

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

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

PROYECTO TÉCNICO:

**"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL
ENFOCADO A LA SIMULACIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO
POR CONDUCCIÓN BAJO EFECTOS DEL ALCOHOL"**

AUTOR:

WILSON DANIEL CALLE SIAVICHAY

TUTOR:

ING. GABRIEL ALEJANDRO LEÓN PAREDES, PhD.

CUENCA - ECUADOR

2021

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Wilson Daniel Calle Siavichay con documento de identificación N° 0104319280, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación “**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL ENFOCADO A LA SIMULACIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR CONDUCCIÓN BAJO EFECTOS DEL ALCOHOL**”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero de Sistemas*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Cuenca, noviembre de 2021

A handwritten signature in black ink, enclosed in an oval shape. The signature appears to read 'Wilson Daniel Calle Siavichay'.

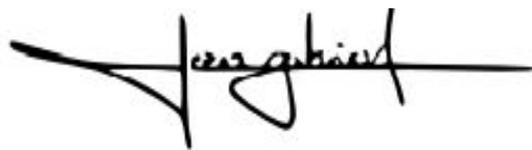
Wilson Daniel Calle Siavichay

C.I. 0104319280

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 BAJO EFECTOS DEL ALCOHOL**”, realizado por Wilson Daniel Calle Siavichay *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, Wilson Daniel Calle Siavichay con documento de identificación N° 0104319280, autor del trabajo de titulación “**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL ENFOCADO A LA SIMULACIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR CONDUCCIÓN BAJO EFECTOS DEL ALCOHOL**”, 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, enclosed in a hand-drawn oval. The signature appears to read "Wilson Daniel Calle Siavichay".

Wilson Daniel Calle Siavichay

C.I. 0104319280

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación a mis padres Wilson Calle y Leonor Siavichay, a mi hermano Mateo Calle y a mi tía Norma Siavichay, pues sin ellos no hubiera podido culminar mis estudios ya que son y serán mi motor para luchar, no rendirme y salir adelante día tras día. También quiero dedicar este proyecto de titulación a mi abuelita Clementina Zeas quien aunque ya no está conmigo en vida, a estado conmigo espiritualmente todo este tiempo.

Wilson Daniel Calle Siavichay

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios y a mis padres, quienes siempre me supieron apoyar, guiar y orientar para que sea una persona de bien, agradezco a mi hermano quien me escucho, aconsejó y apoyó cuando lo necesitaba, así mismo agradezco a mi tía Norma Siavichay ya que ella es un pilar fundamental en mi vida y mi carrera, agradezco mucho al Dr. Gabriel León quien me dio la oportunidad de hacer este proyecto y me supo aconsejar, guiar y jalar las orejas cuando era necesario, agradezco a mi abuelita Rosa Calle quien me escuchó cuando lo necesitaba, agradezco a mi enamorada Mayra Llanos, con quien e compartido durante todo este tiempo de la carrera, quien me supo escuchar, aconsejar, apoyar y soportar en muchas ocasiones, de la misma manera agradezco a los señores José Llanos y Mari Quilli quienes desinteresadamente me abrieron las puertas de su hogar para poder hacer este proyecto, así mismo agradezco a mi perrita Maya quien soportó a mi lado malas noches y aun que no lo sabe me apoyó demasiado durante este tiempo, finalmente agradezco a docentes, familia y amigos que de una forma u otra me han apoyado a lo largo de mi vida y carrera.

Wilson Daniel Calle Siacichay

Resumen

Este proyecto de titulación es sobre la implementación de un sistema de Realidad Virtual desplegado bajo la modalidad de juegos serios enfocado en un sector de la ciudad de Cuenca, con el fin de capacitar y concientizar a la ciudadanía sobre normas de educación vial y así prevenir accidentes de tránsito por conducción bajo efectos del alcohol, motivo por el cual hacemos uso de las gafas de Realidad Virtual Oculus Quest, mismas que nos dan una percepción multisensorial de estar presentes en dicho sector de manera virtual.

Como bien se mencionó, se busca con este proyecto generar un impacto social, donde por medio de la representación en 3D de un sector de la ciudad de Cuenca en este caso el sector de la Avenida Huayna Cápac, hace al usuario sentirse en la misma, le presentaremos un accidente de tránsito con vista en primera persona, dicho accidente estará enfocado en la conducción bajo efectos del alcohol.

Para este accidente se recopiló información tanto de redes sociales como de medios de comunicación de la ciudad, tomando los accidentes más recurrentes y uniéndolos en uno sólo con el fin de abordar tanto contravenciones como un siniestro con final fatal, es decir con daños materiales y muertes.

Para ello usando los juegos serios se dividió en 3 fases, las cuales inicialmente el jugador vivió toda la experiencia del accidente, abordando una escena introductoria que nos llevará a este desenlace, posterior se le realizó una encuesta con el fin de medir su nivel de concentración ante contravenciones presentadas dentro del accidente, valorando por medio de una licencia virtual en 3D, donde los puntos restantes fueron representativos a la contravención vivida y finalmente el jugador interactuó con el entorno, donde sus decisiones afectan el resultado final.

Por último, la información resultante de este sistema, son datos que nos ayudan a generar gráficos estadísticos en un sistema web, al cual el personal encargado tendrá acceso con el fin de medir el nivel de aprendizaje de las personas, este sistema fue probado en una población de treinta participantes dándonos un primer vistazo de esto.

Palabras clave:

capacitación, concientización, enseñanza, educación vial, Realidad Virtual, juego serio, alcohol, accidente.

Abstract

This titulation project is about the implementation of a Virtual Reality system deployed under the modality of serious games focused on a sector of the city of Cuenca, in order to train and raise awareness among citizens about road safety education regulations and thus prevent accidents traffic due to driving under the influence of alcohol, which is why we use the Oculus Quest Virtual Reality glasses, which give us a multisensory perception of being present in this sector in a virtual way.

As mentioned, this project seeks to generate a social impact, where by means of the 3D representation of a sector of the city of Cuenca in this case the sector of Avenida Huayna Cápac, makes the user feel in it, we will present you a traffic accident with a first person view, said accident will be focused on driving under the influence of alcohol.

For this accident, information was collected from both social networks and the city's media, taking the most recurrent accidents and merging them into one in order to address both violations and a fatal event, that is, with material damage and deaths.

