseñanza que dejan los accidentes presentados dentro del juego obtuvimos que, el **73.3%** entendió absolutamente todo, el **26.7%** fue un entendimiento intermedio y por último con el **0%** que no logro entender nada. A continuación presentamos una tabla con la cantidad exacta de personas encuestadas.

Alternativa	Cantidad de Personas	Porcentaje
1	0	0%
2	8	26.7%
3	22	73.3%

Tabla 4.2: Resultados de la pregunta 2.En un rango del 1 al 3, donde 1 es NADA y 3 es Todo, ¿Qué tanto usted pudo apreciar y entender la temática del accidente presentado el escenario?

• **3.¿Qué tal le pareció a usted la experiencia de realidad virtual?**

30 respuestas

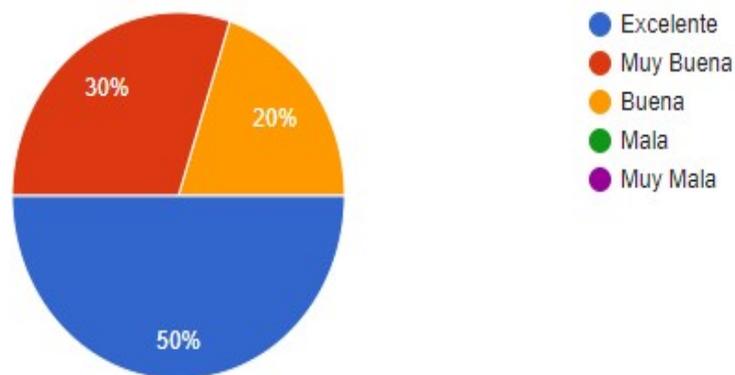


Figura 4.32: Resultados de la pregunta 3.¿Qué tal le pareció a usted la experiencia de realidad virtual?

Interpretación:

Del 100% de personas encuestadas para conocer cual fue la experiencia de vivir este nuevo medio de enseñanza en VR obtuvimos que, el **50%** una excelente experiencia, el **30%** una experiencia muy buena, el **20%** una experiencia buena, el **0%** una experiencia mala y por último con el **0%** con una experiencia muy mala. A continuación presentamos una tabla con la cantidad exacta de personas encuestadas.

Alternativa	Cantidad de Personas	Porcentaje
Excelente	15	50%
Muy Buena	9	30%
Buena	6	20%
Mala	0	0%
Muy Mala	0	0%

Tabla 4.3: Resultados de la pregunta 3.¿Qué tal le pareció a usted la experiencia de realidad virtual?

- **4.¿Usted logro identificar el sector de la ciudad en la que se encontraba?**

30 respuestas

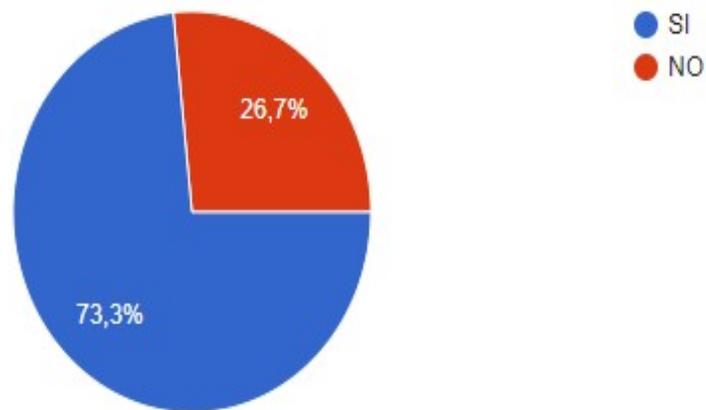


Figura 4.33: Resultados de la pregunta 4.¿Usted logro identificar el sector de la ciudad en la que se encontraba?

Interpretación:

Del 100% de personas encuestadas para saber si lograron reconocer el escenario modelado, el **73.3%** dijo que si y el **26.7%** dijo que no. A continuación presentamos una tabla con la cantidad exacta de personas encuestadas.

Alternativa	Cantidad de Personas	Porcentaje
Si	22	73.3%
No	8	26.7%

Tabla 4.4: Resultados de la pregunta 4.¿Usted logro identificar el sector de la ciudad en la que se encontraba? de la encuesta realizada

- **5.¿En un rango del 1 al 5 (1 como muy mala y 5 como muy buena), ¿Cómo calificaría la experiencia de jugar y aprender por estos medios virtuales?**

30 respuestas

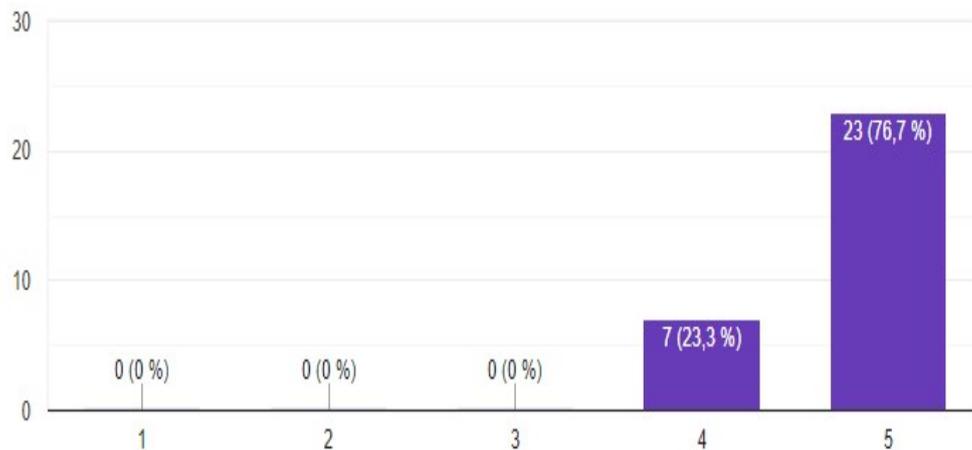


Figura 4.34: Resultados de la pregunta 5.¿En un rango del 1 al 5 (1 como muy mala y 5 como muy buena), ¿Cómo calificaría la experiencia de jugar y aprender por estos medios virtuales?

Interpretación:

Del 100% de personas encuestadas para conocer la experiencia y el aprendizaje por estos medios se plantearon 5 opciones (1 como muy mal y 5 como muy buena) y se obtuvo lo siguiente, la opción 5 el **76.7%**, la opción 4 el **23.3%** y por ultimo las opciones 1,2 y 3 con el **0%**. A continuación presentamos una tabla con la cantidad exacta de personas encuestadas.

Alternativa	Cantidad de Personas	Porcentaje
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	7	23.3%
5	23	76.7%

Tabla 4.5: Resultados de la pregunta 5.¿En un rango del 1 al 5 (1 como muy mala y 5 como muy buena), ¿Cómo calificaría la experiencia de jugar y aprender por estos medios virtuales?

- **6.¿Cree usted que los juegos de realidad virtual son una buena opción para aprender sobre educación vial?**

30 respuestas

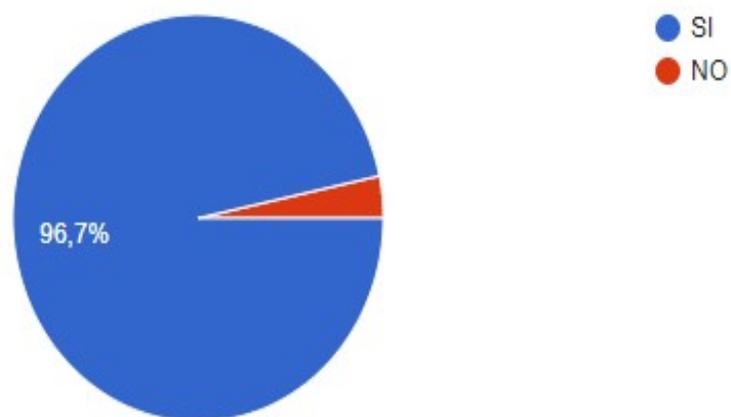


Figura 4.35: Resultados de la pregunta 6.¿Cree usted que los juegos de realidad virtual son una buena opción para aprender sobre educación vial?

Interpretación:

Del 100% de personas encuestadas para saber si considera a la realidad virtual como método de aprendizaje, el **96.7%** dijo que si y el **4.3%** dijo que no. A continuación presentamos una tabla con la cantidad exacta de personas encuestadas.

Alternativa	Cantidad de Personas	Porcentaje
Si	29	96.7%
No	1	4.3%

Tabla 4.6: Resultados de la pregunta 6. ¿Cree usted que los juegos de realidad virtual son una buena opción para aprender sobre educación vial?

- **7. En un rango del 1 al 5 (1 como muy difícil y 5 como muy fácil), ¿qué tan fácil fue para usted manejar el equipo Oculus (gafas de realidad virtual)?**

30 respuestas

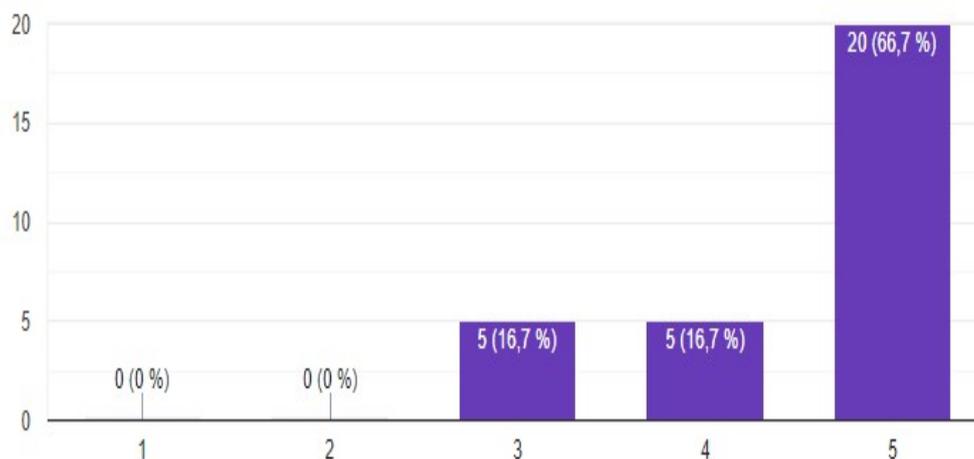


Figura 4.36: Resultados de la pregunta 7. En un rango del 1 al 5 (1 como muy difícil y 5 como muy fácil), ¿qué tan fácil fue para usted manejar el equipo Oculus (gafas de realidad virtual)

Interpretación:

Del 100% de personas encuestadas para conocer cual fue al facilidad con la que hicieron uso del Oculus Quest (1 como muy difícil y 5 como muy fácil) y se obtuvo lo siguiente, la opción 5 el **66.7%**, la opción 4 el **16.7%**, la opción 3 el **16.7%** y por ultimo las opciones 1 y 2 con el **0%**. A continuación presentamos una tabla con la cantidad exacta de personas encuestadas.

