

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

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

PROYECTO TÉCNICO:

**"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL
ENFOCADO A LA SIMULACIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO
POR CONDUCCIÓN A ALTA VELOCIDAD"**

AUTORA:

MAYRA PRISCILA LLANOS QUILLI

TUTOR:

ING. GABRIEL ALEJANDRO LEÓN PAREDES, PhD.

CUENCA - ECUADOR

2021

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Mayra Priscia Llanos Quilli con documento de identificación N° 0104811872, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del trabajo de titulación “**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL ENFOCADO A LA SIMULACIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR CONDUCCIÓN A ALTA VELOCIDAD**”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniera 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 autora 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

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mayra Priscila Llanos Quilli', with a large circular flourish to the right.

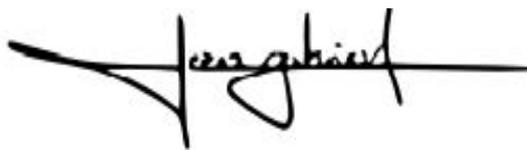
Mayra Priscila Llanos Quilli

C.I. 0104811872

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación “**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL ENFOCADO A LA SIMULACIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR CONDUCCIÓN A ALTA VELOCIDAD**”, realizado por Mayra Priscila Llanos Quilli *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre de 2021



PhD. Gabriel Alejandro León Paredes

C.I. 0103652186

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Mayra Priscila Llanos Quilli con documento de identificación N° 0104811872, autora del trabajo de titulación “**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL ENFOCADO A LA SIMULACIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR CONDUCCIÓN A ALTA VELOCIDAD**”, certifico que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, noviembre de 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mayra Priscila Llanos Quilli', with a large circular flourish on the right side.

Mayra Priscila Llanos Quilli

C.I. 0104811872

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación a toda mi familia que siempre estuvo junto a mi y supo apoyarme de una u otra manera en la culminación de este peldaño en mi vida.

Mayra Priscila Llanos Quilli

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a Dios por llenar de bendiciones mi camino y por permitirme día a día estar junto a mis seres queridos, agradezco también a mis padres José Llanos y Mary Quilli por que todo el tiempo me han apoyado y han estado junto a mi en cada ocurrencia de mi vida, cuidándome y enseñándome a tener los pies en la tierra, la cabeza en las nube y el corazón en las manos.

También les agradezco a mis hermanas Fernanda, Karla y Daniela que siempre están para mi en las buenas y malas, a mis abuelitas Rosa y Carmen que a pesar de la distancia todo el tiempo están pendientes de mi y de que culmine de la mejor manera esta etapa universitaria.

Agradezco también a mi profesor y tutor de tesis Phd. Gabriel León, por permitirme formar parte de este proyecto y a mis compañeros de tesis por haber estado apoyándonos mutuamente en el transcurso del mismo.

Y porque no, agradezco también a mi hija perruna Maya que estuvo junto a mi durante todo este largo y grato proceso universitario.

Mayra Priscila Llanos Quilli

RESUMEN

La gran cantidad de accidentes de tránsito que se suscitan a diario son ocasionados en gran parte por la omisión de los ciudadanos en cuanto a las leyes y normas de tránsito y transporte del Ecuador, esto muchas veces se da a causa de una gran cantidad de imprudencias que cometen los conductores al estar al volante, como la imprudencia por exceso de velocidad y aún que se establezcan altas multas o se pongan más radares para advertir a los ciudadanos que deben respetar el límite establecido de velocidad, esto no se respeta, lo que ha hecho que la inseguridad vial aumente, sumando los números de muertos y accidentados.

Por lo que con el uso de tecnologías que están en tendencia y con el empleo de un equipo virtual Oculus Quest en donde se despliega un juego serio se busca estimular la percepción humana, de tal manera que la educación vial permita un gran cambio en el pensamiento y perspectiva de la ciudadanía con respecto a la movilidad, incluso pudiendo llegar a obtener un impacto social notorio que nos ayuden a precautelar y salvaguardar la integridad de los habitantes de la ciudad de Cuenca.

Por consecuencia, en este proyecto de titulación se desarrolló un sistema virtual, el cuál se divide en tres fases que irán transcurriendo de la siguiente manera: en la primera fase se aborda la experiencia del usuario por medio de una simulación de un accidente de tránsito (arrollamiento de un can) pero desde la perspectiva de espectador, mientras que en la segunda fase se busca el aprendizaje del usuario por medio de la animación de la fase anterior, pero con pausas en donde se muestran ventanas emergentes con preguntas de infracciones que se presentaron en la simulación y por último en la tercera fase se permitirá al usuario tomar sus propias decisiones, recalcando que cada acción tomada desde su punto inicial llevará consigo a un final distinto, ya sea causar o no un accidente de tránsito; todas estas fases se suscitan en un mismo escenario, que en este caso es el sector del Hospital del Río.

Palabras Claves

3D, realidad virtual, juegos serios, educación vial, tecnología, simulación, animación, interactividad.

ABSTRACT

The large number of traffic accidents that occur daily are caused largely by the omission of citizens in terms of the laws and regulations of traffic and transport of Ecuador, this often occurs because of a large number of recklessness that drivers comment behind the wheel, such as recklessness due to speeding and even that high fines are established or more radars are put on to warn citizens that they must respect the established speed limit, this is not respected, which has fact that road insecurity increases, adding the numbers of deaths and accidents.

Therefore, with the use of technologies that are in trend and with the use of a virtual device Oculus Quest where a serious game is displayed, it seeks to stimulate human perception, in such a way that road safety education allows a great change in thinking and the perspective of citizens with respect to mobility, even being able to obtain a notorious social impact that helps us to protect and safeguard the integrity of the inhabitants of the city of Cuenca.

Consequently, in this titulation project a virtual system was developed, which is divided into three phases that will take place as follows: in the first phase, the user experience is addressed through a simulation of a traffic accident (run over of a dog) but from the viewer's perspective, while in the second phase, the user learning is sought by means of the animation of the previous phase, but with pauses where pop-up windows are shown with questions of infractions that are presented in the simulation and finally in the third phase, the user will be allowed to make their own decisions, emphasizing that each action taken from its starting point will lead to a different end, whether or not it causes a traffic accident; all these phases take place in the same scenario, which in this case is the Hospital del Río sector

Keywords

3D, virtual reality, serious games, road safety education, technology, simulation, animation, interactivity.

ÍNDICE

I PROBLEMA	18
1.1 Antecedentes	19
1.2 Importancia y Alcances	21
1.3 Delimitación	23
II OBJETIVOS	24
2.1 General	24
2.2 Específicos	24
III FUNDAMENTOS TEÓRICOS	25
3.1 Realidad Virtual	25
3.1.1 Definición	25
3.2 Juegos Serios	25
3.2.1 Definición	25
3.3 Aplicaciones de la realidad virtual en la educación	26
3.3.1 Definición	26
3.4 Movilidad urbana	26
3.4.1 Definición	26
3.5 Educación vial en la era digital	27
3.5.1 Definición	27
3.6 Accidentes de tránsito	28

3.6.1	Definición	28
3.7	Educación vial para prevención de accidentes	28
3.7.1	Definición	28
3.8	Accidentes por exceso de velocidad.	29
3.8.1	Definición	29
IV	MARCO METODOLÓGICO	30
4.1	Requerimientos	31
4.2	Arquitectura	31
4.3	Interacción Usuario y Realidad Virtual	33
4.3.1	Fase 1	33
4.3.2	Fase 2	42
4.3.3	Fase 3	43
4.3.4	Tutorial	45
4.4	Sistema de Información en la Nube	46
V	RESULTADOS	49
5.1	Sistema de Realidad Virtual	49
5.1.1	Fase 1	51
5.1.2	Fase 2	53
5.1.3	Fase 3	56
5.2	Información en la Nube	57
5.3	Pruebas de aceptación y funcionamiento	60
VI	CRONOGRAMA	68
VII	PRESUPUESTO	73
VIII	CONCLUSIONES	74

IX RECOMENDACIONES	76
Anexos	80
A Modelo Encuesta de Validación	81
B Códigos Relevantes	83
C Desarrollo del Escenario	85
D Desarrollo de señales de tránsito	96
E Desarrollo de personajes y animaciones	100
F Desarrollo de vehículos	104
G Personajes de la Liga de la Movilidad	106
H Accidente de Exceso de Velocidad	109
I Reuniones y Socializaciones	115
J MANUAL DE USUARIO SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL	120

Índice de tablas

- 1.1 Tabla referenciando el número de accidentes por causa de siniestro. 21

- 5.1 Resultados obtenidos de la pregunta 1 de la encuesta. 61
- 5.2 Resultados obtenidos de la pregunta 2 de la encuesta. 62
- 5.3 Resultados obtenidos de la pregunta 3 de la encuesta. 63
- 5.4 Resultados obtenidos de la pregunta 4 de la encuesta. 63
- 5.5 Resultados obtenidos de la pregunta 5 de la encuesta. 64
- 5.6 Resultados obtenidos de la pregunta 6 de la encuesta. 65
- 5.7 Resultados obtenidos de la pregunta 7 de la encuesta. 66

- 6.1 Cronograma de Actividades por Objetivos 72

- 7.1 Tabla de referencia para presupuesto 73

Índice de figuras

4.1	Arquitectura del Sistema de Realidad Virtual.	32
4.2	Personaje ve las llamadas perdidas de su jefe, en la escena introductoria.	34
4.3	Escenario de Alta Velocidad en Unity	35
4.4	Sector Hospital del Río, en Google Earth y Vista de View Street	36
4.5	Detalles de personaje femenino en MakeHuman	37
4.6	Personaje femenino añadido el esqueleto, para posterior animación	38
4.7	Vehículos en Sitio Warehouse	39
4.8	Señal de Tránsito en Sketchup y Unity	40
4.9	Implementación de infraestructuras en Unity	40
4.10	Objeto en Blender e importado en Unity	41
4.11	Terreno en Unity	42
4.12	Licencia generada con información seleccionada del usuario	43
4.13	Colliders de volante, los cuales permiten el movimiento del vehículo	45
4.14	Tutorial de como dirigir el vehículo en el entorno virtual	45
4.15	Diagrama UML de BD del Escenario de Exceso de Velocidad.	46
4.16	Relación del Sistema Web.	47
4.17	Servicios web generados en lenguaje de Nodejs.	48
4.18	Datos JSON obtenidos del consumo de los servicios web.	48
5.1	Personaje de Robot en el Sistema de Realidad Virtual en la primera fase	50
5.2	Personaje de Robot en el Sistema de Realidad Virtual en la fase dos	50

5.3	Personaje de Robot en el Sistema de Realidad Virtual en la fase tres	50
5.4	Ambiente Virtual del Escenario de Alta Velocidad	51
5.5	Ambiente Virtual del Escenario de Alta Velocidad	51
5.6	Choque de vehículo con parada de bus en el Escenario de Alta Velocidad.	52
5.7	Choque de vehículo con parada de bus en el Escenario de Alta Velocidad.	52
5.8	Personaje se queda dormido en la Escena Introductoria.	53
5.9	Licencia y formulario presentados en la segunda fase.	54
5.10	Formulario de primera pregunta presentada en la segunda fase.	54
5.11	Formulario de segunda pregunta presentada en la segunda fase.	54
5.12	Formulario de tercera pregunta presentada en la segunda fase.	55
5.13	Retroalimentación presentada una vez finalizado las cinco preguntas de la se- gunda fase.	55
5.14	Personajes que refuerzan el haber acertado una respuesta(Héroes)	56
5.15	Toma de decisiones, tercera fase.	56
5.16	Usuario maneja libremente el vehículo en el Escenario de Alta Velocidad.	57
5.17	Personajes bailando cuando en esta tercera fase se gana.	57
5.18	Logging.	58
5.19	Página web inicio.	58
5.20	Página web donde se pueden editar las preguntas del sistema de realidad virtual.	58
5.21	Página web con datos completos referente a los registros del sistema de realidad virtual.	59
5.22	Página web con estadísticas generales de los resultados obtenidos del juego.	59
5.23	Página web con estadísticas específicas de los resultados obtenidos del juego.	60
5.24	Página web con estadísticas de cada pregunta de los resultados obtenidos del juego.	60
5.25	Representación porcentual de la pregunta 1	62
5.26	Representación porcentual pregunta 2	62

5.27	Representación porcentual pregunta 3	63
5.28	Representación porcentual pregunta 4	64
5.29	Representación porcentual pregunta 5	65
5.30	Representación porcentual pregunta 6	65
5.31	Representación porcentual pregunta 7	66
2.1	Código de Fase 2, saltar preguntas de formulario.	83
2.2	Código de Fase 2, uso de triggers.	84
3.1	Sector seleccionado para Escenario de Alta Velocidad, vista Google Maps	85
3.2	Foto tomada en la Avenida de las Américas	86
3.3	Archivos en Sketchup	86
3.4	Infraestructura cuadra uno en Google Maps	87
3.5	Comparación de infraestructura cuadra uno entre Sketchup y Unity	87
3.6	Infraestructura cuadra dos en Google Maps	87
3.7	Comparación de infraestructura cuadra dos entre Sketchup y Unity	88
3.8	Infraestructura cuadra tres en Google Maps	88
3.9	Comparación de infraestructura cuadra tres entre Sketchup y Unity	88
3.10	Infraestructura cuadra cuatro en Google Maps	89
3.11	Comparación de infraestructura cuadra cuatro entre Sketchup y Unity	89
3.12	Infraestructura cuadra cinco en Google Maps	89
3.13	Comparación de infraestructura cuadra cinco entre Sketchup y Unity	90
3.14	Infraestructura cuadra seis en Google Maps	90
3.15	Comparación de infraestructura cuadra seis entre Sketchup y Unity	90
3.16	Infraestructura cuadra siete en Google Maps	91
3.17	Comparación de infraestructura cuadra siete entre Sketchup y Unity	91
3.18	Infraestructura cuadra ocho en Google Maps	91
3.19	Comparación de infraestructura cuadra ocho entre Sketchup y Unity	92

3.20	Infraestructura cuadra nueve en Google Maps	92
3.21	Comparación de infraestructura cuadra nueve entre Sketchup y Unity	92
3.22	Infraestructura casa uno y dos en montaña, Google Maps	93
3.23	Comparación de infraestructura casa uno en la montaña entre Sketchup y Unity	93
3.24	Comparación de infraestructura casa dos en la montaña entre Sketchup y Unity	93
3.25	Infraestructura casa tres en montaña, Google Maps	94
3.26	Comparación de infraestructura casa tres en la montaña entre Sketchup y Unity	94
3.27	Carpeta "Assets" con modelos exportados en Unity	95
4.1	Archivos de las Señales de tránsito de Sketchup.	96
4.2	Señal de Tránsito en Sketchup y Unity	96
4.3	Señal de Tránsito en Sketchup y Unity	97
4.4	Señal de Tránsito en Sketchup y Unity	97
4.5	Señal de Tránsito en Sketchup y Unity	97
4.6	Señal de Tránsito en Sketchup y Unity	98
4.7	Señal de Tránsito de Zona Controlada por Radar en Unity	98
4.8	Archivos de las Señales de tránsito en Unity.	99
5.1	Elaboración de Personajes en Make Human	100
5.2	Personaje subido en Mixamo para darle animación.	100
5.3	Personaje en Unity	101
5.4	Personaje en Unity	101
5.5	Personaje en Unity	101
5.6	Personaje en Unity	102
5.7	Personaje en Unity	102
5.8	Personaje en Unity	102
5.9	Personaje en Unity	103
5.10	Personaje en Unity	103

6.1	Vehículo del personaje principal en Unity	104
6.2	Vehículo común de la ciudad de Cuenca en Unity	104
6.3	Vehículo común de la ciudad de Cuenca en Unity	105
6.4	Vehículo común de la ciudad de Cuenca en Unity	105
6.5	Vehículos circulando en el escenario de realidad virtual en Unity	105
7.1	Selección de información personal del Usuario en Unity	106
7.2	Personaje refuerza el no haber acertado una respuesta(Villano)	106
7.3	Personaje que refuerza el no haber acertado una respuesta(Héroe)	107
7.4	Personaje que refuerza el no haber acertado una respuesta(Héroe)	107
7.5	Personaje que refuerza el no haber acertado una respuesta(Héroe)	107
7.6	Refuerzo de Respuesta acertada en Unity	108
7.7	Refuerzo de Respuesta errónea en Unity	108
8.1	Inicio de animación donde el personaje empieza a manejar	109
8.2	Personaje manejando en el escenario de velocidad	109
8.3	Animación del personaje donde va a exceso de velocidad	110
8.4	Can en la Avenida de la Américas	110
8.5	Atropello de can	111
8.6	Vehículo del personaje se sube al jardín central	112
8.7	Vehículo del personaje pierde el control	112
8.8	Vehículo del Personaje produce un choque lateral	113
8.9	Accidente donde el vehículo que recibió el choque del personaje principal colisiona contra la parada de bus	113
8.10	Colisión de parada de bus donde los personajes son heridos	113
8.11	Personajes accidentados en la parada de bus	114
9.1	Reunión Inicial entre miembros del Proyecto y EMOV EP	115
9.2	Revisión de avances	115

9.3	Presentación de la primera fase del Proyecto	116
9.4	Trabajo en conjunto con grupo GIHP4C	116
9.5	Trabajo en conjunto con grupo GIHP4C	116
9.6	Participación en simulacro de la EMOV EP	117
9.7	Primera presentación de avances de manera presencial	117
9.8	Segunda presentación de avances de manera presencial	117
9.9	Tercera presentación de avances de manera presencial	118
9.10	Primer Parking Day donde se presenta a la ciudadanía el proyecto	118
9.11	Segundo Parking Day donde se presenta a la ciudadanía el proyecto	119
10.1	Equipo Oculus Quest Completo	120
10.2	Velcros laterales y superior del equipo Oculus Quest para ajustar la posición de la cabeza del jugador	121
10.3	Cable tipo C y conector en el equipo Oculus lateral izquierdo	122
10.4	Botones del equipo Oculus que se encuentra en el lateral derecho	123
10.5	Ajustes extra del equipo Oculus como volumen y mira	124
10.6	Forma de agarre de los controles Oculus Quest	125
10.7	Forma de colocar las pilas en los controles del equipo Oculus	126
10.8	Ejemplo de como hacer una mano abierta con los controles del equipo Oculus, no se presiona ningún botón	127
10.9	Ejemplo de como apuntar con un dedo usando los controles del equipo Oculus, se presiona el botón lateral y el pulgar posa sobre la parte central del control . . .	127
10.10	Ejemplo de como hacer puño o agarrar objetos con los controles del equipo Oculus, para ello se presionan los todos botones que se indica	128
10.11	Ejemplificación de la zona estática o fija de seguridad en el equipo Oculus	129
10.12	Ejemplificación de la zona dinámica o zona definida por el jugador, se la puede crear de la manera que más se acomode al espacio de trabajo	130
10.13	Presionar el botón del índice para seleccionar o mostrar láser en el juego	131

10.14	Vista dentro del visor Oculus Quest de forma inalámbrica	132
10.15	Revisar nivel de batería de los equipos tanto controles como gafas de Realidad Virtual	132
10.16	Selección de pestaña Oculus Link para ejecutar los juegos del ordenador	133
10.17	Ventana de Oculus en el ordenador	134
10.18	Ventana de Oculus en el casco de Realidad Virtual una vez el ordenador lo reconoce	135
10.19	Controles Oculus Quest	136
10.20	Botones Joysticks de Movimiento	136
10.21	Botones de movimiento por control	137
10.22	Botones a presionar para agarrar objetos	137

INTRODUCCIÓN

Los accidentes de tránsito se suscitan a diario en todo el mundo y los que lo ocasionan son una gran cantidad de ciudadanos que cometen acciones indebidas al conducir e incluso de peatones que omiten de igual manera que los conductores las leyes de tránsito y transporte del Ecuador, por lo que se ha implementado el uso de nuevas tecnologías en tendencia para que a través del uso de estas los ciudadanos tomen conciencia de sus acciones.

Por una parte se sabe que las nuevas tecnologías siempre pasan a ser simplemente tecnologías por las constantes innovaciones que se presentan a diario, entre estas innovaciones se encuentra lo que es la realidad virtual, misma que permite cambiar la percepción de los usuarios mediante gráficas en 3D de tal manera que les conceda viajar en tiempo real al pasado o futuro e incluso les sea posible viajar de un lugar a otro, desde una perspectiva virtual en cuestión de segundos, así mismo que con el uso de esta tecnología los desarrolladores puedan demostrar su creatividad, recreando lo que se imaginan en espacios de tres dimensiones. (Martínez et al., 2011)

Además de que se tiene como iniciativa el acuerdo de cooperación interinstitucional entre la Empresa Pública de Movilidad, Tránsito y Transporte de Cuenca(EMOV EP) y la Universidad Politécnica Salesiana, en donde interviene el grupo de Investigación Cloud Computing Smarts Cities & High Performance Computing(GIHP4C) para la elaboración de un proyecto de investigación titulado “Educación Vial de peatones y conductores de la ciudad de Cuenca a través de sistemas de realidad virtual”, del cual forma parte este proyecto, que busca la incorporación de tecnologías de realidad virtual que facilitan la explicación de conceptos complejos o abstractos.

En cuanto a la virtualización este permite la interacción de los usuarios de una manera autónoma y con una sensación de presencia, estos entornos son generados por el computador

que, por medio de aplicaciones o herramientas de diseño se crean escenas inusuales y usuales según el fin de los creadores, puesto que pueden crear mundos artificiales que se sientan como reales para los usuarios, incluso de esta manera ellos pueden observar las consecuencias de sus acciones, por lo mismo, la realidad virtual es un muy buen aplicativo para la educación porque capta de una manera eficaz la atención de las personas, por lo que es muy útil en esta rama, por ello la eficiencia que tiene esta tecnología es también gracias a la interacción que tiene el usuario con esta, pues para poder interactuar se hace uso de casi la totalidad de los sentidos humanos, como son el tacto, la visión y la audición, por ello es más productivo el aprendizaje, por lo que la realidad virtual marca un gran hito en la educación.(Andrade Andrade and Velázquez Guerrero, 2014)

De la misma forma, existe lo que es el Edu-Entretenimiento que se refiere a contenidos digitales que contribuyen a la educación por medio del entretenimiento, puesto que es usada como una herramienta potenciadora de procesos de aprendizaje mejorando el razonamiento inductivo de las personas, que son elementos parecidos aunque con la diferencia de que, los juegos serios brindan entrenamiento y capacitación además de instruir e informar conocimientos en áreas específicas porque estas tienen propósitos educativos.(Navarro, 2017)

Por otra parte, los accidentes de tránsito en el Ecuador han ocasionado la muerte de 29 148 personas, este valor es desde el año de 1998 hasta el 2015, sin embargo cabe recalcar que con el transcurso de los años estas cifras han ido en aumento provocando desde lesionados hasta fallecidos, se conoce también que el número de fallecidos que se registran en mayor cantidad son en los fines de semana y en periodos vacacionales.(Gómez García et al., 2016)

Capítulo I

PROBLEMA

En la actualidad, los accidentes de tránsito se han convertido en una epidemia a nivel mundial que cuesta la vida a 1,24 millones de personas llegando a constituir un problema de salud pública para la Organización Mundial de Salud (OMS) por los altos porcentajes de mortalidad entre jóvenes de 15 a 29 años, incluso se considera que para 2030 este será una de las cinco primeras causas de muerte a nivel mundial. (de la Salud, 2013)

Tanto en los países en vías de desarrollo como en los de primer mundo, los accidentes de tránsito suelen suscitarse de igual manera, afectando a todos los países, en este caso en Ecuador una de las mayores imprudencias que los conductores comenten es el rebasar los límites de velocidad establecidos llegando a un 17.7% de fallecimiento por esta causa, el mismo que equivale a 380 muertes.(Gómez García et al., 2016)

En otras palabras el problema central que se tiene en este proyecto es el exceso de velocidad al que va una gran cantidad de conductores en la ciudad de Cuenca irrespetando el límite de velocidad establecido en las diferentes zonas de la ciudad, siendo esta imprudencia uno de los accidentes de tránsito más frecuentes, el mismo que deja una gran cantidad de lesionados y fallecidos.

1.1 Antecedentes

Por un lado, la mayor cantidad de accidentes de tránsito se suscitan en gran parte por la omisión de conocimiento de los ciudadanos en cuanto a las leyes y normas de tránsito y transporte del Ecuador. También estos accidentes se dan por imprudencias de los conductores de vehículos livianos y pesados como es el caso del exceso de velocidad que aun que se establezcan altas multas o se pongan más radares para advertir a los ciudadanos que deben respetar el límite establecido esto no se respeta lo que ha hecho que la inseguridad vial vaya en aumento sumando los números de muertos y accidentados en la ciudad de Cuenca.

Debido a esto, es necesario que se genere un nuevo paradigma en el cual las personas puedan recibir conocimientos elementales, básicos y funcionales acerca de la educación vial; por lo que; con el avance de la tecnología y la nueva era digital que ha revolucionado cada aspecto de nuestras vidas se pretende generar este nuevo paradigma. Ya que, se han observado nuevas tendencias en cuanto al uso de tecnologías para la educación en general como, por ejemplo: laboratorios virtuales, aprendizaje basado en juegos serios, entre otros. Por ello, se ha enfocado al uso de la realidad virtual y de los juegos serios para proponer nuevas tendencias en el campo de la educación vial para el cual se brindará procesos e incluso herramientas de información y comunicación aplicadas al aprendizaje de la ciudadanía.

De igual manera, la implementación de estas tecnologías están orientadas a diversos campos, uno de estos, es la educación vial, para ello el proyecto de investigación “Educación Vial de peatones y conductores de la ciudad de Cuenca a través de sistemas de realidad virtual” busca la implementación de estos sistemas que serán orientados a la educación vial haciendo que la ciudadanía conozca sobre estos temas los cuales son de suma importancia para la movilidad

dentro de la ciudad de Cuenca, a su vez reduciendo el índice de accidentes, precautelando y salvaguardando su integridad y la de los demás ciudadanos, teniendo una mejor educación y cultura vial.

Por otro lado, en la ciudad de Cuenca es frecuente la presencia de accidentes de tránsito por lo que tomando como punto de inicio el acuerdo de cooperación interinstitucional entre la EMOV EP ¹ y la Universidad Politécnica Salesiana², en donde interviene el grupo de Investigación GIHP4C³ para la elaboración de un proyecto de investigación titulado “Educación Vial de peatones y conductores de la ciudad de Cuenca a través de sistemas de realidad virtual”, del cual forma parte este proyecto, nos basamos en un análisis realizado con datos proporcionados en esta empresa, la misma que nos permite tomar como referencia los accidentes suscitados en los años 2017 y 2019 en la provincia del Azuay, con la que se ha identificado que existe un alto índice de accidentes de tránsito entre ellos los más repetitivos son: por estado de embriaguez, por ir a alta velocidad, incluso otros accidentes se han suscitado con conductores de motos y bicicletas que son otros de los accidentes más frecuentes, a continuación se presenta parte de la información en la tabla 1.1.