For this, using serious games, it was divided into 3 phases, which the player lived through the entire experience of the accident, addressing an introductory scene that will lead us to this outcome, later a survey was carried out in order to measure their level of concentration before Contraventions presented within the accident, evaluating through a virtual 3D license, where the remaining points representative of the violation experienced and finally the player interacted with the environment, where their decisions verified the final result.

Finally, the information obtained from this system is data that helps us to generate statistical graphics in a web system, to which the personnel in charge will have access in order to measure

the level of learning of the people, this system was tested in a population of thirty participants giving us a first glimpse of this.

Key words:

Training, awareness, teaching, driver education, virtual reality, serious gaming, alcohol, accident.

ÍNDICE

I	PROBLEMA	25
1.1	Antecedentes	26
1.2	Importancia y Alcances	28
1.3	Delimitación	30
II	OBJETIVOS	32
2.1	General	32
2.2	Específicos	32
III	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	33
3.1	Realidad Virtual	33
3.1.1	Definición	33
3.2	Juegos serios	34
3.2.1	Definición	34
3.3	Aplicaciones de la Realidad Virtual en la educación	34
3.3.1	Definición	34
3.4	Movilidad urbana	34
3.4.1	Definición	34
3.5	Educación vial en la era digital	35
3.5.1	Definición	35
3.6	Accidentes de transito	36

3.6.1	Definición	36
3.7	Educación vial para prevención de accidentes	36
3.7.1	Definición	36
3.8	Herramientas multimedia para Realidad Virtual	37
3.8.1	Definición	37
IV	MARCO METODOLÓGICO	38
4.1	Interacción Usuario y Realidad Virtual	40
4.1.1	Fase 1 Vivir Experiencia	41
4.1.2	Fase 2 Aprendizaje	58
4.1.3	Fase 3 Juego Serio	64
4.2	Sistema de información en la Nube	71
V	RESULTADOS	75
5.1	Sistema Realidad Virtual	75
5.1.1	Menú Inicial y Tutorial	75
5.1.2	Fase 1 Vivir Experiencia	78
5.1.3	Fase 2 Aprendizaje	80
5.1.4	Fase 3 Juego Serio	82
5.1.5	Personajes dentro del sistema	85
5.1.6	Vehículos dentro del sistema	86
5.1.7	Sistema de información en la Nube	88
5.1.8	Socialización y Exposiciones	92
5.2	Encuestas	94
5.2.1	Población y Muestra	94
5.2.2	Análisis de resultados	94
5.2.3	Interpretación de los resultados	94
VI	CRONOGRAMA	104

VIIPRESUPUESTO	109
VIIICONCLUSIONES	110
IX RECOMENDACIONES	112
Anexos	115
A ENCUESTA REALIZADA	116
1.1 Formato de las encuestas realizadas	116
B DISEÑO Y MODELADO DEL ESCENARIO	118
C DISEÑO, MODELADO Y ANIMACIÓN DE PERSONAJES	134
D PERSONAJES Y OBJETOS FINALIZADOS	138
E VISTAS Y FUNCIONAMIENTO	160
F ACCIDENTE	169
G REUNIONES Y SOCIALIZACIÓN	173
H TUTORIAL Y MENU PRINCIPAL	182
I JUEGO EN EJECUCIÓN	184
J MANUAL DE USUARIO SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL	198

Índice de tablas

1.1	Tabla de referencia cantidad de accidentes por lugar	27
1.2	Tabla de referencia número de accidentes por causa de siniestro	28
1.3	Los accidentes de tráfico más frecuentes en la ciudad de Cuenca de 2017 a 2019. –Información presentada por la EMOV-EP.	29
5.1	Pregunta 1. ¿En qué rango de edad se encuentra usted?	94
5.2	Pregunta 2. Su sensación de mareo fue	95
5.3	Pregunta 3. La sensación de mareo debería	96
5.4	Pregunta 4. 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?	97
5.5	Pregunta 5. ¿Qué tal le pareció a usted la experiencia de Realidad Virtual?	98
5.6	Pregunta 6. ¿Usted logro identificar el sector de la ciudad en la que se encontraba?	99
5.7	Pregunta 7. ¿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?	100
5.8	Pregunta 8. ¿Cree usted que los juegos de Realidad Virtual son una buena op- ción para aprender sobre educación vial?	101
5.9	Pregunta 9. 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)	102
6.1	Cronograma de Actividades por Objetivos	108

7.1 Tabla de referencia presupuestos 109

Índice de figuras

4.1	Arquitectura de funcionamiento	39
4.2	Vista de Google Maps en las calles Simón Bolívar y la avenida Huayna Cápac .	42
4.3	Modelado en 3D de la cuadra que contiene el local HYUNDAI en las calles Simón Bolívar y avenida Huayna Cápac en la herramienta Sketchup	43
4.4	Comparativa entre fotografía de Google Maps del 2015 con una fotografía de la actualidad, donde se modificó en el modelado apegándose a la realidad	44
4.5	Modelado en 3D de señales de tránsito presentes en el sector con la herramienta Sketchup	45
4.6	Vista lineal del escenario ya ensamblado, desde la calle Simón Bolívar hasta la calle Larga	46
4.7	Escenario de la Avenida Huayna Cápac extendido	46
4.8	Vista en primera persona del escenario en la Avenida Huayna Cápac	47
4.9	Comparativa entre el modelado virtual y una fotografía real del sector ubicado en la calle Alfonso Malo y la avenida Huayna Cápac	48
4.10	Modelado de un personaje en la herramienta MakeHuman	49
4.11	Personajes autóctonos de Cuenca como es un cholito y cholita Cuencana acompañados de un policía modelados en 3D	50
4.12	Eliminación de cabeza personaje	51
4.13	Vehículos presentes en la avenida Huayna Cápac, mismos que tienen implementado el controlador de tránsito	52