Alternativa	Cantidad de Personas	Porcentaje
1	0	0%
2	0	0%
3	5	16.7%
4	5	16.7%
5	20	66.7%

Tabla 4.7: Resultados de la pregunta 7. En un rango del 1 al 5 (1 como muy difícil y 5 como muy fácil), que tan fácil fue para usted manejar el equipo Oculus (gafas de realidad virtual)

Capítulo V

Cronograma de Actividades

A continuación se presenta el cronograma de actividades, detallando las fechas exactas que se han trabajado para realizar este proyecto de titulación (Ver tabla 5.1), el mismo que lo hemos iniciado el 31 de Julio del 2020 y finalizando el 30 de Julio del 2021. Cabe recalcar que dicho proyecto se extendió por razones ajenas a las actividades académicas, especialmente relacionadas con la pandemia.

Tabla 5.1: **Cronograma de Actividades del Proyecto de educación vial "Tranvía".**

Objetivos	Actividades	Días	Fecha_Inicio	Fecha_Fin
Objetivo 1: Construir un ambiente virtual para el desarrollo de un juego basado en el escenario del sistema tranviario de la ciudad de Cuenca.	Actividad 1	26	31/07/2020	31/09/2020
	actividad 1.1	2	31/07/2020	01/08/2020
	actividad 1.2	1	03/08/2020	03/08/2020

	actividad 1.3	4	07/08/2020	10/08/2020
	actividad 1.4	2	12/08/2020	14/08/2020
	actividad 1.5	1	16/08/2020	16/08/2020
	actividad 1.6	10	12/09/2020	22/08/2020
	actividad 1.7	6	26/09/2020	31/09/2020
Objetivo 2: Implementar un sistema de información en la nube haciendo uso de los servidores del grupo de investigación GIHPAC para sus primeras pruebas, permitiendo la gestión relacionada al ambiente virtual del juego.	Actividad 2	26	01/11/2020	10/01/2021
	actividad 2.1	1	01/11/2020	01/11/2020
	actividad 2.2	2	05/11/2020	07/11/2020
	actividad 2.3	2	20/11/2020	22/11/2020
	actividad 2.4	6	03/12/2020	09/12/2020
	actividad 2.5	5	15/12/2020	20/12/2020
	actividad 2.6	10	01/01/2021	10/01/2021
Objetivo 3: Desarrollar al menos 3 animaciones de accidentes de tránsito y 1 animación de citación para el escenario Tranvía.	Actividad 3	26	01/03/2021	18/04/2021
	actividad 3.1	3	01/03/2021	03/03/2021

	actividad 3.2	3	15/03/2021	18/03/2021
	actividad 3.3	3	25/03/2021	28/03/2021
	actividad 3.4	9	01/04/2021	09/04/2021
	actividad 3.5	8	10/04/2021	18/04/2021
Objetivos	Actividades	Duración	Fecha_Inicio	Fecha_Fin
Objetivo 4: Integrar en el escenario virtual del sistema tranviario de la ciudad de Cuenca las animaciones de accidentes y respeto de leyes con base a la toma de decisiones de los jugadores.	Actividad 4	53	01/05/2021	02/07/2021
	actividad 4.1	5	01/05/2021	05/05/2021
	actividad 4.2	9	07/05/2021	16/05/2021
	actividad 4.3	8	17/05/2021	25/05/2021
	actividad 4.4	10	01/06/2021	10/06/2021
	actividad 4.5	7	11/06/2021	18/06/2021
	actividad 4.6	8	18/06/2021	26/06/2021
	actividad 4.7	6	27/06/2021	02/07/2021
Objetivo 5: Realizar pruebas de aceptación y funcionamiento del sistema de realidad virtual con los usuarios de la movilidad.	Actividad 5	24	10/06/2021	30/07/2021
	actividad 5.1	3	10/06/2021	13/06/2021
	actividad 5.2	3	20/06/2021	23/06/2021

	actividad 5.3	4	06/07/2021	10/07//2021
	actividad 5.4	4	11/07/2021	15/07/2021
	actividad 5.5	4	19/07/2021	23/07/2021
	actividad 5.6	6	24/07/2021	30/07/2021
Días Laborales:				129
Horas Totales:				400
Fecha Inicio:				31/07/2020
Fecha Fin:				30/07/2021

Capítulo VI

Presupuesto

El proyecto de Educación Vial mediante realidad virtual tienen como presupuesto referencial de USD \$ 2.880,00 dólares destinados a equipos, servicios y otros, los mismos que a continuación los detallamos en la tabla 6.1.

DENOMINACIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
	unidades	Dólares	Dólares
1. Recursos Tangibles			
Ordenador de alta gama con las mejores especificaciones técnicas	1	\$1400	\$1.400,00
Tarjeta de vídeo NVidia GTX	1	\$400	\$400,00
Oculus Quest	1	\$400	\$400,00
2. Servicios			
Material Bibliográfico y Fotocopias	1	\$30	\$30,00
3. Recursos Humanos			
Programadores	1	\$600	\$600,00
4. Otros			
Varios e Imprevistos	1	\$50	\$50,00
TOTAL	6	\$2.880	\$2.880,00

Tabla 6.1: Presupuesto destinado al Proyecto de educación vial "Tranvía"

Capítulo VII

CONCLUSIONES

La implementación de este proyecto ha tenido como objetivo principal la enseñanza de peatones, conductores y motociclistas sobre las señales de tránsito relacionadas al nuevo transporte dentro de la ciudad de Cuenca, denominado Tranvía Cuatro Ríos, el mismo que inició como un experimento social, en donde el usuario percibe la sensación de ser atropellado por el Tranvía dentro de un escenario virtual. Hemos observado a través de los distintos experimentos y encuestas realizadas a peatones, que el uso de sistemas de Realidad Virtual pueden convertirse en una manera efectiva de enseñanza/aprendizaje de los peatones y conductores en la Ciudad de Cuenca a través de la empresa de movilidad EMOV EP con el apoyo técnico del Grupo de Investigación GIHP4C de la Universidad Politécnica Salesiana.

El proyecto se inicia con la identificación de los principales escenarios que servirán como referencia para el diseño del juego, que con el aporte de fotográfico de cada arte del escenario, el mismo que creemos ha sido validado satisfactoriamente por parte de los usuarios, peatones, conductores, personal de la EMOV EP y de los investigadores del grupo GIHP4C.

Para el caso de la implementación de personajes característicos, vehículos y otros diseños adicionales dentro del proceso del juego, la participación de miembros de la EMOV-EP ha sido fundamental, los mismos que nos han proporcionado toda la información correspondiente de

este proceso, para poder llegar a conseguir un juego atractivo visualmente, incluyendo accidentes, citaciones, advertencias y multas aplicadas.

En el proceso final del proyecto, se ha coordinado de manera efectiva en todos los aspectos por parte de la empresa EMOV-EP, especialmente a la hora de realizar las encuestas a usuarios para que nos den su opinión sobre las plataforma virtual. Durante estas pruebas realizadas, se han recibido un alto porcentaje de aceptación de la ciudadanía por ser algo atractivo, novedoso y moderno para educar a la sociedad en general de la ciudad. Cabe señalar que hubieron personas que con escaso conocimiento de la tecnología y que se arriesgaron a probar el juego, lograron adaptarse al sistema sin mayores inconvenientes.

Finalmente, creemos que esta plataforma es totalmente funcional y cumple satisfactoriamente con los objetivos planteados, que principalmente era el de enseñar sobre educación vial a peatones, conductores y motociclistas mediante escenarios virtuales, para conseguir una mejor cultura vial dentro de la ciudad de Cuenca y porque no, intenta implementar este tipo de sistemas educativos a nivel nacional para que no solamente se quede en nuestro entorno ciudadano, sino que se expanda por todo nuestro territorio.

Capítulo VIII

RECOMENDACIONES

Creemos conveniente que previo al inicio del diseño de los ambientes virtuales, es necesaria la toma de evidencias fotográficas o un registro visual previo que ayudará en el proceso de virtualización de manera más efectiva, y así recolectar detalles actualizados que garanticen el realismo al momento de interactuar en el juego. Tomar como referencia la plataforma de Google Earth, nos ha servido tan solo para tener una guía al momento del diseño, mas no para replicar totalmente un escenario, por el hecho mismo de que esta plataforma se actualiza cada determinado tiempo su recorrido a nivel mundial, y que para nuestro caso fue realizada durante el año 2015.

Por otra parte, las herramientas de diseño para la infraestructura que debe presentarse dentro de un juego, es preferible escogerlo con anticipación y que este posea la mayor cantidad de características para modelar. Previo al uso de esta herramienta, es necesario estudiarla y conocerla a fondo, ya que de esta manera optimizaremos tiempo en el diseño mientras se trabaja, además que es necesario conocer a detalle cada una de las opciones que posee la herramienta para optimizar los diseños con resultados de modelos de buena calidad y que no sea tan pesados a la hora de almacenar y arrancar los procesos.

Finalmente, creemos que el trabajo en equipo es fundamental para el correcto desarrollo y funcionamiento del proyecto, sumando una buena comunicación tanto del desarrollador como de la persona o empresa que será la beneficiaria del mismo. Siempre ir "tomados de la mano" para poder llevar a cabo los objetivos planteados, consultado en todo momento cualquier cambio que se requiera implementar con el equipo de trabajo, llevando un orden de creación y verificación de cada proceso realizado, estructurando adecuadamente los cronogramas de desarrollo para que no existan retrasos que afecten al correcto funcionamiento del proyecto, con lo cual se está garantizando el éxito, tal como creemos y estamos seguros que ha sido en nuestro caso.