¹EMOV EP: <https://www.emov.gob.ec/>

²UPS: <https://www.ups.edu.ec/>

³GIHP4C: <https://gihp4c.blog.ups.edu.ec/>

CAUSAS DE SINIESTRO	FALLECIDOS	LESIONADOS	TOTAL
Casos Fortuitos	2	10	12
Causas Desconocidas	1	5	6
Condiciones Ambientales y/o Atmosféricas	0	4	4
Conduce bajo la influencia del Alcohol	9	386	395
Conducir desatento al Tránsito	17	481	498
Conducir en estado Somnolencia	1	2	3
Conducir en sentido contrario a la Vía	1	48	49
Daños mecánicos	3	18	21
Dejar o recoger pasajeros	2	9	11
El conductor mal estacionado	1	9	10
Embriaguez del Peatón	3	18	21
Exceso de Peso y Volumen	0	0	0
Exceso de Velocidad	14	49	63
Imprudencia del Peatón	10	133	143
Mal estado de la Vía	4	3	7
No ceder el derecho de la vía al Vehículo	2	133	135
No ceder el derecho de la vía al peatón	5	131	136
No guardar la distancia lateral	1	29	30
No mantener la distancia prudencial	3	85	88
No respeta las señales de tránsito	8	569	577
Presencia de agentes externos en la Vía	4	5	9
Realizar cambio brusco de carril	3	145	148
Rebasar en sitios peligrosos	0	6	6
TOTAL	94	2278	2372

Tabla 1.1: Tabla referenciando el número de accidentes por causa de siniestro.

Por estas razones, se considera a la provincia del Azuay como la tercera provincia del Ecuador con el mayor número de siniestros y como la octava ciudad a nivel nacional con el mayor número de fallecidos en accidentes de tránsito, con una tasa de mortalidad de 4.6 por cada 100 habitantes. (León-Paredes et al., 2020)

1.2 Importancia y Alcances

Los accidentes de tránsito están presentes en todo el mundo y cada vez son más frecuentes, pues todo esto se da por que la ciudadanía muchas veces hace caso omiso a las señales de trán-

sito y por tanto a las leyes y normativas de movilidad y tránsito que ayudan con la seguridad vial, por lo que todo esto ocasiona un sin número de pérdidas por distintas circunstancias, además de las pérdidas económicas también deja muchas veces una gran cantidad de perjudicados, que llegan a tener desde pequeñas lesiones hasta lesiones graves como mutilaciones o hasta incluso hay muchas personas que no han contado con la suerte de seguir con vida, todo esto hace que el departamento de educación vial de la EMOV EP, busque nuevas maneras de disuadir a la ciudadanía, brindando servicios de calidad y al mismo tiempo ayudando a prevenir accidentes a través de la educación y seguridad vial.

Por consiguiente, se entiende que la educación vial de los conductores como sistema de prevención es muy importante para que se pueda evitar una gran cantidad de accidentes de tránsito. Por lo que con este proyecto se busca la creación de un ambiente virtual en el cual por medio del uso de juegos serios se espera disminuir los accidentes de tránsito, de tal manera que se estimule y concientice a los usuarios de la movilidad, sobre las consecuencias del incumplimiento de las normas de tránsito, presentándoles accidentes de tránsito ocurridos en nuestra ciudad, el enfoque para este proyecto de titulación será el de accidentes de tránsito por alta velocidad puesto que este tipo de incidentes se ubica en un séptimo puesto de acuerdo con los accidentes más recurrentes, con un índice del 15% de fallecimientos.

De hecho, la EMOV EP es la responsable del sistema de movilidad en el cantón Cuenca, mediante la gestión, administración, regulación y control del tránsito, transporte terrestre y movilidad no motorizada, precautelando el bienestar, la vida y la salud de la ciudadanía, mediante la concientización a través de su departamento de educación vial.

De igual manera, el grupo de Investigación en GIHP4C de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS) es quien está enfocado a la creación de aplicaciones orientadas al desarrollo de las ciudades inteligentes con el fin de generar un gran impacto social que mejore la calidad

de vida de sus habitantes a través de la generación de investigaciones científicas de alto impacto en la línea de investigación de cómputo de alto rendimiento (HPC, por sus siglas en inglés) para acelerar y/o optimizar algoritmos de inteligencia artificial, aprendizaje de máquina, procesamiento de lenguaje natural, entre otros, utilizando unidades de procesamiento gráficas, múltiples unidades de procesamiento central, clusters de computadoras, entre otros equipos de hardware para la implementación de sistemas distribuidos, sistemas en tiempo real, sistemas de realidad virtual, entre otros.

1.3 Delimitación

Este proyecto tendrá como destinatarios a los usuarios de la movilidad de la ciudad de Cuenca, en donde la EMOV EP podrá validar la eficacia del sistema y a su vez medir el impacto social que causa el mismo.

Capítulo II

OBJETIVOS

2.1 General

Desarrollar un sistema de realidad virtual basado en juegos serios y accidentes por conducción a alta velocidad para la capacitación y concientización de conductores y peatones de la ciudad de Cuenca.

2.2 Específicos

- Construir un ambiente virtual para el desarrollo de un juego basado en el escenario de alta velocidad.
- Implementar un sistema de información en la nube para la gestión relacionada al juego.
- Desarrollar las animaciones de accidentes para el escenario de alta velocidad.
- Integrar en el escenario virtual de conducción de alta velocidad la simulación de accidentes con base a la toma de decisiones de los jugadores.
- Realizar pruebas de aceptación y funcionamiento del sistema de realidad virtual.

Capítulo III

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

3.1 Realidad Virtual

3.1.1 Definición

La realidad virtual es una forma humana de visualizar, manipular e interactuar con ordenadores y datos complejos que tienen la capacidad para estimular y engañar los sentidos a los que se dirige, contando con una base de datos interactivos capaz de crear una simulación que implique a todos los sentidos, generada por un ordenador, explorable, visual y manipulable en “tiempo real” bajo la forma de imágenes y sonidos digitales, dando la sensación de presencia en el entorno informático.(Ruiz and Ramallal, 2019)

3.2 Juegos Serios

3.2.1 Definición

Son juegos con un fin educativo, se basan en el aprendizaje antes que en el entretenimiento, tomando como referencia escenarios reales, es factible a ser usados para cualquier tecnología y

plataforma, dentro de sus bondades es de destacar, el potenciamiento en el aprendizaje de habilidades, se los conoce también como pruebas mentales ya que por sus destrezas y procesos cognitivos de orden superior en un contexto específico ayudan a mejorar conductas y actitudes necesarias para el eficiente desempeño de una actividad específica de la actualidad.(Chipia Lobo, 2011)

3.3 Aplicaciones de la realidad virtual en la educación

3.3.1 Definición

La realidad virtual dentro de la educación se basa en, por medio de las tecnologías digitales desarrollar la imaginación, creatividad y aprendizaje de las personas, permitiéndoles explorar en diversos ámbitos sin la necesidad de dirigirse a ese lugar o tenerlo físicamente, por medio de la realidad virtual en la educación se genera empatía e inculcan valores a las personas dando otra percepción de aquello que solo vemos mas no experimentamos.(Gabriela, 2019)

3.4 Movilidad urbana

3.4.1 Definición

Es la perspectiva de los individuos ante una sociedad frente al tema de transporte, limitando a la relación de oferta y demanda donde, por un lado, obtenemos a la cantidad de bienes y servicios ofrecidos y por otro obtenemos la cantidad de movimiento de las personas por día en cifras, presentándolas sin los problemas de accesibilidad, movilidad o inmovilidad que padecen los grupos vulnerables.

Por tal motivo la movilidad urbana hace referencia a no solo la manera de transportarse de las personas si no también hace referencia a la situación del país frente a eventos históricos, sociales, económicos, políticos y espaciales que a gran escala denotan la problemática de sus habitantes con relación a su entorno.(Montezuma and CEPAL, 2014)

3.5 Educación vial en la era digital

3.5.1 Definición

La educación vial es la manera en la que se receptan conocimientos y competencias necesarias para garantizar un ambiente seguro, responsable y sostenible con los medios de transporte dentro de la cotidianidad, siendo uno de los 3 ejes sostenibles de esta la educación, junto con la coerción y la ingeniería. El rol de la educación en esta relación triangular se percibe como la transmisión de un cuerpo establecido de conocimientos y competencias a los educandos y aprendices.

En retrospectiva dentro de este tema, la educación se basaba en netamente documentos e información tangible, es decir dentro de folletos, libros, revistas y demás objetos los cuales eran entregados a las personas que en este caso son los aprendices, dentro de los cuales contenían información que los educandos les pretendían hacer llegar, donde por medio de evaluaciones se medía su nivel de dominio del tema en estudio.

En la actualidad dada la presencia de la era digital, la base de la educación se ha mantenido, pero, ahora la información enviada a los aprendices puede como no ser tangible, es por esta razón que, dada la presencia más notoria de redes sociales como de medios web, la educación vial ha tomado un giro, donde por medio de publicidades, cortometrajes y demás producciones audiovisuales, pretenden llegar a toda la población generando contenido que de una u otra

forma aprendan y se concienticen dentro de todo lo que compete la misma, generando que toda la población sea un aprendiz indirectamente.(Pacheco Cortés, 2017)

3.6 Accidentes de tránsito

3.6.1 Definición

Un accidente de tránsito es aquel hecho eventual que genera una desgracia o daño donde, en dicho evento interviene la presencia tanto de uno o más vehículos que causan lesiones a personas o incluso la muerte. Dentro del Art. 106 de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial se establece que “Son infracciones de tránsito las acciones u omisiones que pudiendo ser previstas, pero no queridas por el agente, se verifican por negligencia, imprudencia, o impericia, o por inobservancia de las leyes, reglamentos y ordenanzas de tránsito, o de órdenes legítimas de las autoridades y agente de tránsito”.(Ponce Romero and Rabada Goyes, 2019)

3.7 Educación vial para prevención de accidentes

3.7.1 Definición

La educación vial es la recepción de conocimientos, hábitos y actitudes con base a unas reglas, normas y señales que regulan la circulación tanto de vehículos como personas ya sea que se encuentren en vía pública o en vía privada pero que tenga un acceso público. Esta educación es impartida tanto a conductores como a peatones con el afán de dar a conocer estas normas, reglas y/o señales con las cuales se interactúa en las calles y dar su debido cumplimiento frente a distintas situaciones indicándoles que está o no permitido realizar, precautelando y salvaguardando de esta manera la integridad de la ciudadanía.(Dávila Lazo et al., 2015)

3.8 Accidentes por exceso de velocidad.

3.8.1 Definición

Los accidentes por exceso de velocidad tienen relación con la seguridad vial, por que si un vehículo va rebasando los límites de velocidad, el accidente que ocasione será mas grave,por lo tanto también existe una relación con la tasa de accidentes, pues si se maneja rápido, mayor será la tasa de mortalidad en comparación con un vehículo que circula a una velocidad permitida.(González et al., 2010)

Capítulo IV

MARCO METODOLÓGICO

Por un lado se ha creado un sistema virtual para este proyecto, que ha sido enfocado a la simulación de accidentes de tránsito por conducción a exceso de velocidad, en donde por medio de la interacción de los usuarios con el escenario de velocidad en 3D, podrán ser influidos de cierta manera al momento de tomar decisiones al manejar, para que así, poco a poco podamos prevenir futuros accidentes. Para ello hacemos uso de un equipo Oculus Quest, en donde se despliega un juego serio, de tal manera que estimule la percepción humana, para que, por medio de esta experiencia de aprendizaje y a través de la educación vial permita un gran cambio en el pensamiento y perspectiva de la ciudadanía con respecto a la movilidad, incluso pudiendo llegar a obtener un impacto social notorio que nos ayude a precautelar y salvaguardar la integridad de los habitantes de la ciudad de Cuenca, pues lo que más se busca con este proyecto es que la ciudadanía tome conciencia de sus acciones al estar al volante.

Por otro lado el modelado de los objetos o personajes en 3D fueron desarrollados en las herramientas de SKETCHUP¹ y BLENDER², por lo que con el uso de estas herramientas se generó las diferentes ambientaciones y acciones, lo más apegadas a la realidad posible con el afán de que el usuario sienta la experiencia más realista.

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

²Blender: <https://www.blender.org/>

4.1 Requerimientos

Los requerimientos más importantes son la necesidad de una tarjeta de video NVidia GTX que debe funcionar únicamente en el Sistema Operativo de Windows 10, otra necesidad es la de tener contenido multimedia como lo son sonidos en 2D además de holofonías, que son las que permitirán que el usuario perciba de mejor manera el ambiente de tal manera que se sienta lo más realista posible.

4.2 Arquitectura

Para el funcionamiento de este sistema existirá una persona quien será la encargada de dar inicio al juego y es el mismo personal el que colocará el equipo Oculus al usuario, en donde deberá seleccionar su género y rango de edad de una manera interactiva para así poder jugar, además estos datos serán enviados al Oculus Quest para ser presentados dentro de la licencia de conducir, cargando un puntaje inicial de 30 puntos; otro punto importante es que en el sistema el usuario tendrá una opción de TUTORIAL, el cual es opcional, de tal manera que el usuario podrá elegir seguirlo o ir directamente a las fases de juego.

En cuanto al juego este se divide en tres fases esenciales: primera fase (vivir la experiencia) en donde se presenta únicamente la animación del accidente, luego esta la segunda fase (aprendizaje) que presenta la misma animación de la primera fase pero con un formulario dependiendo de la infracción que se presente y por último pero no menos importa esta la tercera fase (juego serio) en donde el usuario podrá jugar libremente, según su toma de decisiones, a toda esta parte se la definió como "Interacción usuario y Realidad Virtual".

Cabe recalcar que al culminar la segunda fase se obtiene un puntaje final como resultado de

las encuestas presentadas, es aquí donde se genera un registro, guardando la información seleccionada del usuario al inicio del sistema y el puntaje ya mencionado, este registro se lo hace de forma local, pero si existe la presencia de internet esta base de datos local se actualiza con la base de datos alojada en el servidor que esta en la nube, manteniendo la misma información en ambas partes, a todo esto se lo denominó "Sistema de información en la Nube"

Asimismo estos registros y resultados podrán ser apreciados desde una página web, misma que podrá ser accedida desde cualquier dispositivo que tenga acceso a internet, aquí el personal encargado podrá realizar modificaciones a las preguntas respectivas tanto en sus valores como alternativas y a su vez podrán revisar gráficas estadísticas de los registros generados, por lo que a continuación se aprecia en el siguiente gráfico la arquitectura del proyecto.

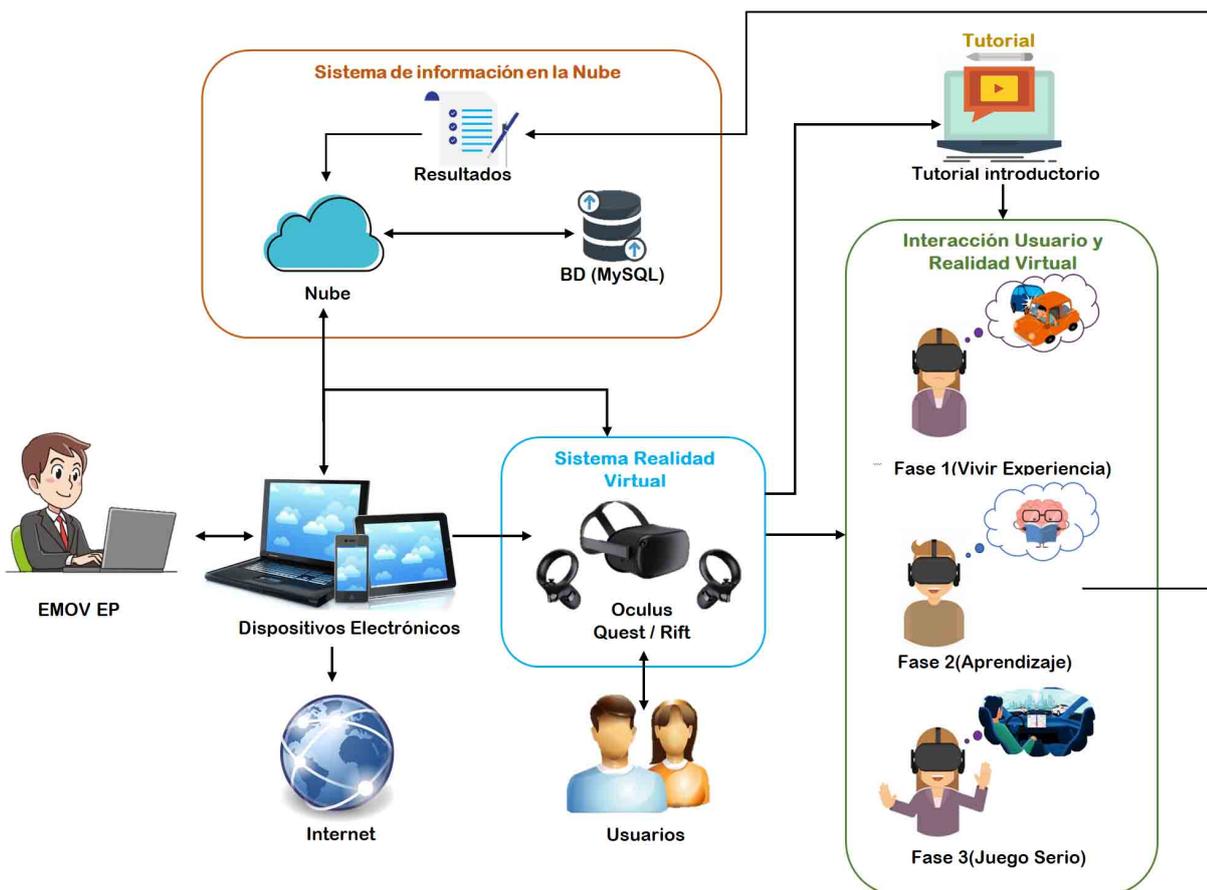


Figura 4.1: Arquitectura del Sistema de Realidad Virtual.

4.3 Interacción Usuario y Realidad Virtual

La interacción entre el usuario y la realidad virtual se da cuando los usuarios juegan al mismo tiempo que aprenden y activan su cerebro para responder cada una de las interacciones que se les presentan, de tal manera que a los usuarios se les influencia en su toma de decisiones al momento de estar ya en el juego, por lo que a continuación se presenta todas las interacciones creadas para el usuario.

4.3.1 Fase 1

En esta primera fase se muestra la animación de un accidente de tránsito por exceso de velocidad en donde se le presentará una animación introductoria que desencadenara el accidente en cuestión, esta animación tiene un contexto donde el personaje tras escuchar la alarma de su celular y apagarla se queda dormido, después al despertarse y notar llamadas perdidas de su jefe se da cuenta que está tarde para su trabajo, por lo tanto decide ir a exceso de velocidad provocando el atropello de un can y posterior a esto el usuario pierde el control del vehículo dirigiéndose a otro automóvil y generándose de esta manera un choque lateral, haciendo que este vaya directamente hacia una parada de bus donde se encuentran varias personas, este accidente concluirá con un punto importante para la concientización del usuario, la cual consiste en presentar sonidos holofónicos que concuerden con la escena, todo esto se vive de un modo “espectador” en donde lo único que el usuario puede hacer es observar con atención lo que sucede, al mismo tiempo que el proceso de simulación se establecía, se debían fundar las infracciones que se suscitarían, por lo que se solicitó a la EMOV EP las infracciones que con mayor frecuencia ocasionan accidentes dentro de la ciudad, para que según este documento se plantearan las preguntas de las infracciones; ya definidas las preguntas se inició con la elaboración de la animación, en donde según el formulario establecido, se animaba al vehículo, para que vaya cometiendo cada una de esas infracciones hasta llegar a ocasionar el accidente de tránsito preestablecido, sin embargo en esta fase no se muestra al usuario el cuestionario, sino

únicamente la animación del accidente.

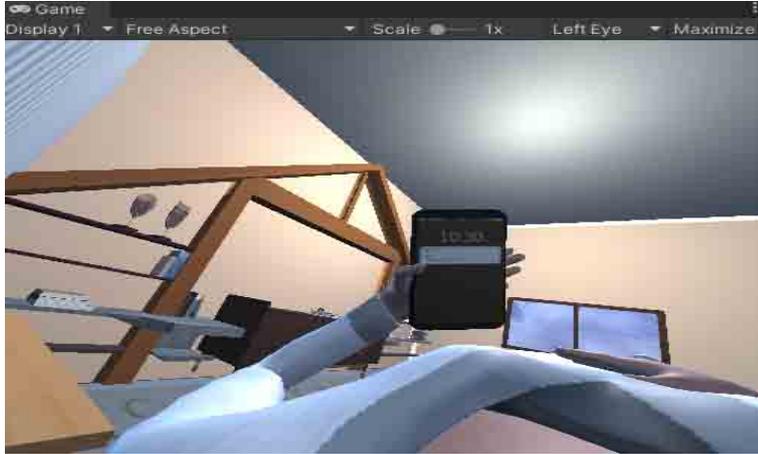


Figura 4.2: Personaje ve las llamadas perdidas de su jefe, en la escena introductoria.

Antes de nada para poder iniciar se debe tener el sector definido para el escenario de exceso de velocidad, que en este caso es el Sector del Hospital del Río el cual ya fue especificado en el capítulo uno en la sección de antecedentes, por lo que dentro de esta fase se muestra el desarrollo del mismo, que tiene que ver con la creación de infraestructuras, personajes, animaciones, vehículos entre otros, cabe recalcar que fue importante e indispensable el apoyo de GIHP4C, puesto que una cantidad de integrantes de este grupo, ayudó con la creación de varios objetos que fueron agregados en el escenario, a continuación se explica a detalle el desarrollo de estos objetos.

Desarrollo del Escenario

Para la creación de este juego primero se inició con el diseño y elaboración del escenario, para ello, se planteó en primera instancia el lugar que se iba a desarrollar, posterior a esto se empleó el uso de varias herramientas de diseño para la creación de este escenario; así mismo se usó en gran parte herramientas de diseño en 3D, para el desarrollo de cada uno de los objetos que se encontraban en el escenario original, siempre teniendo en cuenta que se quería hacer lo

más realista posible y por lo tanto lo más favorable y similar al escenario real, este proceso de desarrollo del escenario se encontrará detallada a continuación.



Figura 4.3: Escenario de Alta Velocidad en Unity

Modelado de infraestructuras: Para iniciar el diseño de las infraestructuras, primero se decidió el lugar a crear, para ello se realizaron reuniones con la EMOV EP en donde se estableció el escenario a desarrollar, tomando como influyente información sobre los sectores en donde se suscitaban con mayor frecuencia accidentes de tránsito, por tanto en referencia a esto se seleccionó el sector a diseñar, incluso se definió desde donde sería el punto de inicio del escenario hasta donde terminaría, el cual fue definido desde la subida a Quinta Chica hasta el sector del Hospital del Río.

Además para la elaboración del escenario nos basamos en gran parte de la herramienta “Street View” de Google Maps³, que brinda imágenes panorámicas de las calles que se necesitaban, brindando una gran cantidad de información que representa de manera virtual el lugar, pero esto no fue justamente todo lo que se utilizó porque además esta información en gran parte no ha sido actualizada, por lo que se optó en ir directamente al sector establecido a realizar

³Google Maps sector Hospital del Río: <https://www.google.com.ec/maps/place/Hospital+Universitario+del+R%C3%ADo/@-2.8929596,-78.9630497,709m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x91cd19dacc39e4e5:0x7e1dfc2255f8f469!8m2!3d-2.892965!4d-78.960861?hl=es>

fotografías, para así por medio de las fotos basarnos para el posterior desarrollo del mismo, de esta forma se intentó cuidar una gran cantidad de detalles que se tenían en el sector al momento de elaborar el mismo, por lo que se cuidó desde las texturas, tamaños e incluso estructuras de las casas, veredas, señales de tránsito entre otros.

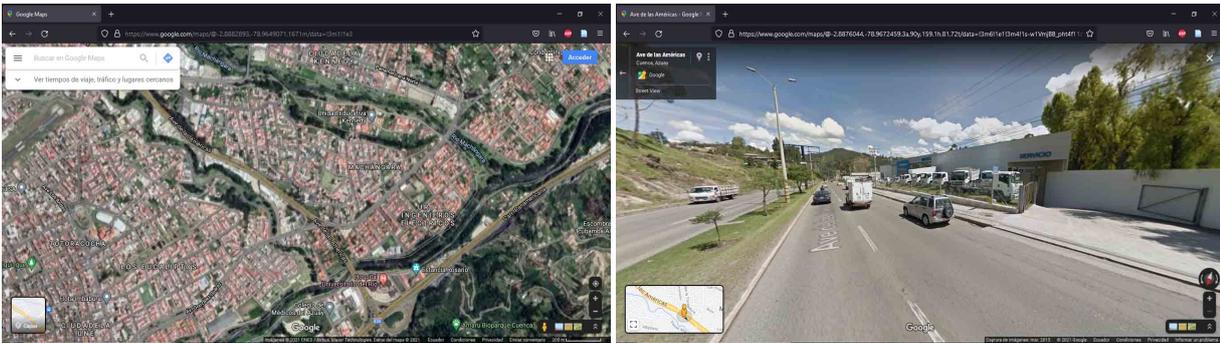


Figura 4.4: Sector Hospital del Río, en Google Earth y Vista de View Street

Por consiguiente se utilizó algunas herramientas de modelado en 3D como SKETCHUP y BLENDER, los mismos que permitieron la elaboración de cada uno de los objetos que se encontraban en el escenario, por ello para modelar se fue dividiendo en partes las infraestructuras, de tal manera que una cuadra equivalía a una parte específica del sector elegido, así sucesivamente se fueron creando poco a poco las cuadras e identificadores del sector.

Todas las capturas con respecto al desarrollo del escenario se encontrarán en el Anexo C.

Modelado de personajes: Para el modelado de los personajes se utilizó una herramienta gratuita conocida como makeHuman⁴, la misma que permite la creación de personajes femeninos o masculinos, de apariencia delgada o robusta y hasta incluso de diferentes edades, según lo requerido, además esta herramienta permite la selección del tipo de vestimenta que utilizara el personaje, el color de ojos o hasta incluso el color de piel y cabello, todo esto se lo hace de manera intuitiva puesto que esta herramienta es muy fácil de emplear, además de que nos permite maniobrar de diferentes maneras a los personajes, dependiendo de lo que se pretende obtener.

⁴MakeHuman <http://www.makehumancommunity.org/>

Un punto importante para la selección de los personajes que se requerían fue elegir a individuos representativos de la ciudad, por lo que se seleccionó a sujetos típicos de la ciudad como: conductores, transeúntes y hasta los clásicos vendedores ambulantes que existen en la ciudad entre algunas otras figuras más, no obstante se conoce que en este específico escenario se requería también de animales como es el caso de un can, el cual iba a ser arrollado, por lo que para esta figura se la busco en otras herramientas que brindan objetos prefabricados de manera libre, como es en el caso del sitio de WAREHOUSE⁵ o incluso de SKETCHFAB⁶, que ofrece y permite compartir o descargar objetos en 3D.

En el Anexo E se puede ver a varios personajes del escenario de velocidad.