4.14	Herramienta Mixamo con la cual se integran animaciones variadas a personajes cargados	53
4.15	Elaboración de la animación introductoria dentro de la herramienta Unity, modificando las propiedades transform del personaje protagonista	54
4.16	Vehículo rojo con personajes integrados en el mismo, el personaje protagonista sin cabeza posee la OVRCameraRing y Quads de párpados	56
4.17	Vista animación accidente	57
4.18	Personajes héroes liga de la movilidad	59
4.19	Personaje villano liga de la movilidad	59
4.20	Anuncio por reducción de puntos tras beber licor y conducir	59
4.21	Anuncio de muerte por cero puntos en la licencia	60
4.22	Objetos correspondientes al cuestionario presentado al jugador dentro del vehículo, teniendo la pregunta, alternativas y licencia virtual	61
4.23	Comparativa entre bebida real y bebida virtual, indicando la modificación en sus marcas	62
4.24	Pregunta con sus alternativas presentadas en juego y usuario seleccionando una de ellas con su mano derecha	63
4.25	Jugador agarrando un vaso de agua presentado sobre una mesa principal con más bebidas con las que puede interactuar	65
4.26	Colliders posicionados sobre el volante y palanca de cambios dentro del vehículo, esto nos permite conducir en el juego	66
4.27	Animación con final alterno en la esquina de la avenida Viracochabamba y avenida Huayna Cápac, en este final no se presentó el accidente de tránsito . . .	67
4.28	Vista en 3D que tiene el jugador puesto el equipo Oculus donde selecciona su género y rango de edad	68
4.29	Menú Principal que estará disponible para el personal encargado	69
4.30	Vistas tanto del tutorial de interacción con objetos y del tutorial de conducción .	70

4.31	Diagrama UML con BD MySQL	72
4.32	Servicios Web generados en el proyecto para su consumo posterior	73
4.33	Prueba realizada en el consumo de un servicio web	74
4.34	Arquitectura de funcionamiento del Sistema Web con el Juego Serio	74
5.1	Menú principal presentado el personal encargado para dar paso al tutorial o dar inicio al juego serio	76
5.2	Menú en 3D presentado al jugador donde selecciona su género y rango de edad por medio de un láser integrado al control derecho del Oculus	76
5.3	Tutorial donde el jugador aprende a moverse e interactuar con objetos puesto el equipo Oculus	77
5.4	Tutorial donde el jugador aprende a cómo conducir el vehículo dentro del juego	77
5.5	Vista de la animación introductoria donde el jugador ingiere licor	78
5.6	Paneo aéreo virtual del sector ubicado en la avenida Huayna Cápac, con el fin que el jugador identifique donde se encuentra	79
5.7	Animación del accidente dentro del vehículo rojo	79
5.8	Animación del accidente dentro del vehículo verde	80
5.9	Preguntas mostradas en la ejecución del juego al momento de realizarse una contravención donde el jugador selecciona la respuesta tocando los círculos celestes en e tablero que se encuentra a su delante	81
5.10	Licencia virtual presentada al jugador con los datos seleccionados y si responde mal se reduce el puntaje	81
5.11	Retroalimentación presentada al final de la encuesta o al tener cero puntos en la licencia virtual	82
5.12	El jugador está interactuando con las bebidas que se encuentran sobre la mesa .	83
5.13	El jugador conduce por el sector de la calle Mariscal Sucre próximo a incorporarse a la avenida Huayna Cápac	83

5.14 Animación alterna donde no se presenta el accidente, al contrario el conductor respeta las señale de tránsito	84
5.15 Personaje vendedor de Bonice	85
5.16 Personaje femenino que se encuentra dormido por estar alcoholizada	85
5.17 Personajes variados que tienen integrados animaciones de baile generando un ambiente de fiesta	86
5.18 Camión de entrega de productos de primera necesidad típico de la ciudad de Cuenca	86
5.19 Vehículo rojo con el cual se dará el accidente, en su interior se encuentran los personajes alcoholizados	87
5.20 Vehículo afectado por el accidente, en su interior se encuentran los pesonajes de la familia afectada	87
5.21 Inicio de Sesión al sistema web por parte del personal por medio de un usuario y contraseña únicos	88
5.22 Vista Principal del sistema web una vez iniciado sesión	89
5.23 Edición de preguntas donde se puede modificar todo, excepto el planteamiento de la misma	89
5.24 Datos completos presentados con el fin de tener mayor detalle y complementar a las estadísticas	90
5.25 Gráficos estadísticos generales indicados para revisar aprendizaje de la ciudadanía, se accede aquí en la pestaña Estadísticas Globales	90
5.26 Gráficos estadísticos específicos indicados para revisar aprendizaje de la ciudadanía en rango de fechas y horas específicas, se accede aquí en la pestaña Estadísticas Específicas	91
5.27 Gráficos estadísticos por preguntas, indicados para revisar aprendizaje de la ciudadanía en cada pregunta del escenario marcado, se accede aquí en la pestaña Estadísticas Preguntas	91

5.28	Reunión llevada a cabo en la UPS, donde se presentó un avance en el modelado de las infraestructuras	92
5.29	Simulacro por un siniestro de tránsito llevado a cabo en la avenida Remigio Crespo, donde participó la EMOV-EP y miembros del grupo de investigación GIHP4C	93
5.30	Revisión de avances a la EMOV-EP realizada presencialmente	93
5.31	Representación porcentual pregunta 1	95
5.32	Representación porcentual pregunta 2	96
5.33	Representación porcentual pregunta 3	97
5.34	Representación porcentual pregunta 4	98
5.35	Representación porcentual pregunta 5	99
5.36	Representación porcentual pregunta 6	100
5.37	Representación porcentual pregunta 7	101
5.38	Representación porcentual pregunta 8	102
5.39	Representación porcentual pregunta 9	103
2.1	Vista desde Google Maps, la primera foto es entre la Calle Simón Bolívar y avenida Huayna Cápac siendo aquí el inicio del escenario y la segunda imagen es entre la avenida Viracochabamba y la avenida Huayna Cápac siendo aquí el accidente	118
2.2	Imágenes extraídas de Google Maps apreciando las tres primeras cuadras que se modelan en 3D desde la calle Gran Colombia hasta la calle Pdte Córdoba	119
2.3	Imágenes extraídas de Google Maps apreciando las tres siguientes cuadras que se modelan en 3D desde la calle Pdte Córdoba hasta la calle Alfonso Jerves	120
2.4	Imágenes extraídas de Google Maps apreciando las últimas cuadras que se modelan en 3D desde la calle Alfonso Jerves hasta la calle Larga	121
2.5	Fotografías actuales y cambios encontrados en el sector de la avenida Huayna Cápac	122