REFERENCIAS

- Benabent Fernández de Córdoba, M. (2017). El transporte público terrestre y la accesibilidad, instrumentos para el análisis funcional del sistema de asentamientos: el caso de Ecuador. *Estoa. Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 6(11):99–122.
- Camargo Bernal, J. (2019). Simulación de cargas eléctricas mediante el uso de las Oculus Rift.
- Cordero, M. S. M. (2012). Los vehículos motorizados privados y el problema de transporte público en los centros históricos: el caso de Cuenca-Ecuador. *Estoa. Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 1(1):79–93.
- Díaz, F. J., Queiruga, C. A., and Fava, L. A. (2015). Juegos serios y educación. In *XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (Salta, 2015)*.
- ElTelegrafo (2019). <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/>. *Investigación educativa*.
- Flores-Calero, M. et al. (2018). Implementación de un algoritmo para la detección de señales de tránsito del Ecuador: Pare, ceda el paso y velocidad. *ingenius [online]*. 2018, n. 20.
- Flores Guerrero, B. R. (2020). *Manual técnico de los formatos de exportación y compatibilidad entre programas arquitectónicos*. PhD thesis, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Gasca-Hurtado, G. P., Peña, A., Gómez-Álvarez, M. C., Plascencia-Osuna, Ó. A., Calvo-Manzano, J. A., et al. (2015). Realidad virtual como buena práctica para trabajo en equipo con

- estudiantes de ingeniería. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 16:76–91.
- González Hernández, A. et al. (2015). Generación aleatoria de terrenos 3d con unity.
- Gutiérrez, A. (2012). Qué es la movilidad?. elementos para (re) construir las definiciones básicas del campo del transporte. *Bitácora Urbano-Territorial*, 21(2):3.
- INEC (2020). <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/>. *Investigación educativa*, page 8.
- León-Paredes, G., Bravo-Quezada, O., Sacoto-Cabrera, E., Pizarro-Gordillo, O., Vintimilla-Tapia, P., Bravo-Torres, J., and Cabrera-Chica, W. (2020). Virtual reality and data analysis based platform for urban mobility awareness as a tool for road education.
- Maps, G. (2015). Google maps. *25th January*.
- Martín, A. C. U. and Aznar, C. T. (2015). Juegos serios como instrumento facilitador del aprendizaje: evidencia empírica. *Opción*, 31(3):1201–1220.
- Martínez, F. P. et al. (2011). Presente y futuro de la tecnología de la realidad virtual. *Creatividad y sociedad*, 16:1–39.
- Medrano Sanz, I. (2009). Google sketchup aplicado al desarrollo de videojuegos educativos. B.S. thesis.
- Mendoza, L. I. U. (2016). Uso de la realidad virtual, en la educación del futuro en centros educativos del ecuador. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 1(4):26–30.
- Montezuma, R. (2003). Ciudad y transporte: la movilidad urbana. *Cuadernos de la CEPAL*.
- Ouazzani, I. (2012). Manual de creación de videojuego con unity 3d. Master's thesis.

ReyVásquez, E. M. et al. (2019). El juego de videojuegos como acto ético performativo. caso con jugadores adolescentes y videojuegos violentos de mundo abierto.

Travía (01 de Octubre de 2020). <http://tranvia.cuenca.gob.ec/content/irrespeto>.

Anexos

Anexos A

Formato de las encuestas realizadas

Encuesta sobre aceptación de sistemas virtuales con la ciudadanía

Las encuestas llevaron a cabo el objetivo de verificar, que tan factible se podría volver el aprendizaje de educación vial por medio de plataformas virtuales, de esta manera conoceremos cuales son las ventajas y desventajas de la implementación de dichos sistemas.

Riegos y beneficios

Los datos proporcionados en la presente encuesta se utilizarán para obtener información estadística y ver cuáles serían los problemas al implementar un sistema de realidad virtual, para ello la confidencialidad de las personas encuestadas con respecto a nombre de la personas se mantiene anónimo, esto permitirá que exista una mejor confianza por parte de la ciudadanía a participar haciendo uso de estos sistemas, el riesgo que llevaba a cabo este estudio se vería enfocada en la poca aceptación por parte de usuarios pero, como resultados se pudo tener varias estadísticas sobre la aceptación por parte de la mayoría de población encuestada donde un entorno positivo para próximos proyectos.

Presentación de formato de encuesta

A continuación, se presenta el formato de encuesta entregados a las personas que participaron e hicieron uso de sistema de realidad virtual.

Encuestas Escenario Tranvia

Encuesta para medir nivel de aceptación de la ciudadanía con respecto al proyecto de titulación

***Obligatorio**

¿En qué rango de edad se encuentra usted? *

10-20

20-30

30-40

Más de 40

En un rango del 1 al 3, donde 1 es NADA y 3 es Todo, ¿Qué tanto usted pudo apreciar y entender la temática del accidente presentado el escenario? *

1 2 3

¿Qué tal le pareció a usted la experiencia de realidad virtual? *

Excelente

Muy Buena

Buena

Mala

Muy Mala

Figura 1.1: Formato de la encuesta realizada - Parte 1

¿Usted logro identificar el sector de la ciudad en la que se encontraba? *

SI

NO

¿En un rango del 1 al 5 (1 como muy mala y 5 como muy buena), ¿Cómo calificaría la experiencia de jugar y aprender por estos medios virtuales?

1 2 3 4 5

¿Cree usted que los juegos de realidad virtual son una buena opción para aprender sobre educación vial? *

SI

NO

En un rango del 1 al 5 (1 como muy difícil y 5 como muy fácil), que tan fácil fue para usted manejar el equipo Oculus (gafas de realidad virtual) *

1 2 3 4 5

Figura 1.2: Formato de la encuesta realizada - Parte 2

Anexos B

Modelado de la infraestructura



Figura 2.1: Edificio en la calle de El Batan y Avenida de las Américas en el escenario real



Figura 2.2: Edificio en la calle de El Batan y Avenida de las Américas en el escenario virtual



Figura 2.3: Edificio en la Avenida de las Américas en la plataforma el Arenal en el escenario real



Figura 2.4: Edificio en la Avenida de las Américas en la plataforma el Arenal en el escenario virtual



Figura 2.5: Edificio en la Avenida de las Américas en el escenario real



Figura 2.6: Edificio en la Avenida de las Américas en el escenario virtual



Figura 2.7: Edificio en la Avenida de las Américas empezando la rotonda en el escenario real



Figura 2.8: Edificio en la Avenida de las Américas empezando la rotonda en el escenario virtual



Figura 2.9: Edificio de El Batan en el escenario real



Figura 2.10: Edificio de El Batan en el escenario virtual



Figura 2.11: Edificio Frente a la estación del Tranvía El Arenal en el escenario real



Figura 2.12: Edificio Frente a la estación del Tranvía El Arenal en el escenario virtual



Figura 2.13: Avenida de las Américas frente a la estación del Tranvía "El Arenal"



Figura 2.14: Resultado infraestructura - Parte 2

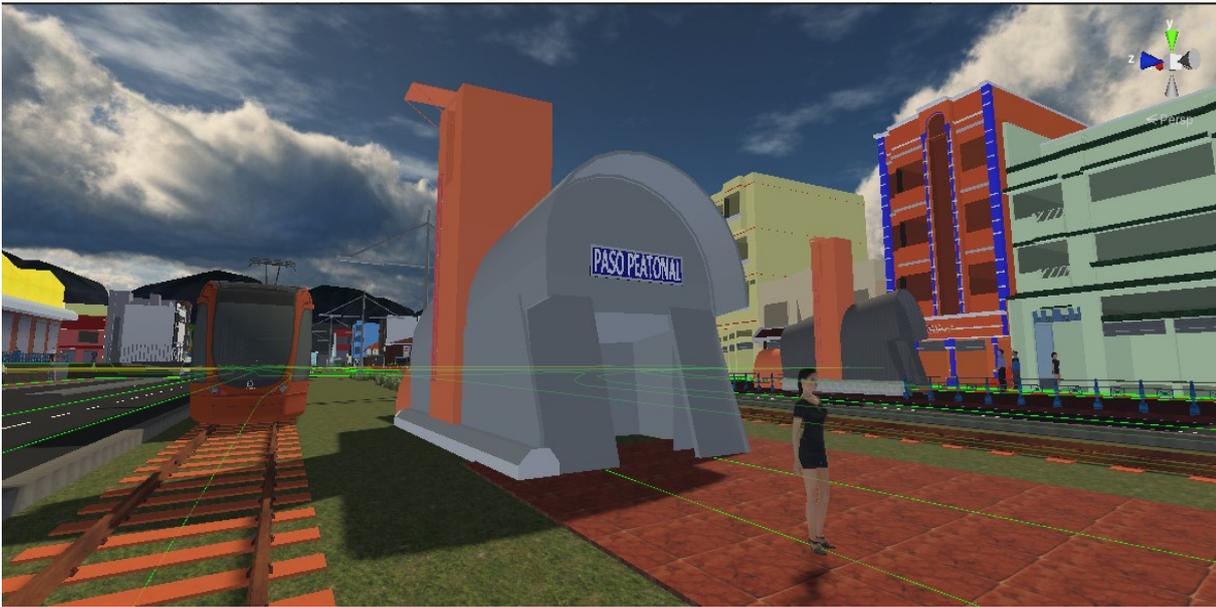


Figura 2.15: Túnel peatonal en la parte central de la Avenida de las Américas con dirección a la estación "El Arenal"



Figura 2.16: Vista desde la plataforma El Arenal hacia la rotonda que intersecan las calles Remigio Crespo y Avenida de las Américas



Figura 2.17: Vista desde la calle Remigio Crespo hacia la rotonda de El Arenal



Figura 2.18: Estación Río Tomebamba



Figura 2.19: Vista en dirección a la cuadra de El Batan



Figura 2.20: Vista con dirección a la avenida de las Américas

Anexos C

Modelado de Personajes



Figura 3.1: Personaje característico "Chola Cuencana" en proceso de diseño



Figura 3.2: Personaje masculino con traje formal



Figura 3.3: Vendedores ambulantes con mascarilla adaptados a la situación actual



Figura 3.4: Personaje femenino con traje normal



Figura 3.5: Personaje femenino con traje semiformal



Figura 3.6: Personajes masculinos que con implementos de trabajo dentro del sector