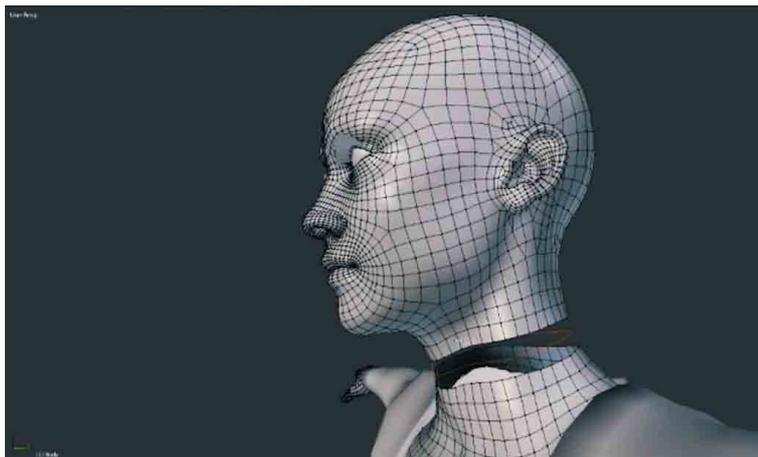


Figura 4.5: Detalles de personaje femenino en MakeHuman

Animación de Personajes: Para poder llegar a hacer que el escenario sea lo más realista posible se agregaron personajes con sus respectivas animaciones, para la animación de estos personajes se usó de manera gratuita la herramienta del sitio web de MIXAMO⁷, el cual nos facilitó y ahorró gran parte del tiempo, puesto que aquí se encuentra una gran variedad de acciones y actividades que se pueden añadir como animación a los personajes.

⁵Warehouse: <https://3dwarehouse.sketchup.com/?hl=es>

⁶Sketchfab: <https://sketchfab.com/>

⁷Mixamo: <https://www.mixamo.com/#/>

Para esto primero se sube el personaje al sitio de Mixamo, después se buscó la acción que queríamos que realice, para posterior a eso descargarlo ya con la animación, en algunos casos habían animaciones que no se encontraban en este sitio por lo que se optó por crear la animación directamente en Unity⁸, para ello se creaba un animator(Es un componente que ayuda a agregar animación a un objeto) en blanco para ir de a poco agregándole movimiento a cada uno de sus extremidades para así ir haciendo que realice exactamente la actividad que se requería, cabe recalcar y no olvidar que para todos los personajes que se deseaba agregar animación, este debía tener como base un esqueleto para que pueda ser animado.



Figura 4.6: Personaje femenino añadido el esqueleto, para posterior animación

Modelado de Vehículos: Esta es una parte importante en el escenario pues para lograr realismo tenemos que agregar vehículos que existan en la ciudad, por ello se optó por ir al sitio Web de WAREHOUSE para poder descargarnos carros ya prefabricados que concuerden con los vehículos requeridos, en algunos casos como buses de transporte público, ambulancias, vehículos de policía, vehículos de tránsito(EMOV EP) o taxis, se requería cambiar las texturas para que estos sean lo más parecido posibles a los vehículos locales que siempre circulan por la ciudad,

⁸Unity: <https://unity.com/es>

todo esto es en cuanto a los vehículos que circulan en el escenario.

En cuanto al vehículo del usuario el proceso fue el mismo pero con el detalle de que se requería un vehículo en el que se tenga un interior no tan detallado ni tan sencillo, pues si este era muy detallada iba a ocasionar que el juego no vaya fluido mientras que si se cuidaba este aspecto podríamos mejorar el rendimiento del juego.

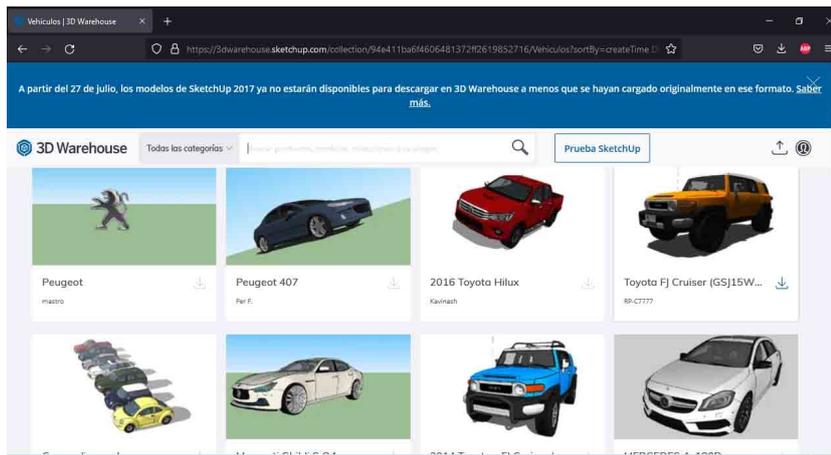


Figura 4.7: Vehículos en Sitio Warehouse

En el Anexo F se puede observar algunos vehículos típicos de la ciudad.

Modelado de Señales de Tránsito: Para este punto primero se debía revisar el escenario establecido para ver exactamente las señales de tránsito que existían y así establecer que señales se necesitaban crear para el mismo, posteriormente estas señales se crearon en la herramienta de Sketchup, con cada uno de sus detalles como: color, letra y dibujos que diferencian a cada uno.

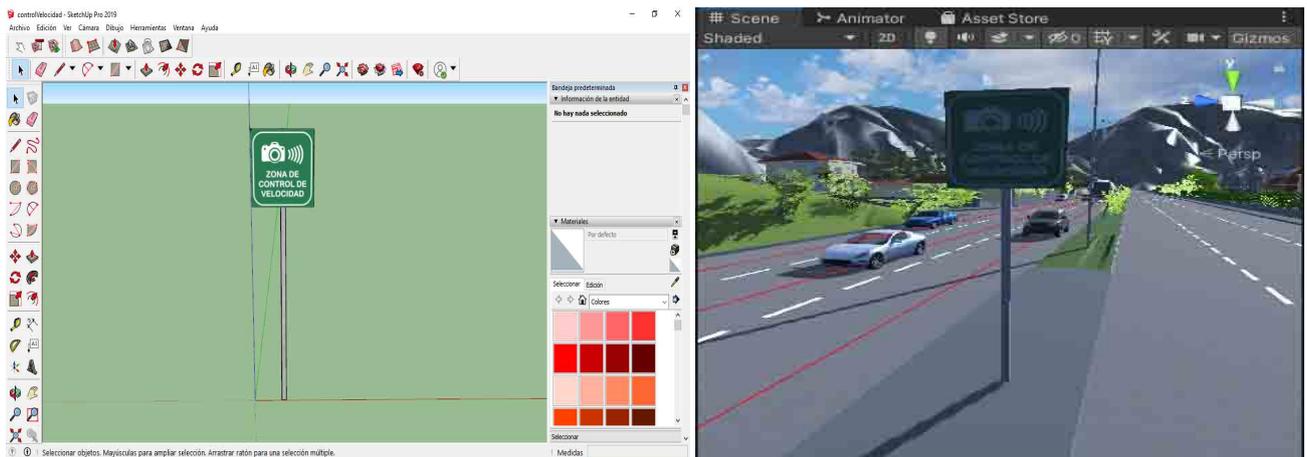


Figura 4.8: Señal de Tránsito en Sketchup y Unity

Se encuentran capturas de las señales de tránsito en el Anexo C.

Implementación de modelos en Unity

Para la implementación de los objetos ya se tenía listo todo lo que se requería en el escenario por ello en esta parte únicamente se agregaban los objetos en los lugares respectivos para así ir dando forma al escenario original, esto se realizó de la forma que se describe a continuación.



Figura 4.9: Implementación de infraestructuras en Unity

Exportación e Importación de Modelos: Para esto como ya se tienen los objetos y personajes hechos con anterioridad únicamente queda exportarlos a Unity para ello se debe exportar en

un formato específico, que en este caso fue en fbx que es un formato de archivos de objetos en 3D; que crea carpetas con las texturas y modelos los objetos que se exportan, además se conoce que existen otros formatos con los cuales también se pueden trabajar pero en esta ocasión se eligió ese formato para su posterior trato.

Concluyendo la exportación nos dirigimos a Unity en donde importaremos los objetos que queremos poner en nuestro escenario; una vez se inicie un proyecto en blanco en Unity, se tiene automáticamente una carpeta de Assets de base que tienen por defecto muchas opciones que son usadas en el proceso de elaboración del escenario, para importar los archivos antes exportados, únicamente se deben realizar copias de los archivos generados al crear el archivo fbx y se los pasa a la carpeta de Assets en Unity.

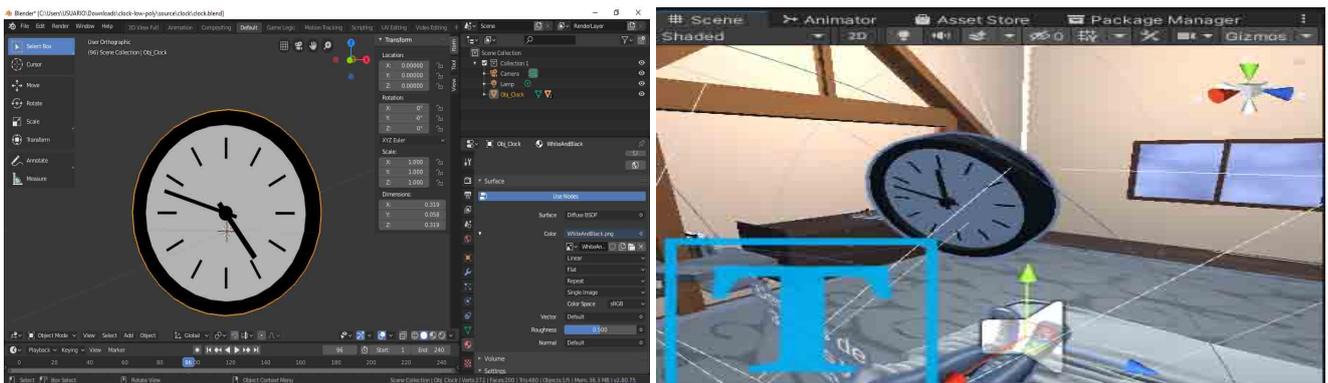


Figura 4.10: Objeto en Blender e importado en Unity

Creación del Terreno: Para la creación del terreno me base exactamente en la forma original del sector, pues en mi zona existen montañas con formas peculiares, por ello me tomé el tiempo necesario para la elaboración de los mismos haciendo que sea lo más parecido posible, para esto primero se crea un terreno plano y se ubica en este las infraestructura exportadas, ya con esto se pasa a modificar el terreno para que de manera visual sea lo más parecido posible al sector seleccionado.



Figura 4.11: Terreno en Unity

4.3.2 Fase 2

En esta segunda fase se busca como resultado el aprendizaje, por lo que para llegar a esto se presenta nuevamente la simulación del accidente suscitado dentro de la primera fase, en el mismo modo de “espectador”, con la única diferencia de que en partes claves del mismo se presentarán infracciones de tránsito, las mismas que fueron establecidas en la primera fase, todo esto lleva a cabo acciones que puedan inferir y resultar en un accidente, para ello esta simulación tendrán pausas en zonas específicas, para que estas pausas se puedan dar, se utilizó la propiedad "Time.scaletime=0", la cual causa que el tiempo de ejecución de animaciones e interacciones sea cero y por lo tanto se pause, además del uso de los triggers (también conocido como disparador, se ejecuta cuando sucede cierta acción), también el uso de los colliders (define un objeto para propósitos de colisiones) que chocaban con el vehículo del usuario haciendo que se activen sucesivamente las pausas, dando lugar a la presentación de ventanas emergentes con preguntas tomadas del cuestionario establecido con la EMOV EP referentes a las contravenciones más frecuentes que se presentan día a día en la ciudad, el usuario puede interactuar con los controles que tiene el Oculus Quest y seleccionar su respuesta, donde si la respuesta es correcta, se le presentará sonidos y/o animaciones que refuercen este acierto por lo contrario si la respuesta fue negativa las animaciones y/o sonidos reforzarán su error, además de que se

mostrarán personajes entregados por la EMOV EP, llamados "Liga de la Movilidad", los cuales consiste de tres héroes y un villano, que de igual manera reforzarán esas respuestas, al contestar erróneamente dará como resultado la reducción de puntos, mismos que serán representados por medio de una licencia de conducir "virtual" con los datos del usuario avatar que este haya seleccionado, dentro de esta licencia irán disminuyendo los puntos acorde a como respondan el formulario, llegando a un valor menor a 10 puntos que es el peor de los casos lo cual representaría completo desconocimiento de normas de tránsito y 30 puntos en el mejor de los casos, representando que domina las mismas, una vez se haya finalizado todo el cuestionario o el puntaje haya sido cero, se presentará una retroalimentación de todos los errores que se presentaron durante el juego junto a un tablero con un botón rojo, mismo que al ser presionado nos da pase a la siguiente fase, todo este proceso fue desarrollado en la herramienta de UNITY en su opción 3D, donde por medio de Scripts que tiene como base el lenguaje de C# se fue desarrollando cada interacción o resultado del juego, para mayor detalle de estos códigos se puede ver posteriormente en el anexo B.



Figura 4.12: Licencia generada con información seleccionada del usuario

4.3.3 Fase 3

Esta última fase se desarrollará de igual manera en el ambiente de UNITY, aquí se habilitará el modo de "juego abierto" que ya en sí es el juego serio, lo cual permite al usuario tomar

sus propias decisión con respecto a las acciones que llevará a cabo, recalcando que cada acción tomada desde su punto inicial llevará consigo a un final distinto, ya sea causar o no un accidente de tránsito, por lo que le daremos al usuario libre movilidad e interacción gracias a un gameobject llamado OVRPlayerControler (este objeto nos permite movernos con los controles del equipo Oculus por medio de la realidad virtual), aquí las decisiones del usuario influyen en el resultado final desencadenando o no el accidente en cuestión.

Es por ello que se le presenta al usuario la animación introductoria, donde tras apagar la alarma del celular se mostrará la decisión que el usuario podrá tomar ya sea seguir durmiendo, acción que desencadenará en un aumento en la velocidad de la conducción y por ende culminará nuevamente en el siniestro de tránsito, o tendrá la opción de levantarse en ese momento, acción que causará un decremento en la velocidad de conducción y de esta manera el accidente no será suscitado, esto lo conseguimos gracias a la creación de métodos globales gracias a la propiedad “final”, estos métodos alteran la velocidad del objeto dentro de la modificación de su propiedad “transform.position” en este caso el vehículo en cuestión, de esta manera llevándonos a la presentación de una animación alterna llamada SinAccidente, donde se muestra a la población bailando y festejando porque el usuario no cometió el accidente, sirviéndonos esto como un refuerzo positivo para el usuario, esto se desarrollará con la finalidad de medir si, las acciones llevadas a cabo en las fases anteriores, permitieron generar algún tipo de concientización o aprendizaje en el usuario al punto de que al darle la libertad de elección, este nuevamente reincida en el mismo accidente o por el contrario este tome una mejor decisión evitando un desastre.

La conducción del vehículo se da gracias a tres colliders colocados en el volante del vehículo, cada collider tiene un script que nos ayuda a trasladarnos por el sector establecido, permitiéndonos mover recto o girar tanto a la izquierda como a la derecha, todo esto se da gracias a la alteración de la propiedad “transform” del objeto.

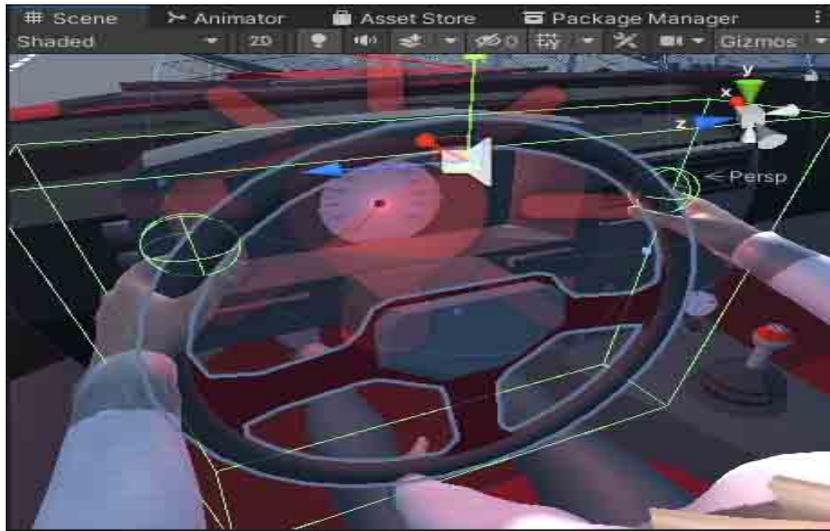


Figura 4.13: Colliders de volante, los cuales permiten el movimiento del vehículo

4.3.4 Tutorial

Se a creado un tutorial en el cual se enseña al usuario todas las características y funciones de uso del equipo Oculus con el juego serio, en donde se aprende las aplicaciones del sistema, cabe recalcar que esta parte es opcional para el usuario puesto que si el usuario desea ir directamente al juego puede hacerlo sin ningún inconveniente, mientras que si decide hacer el tutorial este podrá adquirir ciertas instrucciones de uso para posteriormente pasar a las fases del juego y jugar sin mayor problema.

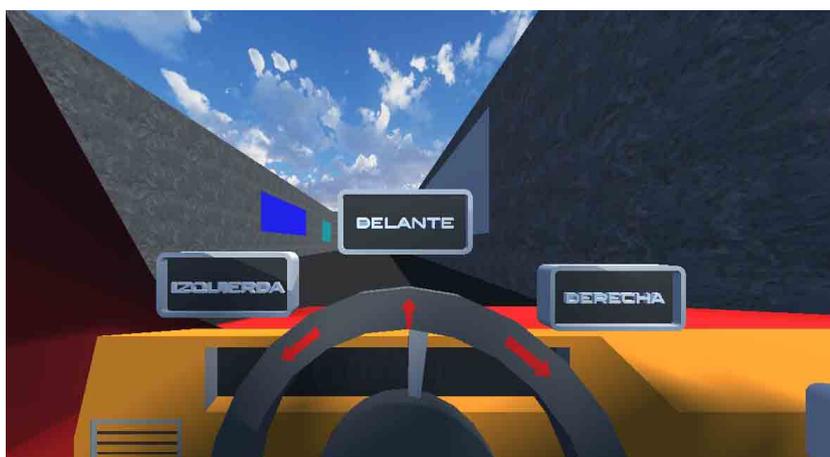


Figura 4.14: Tutorial de como dirigir el vehículo en el entorno virtual

4.4 Sistema de Información en la Nube

Para esta parte se hace uso de la Base de Datos (BD) de MySQL⁹, en donde se planteó una arquitectura con relación a las preguntas requeridas, dado que para los registros no se necesita guardar la información personal de los usuarios, sino que únicamente se solicita la información con respecto al genero y el rango establecido de edad, posteriormente se califica; para ello iniciamos con un puntaje inicial de 30 puntos, que podrán reducirse o mantenerse según las respuestas que den los usuarios al formulario de la fase 2, una vez acabado de responder el formulario o en caso de llegar a un valor igual o menor a 5 puntos, el formulario finalizara con la creación del registro, por lo que a continuación se presenta el Diagrama UML de la base de datos, en donde se plantea dos tablas: *Preguntas* y *Registros*, estas tablas no tienen relación una con otra, puesto que las preguntas pueden ser alteradas tanto en sus alternativas como en sus valores, permitiéndonos guardar cada registro con su puntaje obtenido.



Figura 4.15: Diagrama UML de BD del Escenario de Exceso de Velocidad.

De hecho, para jugar no es necesario que haya internet, por lo que se tiene prevista y como opción la implementación del sistema de una manera local, por lo que con el fin de tener la información de los registros actualizada en la nube, se planteo una solución, de tal manera que

⁹MySQL: <https://www.mysql.com/>

cuando se obtenga conexión a internet los registros obtenidos de manera local, se actualicen en la nube con una replicación Maestro-Maestro.

Por consiguiente, para el desarrollo del sistema web, se utilizó la herramienta Visual Studio Code¹⁰ en su versión más reciente, como backend se usó el lenguaje Node.js¹¹ el cual se basa en javascript¹², junto a su modulo llamado Express¹³, se realizó el levantamiento de servicios web a ser consumidos dentro del servidor en la nube, por lo cual se definió una arquitectura basada en Controlador, Rutas y Vistas.

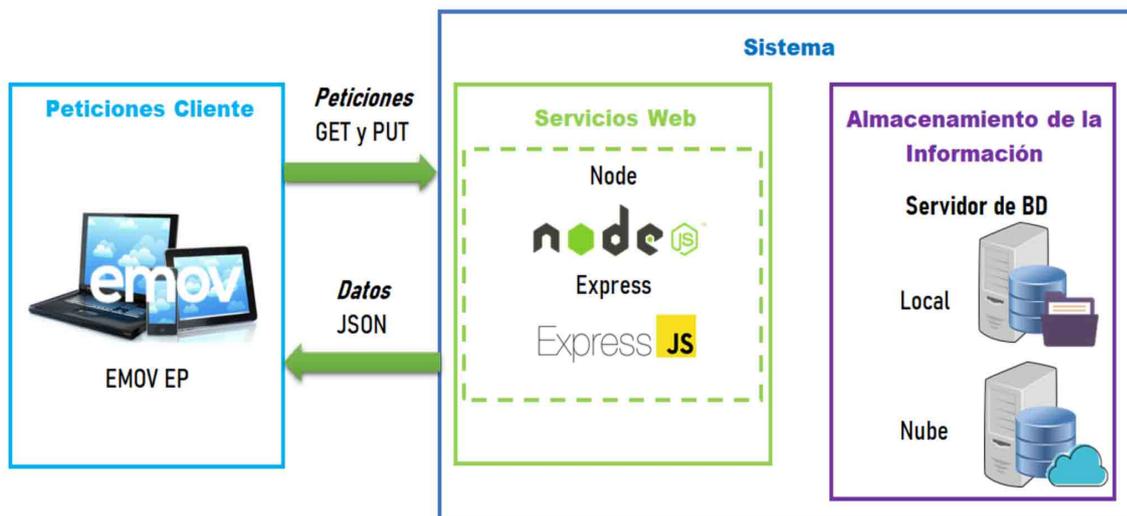


Figura 4.16: Relación del Sistema Web.

Dentro del controlador se tiene definida la conexión a la base de datos y todos los servicios a ser consumidos, dentro de rutas se tiene enrutado los servicios y su paso de parámetros, en las vistas se tiene todo lo referente al frontend el cual es HTML¹⁴ y sus controles respectivos con javascript y sus estilos en CSS¹⁵.

¹⁰VSC: <https://code.visualstudio.com/>

¹¹Node.js: <https://nodejs.org/es/>

¹²JavaScript: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript>

¹³Express: <https://expressjs.com/es/>

¹⁴HTML: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTML>

¹⁵CSS: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/CSS>

Para el servidor web se definió un puerto de acceso el cual es el 3000 con opción a adaptarse el cual se consume dentro del ambiente a ser utilizado, se asignó las rutas estáticas las cuales son del frontend y de esta manera se da el correcto funcionamiento a este sistema web.

```

//login
router.get("/login/:id/:pass", indexController.login);

//select all
router.get("/registros", indexController.getRegistros);
router.get("/preguntas", indexController.getPreguntas);
router.get("/generalF/:fecha", indexController.genFechas);
router.get("/generalFH/:fecha/:hora", indexController.genFechaHora);
router.get("/generalFRangoH/:fecha/:hora1/:hora2", indexController.genFechaRangoHora);

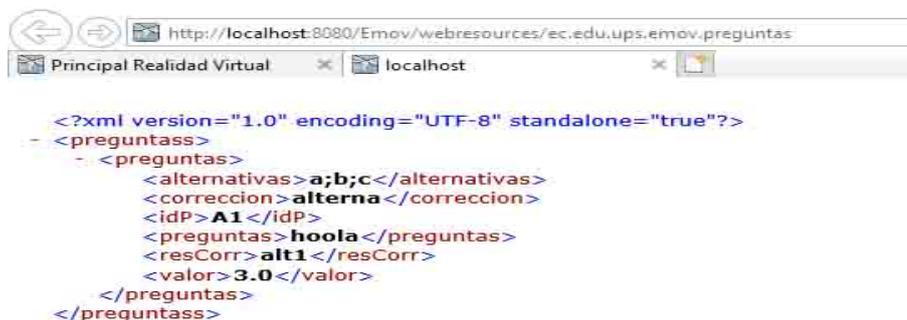
//para Graficos
router.get("/genpun", indexController.generoPunt);
router.get("/edpun", indexController.edadPunt);
router.get("/fecpun", indexController.fechaPunt);
router.get("/busFec/:fecha", indexController.busRegFechas);
router.get("/busFecHora/:fecha/:hora", indexController.busRegFechaHora);
router.get("/busFecRanHora/:fecha/:hora1/:hora2", indexController.busRegFechaRangHora);
router.get("/escen", indexController.getRegEsc);
router.get("/escFec/:fecha", indexController.getRegEscFec);
router.get("/escFecHora/:fecha/:hora", indexController.getRegEscFecHor);
router.get("/escFecRanHora/:fecha/:hora1/:hora2", indexController.getRegEscFecRanHor);

//update
router.put("/Upreguntas/:id", indexController.updatePreguntas);

//find
router.get("/preguntas/:id", indexController.findPreguntas);

```

Figura 4.17: Servicios web generados en lenguaje de Nodejs.



```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="true"?>
- <preguntass>
  - <preguntas>
    <alternativas>a;b;c</alternativas>
    <correccion>alterna</correccion>
    <idP>A1</idP>
    <preguntas>hoola</preguntas>
    <resCorr>alt1</resCorr>
    <valor>3.0</valor>
  </preguntas>
</preguntass>

```

Figura 4.18: Datos JSON obtenidos del consumo de los servicios web.

Este sistema web estará disponible en el siguiente URL: cloudcomputing.ups.edu.ec/EmovRV¹⁶.

¹⁶enlace: <https://cloudcomputing.ups.edu.ec/EmovRV>

Capítulo V

RESULTADOS

El proyecto está bien inmerso a la realidad virtual por lo que los resultados que veremos en este punto no tendrán el mismo impacto que cuando se hace uso de los equipos Oculus Quest, puesto que esto no tiene lugar de comparación con respecto a la visualización, por lo que se tiene un alto grado de diferencia al comparar una imagen con una visualización en 3D, por lo tanto a continuación veremos de manera relevante los resultados obtenidos y posterior a esto se tiene un análisis con respecto a encuestas realizadas a una pequeña muestra de ciudadanos que forman parte de los usuarios de la movilidad para así obtener información del nivel de aceptación que tiene el proyecto.

5.1 Sistema de Realidad Virtual

Como resultado general se tiene un sistema de realidad virtual, en el cuál se vive la experiencia de un accidente de tránsito ocasionado por el exceso de velocidad, por lo que este sistema busca que la ciudadanía tome conciencia de sus acciones al estar al volante, esto se hace a través del juego serio creado, mismo que por medio de la interacción del usuario con el escenario de velocidad, se influenciará en la toma de sus decisiones, con este desarrollo se obtiene en la totalidad el cumplimiento del objetivo general.