2.6	Imágenes apreciando las dos primeras cuadras modeladas en 3D dentro de la herramienta Sketchup desde la calle Gran Colombia hasta la calle Mariscal Sucre	123
2.7	Imágenes apreciando las siguientes cuadras modeladas en 3D dentro de la herramienta Sketchup desde la calle Mariscal Sucre hasta la calle Juan Jaramillo	124
2.8	Imágenes apreciando las penúltimas cuadras modeladas en 3D dentro de la herramienta Sketchup desde la calle Juan Jaramillo hasta la calle Guacayñan	125
2.9	Imágenes apreciando las últimas cuadras modeladas en 3D dentro de la herramienta Sketchup desde la calle Guacayñan hasta la calle Larga	126
2.10	Infraestructura desde la calle Gran Colombia hasta la calle Mariscal Sucre implementada en el ambiente dentro de Unity	127
2.11	Infraestructura desde la calle Mariscal Sucre hasta la calle Honorato Vásquez implementada en el ambiente dentro de Unity	128
2.12	Infraestructura desde la calle Honorato Vásquez hasta la calle Larga implementada en el ambiente dentro de Unity	129
2.13	Ventana de exportación a Unity proveniente de Sketchup indicando la vista doble para no perder texturas	130
2.14	Modelado de las señales de tránsito presentes en la avenida Huayna Cápac	130
2.15	Árboles colocados en las infraestructuras modeladas dentro del ambiente en Unity, donde se integra un efecto de movimiento en sus hojas	130
2.16	Unión de objetos como paradas de buses, basureros, postes de luz, entre otros, a cada cuadra modelada en Sketchup	131
2.17	Primer Vistazo del escenario en la avenida Huayna Cápac integrado en el ambiente de Unity 3D	131
2.18	Vista final del escenario en la avenida Huayna Cápac dentro de Unity 3D	132
2.19	Modelado de la casa donde se desarrollará la animación introductoria	132
3.1	Modelado de un avatar dentro de la herramienta MakeHuman	134
3.2	Modelado de un avatar dentro de la herramienta Adobe Fuse	135

3.3	Implementación de una animación dentro de la herramienta Mixamo	135
3.4	Animación creada dentro de la herramienta Unity en la pestaña Animator	136
3.5	Selección del cráneo del personaje a ser retirado la cabeza en la herramienta de Blender	136
3.6	Separando el cráneo del personaje en la herramienta de Blender	136
3.7	Cráneo y esqueleto eliminado del personaje en la herramienta de Blender	137
4.1	Vendedor de Bonice	138
4.2	Vendedora de chochos	139
4.3	Personajes de cholitos y un policía	139
4.4	Trabajador con mascarilla	139
4.5	Bailoterapia	140
4.6	Camiones Típicos de la Zona	140
4.7	Ambulancia típica de Cuenca	140
4.8	Bus típico de Cuenca	141
4.9	Camiones típicos de Cuenca	142
4.10	Vehículos típicos de Cuenca	143
4.11	Motorizado delivery en Cuenca	144
4.12	Taxi típico en Cuenca	144
4.13	Vehículo policía típico en Cuenca	144
4.14	Motorizados típicos de Cuenca	145
4.15	Basurero típico de Cuenca	146
4.16	Parada de bicicletas públicas en Cuenca	146
4.17	Espectacular presente en Cuenca	147
4.18	Señales presentes en la calzada típicas de Cuenca	147
4.19	Parterre presente en las veredas de Cuenca	148
4.20	Parada de bus presente en las veredas de Cuenca	148
4.21	Semáforo presente en las veredas de Cuenca	148

4.22	Señales de tránsito presente en las veredas de Cuenca	149
4.23	Vendedores ambulantes típicos de Cuenca	149
4.24	Cholita cuencana de la tercera edad esperando el bus	150
4.25	Población esperando el bus	150
4.26	Población esperando ser atendida en el puesto de comida	150
4.27	Personaje fotógrafo que se lo encuentra por la ciudad de Cuenca	151
4.28	Personaje modelo que posa para ser fotografiada por el fotógrafo	151
4.29	Personaje trabajadores que se lo encuentra por la ciudad de Cuenca	152
4.30	Personal de la salud con bioseguridad	152
4.31	Niños jugando	153
4.32	Personal de la EMOV-EP guiando el tránsito	153
4.33	Personajes de un niño caminando por las veredas	154
4.34	Peatones caminando en su recorrido provenientes del sistema de tránsito	154
4.35	Vehículos circulando por las calles de la avenida Huayna Cápac dentro de Unity 3D	155
4.36	Personaje protagonista que permitirá vivir la experiencia de Realidad Virtual en primera persona	155
4.37	Personajes alcoholizados en la animación inicial	156
4.38	Personajes del amigo que ofrece el licor en la animación inicial	156
4.39	Personajes de fiesta en la animación inicial	156
4.40	Personaje de mujer dormida por estar alcoholizada	157
4.41	Cerrojo que da paso a la siguiente escena	157
4.42	Cerveza	158
4.43	Coctel	158
4.44	Trago	159
4.45	Agua	159

5.1	Captura de un fragmento de la animación presentada donde el personaje trata de salir de la casa para conducir el vehículo	160
5.2	Objetos Quads posicionados frente a la OVRCameraRing que da la apariencia de párpados ante el jugador puesto las gafas de Realidad Virtual	161
5.3	Personaje sin cabeza junto a sus acompañantes posicionado en el interior del vehículo	161
5.4	Vista desde la perspectiva del jugador con la integración de los objetos Quads como párpados	162
5.5	Vista en 3D de la selección de género y rango de edad por parte del usuario . . .	162
5.6	Asistente robótico M.A.Y.A que nos acompañará durante todo el juego serio . .	162
5.7	Objetos que se activan al mostrar las encuestas a lo largo de la segunda fase . .	163
5.8	Animator que activa los diferentes efectos de mareo por seleccionar licor	163
5.9	Fragmento de código para cargar una escena en segundo plano	163
5.10	Colliders que nos permiten apreciar los obstáculos que nos impiden el paso a otras partes del escenario activando y desactivando su propiedad MeshRender .	164
5.11	Fragmento de código para activar el efecto de mareo al conducir	164
5.12	Fragmento de código que ayuda a obtener la botella que agarré para activar el efecto de mareo	164
5.13	Componente Grabber posicionado en la mano del jugador	165
5.14	Componente Grabbable posicionado en el objeto a interactuar	165
5.15	Fragmento de código sobre la instancia para no destruir un objeto en el juego .	165
5.16	Bebidas con sus Colliders respectivos con las que se va a interactuar en la tercera fase	166
5.17	Fragmento de código para girar a la derecha instanciando una velocidad global	166
5.18	Volante con sus Colliders respectivos para manejar el vehículo en la tercera fase	167
5.19	Fragmento de código con sus condiciones para dar o no el accidente final . . .	167