Figura 3.7: Personaje masculino con traje normal

Anexos D

Modelado de Vehículos

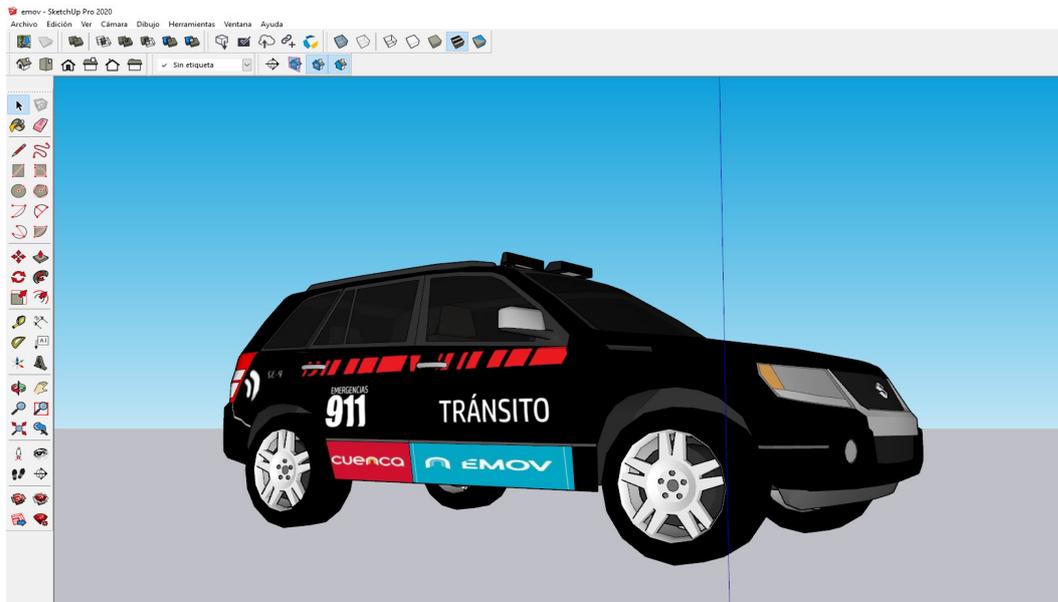


Figura 4.1: Vehículo de la empresa EMOV-EP en proceso de modelado



Figura 4.2: Ambulancia característica de la ciudad real



Figura 4.3: Ambulancia característica de la ciudad virtual



Figura 4.4: Bus urbano que recorre la ciudad real



Figura 4.5: Bus urbano que recorre la ciudad virtual



Figura 4.6: Bus interprovincial que recorre la ciudad real



Figura 4.7: Bus interprovincial que recorre la ciudad virtual



Figura 4.8: Vehículo de la Universidad Politécnica Salesiana real



Figura 4.9: Vehículo de la Universidad Politécnica Salesiana virtual



Figura 4.10: Modelo Tranvía que será la principal característica en el escenario real



Figura 4.11: Modelo Tranvía que será la principal característica en el escenario virtual



Figura 4.12: Vehículo policial característico de la ciudad real



Figura 4.13: Vehículo policial característico de la ciudad virtual



Figura 4.14: Vehículo común de la ciudad



Figura 4.15: Motocicleta que recorre el escenario

Anexos E

Modelado de Señales de Tránsito

Señalización tranviaria



Figura 5.1: Señalización Tranviaria, imagen entregada por la empresa Tranvía 4 Ríos



Figura 5.2: Semáforo peatonal, imagen entregada por la empresa Tranvía 4 Ríos



Figura 5.3: Catenaria, imagen entregada por la empresa Tranvía 4 Ríos



Figura 5.4: Señal Prioridad Tranvía, imagen entregada por la empresa Tranvía 4 Ríos



Figura 5.5: Señal paso solo al Tranvía, imagen entregada por la empresa Tranvía 4 Ríos

Señales tranviarias

La ruta del Tranvía tiene 20,4 kilómetros, 10,2 en cada sentido, y va desde el sector Control Sur hasta Milchichig.

 <p>CATENARIA TRANVIA</p>	<p>Catenaria activa Es el cable aéreo de alta tensión que se instala en los tramos por donde circula el Tranvía, indica la altura a la que se ubican los cables que permanecen energizados.</p>	 <p>PRIORIDAD TRANVIA</p>	<p>Señal ocultable LED de prioridad Tranvía Está instalada cerca de las intersecciones donde existen cruces y circulación del Tranvía, evita que otros medios de transporte y peatones se detengan en el cruce.</p>	
	<p>Pasos cebra Es una señal que indica el lugar por el que deben cruzar los peatones y ciclistas. Esta señal identifica el lugar que están pintadas bandas de color blanco sobre la calzada.</p>		<p>Zona de refugio Es el espacio entre las rieles del Tranvía del sentido norte y sur. Coincide con los pasos peatonales. Este espacio tiene la función de dar seguridad a los peatones y ciclistas mientras circulan las unidades.</p>	
	<p>Zona reticular Está dibujada sobre la calzada e indica que es prohibido detenerse en la zona.</p>		<p>Cruce de línea tranviaria con calzada Se ubica en las vías aledañas a la plataforma tranviaria, informa la proximidad de un cruce entre los rieles y calzada vehicular.</p>	
 <p>PRIORIDAD TRANVIA</p>	<p>Prioridad Tranvía Es una señal fija que se ubica cerca de las intersecciones y pasos peatonales. Su función es evitar que peatones, vehículos y otros medios de transporte se detengan en el cruce, pues el Tranvía tiene prioridad.</p>		<p>Semáforos Están ubicados en los redondeles. Todo el tiempo están en color naranja, de alerta, y permiten dar prioridad de circulación a las unidades tranviarias. Cuando cambia a luz roja significa que el Tranvía circula por la zona.</p>	
	<p>Restricción de giros En la plataforma tranviaria no se puede hacer giros que crucen con los rieles.</p>	 <p>VELOCIDAD MAXIMA</p>	<p>Velocidad máxima permitida Está ubicada a lo largo del trayecto, indica la velocidad permitida para el Tranvía. En algunas zonas del Centro Histórico la velocidad es 20 kilómetros por hora.</p>	
 <p>PROHIBIDO PASAR</p>	<p>No invadir rieles Está ubicada a lo largo de la plataforma tranviaria e indica que está prohibido el paso por encima de las rieles.</p>			

Figura 5.6: Información adicional, imagen entregada por la empresa Tranvía 4 Ríos



Figura 5.7: Señal Prioridad Tranvía con altura delimitada



Figura 5.8: Señal Prioridad Tranvía escenario virtual



Figura 5.9: Señal No bloquear el paso



Figura 5.10: Señal de Tranvía LED real, imagen entregada por la empresa Tranvía 4 Ríos



Figura 5.11: Señal de Tranvía LED virtual



Figura 5.12: Señal no virar en U ni a la izquierda



Figura 5.13: Semáforo Tranviario



Figura 5.14: Semáforo común



Figura 5.15: Semáforo largo común con aviso peatonal



Figura 5.16: Señal informativa



Figura 5.17: Paso cebra

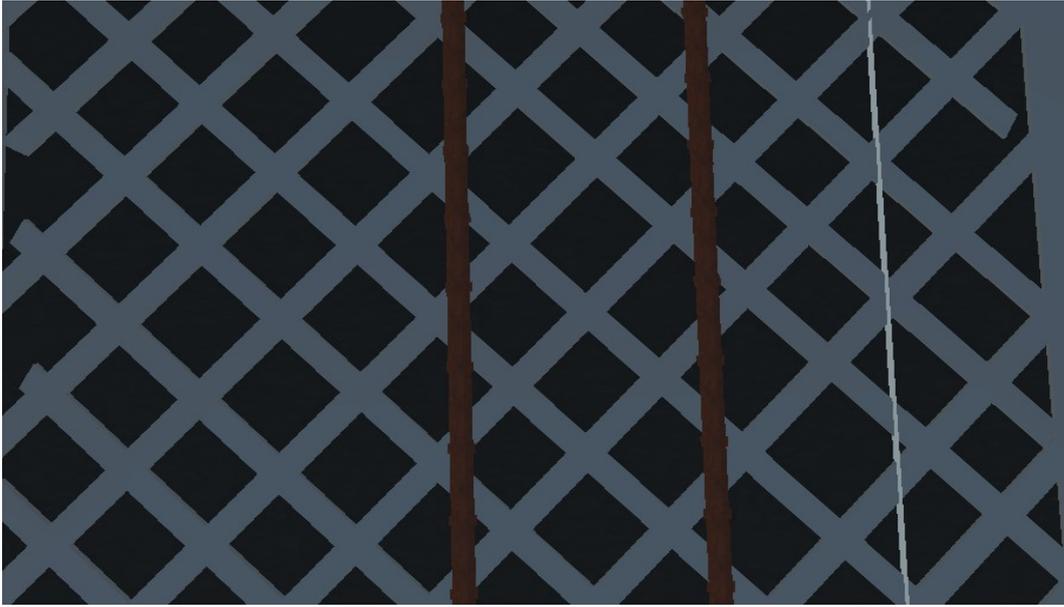


Figura 5.18: Señal no estacionar en esta zona

Anexos F

Manual de Usuario Sistema de Realidad Virtual

A continuación, se explicara cada uno de los pasos que se realizara para el escenario de Realidad Virtual "Tranvía".

6.0.1 Mandos y visor Oculus Quest



Figura 6.1: Hardware Oculus Quest

El primero paso a conocer es el equipo Oculus Quest, para hacer uso del software de realidad virtual es necesario que la persona a jugar se acomode las gafas a su gusto para poder tener una visualización buena, para ellos existen correas que permiten ajustar o aflojar las gafas de nuestra cabeza la primera se encuentra en al parte superior y a los costados como se expone en la figura 6.2 .



Figura 6.2: Correas del visor Oculus Quest

Para el tema de los controles del Oculus existe también la seguridad, el cual se entra integrado en los controles, son unas correas las cuales debemos introducir nuestra mano para que por A o B motivo soltemos el control este no caiga al piso, a continuación se presenta la forma correcta de tomar nuestros controles para usar en la figura 6.3.