Figura 5.1: Personaje de Robot en el Sistema de Realidad Virtual en la primera fase

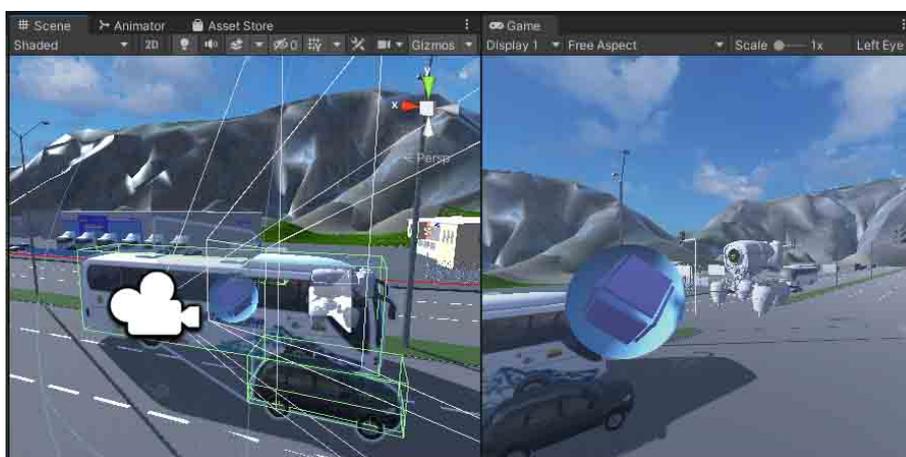


Figura 5.2: Personaje de Robot en el Sistema de Realidad Virtual en la fase dos



Figura 5.3: Personaje de Robot en el Sistema de Realidad Virtual en la fase tres

A continuación se explicará todos los resultados obtenidos.

5.1.1 Fase 1

Ambiente Virtual

Se tiene un escenario creado en un ambiente virtual el mismo que se basa en un juego serio, además de que geográficamente es una parte de la Avenida de las Américas, que va desde la entrada de Quinta Chica hasta el sector del Hospital del Río, de esta manera cumpliendo parcialmente el primer objetivo específico; seguidamente se verán algunos de los resultados obtenidos con respecto a este punto.



Figura 5.4: Ambiente Virtual del Escenario de Alta Velocidad



Figura 5.5: Ambiente Virtual del Escenario de Alta Velocidad

Accidente de tránsito

Se recreo un accidente de tránsito, el mismo que ha sido ocasionado por ir a exceso de velocidad, en donde se presencia de manera virtual el atropello de un can y posteriormente el impacto de otro vehículo contra una persona de la tercera edad, además de una adolescente y un niño, todo esto se ilustra por medio de una animación recreada en Unity desde una perspectiva en 3D.

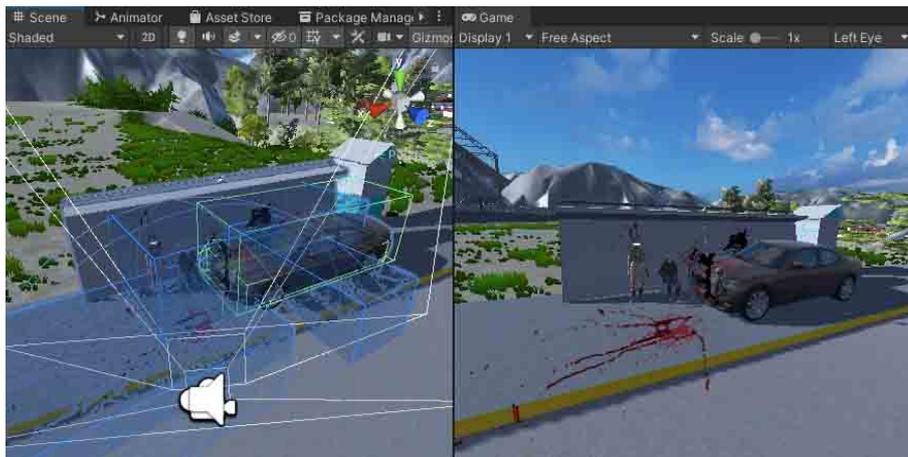


Figura 5.6: Choque de vehículo con parada de bus en el Escenario de Alta Velocidad.

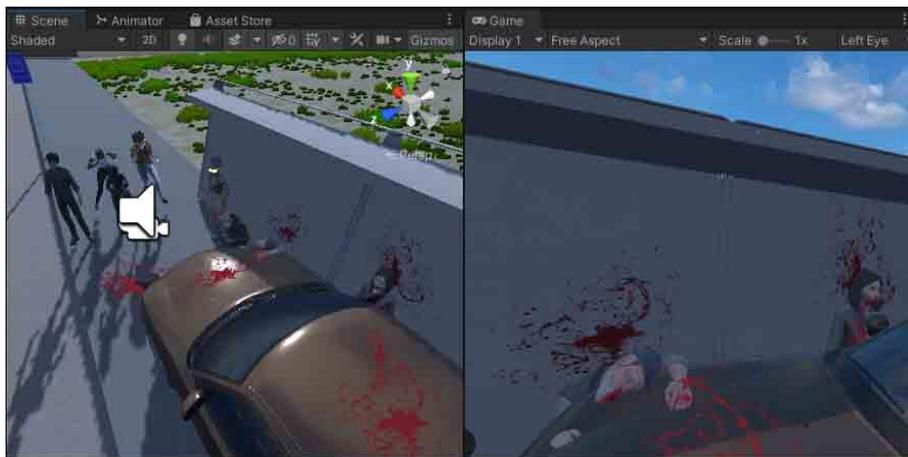


Figura 5.7: Choque de vehículo con parada de bus en el Escenario de Alta Velocidad.

Previo al accidente se presenta al usuario una animación introductoria, en la cuál se da a entender al usuario de que una persona se queda dormida, brindando así una razón inicial al

exceso de velocidad.



Figura 5.8: Personaje se queda dormido en la Escena Introdutoria.

De esta manera se a cumplido en su totalidad la resolución tanto de nuestro objetivo específico uno y tres.

Revisar todas las capturas hechas con respecto al accidente de tránsito están en el Anexo H.

5.1.2 Fase 2

Aquí se presenta la animación misma a la que se le a integrado un formulario, con preguntas relacionadas a las infracciones presentadas en la animación, de esta manera se cumple parcialmente el segundo objetivo específico.



Figura 5.9: Licencia y formulario presentados en la segunda fase.

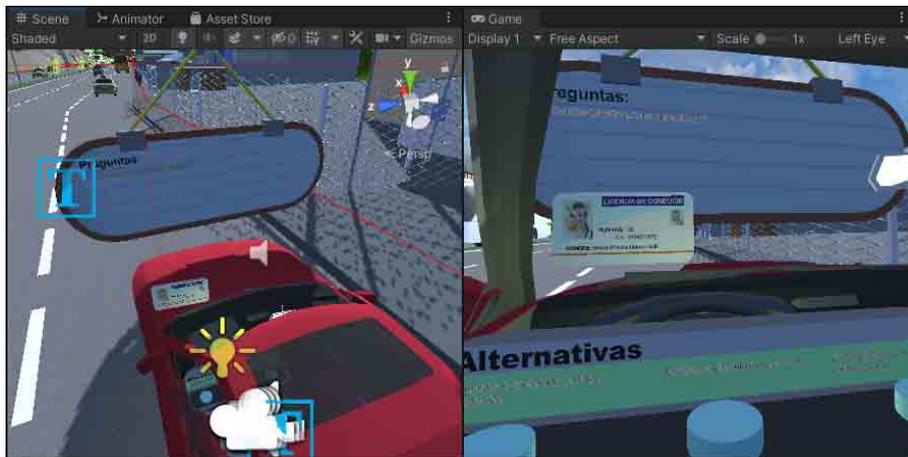


Figura 5.10: Formulario de primera pregunta presentada en la segunda fase.



Figura 5.11: Formulario de segunda pregunta presentada en la segunda fase.



Figura 5.12: Formulario de tercera pregunta presentada en la segunda fase.



Figura 5.13: Retroalimentación presentada una vez finalizado las cinco preguntas de la segunda fase.

Además se refuerza las respuestas que se respondan de manera errónea o correcta con personajes de la liga de la movilidad, dependiendo del la acertación de la respuesta se mostrará a héroes o villanos.



Figura 5.14: Personajes que refuerzan el haber acertado una respuesta(Héroes)

Los demás personajes se pueden ver en el Anexo G.

5.1.3 Fase 3

Toma de decisiones de los usuarios

En esta fase se obtiene como resultado el suceso del accidente o por el contrario el usuario ganara el juego, todo eso se da gracias a la toma de decisiones del usuario, que serán persuadidas por las dos primeras fases presentadas, de esta manera se a cumplido por completo con el cuarto objetivo especifico.

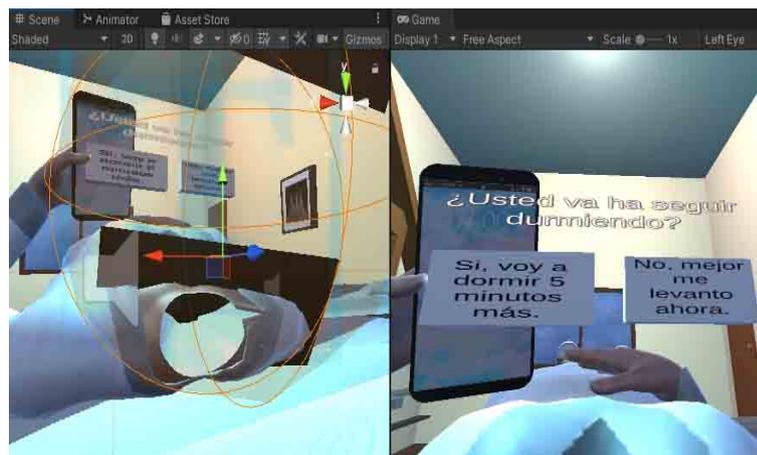


Figura 5.15: Toma de decisiones, tercera fase.



Figura 5.16: Usuario maneja libremente el vehículo en el Escenario de Alta Velocidad.

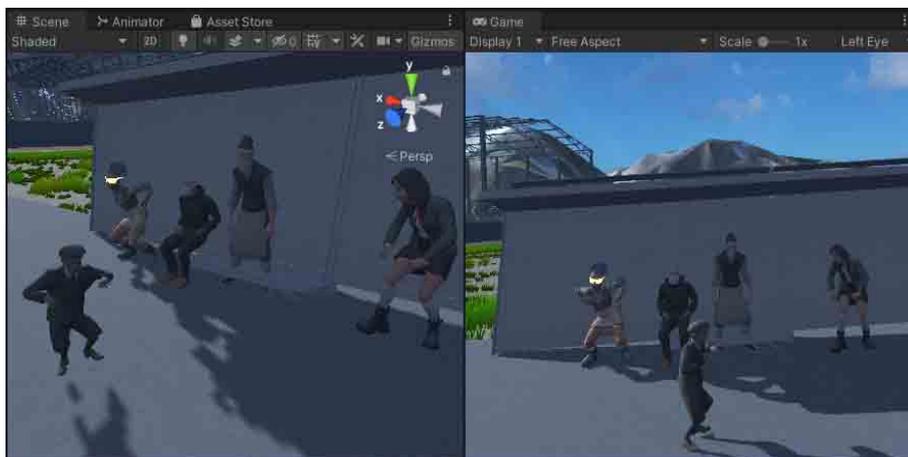


Figura 5.17: Personajes bailando cuando en esta tercera fase se gana.

5.2 Información en la Nube

Ha este sistema únicamente tendrán acceso los funcionarios de la EMOV EP, por que en la página web se podrá actualizar las preguntas de los formularios que se presentan en el juego, además de generar reporte y ver registros, de esta manera se cumplirá por completo con el segundo objetivo específico.

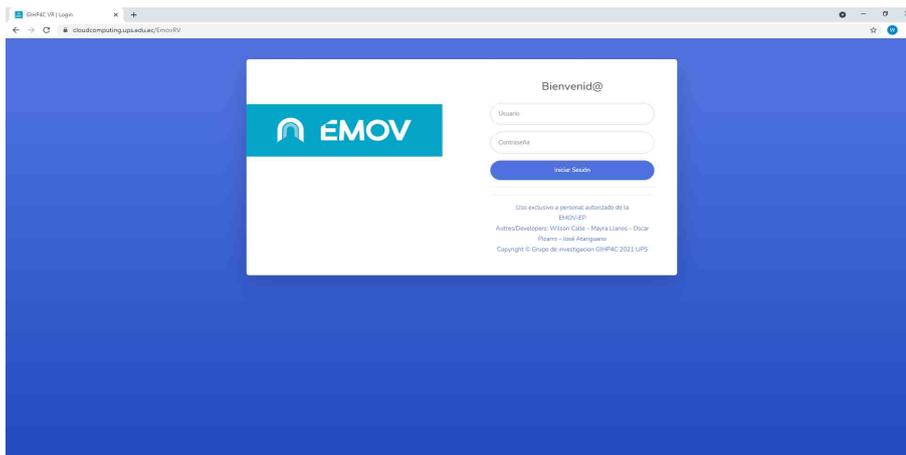


Figura 5.18: Logging.

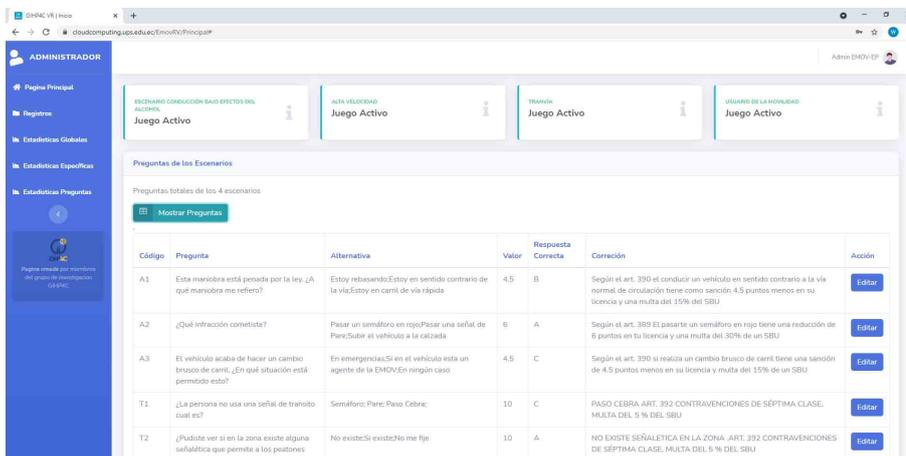


Figura 5.19: Página web inicio.

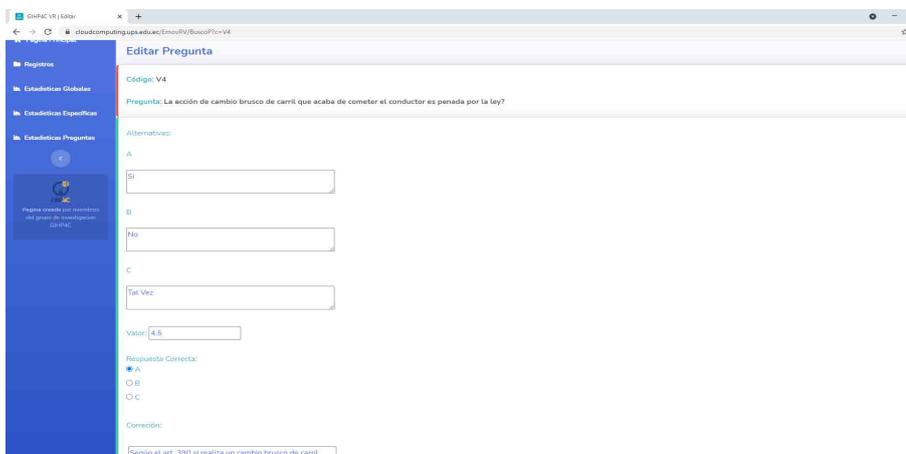


Figura 5.20: Página web donde se pueden editar las preguntas del sistema de realidad virtual.

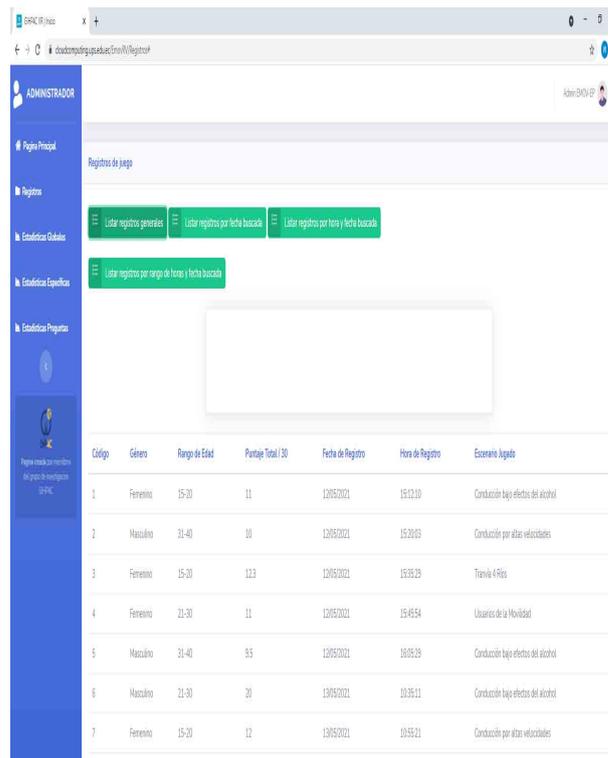


Figura 5.21: Página web con datos completos referente a los registros del sistema de realidad virtual.

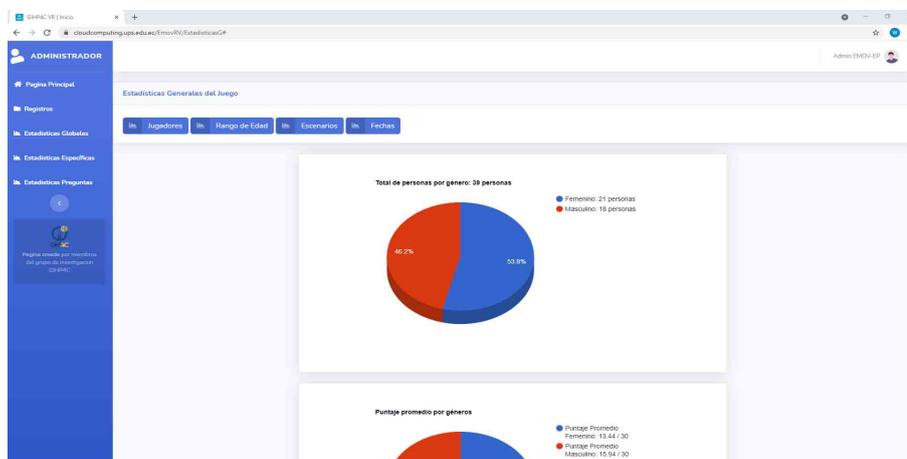


Figura 5.22: Página web con estadísticas generales de los resultados obtenidos del juego.

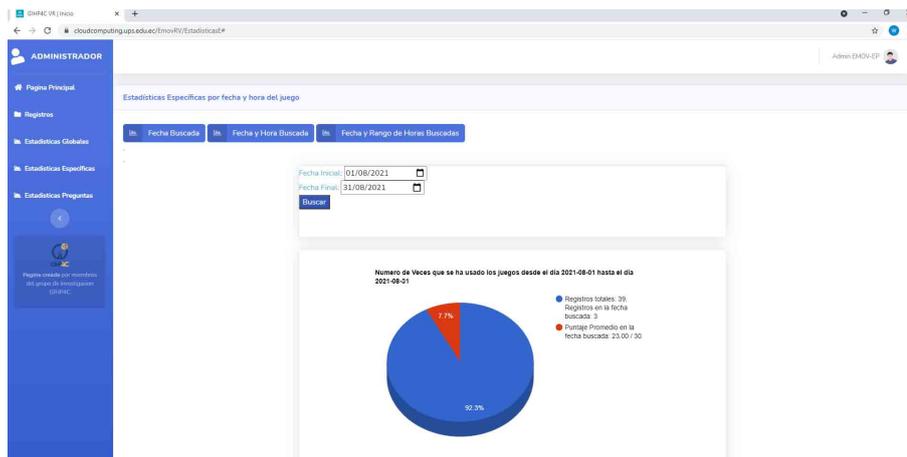


Figura 5.23: Página web con estadísticas específicas de los resultados obtenidos del juego.

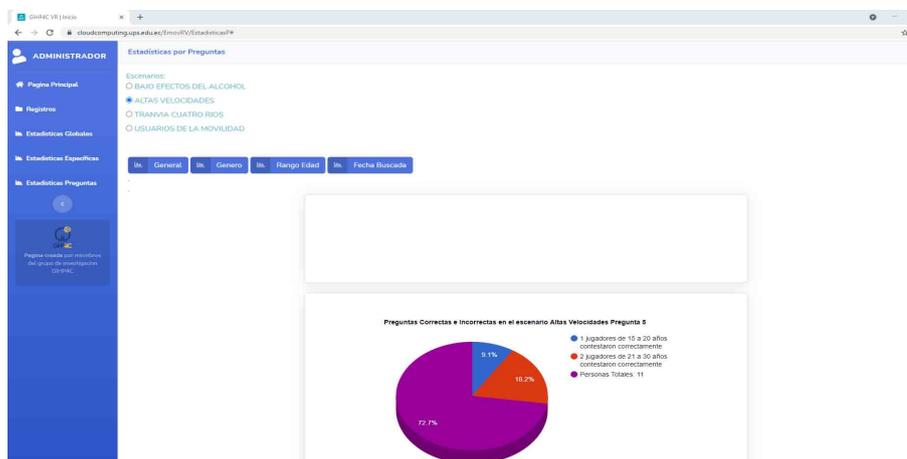


Figura 5.24: Página web con estadísticas de cada pregunta de los resultados obtenidos del juego.

5.3 Pruebas de aceptación y funcionamiento

En esta parte se realizaron pruebas, en varios usuarios, que fueron tomados en alguna socializaciones que daba la EMOV EP a la ciudadanía, llamadas "PARKING DAYS" que se dieron en diferentes partes de la ciudad, obteniendo en total 30 participantes, de esta manera se cumplió con el objetivo específico cinco. Todas las fotos tomadas en reuniones y parking days se encuentran en el anexo I.

Encuestas

Estas encuestas nos ayudarán a obtener el margen de aceptación que se tiene del proyecto, por lo que a continuación se explica todo a detalle del como se obtuvo esta información.

Población y Muestra: Como se sabe en esta parte se debe delimitar la población y muestra, según las características del lugar y tiempo, por lo que para la muestra se tomó un total de 30 personas que forman parte de los usuarios de la movilidad, esta muestra fue seleccionada en “Parking Days” (socialización de campañas en diferentes partes de la ciudad de Cuenca) realizadas por la EMOV EP, puesto que todo esto se realiza para obtener información con respecto a la aceptación que tendría este proyecto.

Análisis de resultados: Para analizar los resultados se procedió a la tabulación de las encuestas (formato de la encuesta se encuentra en el Anexo “A”) que fueron aplicadas a la muestra antes especificada, de tal manera que se busca conocer la aceptación o desaprobación de la población con respecto al proyecto, por ello a continuación se realiza el siguiente análisis.

Interpretación de los resultados: Luego de la tabulación se empieza a interpretar cada uno de los resultados obtenidos de las encuestas, para posteriormente poder llegar a una conclusión con respecto a la aceptación de la ciudadanía en relación al proyecto, a continuación se detallara todos los resultados obtenidos:

- **Pregunta 1. ¿En qué rango de edad se encuentra usted?:**

10-20	21-30	31-40	Más de 40
26.7%	30%	26.7%	16.7%

Tabla 5.1: Resultados obtenidos de la pregunta 1 de la encuesta.

Interpretación:

El 26.7% de las personas encuestadas tienen entre 10 y 20 años, el 30 % tiene de 21 a 30

años, el 26.7% tiene de 31 a 40 años y el 16.7% tiene más de 40 años.

¿En qué rango de edad se encuentra usted?

30 respuestas

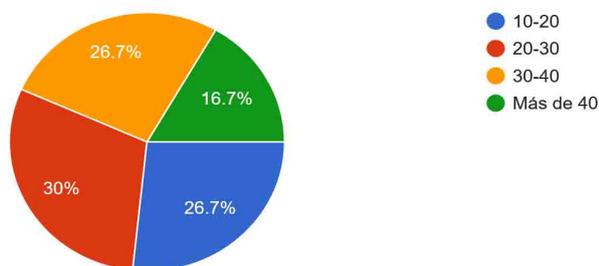


Figura 5.25: Representación porcentual de la pregunta 1

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

Alternativas	Respuesta	Porcentaje
1	0	0%
2	0	0%
3	30	100%

Tabla 5.2: Resultados obtenidos de la pregunta 2 de la encuesta.

Interpretación:

El 100% de la muestra entendió la temática presentada en el escenario.

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

30 respuestas

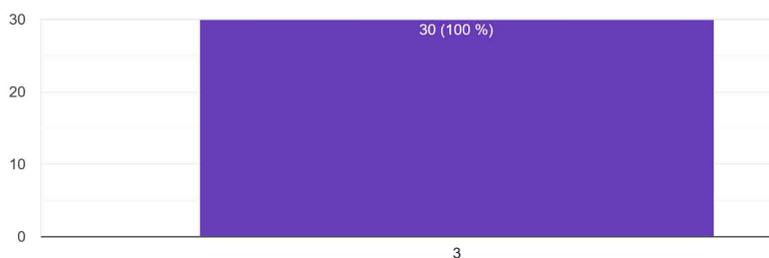


Figura 5.26: Representación porcentual pregunta 2

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

Alternativas	Respuesta	Porcentaje
Excelente	25	83.3%
Muy Buena	4	13.3%
Buena	1	3.3%
Mala	0	0%
Muy Mala	0	0%

Tabla 5.3: Resultados obtenidos de la pregunta 3 de la encuesta.

Interpretación:

Del 100% de los encuestados, un 83.3% indican que les pareció excelente la experiencia de realidad virtual, un 13.3% indicaron que les pareció muy buena y al 3.3% les pareció buena.

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

30 respuestas

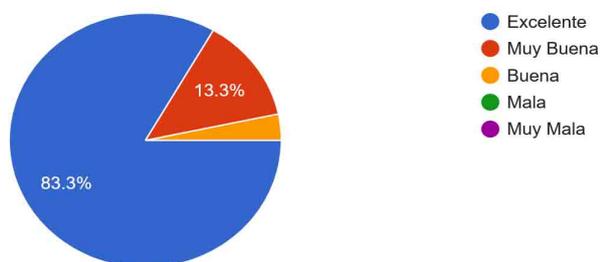


Figura 5.27: Representación porcentual pregunta 3

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

Alternativas	Respuesta	Porcentaje
Si	29	96.7%
No	1	3.3%

Tabla 5.4: Resultados obtenidos de la pregunta 4 de la encuesta.

Interpretación:

Del 100% de la muestra, el 96.7% logró identificar el sector de la ciudad de Cuenca en el que se encontraba, indicando que era el sector del Hospital del Río, mientras que el 3.3% que representa a 1 persona no logró identificar el sector en donde se encontraba.