5.20	Vista de la elaboración de la animación principal donde el personaje toma la bebida que desata el efecto de mareo	168
5.21	Vista del funcionamiento de los Quads de párpados dentro del vehículo en la animación del accidente	168
6.1	Vehículo verde que recibe el impacto	169
6.2	Vehículo rojo con sus personajes en el interior, este vehículo va a causar el siniestro	170
6.3	Ejecución del accidente en la avenida Huayna Cápac	171
6.4	Vista desde el vehículo verde en el momento del impacto lateral con el delivery	172
6.5	Colliders que controlan la vibración de los controles del equipo Oculus	172
7.1	Reunión de inicial de socialización del proyecto entre miembros del grupo de investigación GIHP4C y la EMOV-EP, esta reunión se llevó a cabo en la UPS	173
7.2	Revisión del primer avance por parte de la EMOV-EP y socialización de actividades entre la FEUPS Cuenca, el grupo de investigación GIHP4C y la EMOV-EP de manera presencial en la UPS	174
7.3	Videoconferencia como punto de validación por parte de una experta y presentación de avances donde intervinieron miembros del grupo GIHP4C y la EMOV-EP	174
7.4	Flyer semana de la movilidad 2020	175
7.5	Exposición de la primera fase culminada en la semana de la movilidad que se llevó a cabo en las instalaciones de la EMOV-EP	175
7.6	Simulacro por un accidente de tránsito en la avenida Remigio Crespo, donde intervinieron miembros del grupo GIHP4C y la EMOV-EP	176
7.7	Primera revisión de avances presenciales una vez culminó la cuarentena en la ciudad de Cuenca	177

7.8	Segunda revisión presencial de avances entre tutores del proyecto y miembros de la EMOV-EP	177
7.9	Tercera revisión presencial de avances entre miembros y tutores del grupo GIHP4C y la EMOV-EP	178
7.10	Primera socialización del proyecto con la ciudadanía en los espacios denominados parking day, el cual se dio entre las calles Hermano Migue y Mariscal Sucre	179
7.11	Segunda socialización del proyecto con la ciudadanía en los espacios denominados parking day, el cual se dio entre la calle Agustín Cueva y la avenida 12 de Abril	180
7.12	Socialización de vías que se dio frente al cetro comercial Millenium Plaza, donde se socializó el proyecto con la ciudadanía	181
8.1	Primera parte del tutorial donde se aprende a mover el personaje y caminar . . .	182
8.2	Segunda parte del tutorial dnde se aprende a agarrar objetos	182
8.3	Tutorial para manejar el vehículo	183
8.4	Laberinto por el cual va a conducir el jugador dentro del tutorial hasta el destino celeste	183
8.5	Menú principal que estará disponible para el personal encargado en la vista 2D y 3D, para el jugador solo estará disponible la vista en 3D	183
9.1	Menú a vista del personal donde da paso al tutorial	184
9.2	Menú a vista del personal donde inicia el juego	185
9.3	Menú en 3D donde se selecciona género y rango de edad por parte del jugador .	185
9.4	Láser que permite seleccionar las opciones, se activa con el control derecho del Oculus	186
9.5	Datos seleccionados por el jugador presentados previo al inicio del juego	186
9.6	Tutorial utilizado por el jugador para aprender a moverse	187

9.7	Tutorial donde el jugador interactua con el objeto y lo agarra	187
9.8	Tutorial donde el jugador aprende a conducir recto	188
9.9	Tutorial donde el jugador aprende a girar dentro del vehículo	188
9.10	Destino final del tutorial a conducir para dar inicio al juego	189
9.11	Animación introductoria donde el usuario entiende el contexto del accidente a desencadenarse en la avenida Huayna Cápac	189
9.12	Paneo del sector en la avenida Huayna Cápac de forma aérea con el fin que el jugador sepa donde se encuentra	190
9.13	Obscurecimiento de la imagen a manera de dar a percibir una pérdida de conciencia en el jugador mientras conduce bajo efectos del alcohol	190
9.14	Vista del accidente dentro del vehículo verde	190
9.15	Mensaje de advertencia que aparece tras ingerir licor en la segunda fase como método de entendimiento para el jugador	191
9.16	Términos y advertencias presentadas previo al inicio de la conducción en la segunda fase, pues el jugador debe responder preguntas	191
9.17	Preguntas presentadas al jugador a manera que aprenda de las contravenciones vividas en puntos específicos	192
9.18	Licencia virtual presentada, esta merma su puntaje tras responder erróneamente las alternativas de cada encuesta	193
9.19	Personaje héroe de la Liga de la Movilidad presentado tras responder correctamente	193
9.20	Personaje villano de la Liga de la Movilidad presentado tras responder incorrecto	194
9.21	Retroalimentación final presentada con las correcciones a preguntas mal respondidas y el puntaje final en la licencia virtual	194
9.22	Personaje M.A.Y.A dando información referente a cada fase vivida	194
9.23	Interacción del usuario con las botellas presentadas en la mesa	195

9.24	Movimiento e interacción del personaje con el cejorro de la puerta para dar el cambio de escena	195
9.25	Interacción del usuario con el vehículo para conducir por la zona permitida . . .	196
9.26	Animación final presentada si el jugador escoge agua y no licor, esta animación no tiene el accidente	197
9.27	Ejecución del juego puesto las gafas de Realidad Virtual	197
10.1	Equipo Oculus Quest Completo	198
10.2	Velcros laterales y superior del equipo Oculus Quest para ajustar la posición de la cabeza del jugador	199
10.3	Cable tipo C y conector en el equipo Oculus lateral izquierdo	199
10.4	Botones del equipo Oculus que se encuentra en el lateral derecho	200
10.5	Ajustes extra del equipo Oculus como volumen y mira	201
10.6	Forma de agarre de los controles Oculus Quest	201
10.7	Forma de colocar las pilas en los controles del equipo Oculus	202
10.8	Ejemplo de como hacer una mano abierta con los controles del equipo Oculus, no se presiona ningún botón	203
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 . . .	203
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	204
10.11	Ejemplificación de la zona estática o fija de seguridad en el equipo Oculus	204
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	205
10.13	Presionar el botón del índice para seleccionar o mostrar láser en el juego	206
10.14	Vista dentro del visor Oculus Quest de forma inalámbrica	206
10.15	Revisar nivel de batería de los equipos tanto controles como gafas de Realidad Virtual	207