Figura 6.3: Correas del control Oculus Quest

Para conocer el uso de los botones que usaremos en los controles para este juego en la Figura 6.4 se se indicara el nombre de los botones y joystick a usar, a medida que se sea necesario se presentará que botón del joystick a usar.

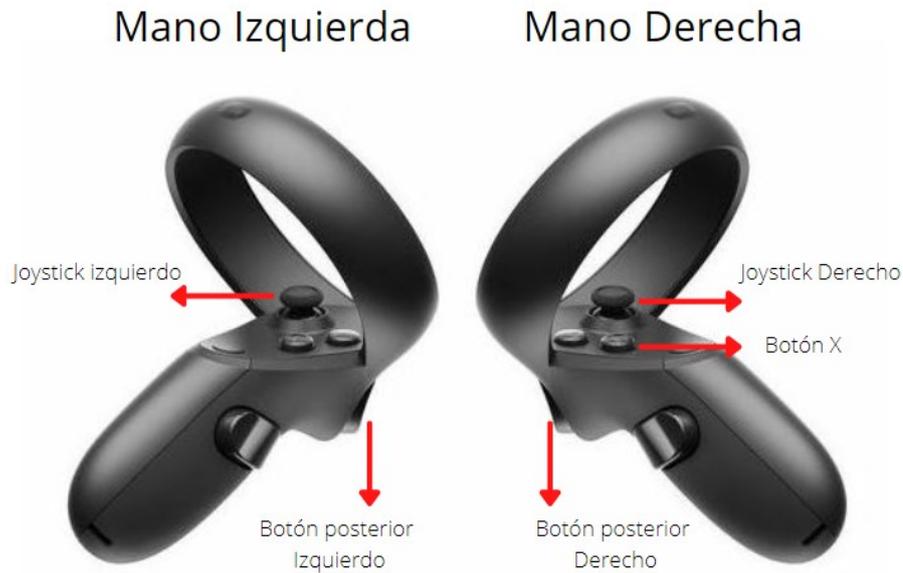


Figura 6.4: Botones de controles que serán usados en el juego

6.0.2 Primera vista del Juego Menú Principal

Al iniciar Nuestro juego tendremos el primer paso a escoger, el cual hace referencia a la edad y al genero, para ellos se presenta el siguiente menú (Ver Figura 6.5):



Figura 6.5: Menú inicial del escenario Tranvía

La elección del género y la edad servirá para el estudio por parte de la EMOV-EP, para seccionar un género y una edad haremos uso del control derecho del equipo Oculus, presionando el botón posterior o el botón X, la edad viene seleccionando una opción por defecto para ello tendremos que tener en cuenta esta opción, por otro lado cuando escojamos nuestro genero se encenderá una luz en el recuadro del género escogido y se visualizara el botón aceptar de la figura 6.6 para continuar el juego.



Figura 6.6: Botón Aceptar para continuar el juego

6.0.3 Pantalla de Carga

Al momento de pasar una escena aparecerá se mostrara una pantalla de carga (Ver Figura 6.7) que no es mas que otra escena adicional la cual sera usada hasta que la escena siguiente se cargue por completo para empezar a jugar, dentro de la escena de carga nos podremos mover

pero no podremos realizar ninguna interacción .



Figura 6.7: Pantalla de carga

6.0.4 Inicio de Juego

Al pasar de la página principal (Ver Figura 6.8) lo primero que tenemos que elegir una opción para iniciar a jugar y entra a la fase 1 del juego, para ello escogeremos entre peatones, conductor y motociclista, para ello haremos uso del botón lateral derecho o el botón x, para conocer los botones del control del oculus ver al Figura 2.4, con el láser de color azul que se nos mostrara en la mano virtual dentro del juego.



Figura 6.8: Formato de la encuesta realizada parte 2

6.0.5 Opción Peatón Fase 1

Al escoger la opción Peatón para empezar, entraremos a la fase 1 del juego, aquí empezara con una animación de cámara, para después empezar un recorrido desde una perspectiva de 1 persona para ver los errores que comerte el peatón al realizar un recorrido al escenario, dentro de estafase es necesario prestar la mayor cantidad de atención a las acciones que realiza nuestro avatar ya que esta nos servirán en la fase 2 (Ver Figura 6.10).



Figura 6.9: Animación de Cámara Fase1 Peatón



Figura 6.10: Recorrido de Peatón en la Fase1 Peatón

6.0.6 Fase 2 Peatón

Para la fase 2 de la opción Peatón, la persona tendrá que tener en cuenta el uso del botón posterior derecho o el botón x, para conocer los botones de los controles ver la Figura 2.4,

aquí empezaremos la misma animación de la fase 1 omitiendo el recorrido del escenario con la cara y pasando directo al recorrido con el peatón infractor, para ello cada vez que se realice una infracción el tiempo ira despacio y se presentara una un tablero con una pregunta la cual tendremos que escoger la opción A, B y C, dependiendo la que creyéramos que es correcta (Ver Figura 6.11) .

al escoger la opción errónea aparecerá una X (VerFigura 6.13) a un costado del tabla al igual en la citación de peatón se sumara una cantidad que se supone tendríamos que pagar si cometiéramos esa infracción en al vida real, y para ver la opción correcta se habilitara un apartada en la parte inferior del tabla el cuales nos indicara la respuesta correcta y el articulo respalda esta respuesta, esto se visualizara por un lapso de tiempo y seguiremos el juego, en caso de que la respuesta sea correcta veremos un chek (Ver Figura 6.12) en el tablero y seguiremos el juego.



Figura 6.11: Pregunta Fase 2 Peatón



Figura 6.12: Respuesta Correcta Fase 2 Peatón



Figura 6.13: Respuesta incorrecta Fase 2 Peatón

6.0.7 Opción Conductor Fase 1

Al igual que en la Fase 1 del Peatón Figura 2.9 y 2.10, la fase inicia un una animación de un recorrido por el escenario y próximo inicia el recorrido como pasajero en un vehículo, aquí es necesario estar presto atender el recorrido para identificar posibles infractores que servirán para la Fase 2.



Figura 6.14: Animación cámara Fase 1 Conductor



Figura 6.15: Recorrido Vehículo Fase 1 Conductor

6.0.8 Fase 2 Conductor

Para la fase 2 de la opción Conductor, la persona tendrá que tener en cuenta el uso del botón posterior derecho o el botón x, para conocer los botones de los controles ver la Figura 2.4, aquí empezaremos la misma animación de la fase 1 omitiendo el recorrido del escenario con la cara y pasando directo al recorrido con el peatón infractor, para ello cada vez que se realice una infracción el tiempo ira despacio y se presentara una un tablero con una pregunta la cual tendremos que escoger la opción A, B y C, dependiendo la que creyéramos que es correcta (Ver Figura 6.16.)

al escoger la opción errónea aparecerá una X (Ver Figura 6.18) a un costado del tabla al igual en la citación de peatón se sumara una cantidad que se supone tendríamos que pagar si cometiéramos esa infracción en al vida real, y para ver la opción correcta se habilitara un apartada en la parte inferior del tabla el cuales nos indicara la respuesta correcta y el articulo respalda esta respuesta, esto se visualizara por un lapso de tiempo y seguiremos el juego, en caso de que la respuesta sea correcta veremos un chek (Ver Figura 6.17) en el tablero y seguiremos el juego.



Figura 6.16: Pregunta Fase 2 Conductor



Figura 6.17: Respuesta Correcta Fase 2 Conductor



Figura 6.18: Respuesta incorrecta Fase 2 Conductor

6.0.9 Opción Motociclista Fase 1

Al igual que en la Fase 1 del Peatón Figura 2.9 y 2.10, la fase inicia un una animación de un recorrido por el escenario y próximo inicia el recorrido como pasajero en un vehículo, aquí es necesario estar presto atender el recorrido para identificar posibles infractores que servirán para la Fase 2 (Ver Figura 6.20).

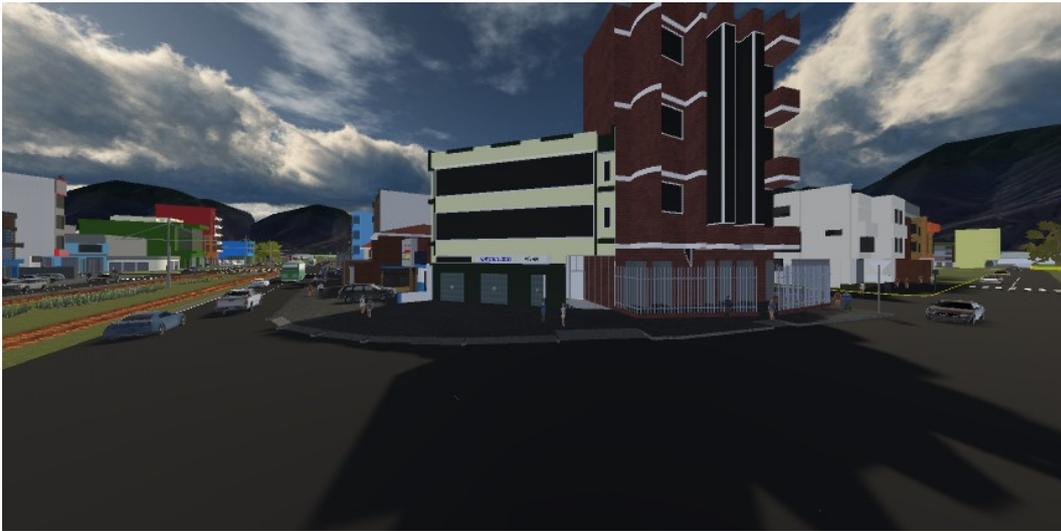


Figura 6.19: Animación cámara Fase 1 Motociclista



Figura 6.20: Recorrido Motociclista Fase 1 Motociclista

6.0.10 Fase 2 Motociclista

Para la fase 2 de la opción Motociclista, la persona tendrá que tener en cuenta el uso del botón posterior derecho o el botón x, para conocer los botones de los controles ver la Figura 2.4, aquí empezaremos la misma animación de la fase 1 omitiendo el recorrido del escenario con

la cara y pasando directo al recorrido con el peatón infractor, para ello cada vez que se realice una infracción el tiempo ira despacio y se presentara una un tablero con una pregunta la cual tendremos que escoger la opción A, B y C, dependiendo la que creyéramos que es correcta. (Ver Figura 6.21)

al escoger la opción errónea aparecerá una X (Ver Figura 6.23) a un costado del tabla al igual en la citación de peatón se sumara una cantidad que se supone tendríamos que pagar si cometiéramos esa infracción en al vida real, y para ver la opción correcta se habilitara un apartada en la parte inferior del tabla el cuales nos indicara la respuesta correcta y el articulo respalda esta respuesta, esto se visualizara por un lapso de tiempo y seguiremos el juego, en caso de que la respuesta sea correcta veremos un check (Ver Figura 6.22) en el tablero y seguiremos el juego.