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

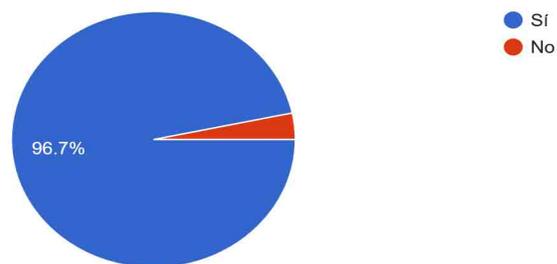


Figura 5.28: Representación porcentual pregunta 4

- **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?**

Alternativas	Respuesta	Porcentaje
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	2	6.7%
5	28	93.3%

Tabla 5.5: Resultados obtenidos de la pregunta 5 de la encuesta.

Interpretación:

Del 100% de la muestra el 6.7% calificó como buena a la experiencia de jugar y aprender por medios virtuales y el 93.3% la calificó como Muy Buena.

¿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

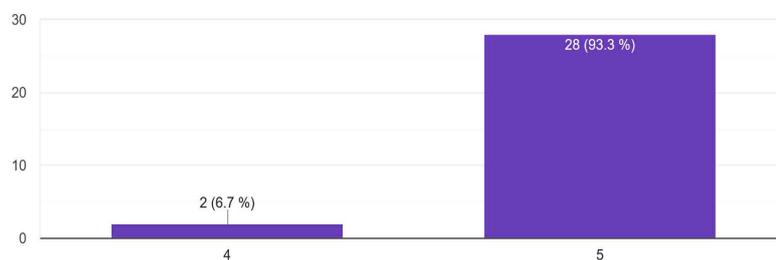


Figura 5.29: Representación porcentual pregunta 5

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

Alternativas	Respuesta	Porcentaje
Si	30	100%
No	0	0%

Tabla 5.6: Resultados obtenidos de la pregunta 6 de la encuesta.

Interpretación:

El 100% de los encuestados indicaron que los juegos de realidad virtual son una muy buena opción de aprendizaje.

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

30 respuestas

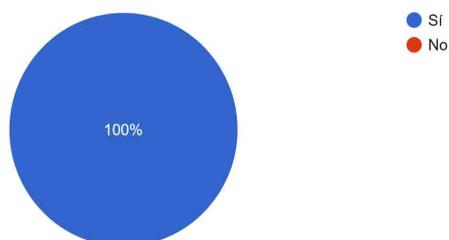


Figura 5.30: Representación porcentual pregunta 6

- **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)**

Alternativas	Respuesta	Porcentaje
1	0	0%
2	0	0%
3	1	3.3%
4	10	33.3%
5	19	63.3%

Tabla 5.7: Resultados obtenidos de la pregunta 7 de la encuesta.

Interpretación:

Del 100% de la muestra, el 3.3% indicaron que no es muy fácil utilizar el equipo Oculus de Realidad Virtual, mientras que el 33.3% indicaron que es fácil y el 63.3% indicaron que es muy fácil.

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)
30 respuestas

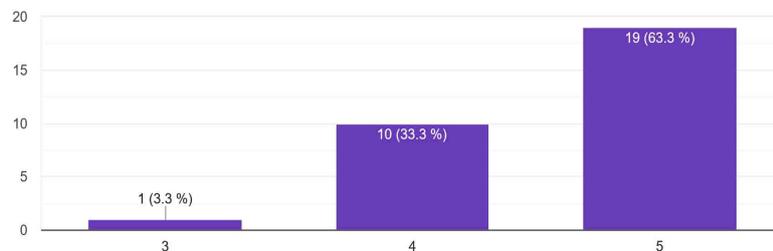


Figura 5.31: Representación porcentual pregunta 7

Dentro de las encuestas se integró la siguiente pregunta la cual es de carácter valorativo con el fin de realizar correcciones pertinentes ante inconvenientes que los usuarios hayan encontrado durante el uso del equipo, las respuestas fueron en su totalidad sat-

isfactorias, por esta razón se a tomado en consideración las respuestas a las preguntas presentadas anteriormente con el fin de realizar las correcciones o mejoras al sistema.

- **Pregunta 10. ¿Tiene alguna observación sobre cómo podría mejorar los proyectos de realidad virtual?**

Capítulo VI

CRONOGRAMA

- **Actividades desarrolladas.**

OBJETIVO 1: Construir un ambiente virtual para el desarrollo de un juego basado en el escenario de alta velocidad.

Actividades:

1. Modelar un vehículo referente al medio de conducción en el escenario.
2. Integrar el vehículo dentro del escenario del sector Hospital del Río.
3. Desarrollar movimiento con realidad virtual desde el interior del vehículo por el escenario sector Hospital del Río con límites establecidos.
4. Generar Colisiones entre objetos
5. Aplicar física a elementos del escenario
6. Desarrollar ambientación con la perspectiva de adrenalina en el Avatar.
7. Desarrollar movimientos para manejo de alta velocidad

OBJETIVO 2: Implementar un sistema de información en la nube para la gestión relacionada al juego.

Actividades:

1. Definir banco de preguntas a implementar.
2. Diseñar e implementar una Base de Datos en MySQL para registro de usuario, manejo de cuestionarios y control de puntajes.
3. Desarrollar un sistema enfocado a un CRUD de Evaluadores y Usuarios.
4. Desplegar un servicio en la nube para acceso a la Base de Datos con alta disponibilidad al mismo.
5. Integrar el servicio en la nube con el sistema desarrollado.
6. Implementar modo Offline al sistema, permitiendo trabajar sin conexión a internet.

OBJETIVO 3: Desarrollar las animaciones de accidentes para el escenario de alta velocidad.

Actividades:

1. Desarrollar un tráiler animado en 3D representado un accidente de tránsito desde la perspectiva del conductor.
2. Desarrollar un tráiler animado en 3D representado un final alternativo a la actividad 3.1 donde no se produce el accidente de tránsito.
3. Desarrollar un tráiler animado en 3D representando el punto de partida del juego serio, introduciendo al usuario en la temática de conducción a alta velocidad titulado “Simulación Tutorial”.
4. Desarrollar un tráiler en 3D que cuente y simule desde el punto de partida, una historia con final trágico causado por la conducción a alta velocidad titulado “Simulación Trágica”.
5. Desarrollar un tráiler animado en 3D que cuente y simule desde el punto de partida la historia anterior con un final grato tras el cumplimiento de las leyes de tránsito titulado “Simulación Satisfactoria”.

OBJETIVO 4: Integrar en el escenario virtual de conducción de alta velocidad la simulación de accidentes con base a la toma de decisiones de los jugadores.

Actividades:

1. Unir el sistema de información desplegado en la nube con el juego de realidad virtual.
2. Implementar la Simulación Trágica dentro del sistema de realidad virtual.
3. Desarrollar ventanas emergentes con preguntas obtenidas del sistema de información desplegado en la nube, mismas que serán incluidas dentro de la Simulación Trágica, las cuales van a presentarse tras suceder una acción dentro de esta simulación.
4. Desarrollar control de puntajes tras responder mal las preguntas expuestas en las ventanas emergentes, integrado con el sistema de información en la nube.
5. Diseñar e Implementar animaciones y ambientaciones tanto visuales como auditivas dentro del sistema de realidad virtual.
6. Implementar Simulación Tutorial en el sistema de realidad virtual.
7. Implementar el juego serio junto a las simulaciones dentro del escenario de realidad virtual.
8. Implementar Simulación Accidente con base a la toma de decisiones del usuario dentro del ambiente de juegos serios.
9. Implementar Simulación sin Accidente con base a la toma de decisiones del usuario dentro del ambiente de juegos serios.
10. Agregar contenido multimedia para concientización final dentro del sistema de realidad virtual.
11. Desarrollar un menú interactivo que permita la navegación entre cada fase perteneciente a este proyecto dentro del sistema de realidad virtual.

12. Despliegue del sistema dentro de un Oculus Quest.

OBJETIVO 5: Realizar pruebas de aceptación y funcionamiento del sistema de realidad virtual.

Actividades:

1. Desarrollar cuestionarios referentes a esta nueva tendencia de educación vial con el fin de medir la aceptación de la misma entre las personas.
2. Desarrollar cuestionarios enfocados a la educación vial y a la sensación tras utilizar este sistema, con el fin de medir el impacto generado en las personas.
3. Realizar una evaluación teórica y práctica a una población destinada por la EMOV EP, antes de utilizar el sistema y llevar el registro.
4. Realizar una evaluación teórica y práctica a una población destinada por la EMOV EP, después de utilizar el sistema y llevar el registro.
5. Generar un cuadro comparativo e histograma demostrando la evolución de los voluntarios sin haber utilizado el sistema, versus, el después de haberlo utilizado.
6. Medir reacciones, emociones y sensaciones de las personas tras haber utilizado este sistema de realidad virtual, con el fin de corregir disgustos y buscar mejoras.

• **Cronograma de actividades**

Objetivo	Actividad	Duración	Fecha Inicio	Fecha Fin
Objetivo 1	Actividad 1	26 días	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	7	12/09/2020	22/08/2020
	Actividad 1.7	9	26/09/2020	31/09/2020
Objetivo 2	Actividad 2	26 días	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	22/01/2020
	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	Actividad 3	26 días	01/02/2021	18/03/2021
	Actividad 3.1	3	01/02/2021	03/02/2021
	Actividad 3.2	3	18/02/2021	21/02/2021
	Actividad 3.3	3	25/02/2021	28/02/2021
	Actividad 3.4	9	01/03/2021	09/03/2021
	Actividad 3.5	8	10/03/2021	18/03/2021
Objetivo 4	Actividad 4	52 días	25/03/2021	31/05/2021
	Actividad 4.1	5	25/03/2021	29/03/2021
	Actividad 4.2	3	01/04/2021	03/04/2021
	Actividad 4.3	6	05/04/2021	10/04/2021
	Actividad 4.4	3	12/04/2021	14/04/2021
	Actividad 4.5	8	15/04/2021	26/04/2021
	Actividad 4.6	2	03/05/2021	04/05/2021
	Actividad 4.7	6	05/05/2021	11/05/2021
	Actividad 4.8	8	12/05/2021	24/05/2021
	Actividad 4.9	3	17/05/2021	23/05/2021
	Actividad 4.10	3	24/05/2021	26/05/2021
	Actividad 4.11	2	27/05/2021	28/05/2021
	Actividad 4.12	3	29/05/2021	31/05/2021
Objetivo 5	Actividad 5	24 días	02/06/2021	30/07/2021
	Actividad 5.1	3	02/06/2021	04/06/2021
	Actividad 5.2	3	06/06/2021	08/06/2021
	Actividad 5.3	4	10/06/2021	13/06/2021
	Actividad 5.4	4	14/06/2021	17/06/2021
	Actividad 5.5	4	19/06/2021	23/06/2021
	Actividad 5.6	6	24/06/2021	30/07/2021
TOTAL	450 horas	154 días	31/07/2020	30/07/2021

Tabla 6.1: Cronograma de Actividades por Objetivos

Capítulo VII

PRESUPUESTO

En el presupuesto se estableció el costo de mano de obra en un valor estimado de \$2 por hora, teniendo como referencia un trabajo de 5 días a la semana y un horario de 8 horas por día, se llegó a un total de 450 horas de trabajo y un valor de mano de obra de \$900, por lo que a continuación se definió el siguiente presupuesto.

DENOMINACIÓN	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Ordenador de alta gama con las mejores especificaciones técnicas	1	1400	1400
Tarjeta de video NVidia GTX	1	400	400
Oculus Quest	1	400	400
Material Bibliográfico y Fotocopias	1	30	30
Programadores	1	900	900
Varios e Imprevistos	1	50	50
TOTAL	6	3180	3180

Tabla 7.1: Tabla de referencia para presupuesto

Capítulo VIII

CONCLUSIONES

Los juegos serios brindan entrenamiento y capacitación además de instruir e informar conocimientos en áreas específicas como es en este caso la educación vial, puesto que estas tienen propósitos educativos.

Este Juego Serio fue creado gracias al uso de aplicaciones como Unity, Sketchup, Blender, entre otros sitios web que nos facilitaron el trabajo de los objetos o personajes requeridos.

En este proyecto fue importante el uso de nuevas tecnologías como es en este caso la aplicación de la Realidad Virtual, la cual permiten innovar en la educación cuenca con respecto a las leyes y normas de tránsito, puesto que en la actualidad hay una gran cantidad de ciudadanos que hacen caso omiso a estas, por lo que se producen una gran cantidad de accidentes de tránsito.

El juego se divide en tres fases esenciales: primera fase(vivir la experiencia) en donde se presenta únicamente la animación del accidente, luego esta la segunda fase (aprendizaje) que presenta la misma animación de la primera fase pero con un formulario dependiendo de la infracción que se presente y por último la tercera fase (juego serio) en donde el usuario podrá jugar libremente, según su toma de decisiones.

Gracias a las fases uno, dos y a las animaciones creadas se intenta jugar con los sentimientos de los usuarios, para de esta manera influenciar al usuario en su toma de decisiones que se realizan en la fase 3, para que así, pueda llegar a concluir de la mejor manera que en este caso la mejor manera es no causar ningún accidente.

El proyecto creado tiene como fin que la ciudadanía cuencana, que en su totalidad son usuarios de la movilidad, se les apoye en una mejor toma de decisiones al momento de que los conductores están al volante, para evitar de cierta manera que los mismos manejen a altas velocidades, sin precautelar su seguridad ni la de los demás.

En conclusión este sistema de realidad virtual fue creado con el fin de capacitar y concientizar a los conductores y peatones de la ciudad de Cuenca, por medio del desarrollo de un juego serio basado en un escenario de alta velocidad, para el cual se realizó pruebas de aceptación y funcionamiento en la ciudadanía, permitiendo de esta manera medir el nivel de aprendizaje y aceptación con respecto al proyecto, dándonos como resultado lo siguiente: por un lado nos basamos en la pregunta 5 de la encuesta, en donde el 93.3% de los encuestados declaran que la experiencia de jugar y aprender por medios virtuales es muy buena dándonos como resultado la opción más alta de aceptación y por otro lado en la pregunta 6 los encuestados declararon en su totalidad (100%) que los juegos de realidad virtual son una buena opción para aprender sobre educación vial, de esta manera se puede concluir que este proyecto funciona, pues definitivamente cumplió con el objetivo planteado.

Capítulo IX

RECOMENDACIONES

Para poder realizar un nuevo escenario desde cero, es recomendable revisar primero a fondo los sitios en donde se pueden descargar infraestructura ya creadas, por recomiendo el sitio de "Sketchfab" que es un muy buen sitio para descargar infraestructuras con animaciones o sin animaciones, de manera gratuita o de pago, dependiendo del objeto que se quiera descargar.

La primera recomendación también se puede aplicar a este punto, por que para las animaciones también existe esta posibilidad, puesto que hay personajes que ya vienen por defecto con animaciones precreadas por otros usuarios, por lo que hay que buscar lo mejor posible en todos los sitios habidos y por haber, así se ahorraran el tiempo de creación de la animación y creación del personaje.

En caso de no encontrar el personaje u objeto preestablecidos lo que se puede hacer para ahorrar más tiempo es buscar algún objeto que se parezca lo mas posible a lo requerido, de tal manera que únicamente se realicen las modificaciones pertinentes para llegar a los que se quiere.

Otra cosa importante a tomar en cuenta es tener una muy buena comunicación con la empresa beneficiaria, de una manera constante y clara para si se presenta cualquier inconveniente

esta pueda ser resuelta lo mejor y mas pronto posible.

En este proyecto se recomienda que el usuario permanezca sentado al momento de realizar el juego para que su experiencia como conductor se viva de mejor manera y se lo mas vivida posible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade Andrade, E. C. and Velázquez Guerrero, E. J. (2014). La biblioteca de la facultad de ingeniería en la plataforma educativa de la udelar-uruguay: implementando un servicio de formación de usuarios virtual. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 37(2):171–178.

Chipia Lobo, J. F. (2011). Juegos serios: alternativa innovadora.

Dávila Lazo, G. D., Goubert Conto, M., Umpierrez Icaza, M. J., Zambrano Obando, A. C., and Zevallos Durán, M. G. (2015). Aprendamos educación vial. B.S. thesis, Universidad Casa Grande.

de la Salud, O. P. (2013). Los accidentes de tránsito son la primera causa de mortalidad mundial de muerte entre jóvenes de 15 a 29 años, 2013.

Gabriela, M. (2019). El futuro del aprendizaje : ¿ cómo aplica la realidad virtual en la educación.

Gómez García, A. R., Russo Puga, M., Suasnavas Bermúdez, P. R., Celín Ortega, F. A., Chérrez Miño, M. C., and González Jijón, L. A. (2016). Caracterización de la mortalidad por accidentes de tránsito en Ecuador, 2015.

González, L. M., Ruiz, J. R., and Lucas-Alba, A. (2010). Creencias de los conductores españoles sobre la velocidad. *Psicothema*, pages 858–864.

León-Paredes, G. A., Bravo-Quezada, O. G., Sacoto-Cabrera, E. J., Pizarro-Gordillo, O. F., Vintimilla-Tapia, P. E., Bravo-Torres, J. F., and Cabrera-Chica, W. P. (2020). Virtual reality

and data analysis based platform for urban mobility awareness as a tool for road education. In *2020 IEEE ANDESCON*, pages 1–6. IEEE.

Martínez, F. P. et al. (2011). Presente y futuro de la tecnología de la realidad virtual. *Creatividad y sociedad*, 16:1–39.

Montezuma, R. and CEPAL, N. (2014). Ciudad y transporte: la movilidad urbana.

Navarro, C. P. B. (2017). En la frontera del entretenimiento y la educación: Juegos serios. *Revista Cedotic*, 2(2):30–46.

Pacheco Cortés, C. M. (2017). Educación vial en la era digital: cultura vial y educación permanente. *Diálogos sobre educación. Temas actuales en investigación educativa*, 8(15).

Ponce Romero, D. d. C. and Rabada Goyes, E. L. (2019). La inobservancia del deber objetivo de cuidado en los delitos de tránsito y la afectación a terceros. caso n°: 09288-2017-00597. B.S. thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Jurisprudencia Ciencias Sociales y

Ruiz, D. S. and Ramallal, P. M. (2019). Realidad virtual, publicidad y menores de edad: otro reto de la cibernsiedad ante las tecnologías inmersivas. *Icono14*, 17(1):83–110.

Anexos

Anexos A

Modelo Encuesta de Validación

Encuesta sobre Realidad Virtual/Conducción Bajo Efectos del Alcohol

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

- 10-20
- 21-30
- 31-40
- Más de 40

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

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

- Excelente
- Muy Buena
- Buena
- Mala

Muy Mala

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

Si

No

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?**

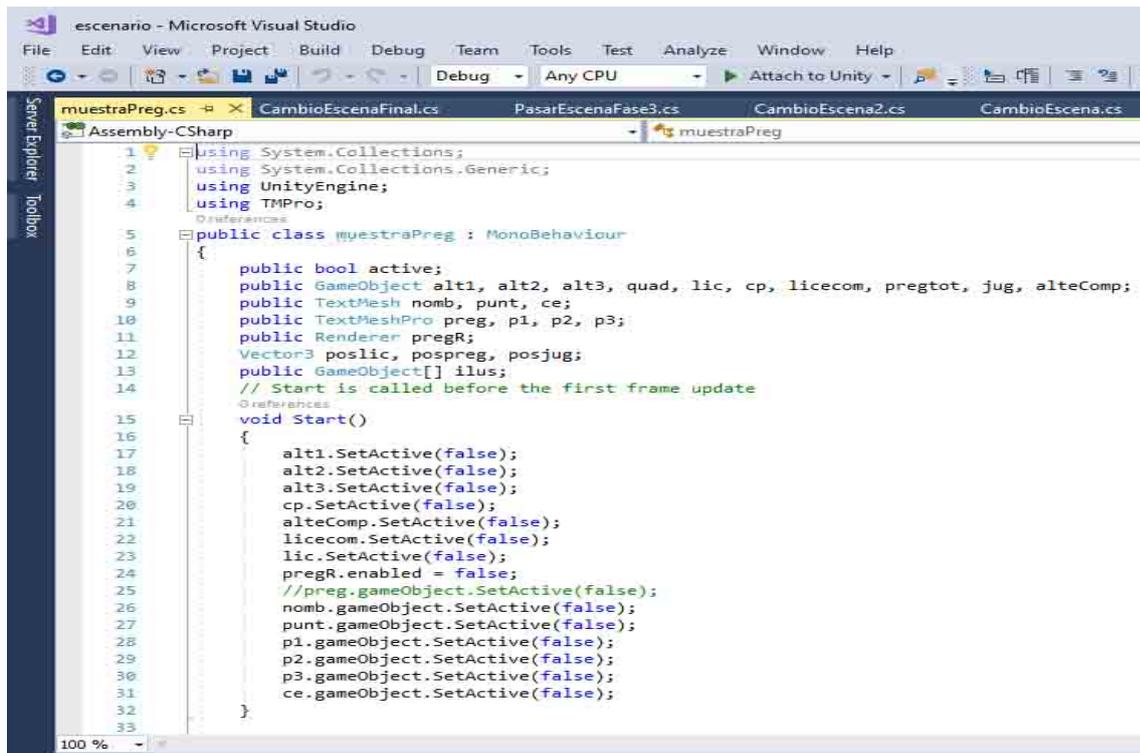
Sí

No

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) ———-**

Anexos B

Códigos Relevantes



```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using TMPro;
5
6 public class muestraPreg : MonoBehaviour
7 {
8     public bool active;
9     public GameObject alt1, alt2, alt3, quad, lic, cp, licecom, pregtot, jug, alteComp;
10    public TextMesh nomb, punt, ce;
11    public TextMeshPro preg, p1, p2, p3;
12    public Renderer pregR;
13    Vector3 poslic, pospreg, posjug;
14    public GameObject[] ilus;
15    // Start is called before the first frame update
16    void Start()
17    {
18        alt1.SetActive(false);
19        alt2.SetActive(false);
20        alt3.SetActive(false);
21        cp.SetActive(false);
22        alteComp.SetActive(false);
23        licecom.SetActive(false);
24        lic.SetActive(false);
25        pregR.enabled = false;
26        //preg.gameObject.SetActive(false);
27        nomb.gameObject.SetActive(false);
28        punt.gameObject.SetActive(false);
29        p1.gameObject.SetActive(false);
30        p2.gameObject.SetActive(false);
31        p3.gameObject.SetActive(false);
32        ce.gameObject.SetActive(false);
33    }
34 }
```

Figura 2.1: Código de Fase 2, saltar preguntas de formulario.

```
32 }
33
34 private void OnTriggerEnter(Collider other)
35 {
36     if (other.CompareTag("Player"))
37     {
38         Debug.Log("Muestro Preguntas");
39         Time.timeScale = 0;
40         alt1.SetActive(true);
41         alt2.SetActive(true);
42         alt3.SetActive(true);
43         alteComp.SetActive(true);
44         cp.SetActive(true);
45         licecom.SetActive(true);
46         lic.SetActive(true);
47         pregR.enabled = true;
48         //preg.gameObject.SetActive(true);
49         nomb.gameObject.SetActive(true);
50         punt.gameObject.SetActive(true);
51         p1.gameObject.SetActive(true);
52         p2.gameObject.SetActive(true);
53         p3.gameObject.SetActive(true);
54         ce.gameObject.SetActive(true);
55         for(int i=0; i < ilus.Length; i++)
56         {
57             ilus[i].SetActive(false);
58         }
59         GameObject.Destroy(quad);
60     }
61 }
62
```

Figura 2.2: Código de Fase 2, uso de triggers.