10.16	Selección de pestaña Oculus Link para ejecutar los juegos del ordenador	207
10.17	Ventana de Oculus en el ordenador	208
10.18	Ventana de Oculus en el casco de Realidad Virtual una vez el ordenador lo reconoce	208
10.19	Controles Oculus Quest	209
10.20	Botones joysticks de movimiento	210
10.21	Botones de movimiento por control	210
10.22	Botones a presionar para agarrar objetos	211

Introducción

Un accidente de tránsito es aquel suceso imprevisto y ajeno a la voluntad en el cual interviene al menos un vehículo automotor en circulación ya sea en vía pública o privada con acceso público destinada al tránsito de los peatones, personas y/o animales donde ocurren lesiones corporales, funcionales u orgánicas entre ellas muerte o discapacidad. Estos accidentes de tránsito son un problema recurrente en cualquier parte del mundo siendo, en los países medios y bajos aquellos que presentan mayor cantidad de los mismo. (Salinas Cabrera and Vele Figueroa, 2014)

Puesto que, los accidentes de tránsito son un factor muy recurrente en la ciudad de Cuenca, donde basándose en un artículo publicado por el grupo de investigación de Cloud Computing & High Performans Computing (GIHP4C) de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS), mismo que fue desarrollado en el año 2020 teniendo como nombre “Plataforma basada en Realidad Virtual y análisis de datos para la concienciación de la movilidad urbana como herramienta de educación vial”, junto con datos proporcionados por la Empresa Pública de Movilidad, Tránsito y Transporte de Cuenca (EMOV-EP) los cuales fueron estudiados y analizados por miembros del grupo de investigación, abordaremos esta problemática con el fin de darla a conocer de la manera apropiada.

Dentro de este estudio realizado se logró identificar los tipos de incidentes más recurrentes en la ciudad, entre ellos la conducción bajo los efectos del alcohol, así mismo se identificó tres lugares en los cuales existe más recurrencia de este tipo de incidentes, destacando como principal al sector de la Avenida Huayna Cápac, específicamente entre el tramo de la Calle Simón Bolívar hasta la Calle Larga.

Dado que día a día se puede notar tanto en medios de comunicación como en redes sociales, la existencia de siniestros de tránsito que se ven involucradas varias personas, animales y bienes materiales, donde en muchos de los casos la conducción bajo efectos del alcohol es un factor recurrente, a causado que la EMOV-EP aumente la frecuencia de sus operativos y controles con el fin de buscar de alguna medida la reducción de estos incidentes.

Puesto que, la educación vial al ser un tema poco mencionado, y dado que la población que más reincide en estos accidentes de tránsito es la joven, teniendo una media que inicia desde los 15 años en adelante, por lo cual la EMOV-EP busca una forma de captar la atención de los mismos adentrándose a la nueva era digital, donde la Realidad Virtual y espacios multimedia juegan un factor clave en este nuevo formato de educación.

El uso de la Realidad Virtual y los juegos serios, sirven como una forma de aprendizaje novedosa, pues el uso del equipo Oculus Quest nos permite vivir una experiencia multisensorial que ayuda a captar de mejor manera la atención de las personas, donde gracias a los movimientos, sonidos e imágenes nos hacen vivir una experiencia casi real, captando de esta manera la atención del espectador y así con base a encuestas e interacciones donde las mismas influyan en el resultado, hacen que la persona a la vez que se divierta, aprenda.

Los resultados de este juego serán presentados en un sitio web, donde un personal encargado de la EMOV-EP podrá visualizar el nivel de aprendizaje obtenido por todos los usuarios que hayan hecho uso del mismo, así como cambiar las alternativas, respuestas y retroalimentaciones de las preguntas mostradas en la encuesta evaluativa dentro del juego.

Capítulo I

PROBLEMA

Cada año fallecen aproximadamente 1,2 millones de personas en el mundo, entre los principales se encuentra la población joven generando un impacto significativo a nivel social y económico, aún más en países en vía de desarrollo como Ecuador que, a partir del 2016 ha presentado aumento en su número de accidentes de tránsito obteniendo una tasa de mortalidad del 13,6% de fallecidos por cada 100.000 habitantes, entre los principales tenemos conductores (43,7%), peatones (29,4%) y pasajeros (26,1%) situándolos en un rango de edad entre 25 a 64 años.(Gallegos et al., 2018)

Además entendiendo que embriaguez es un estado que se caracteriza por la falta de control motriz y oscurecimiento de la conciencia, provocados por el alcohol o diversos estupefacientes, con el afán de proporcionar más seguridad a la ciudadanía, la EMOV-EP realiza operativos día a día evitando que conductores incumplan normas de tránsito y/o conduzcan en este mismo estado, es por esto que la educación vial tanto de conductores como peatones es muy importante pues es un sistema de prevención por el cual se pretende evitar gran cantidad de estos accidentes, además que una media de consumo de alcohol en el Ecuador es de 6 días por mes teniendo una mayor frecuencia los fines de semana, esto hace que sea de vital importancia hacer llegar de alguna manera esta información a la población, motivo por el cual la EMOV-EP a buscado

nuevas formas y maneras de llegar a la misma.(Morocho, 2016)

1.1 Antecedentes

Tras la presencia de un aumento en afluencia vehicular en la ciudad de Cuenca donde, tras varios estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) se obtuvo que en el Ecuador 1 de cada 20 muertes se produce por alguna causa que involucre este estupefaciente, a más de posicionarnos en el puesto 16 de 193 en escala de mayor consumo de alcohol con una tasa de 4,4. (Mundo^a and News^a, 2018) Dentro de estos estudios se identificó que las razones frecuentes por este consumo son factores sociales, económicos, culturales y familiares, teniendo a la provincia del Azuay como la primera en el Ecuador en este consumo con un 38%, donde de estos el 86% son varones, el 14% son mujeres y la edad promedio de consumo son los 15 años, teniendo mayor auge entre 20 a 25 años. (Morocho, 2016)

A pesar de que el Ecuador no se encuentra en el top 10 de los países que más consumen licor, el conducir bajo influencia del mismo es un factor muy reincidente dentro de la ciudad de Cuenca, por este motivo la EMOV-EP lo a tomado de vital importancia a ser resuelto dentro del proyecto presente, pues el ingerir alcohol trae consecuencias en el Sistema Nervioso Central, lo que trae efectos nocivos acompañadas de falsas euforias y excitación, pérdida de sentidos, juicio, mala percepción de velocidad, entre otros efectos que llevan consigo a un siniestro de tránsito. Según la Organización Panamericana de Salud indica que un conductor bajo efectos del alcohol tiene 17 veces más riesgo de sufrir un accidente fatal.(Morocho, 2016)

A continuación podemos visualizar una tabla con datos otorgados por la EMOV-EP, haciendo comparativas entre el número de accidentes de tránsito por ubicación, así como el número de accidentados dependiendo su gravedad por tipo de siniestro.