Figura 6.21: Pregunta Fase 2 Motociclista



Figura 6.22: Respuesta Correcta Fase 2 Motociclista



Figura 6.23: Respuesta incorrecta Fase 2 Motociclista

6.0.11 Fase 3

Para la fase tres es importante saber que usaremos los dos controles de Oculus Quest, para ello se muestra en la figura 6.24 como podemos movernos dentro de nuestro escenario.

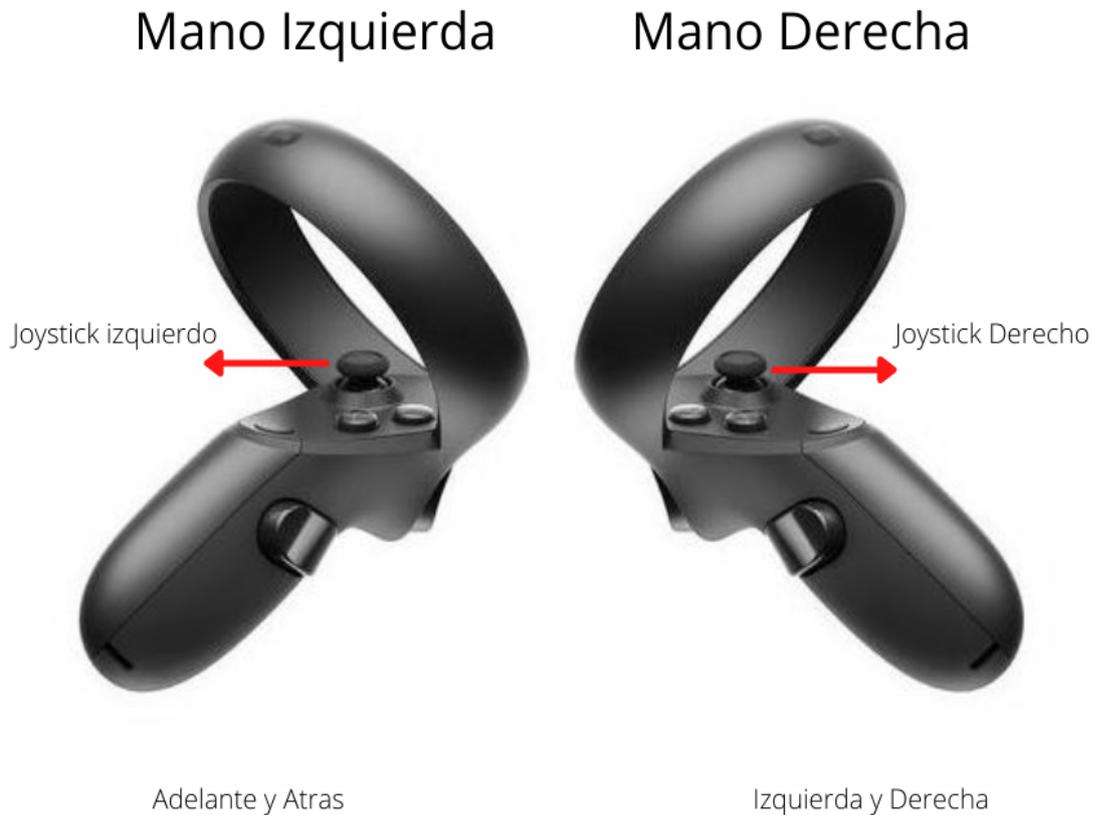


Figura 6.24: Partes del control Oculus a usar para realizar el movimiento

Al terminar la fase 2 de preguntas en cualquiera de las 3 opciones, Peatón, Conducto o Motociclista, entramos a la etapa de juego donde la persona tendrá que llegar a tomar el Tranvía, para ello empezaremos en una casa donde no indicara una voz el objetivo, aquí tendremos que espera a que nos de las indicaciones y dirigimos a la puerta en al parte interna de la casa para continuar (Ver Figura 6.26.)



Figura 6.25: Inicio de la Fase 3



Figura 6.26: Puerta para salir de la casa

Al salir de la casa tendremos que responder una pregunta, ¿A que estación deseas ir?, esto hace referencia a las dos estaciones del Tranvía que se encuentra cerca, para ello tendremos la opción El arenal y Rió Tomebamba, haciendo uso del botón posterior derecho o el botón X de la figura 6.3, apuntamos el láser a cualquier de estas dos opciones.

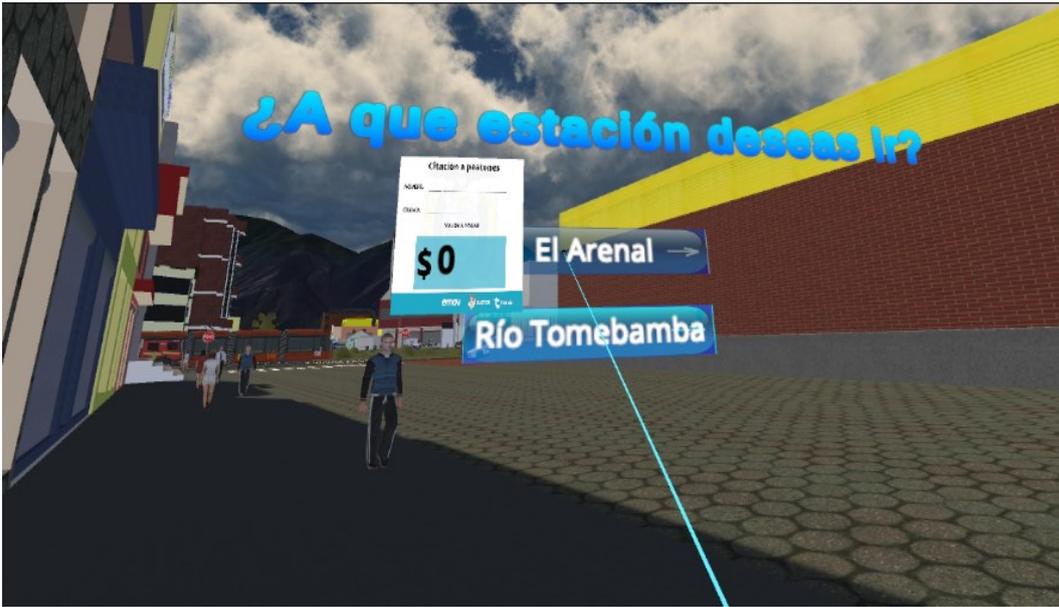


Figura 6.27: Puerta para salir de la casa

6.0.12 Opción el Arenal

Si escogemos la opción El arenal de la figura 6.27, no transportaremos a otro lugar recibiremos nuevas ordenes por una voz, aquí tendremos que cruzar la calle justo frente a nosotros para ello tendremos flechas que nos indican a donde tenemos que ir, para cruzar la vía tenemos 2 opciones usar el paso cebra o no.



Figura 6.28: Inicio del Recorrido en la Opción el Arenal

Al cruzar por el paso cebra nuestra voz guía no felicitara y nos recordará que hemos usado el paso cebra para continuar (Ver Figura 6.29) , pero si no usamos el paso cebra automáticamente nos corregirá y nos aplicara una multa que se visualizara en la citación a peatonos (Ver Figura 6.30).



Figura 6.29: Jugador usa del Paso cebra para cruzar



Figura 6.30: Jugador no Usa el paso cebra para cruzar

Cuando logramos el objetivo de cruzar la calle tendremos que dirigirnos a la derecha donde se encuentran unas gradas, aquí encontraremos nuestro nuevo punto del recorrido (Ver Figura 6.31).



Figura 6.31: Nuevo punto a llegar en las gradas

Al pasar el punto de la Figura 6.31 nos trasladaremos frente a la estación El arenal, aquí

nuestra voz guía indicara que tendremos que cruzar la calle para continuar (Ver Figura 6.32).



Figura 6.32: Jugador frente a la estación del Tranvía

cabe recalcar que en esta sector no existe un paso cebra para cruzar la vía directamente, si en caso el jugador intenta cruzar la vía se aplicará una multa (Ver Figura 6.33) y a los 3 intentas que este realice se le avisara que tendrá que usar los túneles peatonales con flechas (Ver Figura 6.34).



Figura 6.33: Multa por cruzar la calle incorrectamente



Figura 6.34: Indicación con flechas por donde tiene que cruzar

Para llegar al túnel peatonal es necesario que la persona se dirija a su izquierda, y suba por las únicas gradas que están visibles (Ver Figura 6.35), al subir tendrá que entrar por el túnel donde existe una señal de tránsito que dice paso peatonal y dentro encontrar el nuevo punto de juego (Ver Figura 6.36).



Figura 6.35: Gradas que se tiene que usar para ir al túnel peatonal



Figura 6.36: Punto de juego en el túnel peatonal

Al usar el túnel peatonal para cruzar la calle nos trasportaremos al parterre intermedio de la avenida (Ver Figura 6.37), aquí si intentamos salir a las rieles se nos aplicara otra multa y no nos permitirá invadir las rieles (Ver Figura 6.38).



Figura 6.37: Parterre intermedio donde se encuentra la estación el Arenal



Figura 6.38: Multa por querer invadir las rieles del Tranvía

Entonces nuestro objetivo es llegar a la estación el arenal para ello se visualiza una luz amarilla en al estación donde tendremos que dirigirnos (Ver Figura 6.39).



Figura 6.39: Nuevo punto de juego en al estación

Al llegar al punto amarillo en la estación nos saltara una pregunta la cuales nos dice que si deseamos usar las máquinas de cobro o no (Ver Figura 6.40).



Figura 6.40: Nuevo punto de juego en al estación

Opción SI usar máquinas

Si damos en la opción Si automáticamente se nos habilitará la máquina de recargo de tarjeta, consultar saldo y comprar boleto donde podremos manipularla (Ver figura 6.41).