Anexos C

Desarrollo del Escenario

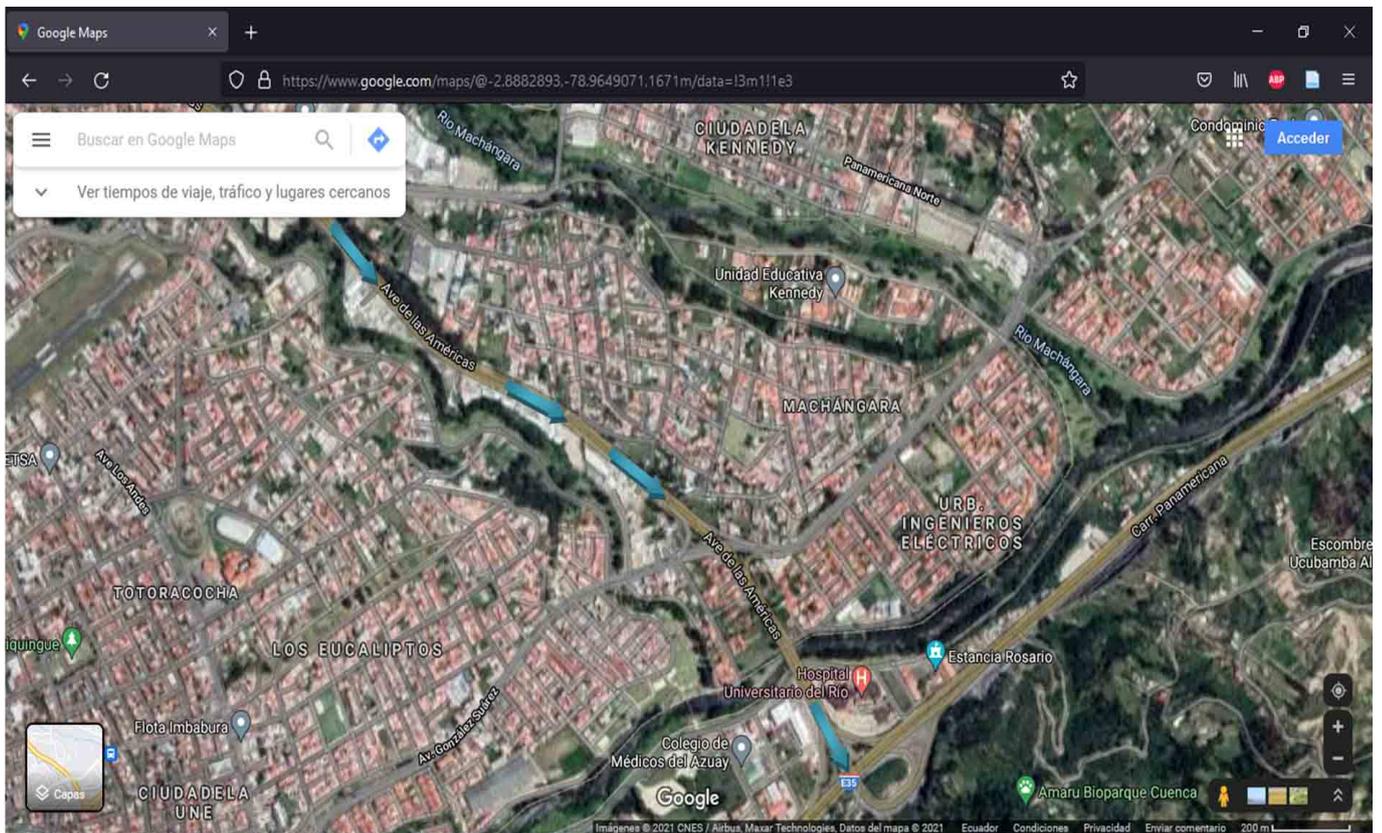


Figura 3.1: Sector seleccionado para Escenario de Alta Velocidad, vista Google Maps



Figura 3.2: Foto tomada en la Avenida de las Américas

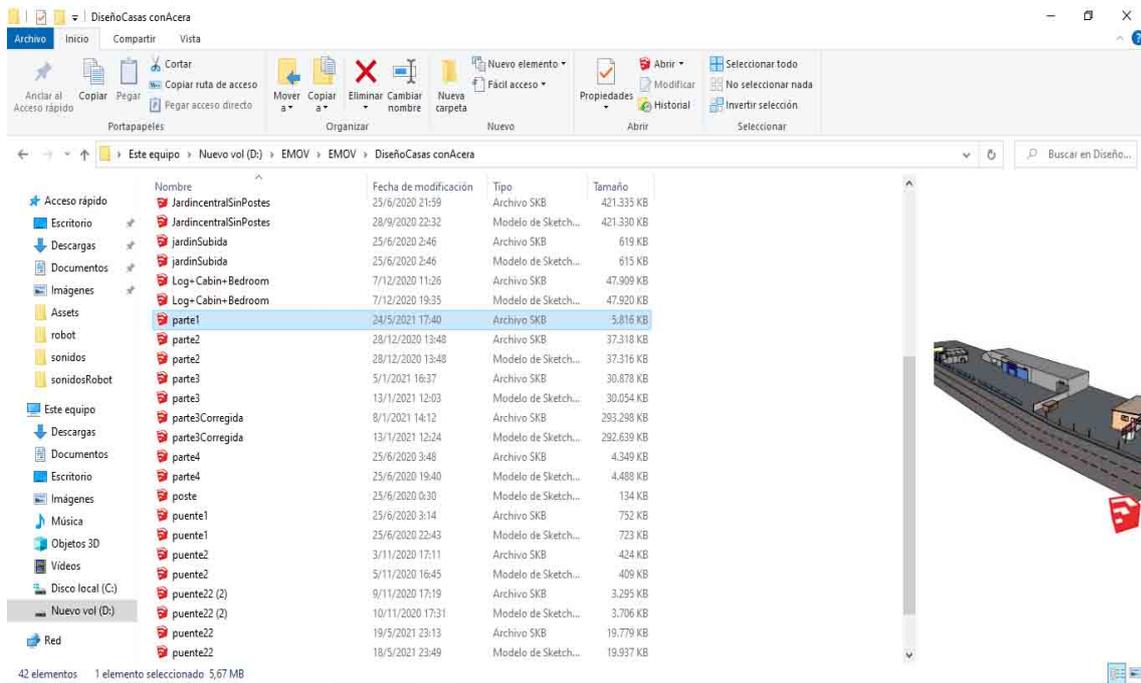


Figura 3.3: Archivos en Sketchup



Figura 3.4: Infraestructura cuadra uno en Google Maps



Figura 3.5: Comparación de infraestructura cuadra uno entre Sketchup y Unity



Figura 3.6: Infraestructura cuadra dos en Google Maps



Figura 3.7: Comparación de infraestructura cuadro dos entre Sketchup y Unity



Figura 3.8: Infraestructura cuadro tres en Google Maps

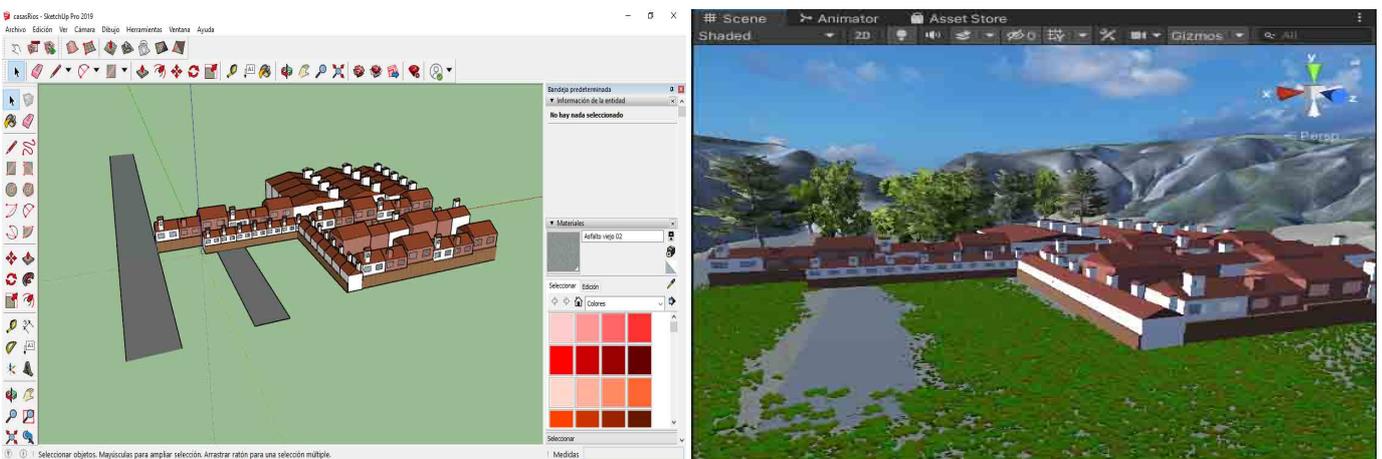


Figura 3.9: Comparación de infraestructura cuadro tres entre Sketchup y Unity



Figura 3.10: Infraestructura cuadra cuatro en Google Maps



Figura 3.11: Comparación de infraestructura cuadra cuatro entre Sketchup y Unity



Figura 3.12: Infraestructura cuadra cinco en Google Maps

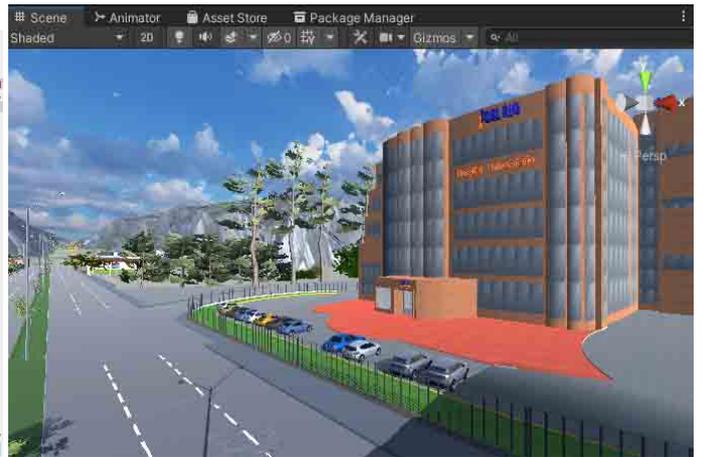
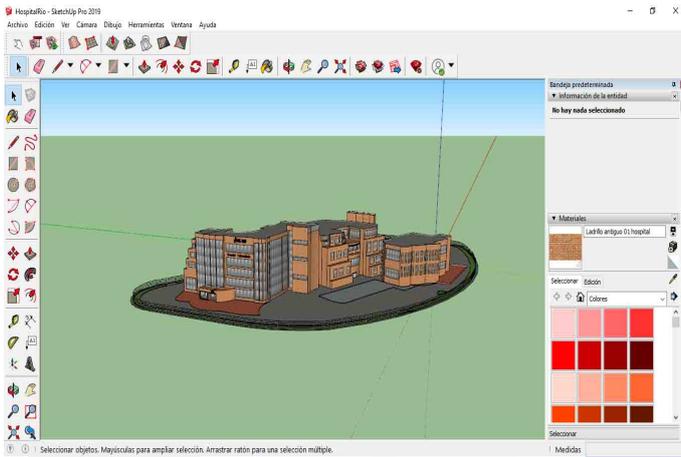


Figura 3.13: Comparación de infraestructura cuadro cinco entre Sketchup y Unity

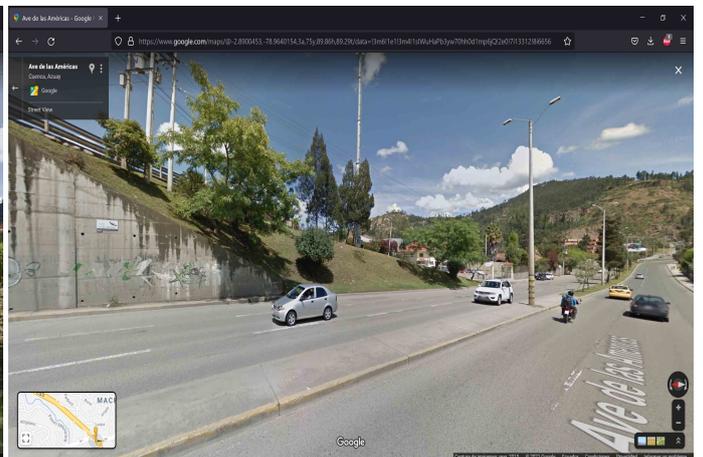


Figura 3.14: Infraestructura cuadro seis en Google Maps

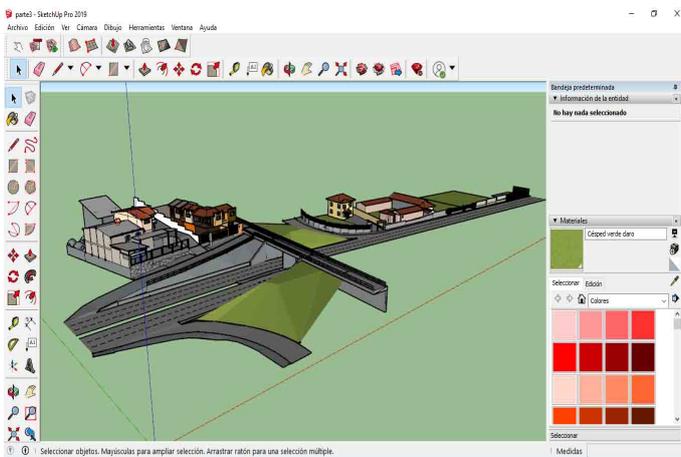


Figura 3.15: Comparación de infraestructura cuadro seis entre Sketchup y Unity



Figura 3.16: Infraestructura cuadra siete en Google Maps

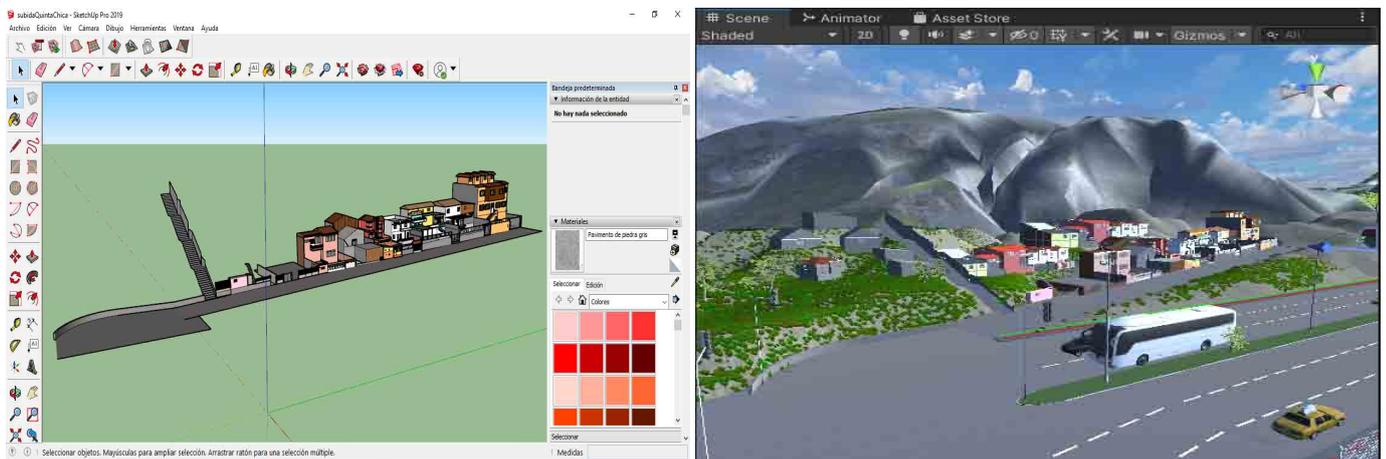


Figura 3.17: Comparación de infraestructura cuadra siete entre Sketchup y Unity



Figura 3.18: Infraestructura cuadra ocho en Google Maps

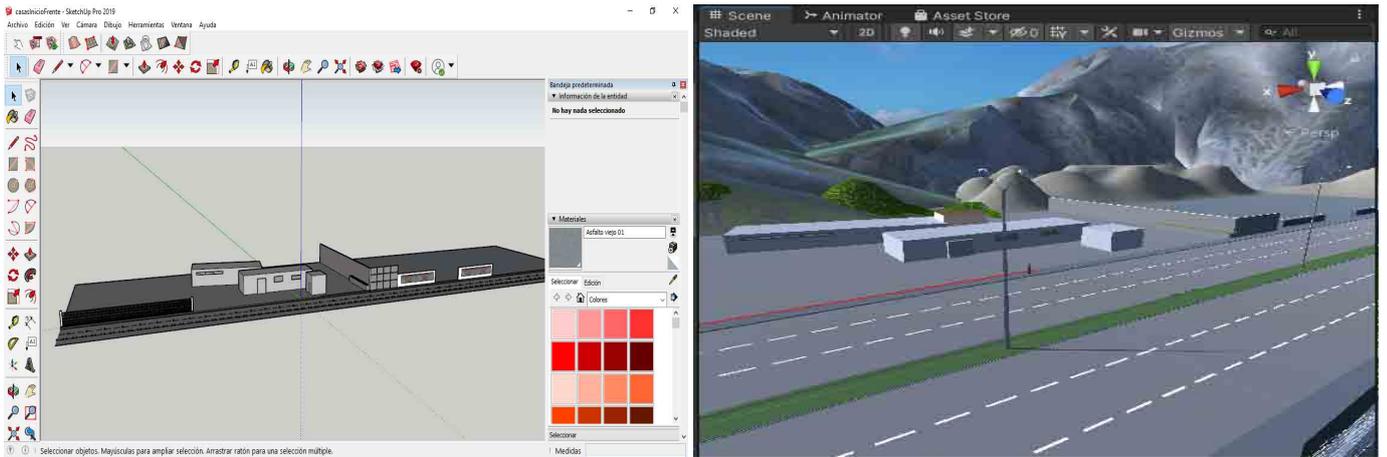


Figura 3.19: Comparación de infraestructura cuadra ocho entre Sketchup y Unity



Figura 3.20: Infraestructura cuadra nueve en Google Maps

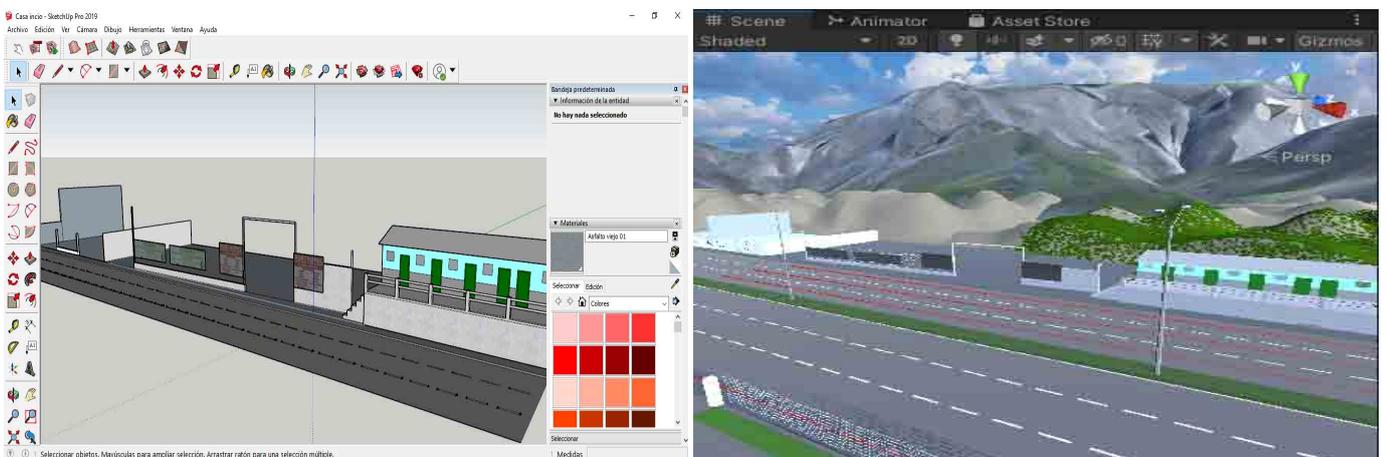


Figura 3.21: Comparación de infraestructura cuadra nueve entre Sketchup y Unity

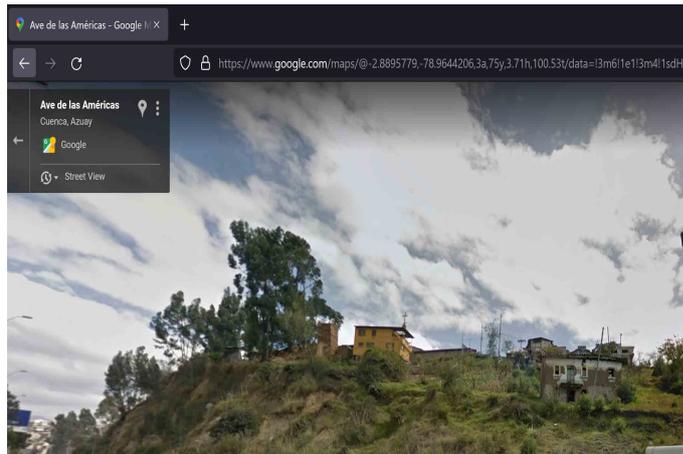


Figura 3.22: Infraestructura casa uno y dos en montaña, Google Maps

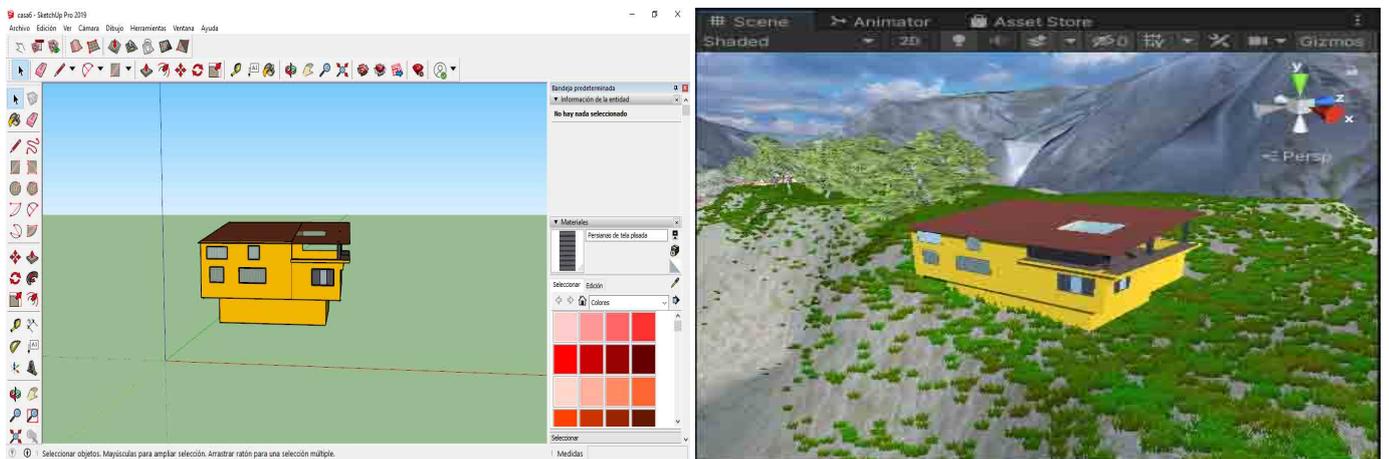


Figura 3.23: Comparación de infraestructura casa uno en la montaña entre Sketchup y Unity

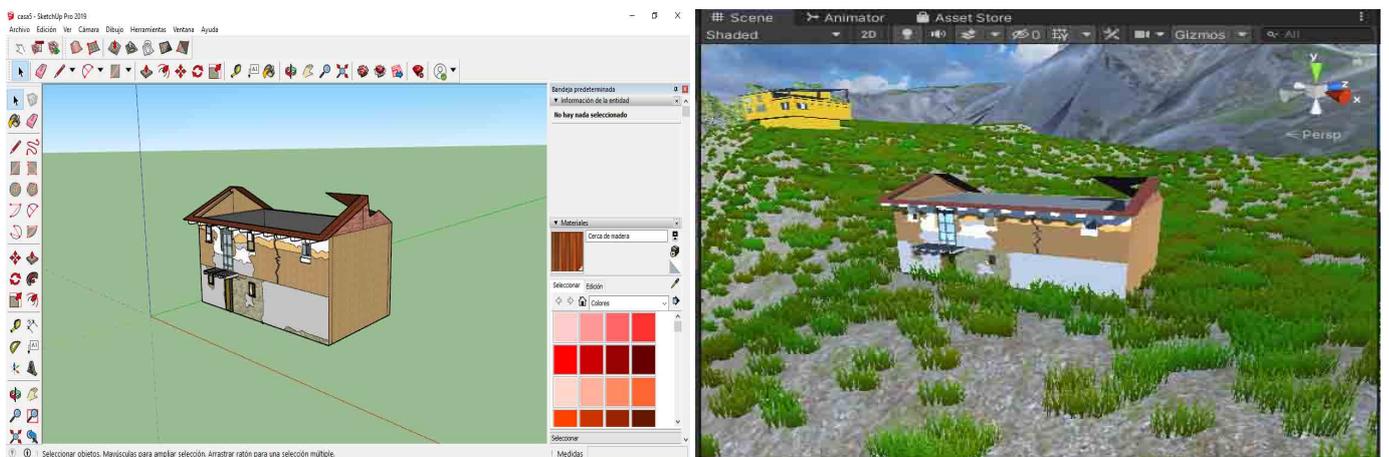


Figura 3.24: Comparación de infraestructura casa dos en la montaña entre Sketchup y Unity



Figura 3.25: Infraestructura casa tres en montaña, Google Maps

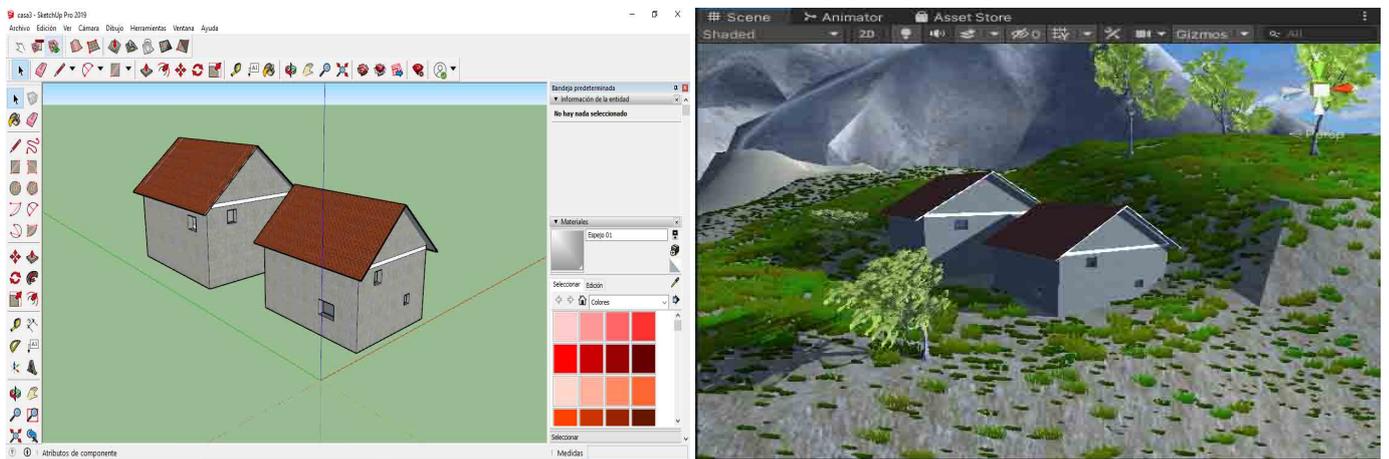


Figura 3.26: Comparación de infraestructura casa tres en la montaña entre Sketchup y Unity

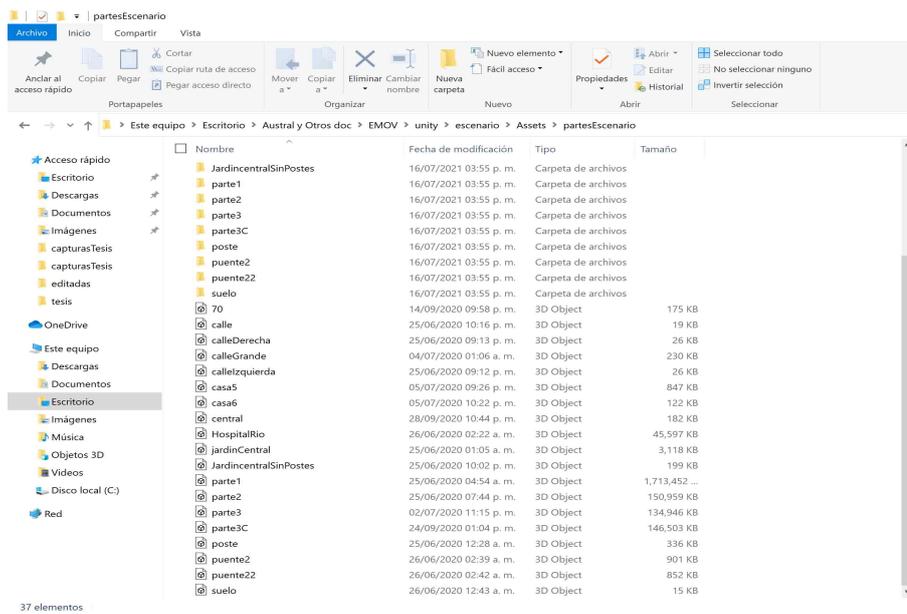


Figura 3.27: Carpeta "Assets" con modelos exportados en Unity

Se a generado un repositorio con más fotografías, objetos y personajes modelados, entre otros, este repositorio puede ser accedido desde el siguiente enlace: https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1pJN7zL1Mz9BcegHLdjm56Ble9njTTc7_