PARROQUIA	DIRECCIÓN	NUMERO ACCIDENTES
BELLAVISTA	AV. AMERICAS Y LUIS CORDERO	9
BELLAVISTA	AV. AMERICAS Y NICANOR MERCHAN	6
EL BATAN	AV. AMERICAS Y MEXICO	5
EL VALLE	VIA AL VALLE Y SIN NOMBRE	5
EL VECINO	AV. AMERICAS Y ARMENILLAS	7
EL VECINO	AV. AMERICAS Y BARRIAL BLANCO	6
EL VECINO	AV. AMERICAS Y HUACAS	6
HUAYNA CAPAC	24 DE MAYO Y LAS GARZAS	5
RICAURTE	ANTONIO RICAURTE Y JULIA BERNAL	6
RICAURTE	VIA A DELEG	5
SAN JOAQUÍN	VIA A BARABON -SOLDADOS	9
SAN SEBASTIAN	ORDOÑEZ LASSO Y HORNOS	5
SAYAUSÍ	ORDOÑEZ LASSO -SAN MIGUEL DE PUTUSHI	6
SUCRE	RICARDO MUÑOZ Y ALFONSO MORENO MORA	6
YANUNCAY	DON BOSCO Y 12 DE OCTUBRE	6

Tabla 1.1: Tabla de referencia cantidad de accidentes por lugar

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 DE ALCOHOL	9	386	395
CONducIR DESATENTO AL TRÁNSITO	17	481	498
CONducIR EN ESTADO DE 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 VÍA A VEHÍCULOS	2	133	135
NO CEDER EL DERECHO DE 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 1.2: Tabla de referencia número de accidentes por causa de siniestro

1.2 Importancia y Alcances

Los accidentes de tránsito son una de las principales causas de muerte alrededor del mundo, en el 2019 se registró en la ciudad de Cuenca 2373 accidentes de tránsito, representando un 12,6% de heridos y 0.64% muertos.(León-Paredes et al., 2020)

Además que la Educación Vial es un tema al cual no le dan mucha importancia tanto peatones y conductores. Dentro de la ciudad se ha realizado inversiones con el fin que de una forma u otra se concientice a la población y de esta manera entiendan que está permitido y que

no dentro de las normas de tránsito, sin embargo, esto ha sido poco aceptado por la población, aludiendo que la empresa EMOV-EP malgasta el dinero de la gente.

De datos obtenidos desde el 1 de enero del 2017 al 3 de agosto del 2019 existen 12 tipos de accidentes de tránsito con un registro de 2398 accidentes con 94 muertos y 2278 heridos, lo cual podemos visualizar en la siguiente tabla.(León-Paredes et al., 2020)

SINIESTRO	FALLECIDOS	HERIDOS	PORCENTAJE
CHOQUE LATERAL	8	1024	44.52
ATROPELLO	28	413	18.59
PERDIDA DE PISTA	20	221	10.16
CHOQUE FRONTAL	4	166	7.17
CHOQUE DE ALCANCE	1	133	5.65
CHOQUE	15	112	5.35
ROSE	1	82	3.5
COLISIÓN	0	39	1.64
CAÍDA DE PASAJEROS	4	24	1.18
ATÍPICO	2	19	0.89
VUELTAS	8	10	0.76
VOLCAR	3	11	0.59

Tabla 1.3: Los accidentes de tráfico más frecuentes en la ciudad de Cuenca de 2017 a 2019. –Información presentada por la EMOV-EP.

Por consecuencia de esto la EMOV-EP ha generado campañas con el fin de llegar a la mayor población a manera que conozcan sobre Educación Vial y debido a las cifras que indican las causas de los accidentes, teniendo un 24,97% por irrespetar señales de tránsito, un 21,11% por no prestar atención al tráfico y un 16,94% por conducir bajo efectos del alcohol donde que sucede si sumamos estas tres causas en una sola, obtenemos accidentes donde las pérdidas materiales son altas y las lesiones o pérdidas humanas están presentes, posicionando de esta manera a este tema como uno importante a ser resuelto.(León-Paredes et al., 2020)

La restauración y reposición de bienes afectados, sin contar con la cantidad de vehículos abandonados en los canchones o centros de retención vehicular, hacen que económicamente tanto la EMOV-EP como las personas involucradas en estos siniestros se vean afectados, bus-

cando de esta manera una solución óptima que eduque a la ciudadanía y se prevengan los mismos.

Una solución propuesta fue generar un mayor número de simulacros de tránsito haciendo que la ciudadanía sea participe de estos sin que se enteren que son simulacros, pero esta opción fue descartada ya que económicamente no es sustentable por la alta logística que lleva, las intervenciones en líneas telefónicas por llamados de emergencia 911 dejarían de tener importancia mientras dure el simulacro y el tiempo permitido no debe excederse de los 15 minutos, por lo tanto crear un espacio donde personas intervengan para aprender y su costo mas logística superen al beneficio obtenido no es viable, es por ello que replanteando esta solución intervino la Realidad Virtual como el medio perfecto para esta solución.

Entonces el emplear un medio multisensorial como forma de enseñanza virtual va de la mano utilizando los juegos serios siendo esta una herramienta donde su enfoque principal es el aprendizaje, dejando en segundo plano lo bonito, lúdico y divertido del mismo, aquí se le presenta retos al jugador donde sus decisiones influyen en el aprendizaje dejándole un estímulo si obtiene aciertos y retroalimentaciones que favorezcan su aprendizaje si resultan erróneos. (Martín and Aznar, 2015)

Ya que por medio de la Realidad Virtual se genera un espacio seguro a la persona y, sin que esta sufra daños físicos ni materiales pueda experimentar un siniestro a manera de ser la persona causante o afectada en el mismo, es la mejor alternativa para llegar a la ciudadanía ya que a más de causarles un impacto se hace uso de las nuevas tecnologías de aprendizaje y educación, permitiendo que esto le llame la atención a la gente y por curiosidad en lo mismo aprendan algo nuevo.