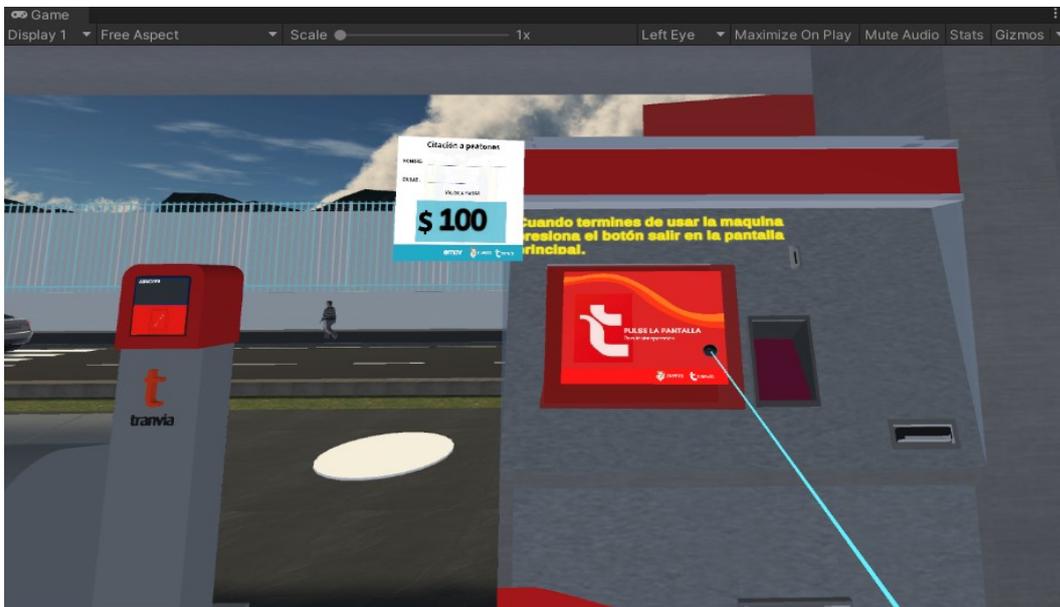


Figura 6.41: Máquina habilitada par usar

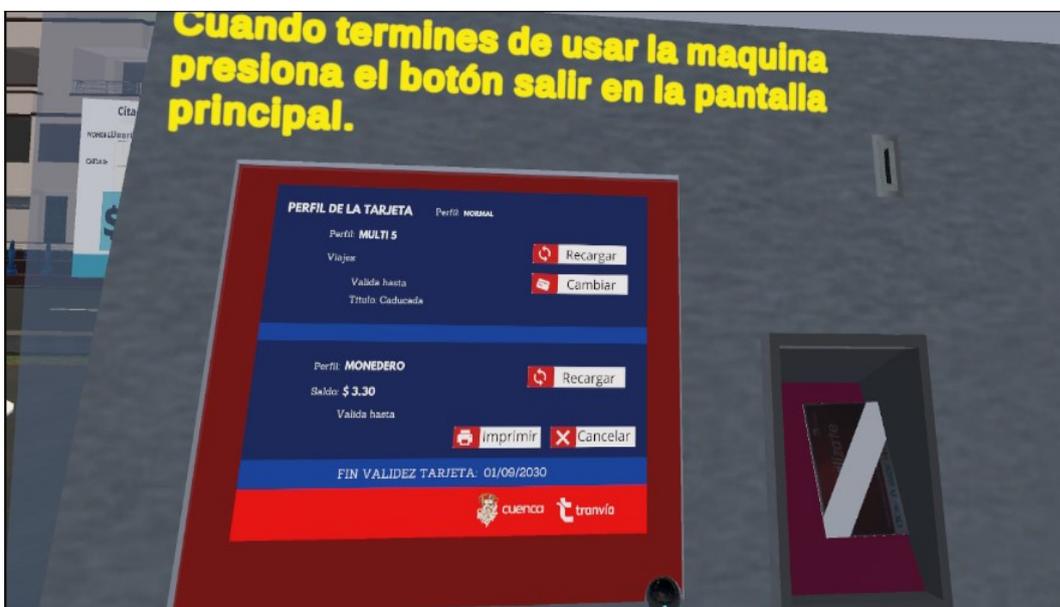


Figura 6.42: Manipulación de máquina del Tranvía

Para salir de esta máquina tendremos que darle al botón salir en la pantalla que se muestra

en la Figura 6.41, al salir nuestra voz guía nos indicara que también podemos validar la tarjeta del Tranvía en la máquina que se encuentra a la izquierda, para ello tenemos que acercarnos a la tarjeta y oprimir el botón posterior de la mano derecha de la Figura 6.3, y acercamos la tarjeta a la máquina hasta que no aparezca que validamos correctamente.



Figura 6.43: Validación de tarjeta en la máquina de cobro

Al validar nuestra tarjeta de cobro (Ver Figura 6.43) se habilitara un punto en la parte posterior de nosotros para ello tendremos que girar 180 grados y dirigirnos al nuevo punto de juego.



Figura 6.44: Punto para subir al Tranvía

Opción NO usar las máquinas

La opción no usar la máquina (Ver Figura 6.45) automáticamente nos aplicara una multa de \$120 dolares en nuestra citación, y se habilitara el siguiente punto del juego en la parte posterior de nosotros, para ello tendremos que girar 180 grados y dirigirnos al nuevo punto de juego (Ver Figura 6.46).



Figura 6.45: Punto para subir al Tranvía



Figura 6.46: Punto para subir al Tranvía

Al pasar sobre nuestro nuevo punto entraremos y lograremos el objetivo de tomar el Tranvía (Ver Figura 6.47).



Figura 6.47: Jugador logra subirse al Tranvía

Para finalizar la Fase 3 del juego tendremos que ir al otro lado del Tranvía donde estará una luz azul que sera nuestro punto final de juego (Ver Figura 6.48, al pasar sobre ella nuestra voz guía nos felicitara y no indicara cual es el paso a seguir.

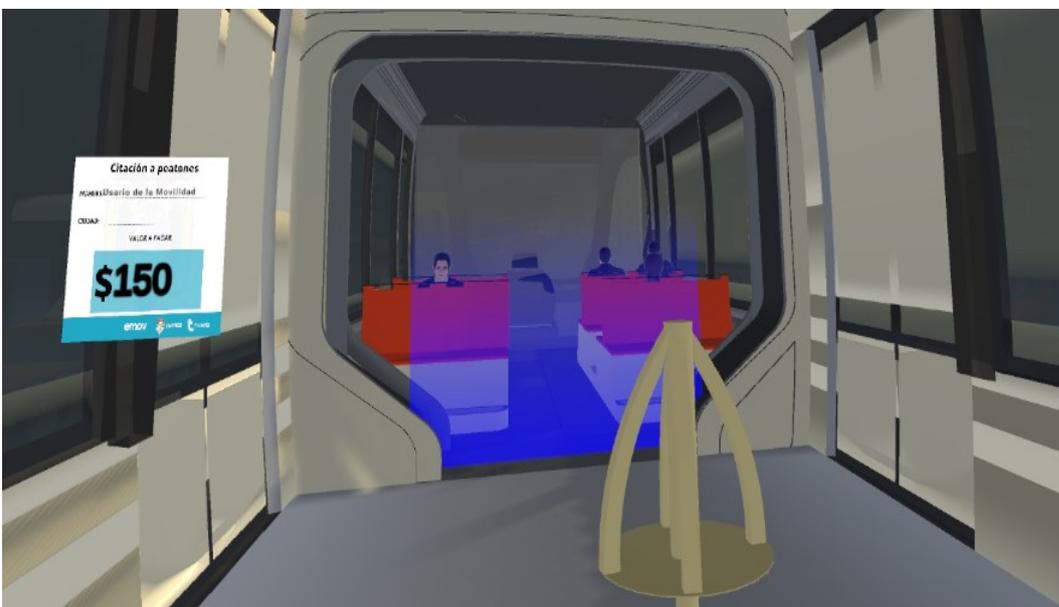


Figura 6.48: Punto final Fase 3 del escenario Tranvía

6.0.13 Opción Rió Tomebamba

Si escogemos la opción Rió Tomebamba de la Figura 6.27, no transportaremos a otro lugar recibiremos nuevas ordenes por una voz, aquí tendremos que cruzar la calle justo frente a nosotros para ello tendremos que cruzar la vía tenemos 2 opciones usar el paso cebra (Ver Figura 6.49 y, en caso de que no usemos el paso cebra recibiremos una multa que se reflejara en al citación a peatones (Ver Figura 6.49).



Figura 6.49: Jugador usa el paso cebra para cruzar



Figura 6.50: Jugador no usa el paso cebra para cruzar

Al llegar al otro extremo nuestro reto sera cruzar la Av. de las América para ello y con lo aprendido anteriormente en la 6.49 y 6.50 avanzamos, en este caso si no usamos el paso cebra no nos dejara cruzar y nos aplicará una multa automáticamente.



Figura 6.51: Jugador usa el paso cebra para cruzar



Figura 6.52: Jugador no usa el paso cebra para cruzar

Al lograra cruzar la Avenida de las América, nuestro paso siguiente sera llegar al punto de color amarillo en al estación Rió Tomebamba (Ver Figura 6.53).



Figura 6.53: Nuevo punto de Juego

Al llegar al punto amarillo en al estación nos saltara una pregunta la cuales nos dice que si deseamos usar las máquinas de cobro o no (Ver Figura 6.54).



Figura 6.54: Nuevo punto de juego en al estación

Opción SI usar máquinas

Si damos en la opción Si automáticamente se nos habilitará la máquina de recargo de tarjeta, consultar saldo y comprar boleto donde podremos manipularla (Ver Figura 6.56).