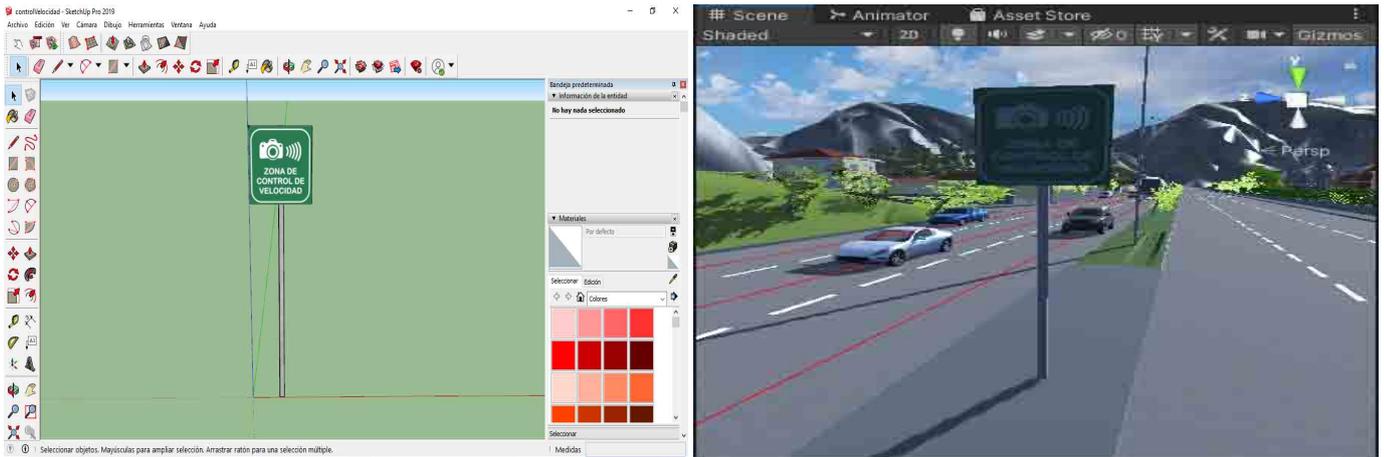


Figura 4.3: Señal de Tránsito en Sketchup y Unity

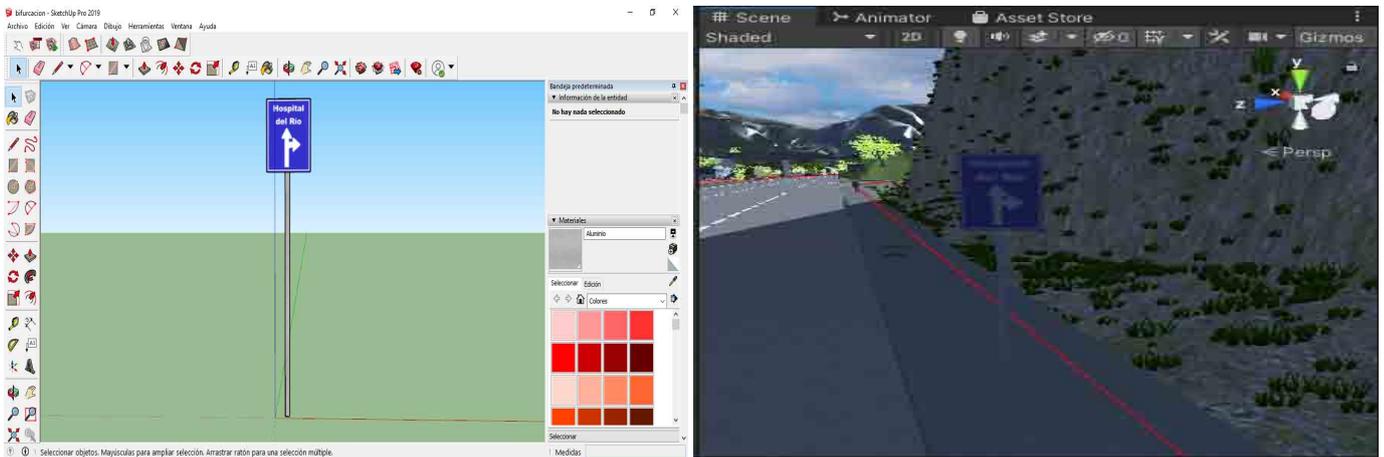


Figura 4.4: Señal de Tránsito en Sketchup y Unity

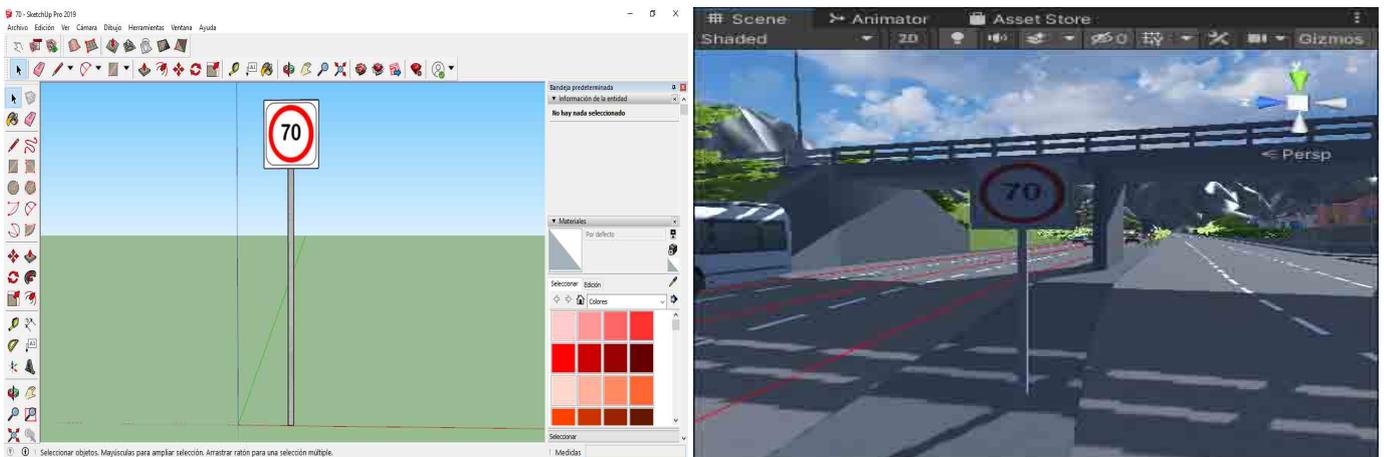


Figura 4.5: Señal de Tránsito en Sketchup y Unity



Figura 4.6: Señal de Tránsito en Sketchup y Unity



Figura 4.7: Señal de Tránsito de Zona Controlada por Radar en Unity

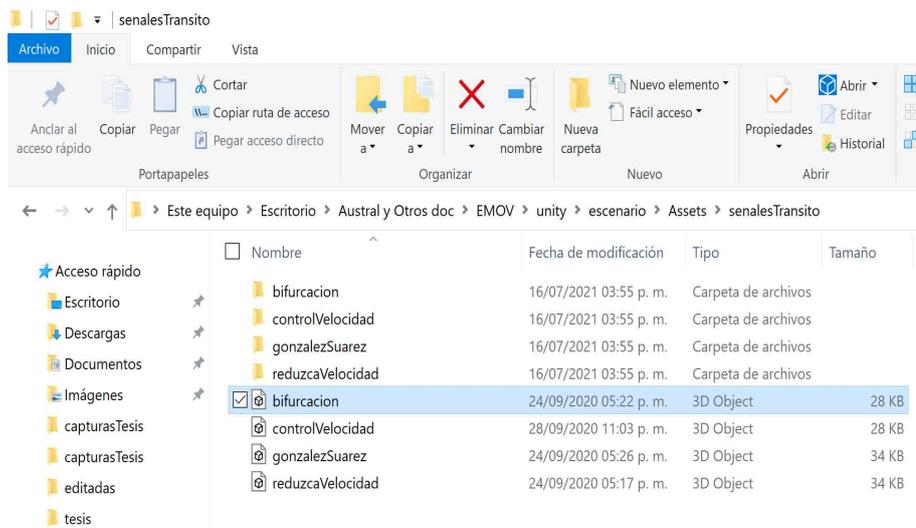


Figura 4.8: Archivos de las Señales de tránsito en Unity.

Anexos E

Desarrollo de personajes y animaciones

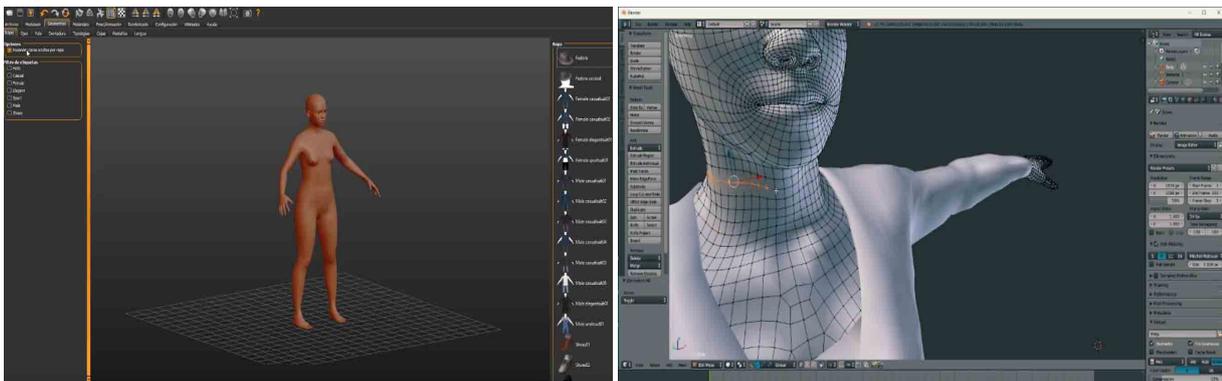


Figura 5.1: Elaboración de Personajes en Make Human

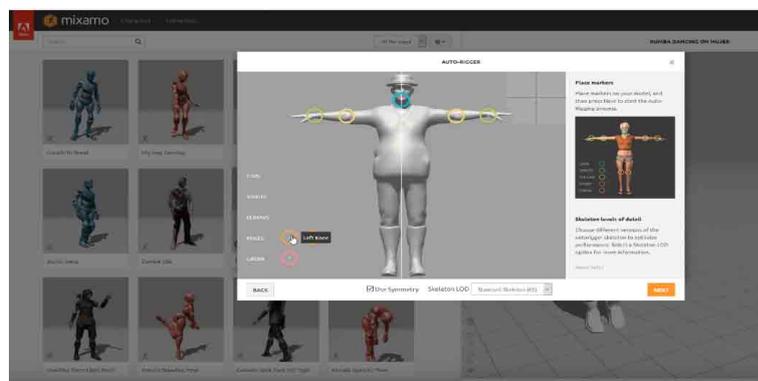


Figura 5.2: Personaje subido en Mixamo para darle animación.

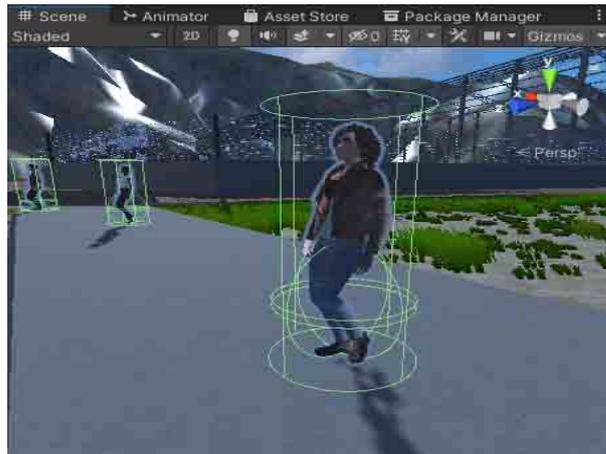


Figura 5.3: Personaje en Unity

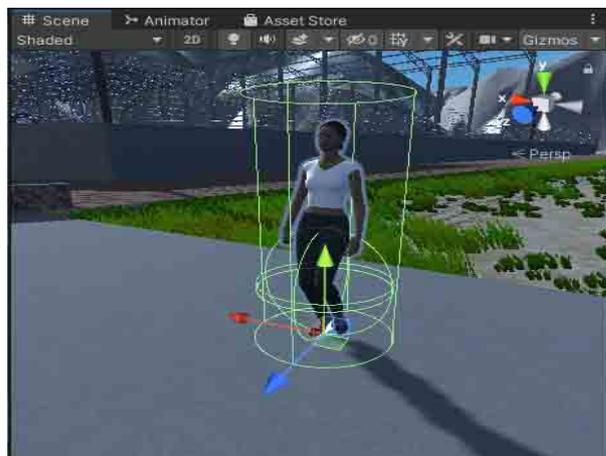


Figura 5.4: Personaje en Unity

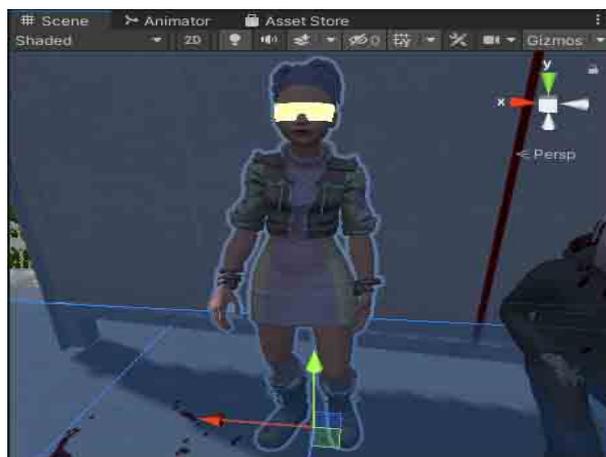


Figura 5.5: Personaje en Unity

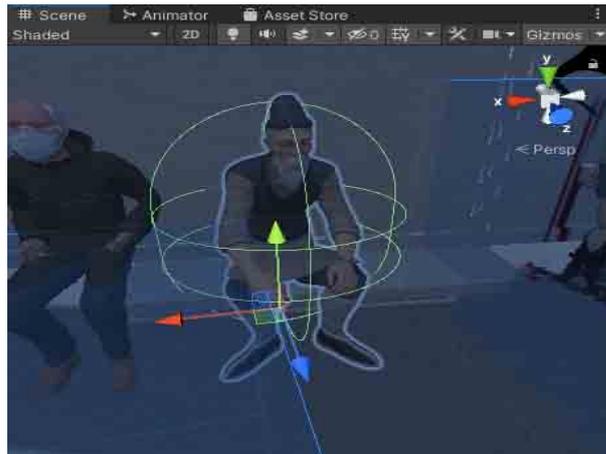


Figura 5.6: Personaje en Unity

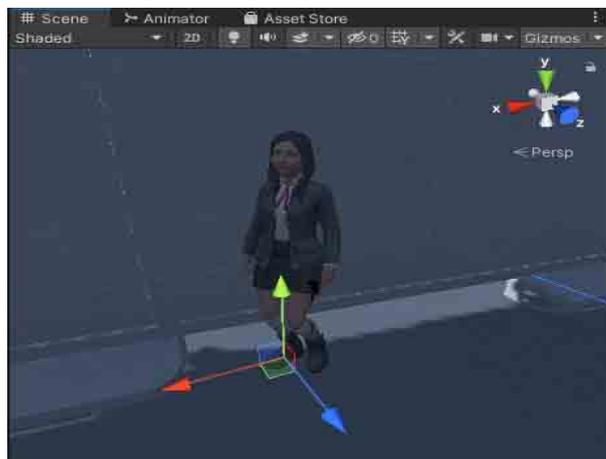


Figura 5.7: Personaje en Unity

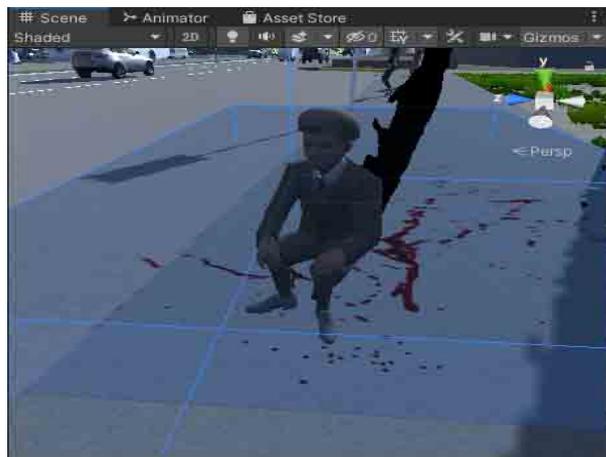


Figura 5.8: Personaje en Unity

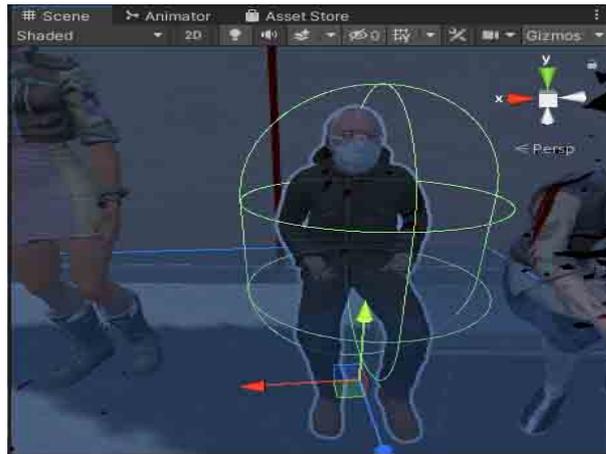


Figura 5.9: Personaje en Unity

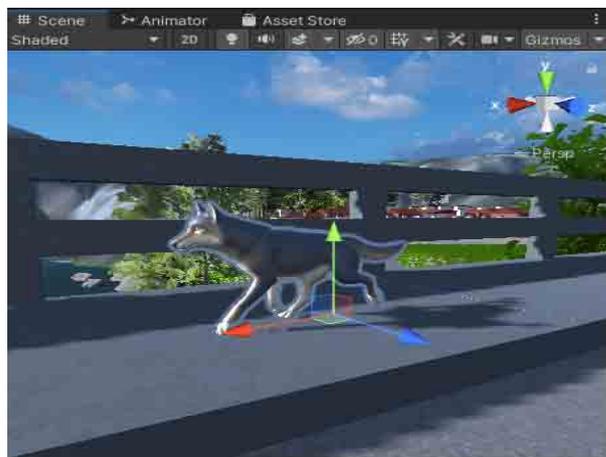


Figura 5.10: Personaje en Unity

Anexos F

Desarrollo de vehículos



Figura 6.1: Vehículo del personaje principal en Unity



Figura 6.2: Vehículo común de la ciudad de Cuenca en Unity

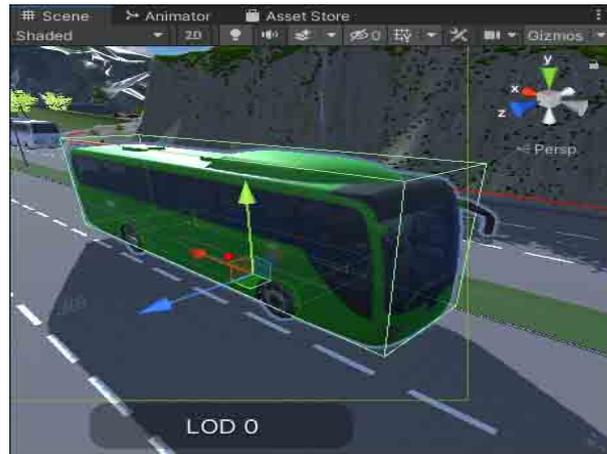


Figura 6.3: Vehículo común de la ciudad de Cuenca en Unity



Figura 6.4: Vehículo común de la ciudad de Cuenca en Unity



Figura 6.5: Vehículos circulando en el escenario de realidad virtual en Unity

Anexos G

Personajes de la Liga de la Movilidad



Figura 7.1: Selección de información personal del Usuario en Unity



Figura 7.2: Personaje refuerza el no haber acertado una respuesta(Villano)



Figura 7.3: Personaje que refuerza el no haber acertado una respuesta(Héroe)



Figura 7.4: Personaje que refuerza el no haber acertado una respuesta(Héroe)



Figura 7.5: Personaje que refuerza el no haber acertado una respuesta(Héroe)



Figura 7.6: Refuerzo de Respuesta acertada en Unity

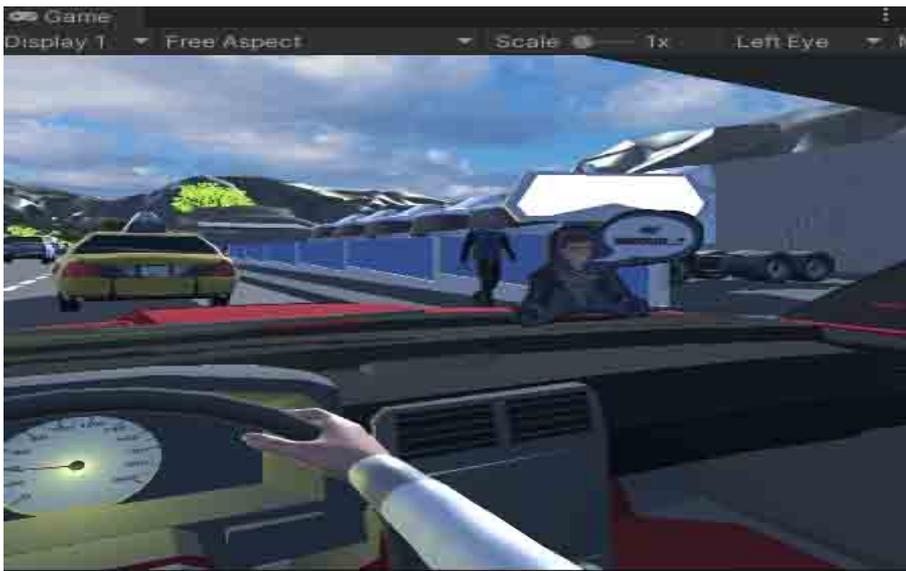


Figura 7.7: Refuerzo de Respuesta errónea en Unity

Anexos H

Accidente de Exceso de Velocidad

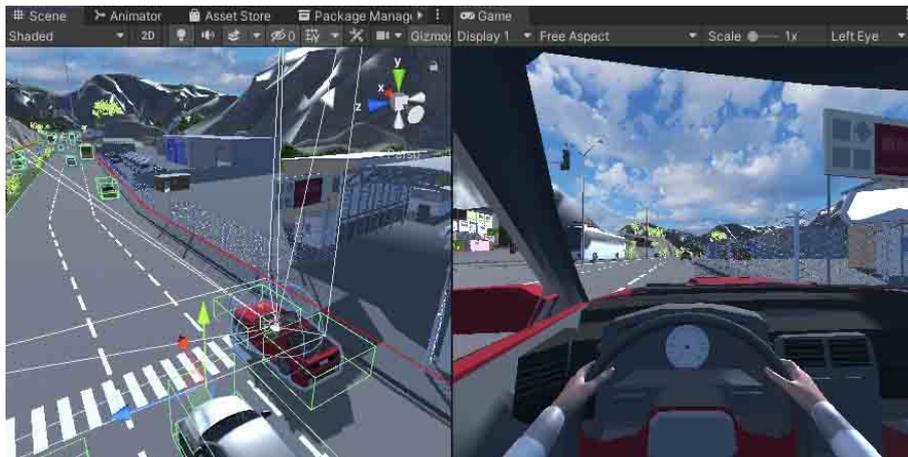


Figura 8.1: Inicio de animación donde el personaje empieza a manejar



Figura 8.2: Personaje manejando en el escenario de velocidad

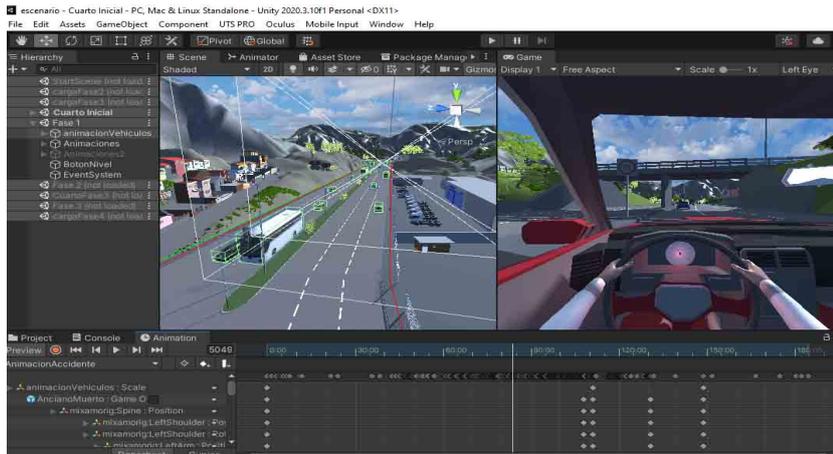


Figura 8.3: Animación del personaje donde va a exceso de velocidad



Figura 8.4: Can en la Avenida de la Américas



Figura 8.5: Atropello de can



Figura 8.6: Vehículo del personaje se sube al jardín central

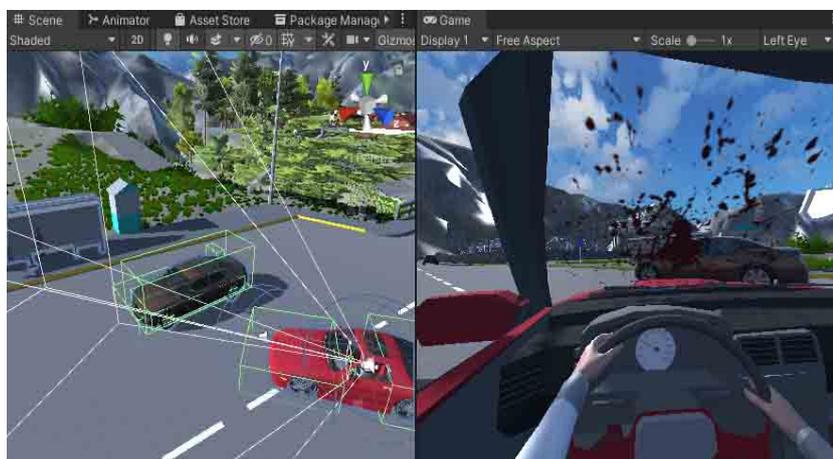


Figura 8.7: Vehículo del personaje pierde el control

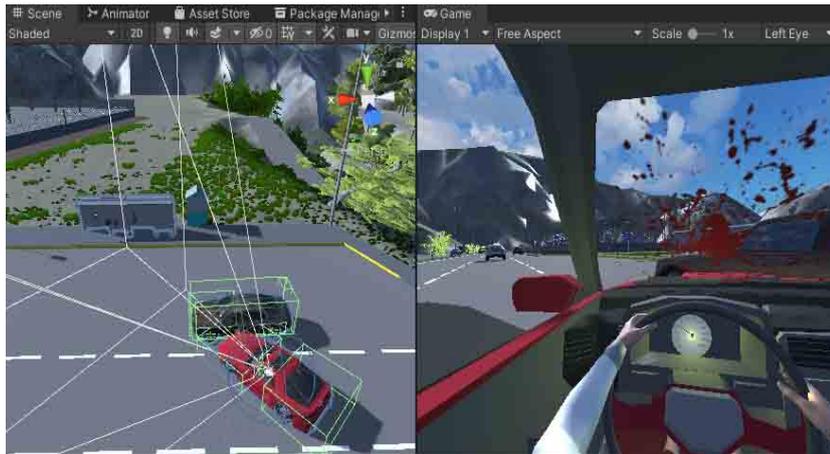


Figura 8.8: Vehículo del Personaje produce un choque lateral

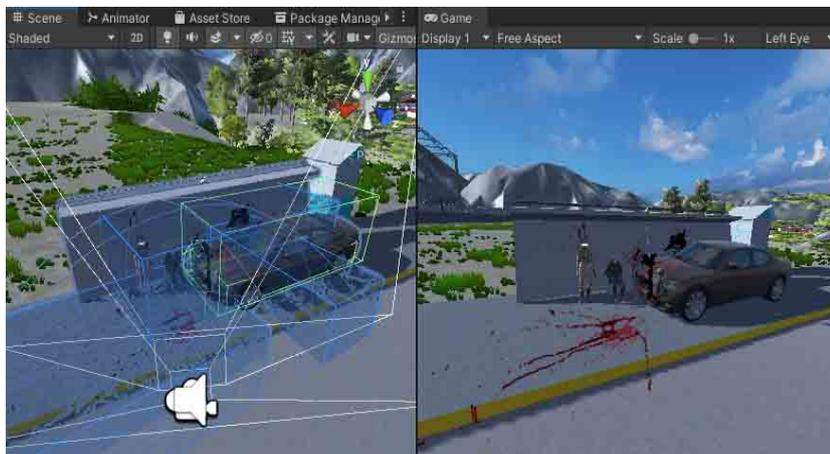


Figura 8.9: Accidente donde el vehículo que recibió el choque del personaje principal colisiona contra la parada de bus

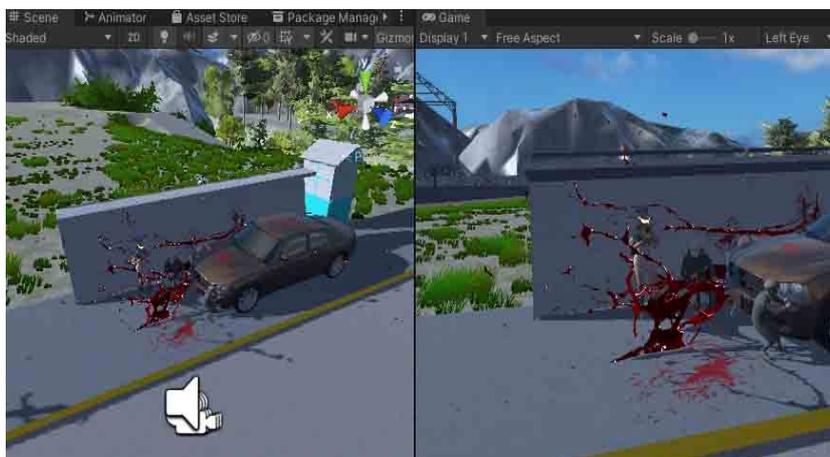


Figura 8.10: Colisión de parada de bus donde los personajes son heridos

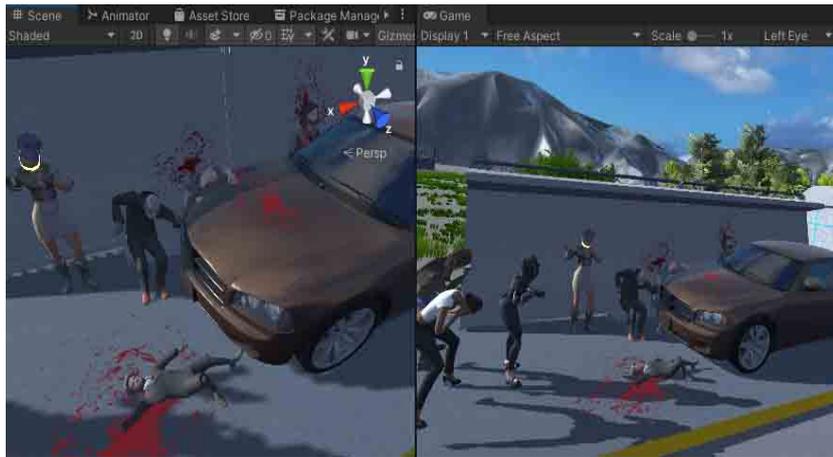


Figura 8.11: Personajes accidentados en la parada de bus

Anexos I

Reuniones y Socializaciones



Figura 9.1: Reunión Inicial entre miembros del Proyecto y EMOV EP



Figura 9.2: Revisión de avances



Figura 9.3: Presentación de la primera fase del Proyecto



Figura 9.4: Trabajo en conjunto con grupo GIHP4C



Figura 9.5: Trabajo en conjunto con grupo GIHP4C



Figura 9.6: Participación en simulacro de la EMOV EP



Figura 9.7: Primera presentación de avances de manera presencial



Figura 9.8: Segunda presentación de avances de manera presencial



Figura 9.9: Tercera presentación de avances de manera presencial

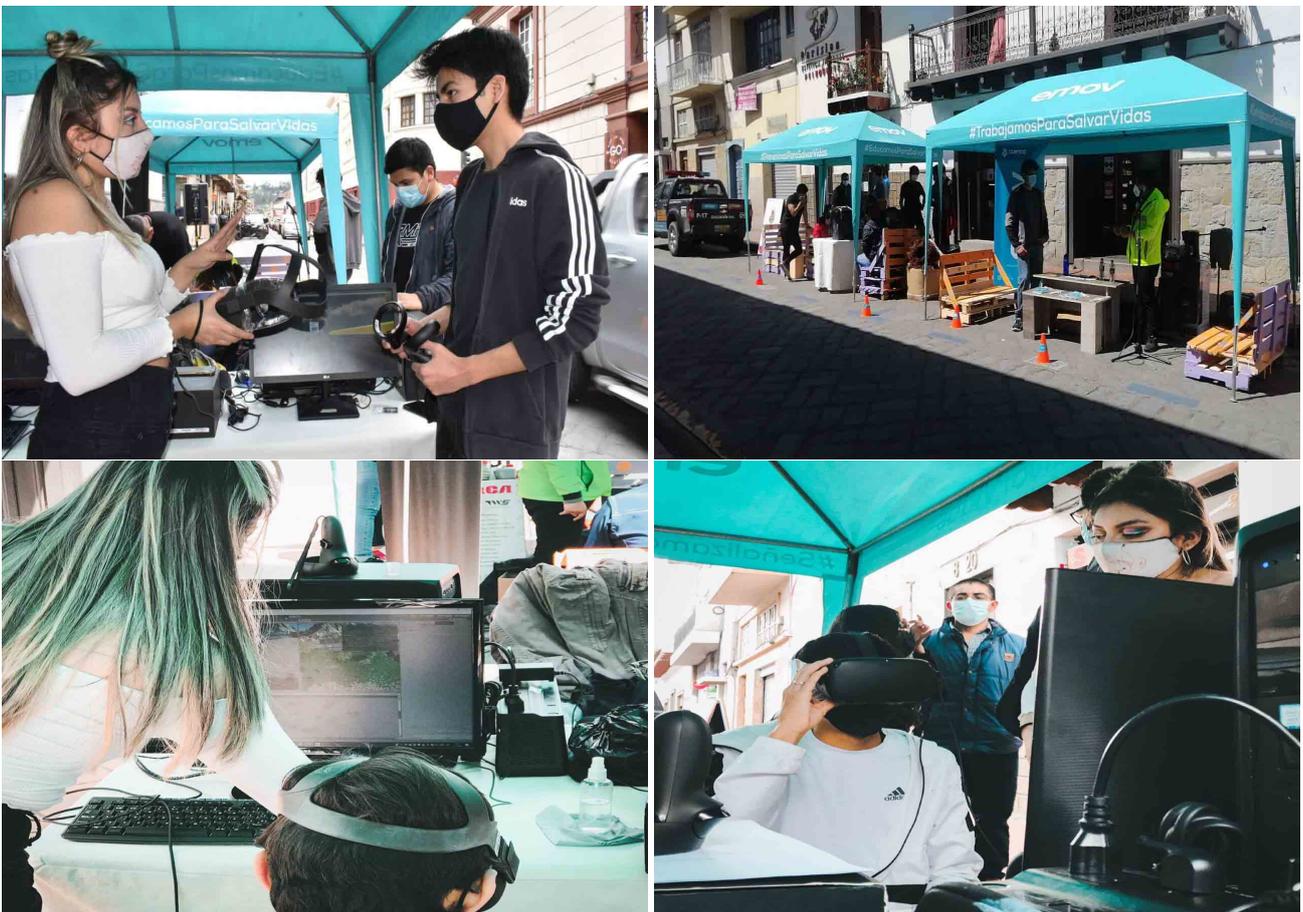


Figura 9.10: Primer Parking Day donde se presenta a la ciudadanía el proyecto



Figura 9.11: Segundo Parking Day donde se presenta a la ciudadanía el proyecto

Anexos J

MANUAL DE USUARIO SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

A continuación, se explicará los pasos para el correcto uso del sistema de Realidad Virtual.

En la siguiente imagen se muestra el equipo Oculus Quest completo, el cual está compuesto por 2 controles, un cable tipo C y unas gafas de Realidad Virtual, este equipo es utilizado para ejecutar el sistema de Realidad Virtual.



Figura 10.1: Equipo Oculus Quest Completo

El casco debe colocarse en la cabeza del usuario, acomodando los velcros que se encuentran tanto en la parte superior como en los laterales, con el fin de ajustar el mismo, según la comodidad del jugador.



Figura 10.2: Velcros laterales y superior del equipo Oculus Quest para ajustar la posición de la cabeza del jugador

En el lateral izquierdo se encuentra un conector tipo C, aquí debe colocar el cable que viene incluido en el equipo Oculus, el otro extremo debe conectarse al puerto tipo C en el ordenador.



Figura 10.3: Cable tipo C y conector en el equipo Oculus lateral izquierdo

Antes de configurar el equipo se debe conocer los conectores y botones que tiene el casco de Realidad Virtual, así como la forma de agarre e interacciones con sus controles.

En el lateral derecho del casco de Realidad Virtual se tiene un botón, este botón al tenerlo presionado enciende o apaga el caso, si se presiona una vez de forma corta lo bloquea o pone en reposo, sobre este botón se tiene un led, este led puede tener cuatro colores:

- **Rojo:** No tiene batería
- **Naranja:** Cargando
- **Verde:** Batería cargada
- **Blanco:** Está conectado o funcionando en modo inalámbrico

En la parte frontal de este caso se encuentra cuatro cámaras las cuales están en los extremos, estas cámaras hacen el seguimiento del jugador, de la misma forma en los laterales tanto izquierdo como derecho se encuentra un puerto de audio para poder conectarlo a una salida externa si se lo desea, ya sea parlante, auriculares, entre otros.



Figura 10.4: Botones del equipo Oculus que se encuentra en el lateral derecho

En la parte inferior del casco se encuentra un botón del lado derecho, este sirve para subir o bajar el volumen de las gafas, mientras que el botón deslizante de la izquierda sirve para acomodar la mira del usuario una vez puesta las gafas según la forma de sus ojos.



Figura 10.5: Ajustes extra del equipo Oculus como volumen y mira

La forma del agarre de los controles del equipo es como se aprecia en la siguiente figura.



Figura 10.6: Forma de agarre de los controles Oculus Quest

Los controles funcionan con pilas AA, para colocarlas debemos desplazar hacia abajo la tapa que se encuentran en los controles e insertar la pila, así como se aprecia en la siguiente figura.



Figura 10.7: Forma de colocar las pilas en los controles del equipo Oculus

Estos controles nos permiten materializar unas manos en el entorno virtual, las mismas que nos permiten virtualizar diferentes movimientos, así como se hace referencia a continuación en las siguientes figuras.



Figura 10.8: Ejemplo de como hacer una mano abierta con los controles del equipo Oculus, no se presiona ningún botón



Figura 10.9: Ejemplo de como apuntar con un dedo usando los controles del equipo Oculus, se presiona el botón lateral y el pulgar posa sobre la parte central del control

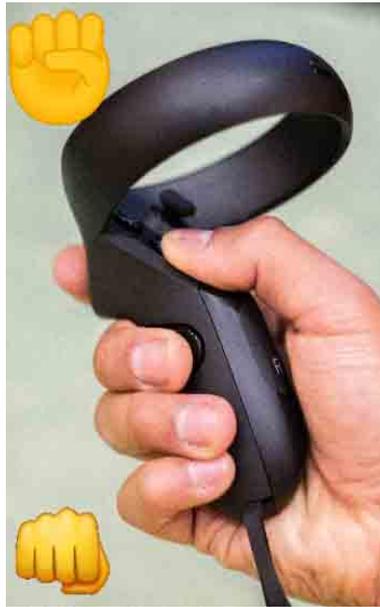


Figura 10.10: Ejemplo de como hacer puño o agarrar objetos con los controles del equipo Oculus, para ello se presionan los todos botones que se indica

Al colocarse el equipo Oculus, se debe especificar la zona segura a usar el equipo, misma que podemos definirla de manera estática, lo que generará un límite circular posicionando al jugador en el centro.



Figura 10.11: Ejemplificación de la zona estática o fija de seguridad en el equipo Oculus

Por lo contrario podemos especificar la zona segura nosotros, para esto una vez tomemos los controles presionamos el botón que se encuentra en el dedo índice del control derecho del equipo Oculus, de esta manera vamos trazando la ruta hasta unir el punto inicial con el final y confirmamos la zona o la volvemos a marcar hasta sentirnos conformes.



Figura 10.12: Ejemplificación de la zona dinámica o zona definida por el jugador, se la puede crear de la manera que más se acomode al espacio de trabajo

Para seleccionar se debe presionar el botón que se encuentra en el dedo índice de los controles, este mismo sirve para activar los láser.



Figura 10.13: Presionar el botón del índice para seleccionar o mostrar láser en el juego

Después de seleccionar la Zona Segura aparecerá una ventana dentro de la vista del equipo Oculus Quest, esto significa que el equipo ya fue configurado para su uso inalámbrico.

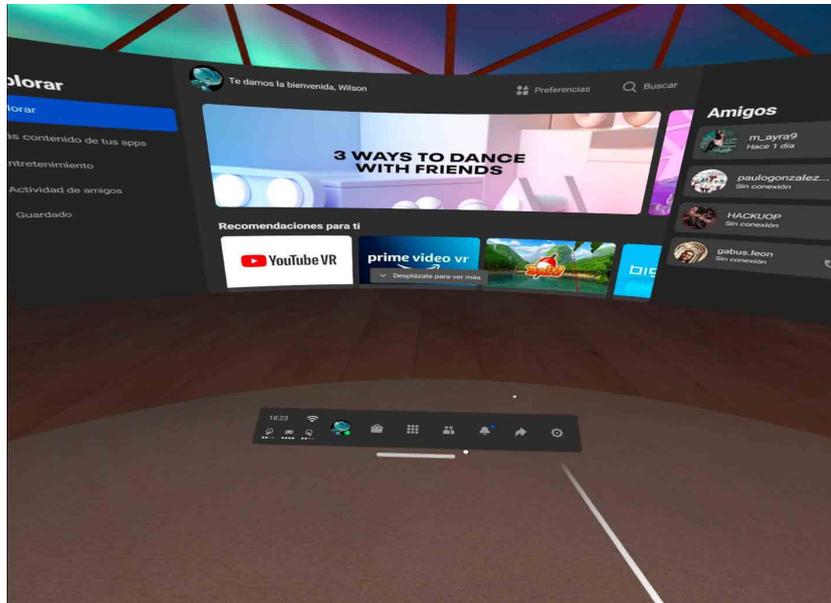


Figura 10.14: Vista dentro del visor Oculus Quest de forma inalámbrica

Aquí podemos ver el nivel de carga de los equipos, la conexión a wifi, entre otros.

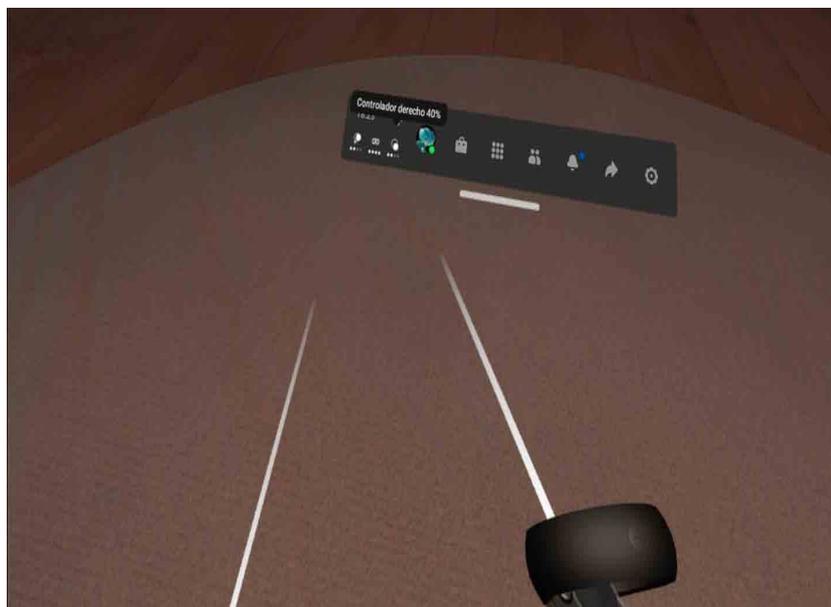


Figura 10.15: Revisar nivel de batería de los equipos tanto controles como gafas de Realidad Virtual

Después se debe seleccionar la opción "Activar Oculus Link", de esta forma el ordenador reconoce la conexión con el equipo Oculus y nos permite ejecutar los juegos.

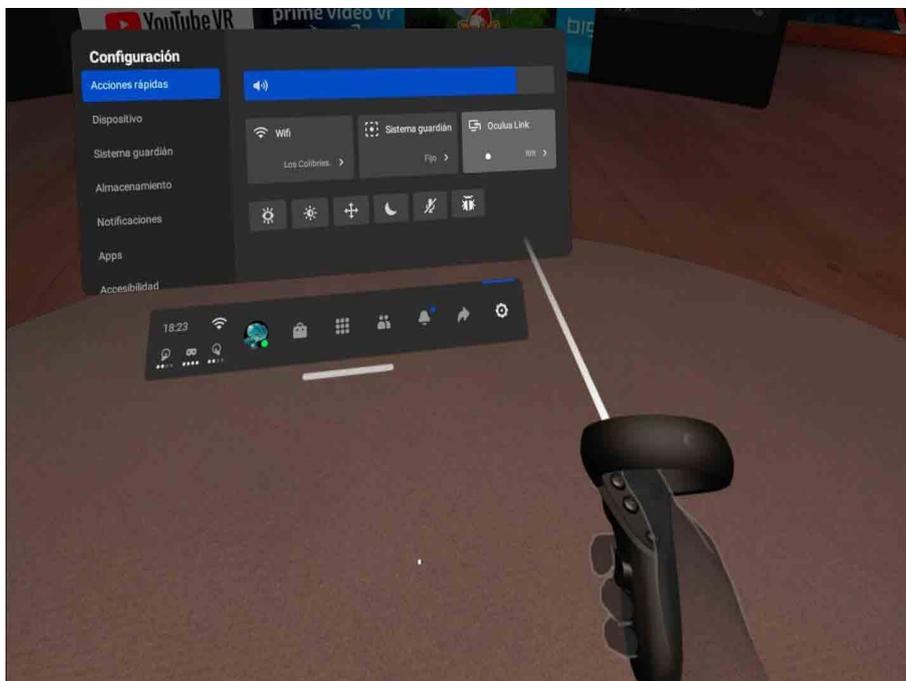


Figura 10.16: Selección de pestaña Oculus Link para ejecutar los juegos del ordenador

Al reconocer el equipo Oculus en el ordenador, este nos abrirá la pantalla de inicio de Oculus, esto significa que esta lista a utilizarse.



Figura 10.17: Ventana de Oculus en el ordenador

En el casco de Realidad Virtual el ambiente debe cambiar y aparecer de la siguiente forma, indicando que ya está reconocido por el ordenador.

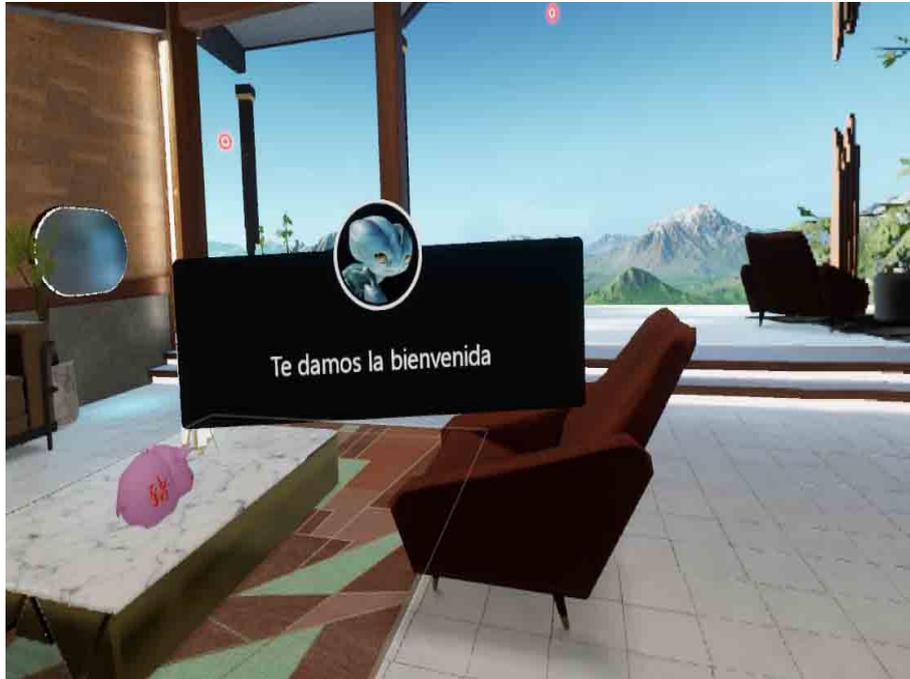


Figura 10.18: Ventana de Oculus en el casco de Realidad Virtual una vez el ordenador lo reconoce

Al tener lo anterior listo, ahora solo damos doble clic sobre el ejecutable del juego serio a utilizar, esto nos abrirá el menú principal del mismo.

Dentro del menú principal, la forma de selección en el menú 2D, mismo que será usado por el Personal Encargado, solo debe dar clic izquierdo sobre los botones presentes:

- **Tutorial:** Abre el tutorial introductorio, posterior a su culminación se ejecutará el Juego Serio
- **Iniciar Juego:** Abre directamente el Juego Serio sin pasar por el tutorial.

El uso de los controles se especifica en las siguientes imágenes, mismas que fueron puestas en el tutorial introductorio.

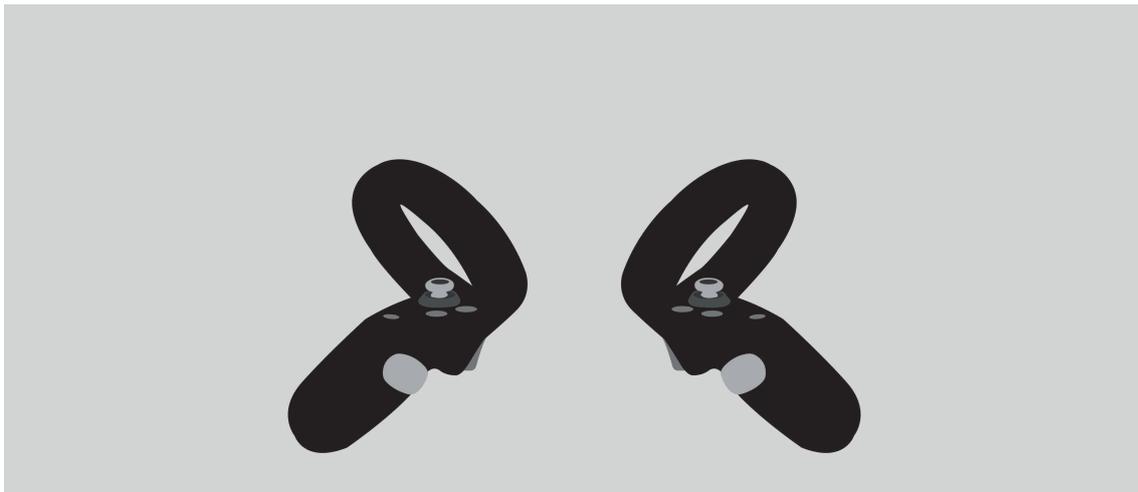


Figura 10.19: Controles Oculus Quest

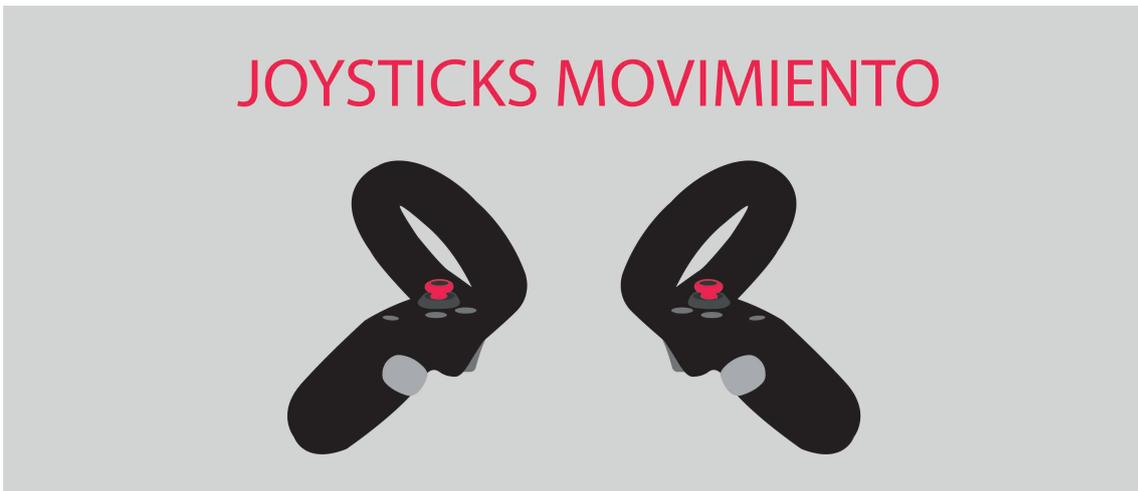


Figura 10.20: Botones Joysticks de Movimiento

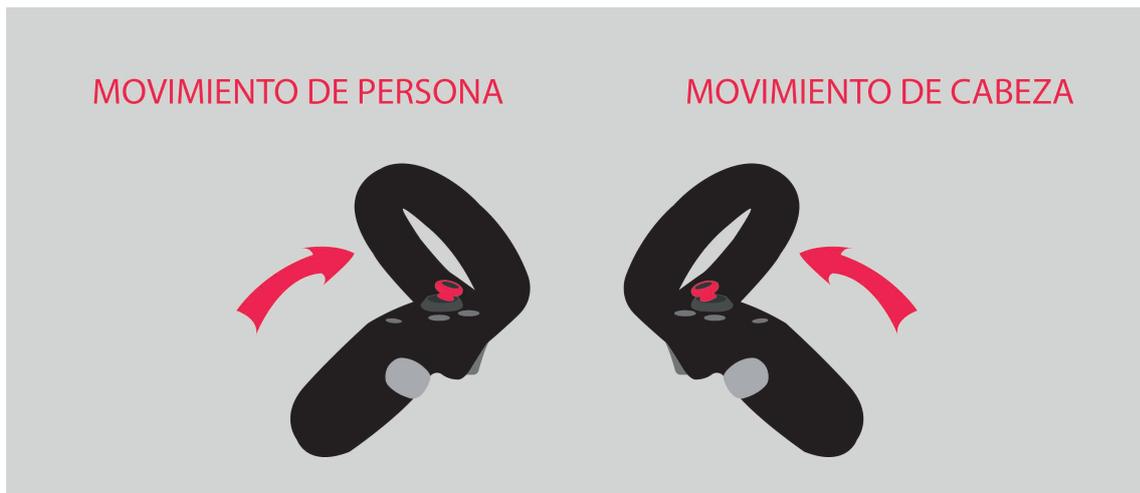


Figura 10.21: Botones de movimiento por control



Figura 10.22: Botones a presionar para agarrar objetos