Figura 6.55: Punto para subir al Tranvía

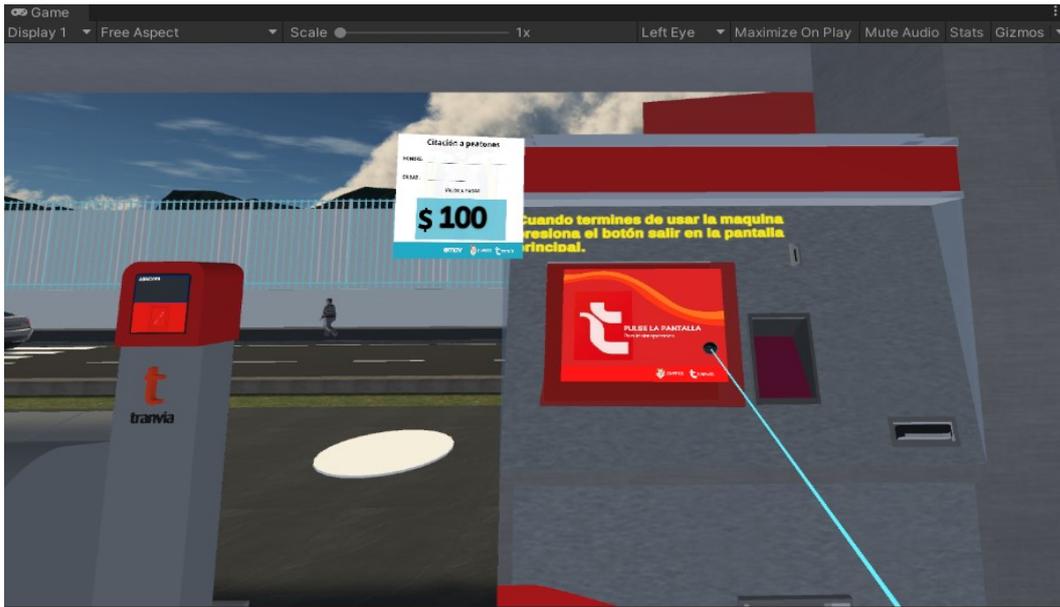


Figura 6.56: Máquina habilitada par usar

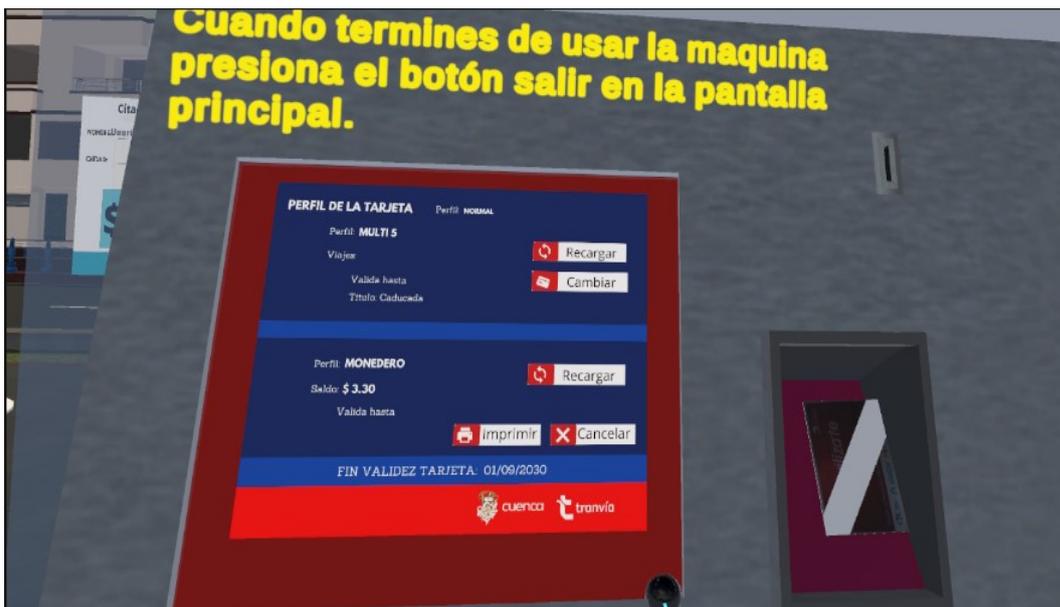


Figura 6.57: Manipulación de máquina del Tranvía

Para salir de esta máquina tendremos que darle al botón salir en la pantalla que se muestra en la Figura 6.56, al salir nuestra voz guía nos indicara que también podemos validar la tarjeta del Tranvía en la máquina que se encuentra a la izquierda, para ello tenemos que acercarnos a la tarjeta y oprimir el botón posterior de la mano derecha de la Figura 6.3, y acercamos la tarjeta

a la máquina hasta que no aparezca que validamos correctamente (Ver Figura 6.58).



Figura 6.58: Validación de tarjeta en la máquina de cobro

Al validar nuestra tarjeta de cobro se habilitara un punto en la parte posterior de nosotros para ello tendremos que girar 180 grados y dirigirnos al nuevo punto de juego (Ver Figura 6.59).

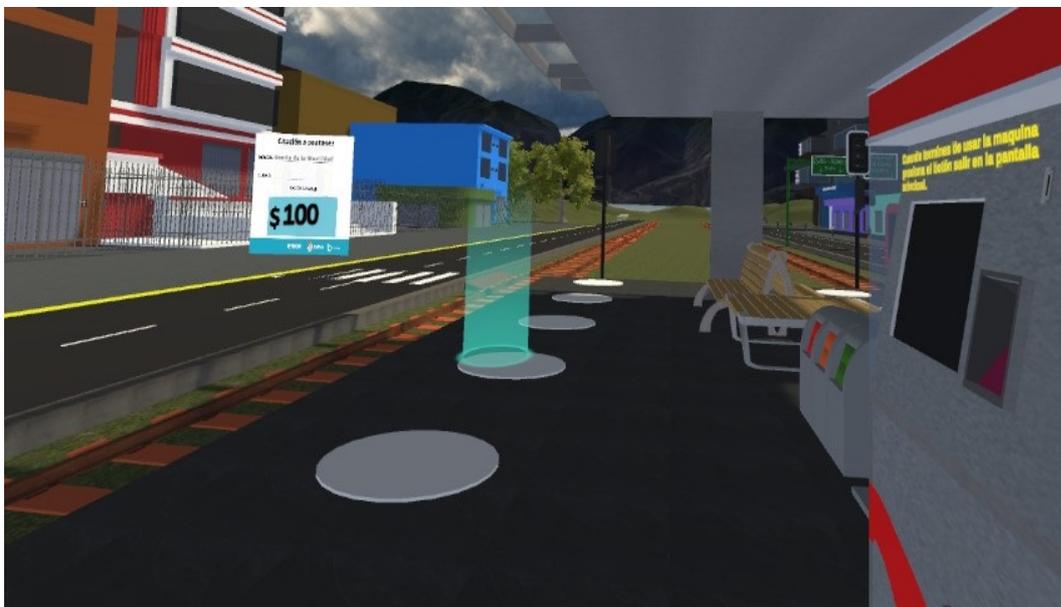


Figura 6.59: Punto para subir al Tranvía

Opción NO usar máquinas

La opción no (Ver Figura 6.60, automáticamente aplicara una multa de \$120 dolares en nuestra citación, y se habilitara el siguiente punto del juego en la parte posterior de nosotros, para ello tendremos que girar 180 grados y dirigirnos al nuevo punto de juego (Ver Figura 6.59).



Figura 6.60: Opción no usar máquinas

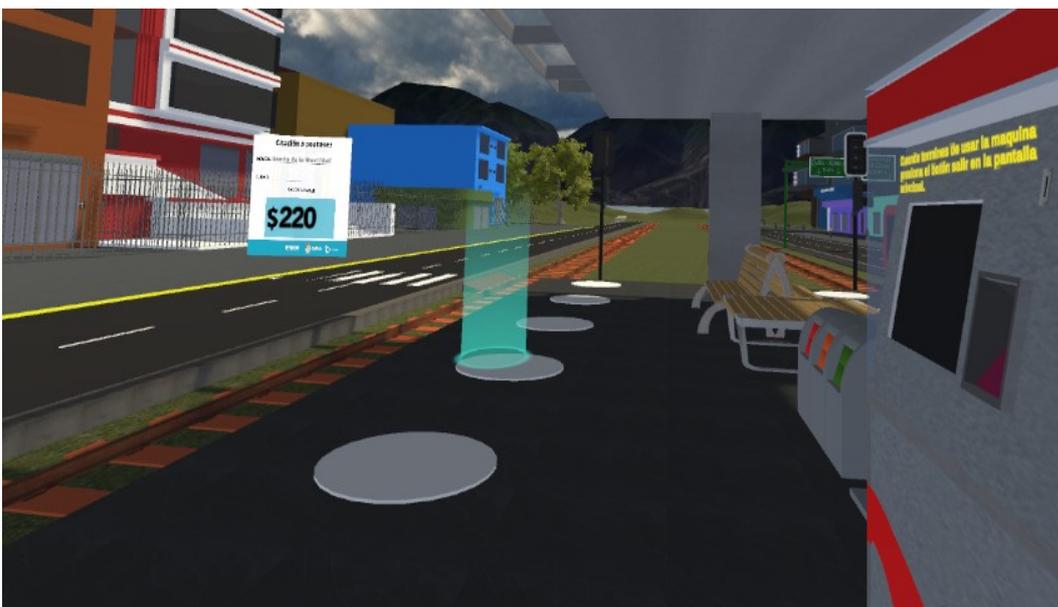


Figura 6.61: Punto para subir al Tranvía

Al pasar sobre nuestro nuevo punto entraremos y lograremos el objetivo de tomar el Tranvía (Ver Figura 6.62).



Figura 6.62: Jugador logro subirse al Tranvía

Para finalizar la Fase 3 del juego tendremos que ir al otro lado del Tranvía donde estará una luz azul (Ver Figura 6.63) que sera nuestro punto final de juego, al pasar sobre ella nuestra voz guía nos felicitara y no indicara cual es el paso a seguir.



Figura 6.63: Punto final Fase 3 del escenario Tranvía

6.0.14 Escena Final

Al terminar nuestro objetivo de tomar el Tranvía, entraremos en una habitación donde se nos indicara que hemos cumplido nuestro objetivo y se visualizara un vídeo con las señales de tránsito que se deben conocer, al estado derecho se nos mostrara la citación con el valor a pagar por las infracciones cometidas (Ver Figura 6.64) y, al terminar el vídeo el personal de la EMOV cerrar el juego con la letra ESC del teclado del computador.



Figura 6.64: Escena Final del juego