1.3 Delimitación

Este proyecto se delimita a usuarios de la movilidad, ya sean peatones, conductores, ciclistas o motociclistas que tengan uso de razón y conciencia de los actos, poniendo una edad base de

15 años en adelante.

Capítulo II

OBJETIVOS

2.1 General

Desarrollar un sistema de Realidad Virtual basado en juegos serios y accidentes por conducción bajo efectos del alcohol 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 conducción bajo efectos del alcohol.
- Implementar un sistema de información en la nube para la gestión relacionada al juego.
- Desarrollar las animaciones de accidentes para el escenario de conducción bajo los efectos del alcohol.
- Integrar en el escenario virtual de conducción bajo efectos del alcohol 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)

La *Realidad Virtual* es un desarrollo tecnológico representado tridimensionalmente y generado por computadora en donde el usuario es capaz de interactuar con el ambiente (Escartín, 2000)

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 tiene diversas aplicaciones siendo la más común la telerobótica, esto permite que por su versatilidad se la pueda aplicar en muchos campos más entre los principales educativos potenciales en la medicina, permitiendo a los estudiantes realizar prácticas donde el error humano no es un riesgo, de esta manera se a derivado a múltiples campos más cómo la ingeniería, diseño, estudio climático, en el campo militar, entre otros. (Hilera et al., 1999)

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, hace también 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 cada vez más notoria tanto redes sociales como 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

a toda la población como 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. 34 de la ley de tránsito 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”.(Toscano Vizcaíno, 2015)

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 se encuentren en vía pública, como 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 deben interactuar 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 Herramientas multimedia para Realidad Virtual

3.8.1 Definición

Aun que su significado es confuso de acuerdo a la RAE proviene del etimológico latino "multi" que es numeroso y "medium" que significa medios, indicándonos que multimedia es todo aquello que se expresa a través de numerosos medios.(Salaverría-Aliaga, 2001)

Por consiguiente, al unir la Realidad Virtual con lo multimedia, se tiene múltiples enfoques y usos donde con el pasar del tiempo se perfeccionarán para el correcto uso en diferentes campos como en la Arquitectura, Comunicación, Cine, Educación, Videojuegos entre otros reduciendo costos de uso de licencias de softwares ya existentes.(Garza Mireles, 2014)

Capítulo IV

MARCO METODOLÓGICO

El siguiente proyecto tiene como fin el generar un impacto en la sociedad por medio de nuevos métodos de enseñanza, para ello se utilizó elementos teóricos, técnicos y tecnológicos planteando un método en donde intervienen arquitecturas y el desarrollo del sistema respectivo, a más de recopilación de datos y evaluaciones para un análisis cuantitativo y cualitativo tanto de la usabilidad como aprendizaje del mismo.

Dado el planteamiento de diversos objetivos, se ha elaborado varias fases que nos ayudan a cumplirlos a cabalidad, obteniendo de esta manera tres fases globales.

En la primera fase se realiza una experiencia con Realidad Virtual dando un contexto de un accidente de tránsito por conducción bajo influencias del alcohol.

En la segunda fase se vive nuevamente esta experiencia pero incluimos la presencia de una encuesta, la cual se mostrará en lapsos de la animación presentada, midiendo de esta manera el aprendizaje de las personas.

En la tercera fase se le permite al usuario interactuar con el entorno, donde sus decisiones influyen en el resultado final; por lo cual a todo esto se lo a llamado *Interacción Usuario y Realidad Virtual*.

De manera paralela al desarrollo, se presentó el sistema a una población seleccionada, misma a la que se le a aplicado encuestas con el fin de medir la calidad del sistema y hacer

correcciones a inconvenientes presentados.

El nivel de aprendizaje se mide por resultados obtenidos dentro de la ejecución del sistema, específicamente en la segunda fase, los cuales enviaremos a registrarse en una base de datos local, misma que ante la presencia de internet se sincronizará con otra alojada en un servidor en la nube a manera de tener la misma información en ambas, permitiéndole de esta manera que el personal encargado de este sistema pueda revisar gráficos estadísticos de estos resultados y a su vez modificar información de estas bases; por lo cual a todo esto se lo a llamado *Sistema de Información en la Nube*.

Manteniendo un enfoque pensado en el usuario, se a generado un Tutorial abordando interacciones y/o movimientos que se pueden realizar, su uso es opcional dándole al usuario la libertad de pasar o no por él.

Lo antes mencionado lo podemos apreciar en la siguiente figura que representa la arquitectura del sistema.

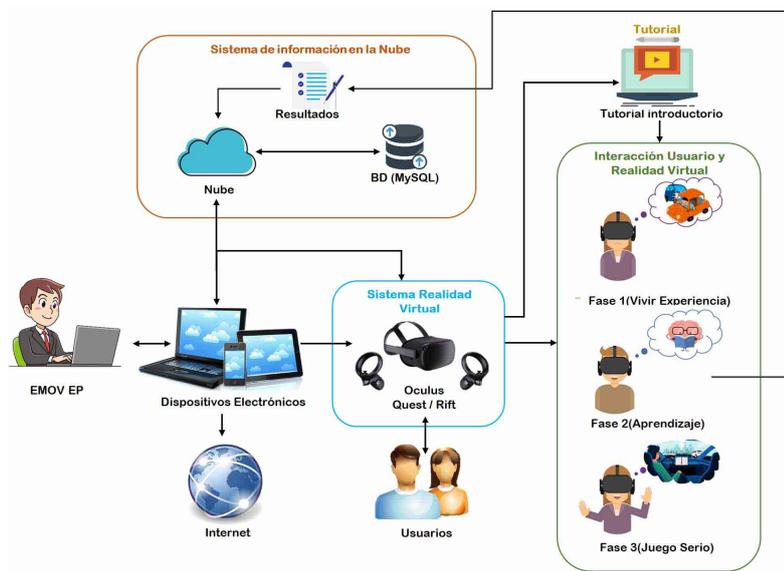


Figura 4.1: Arquitectura de funcionamiento

4.1 Interacción Usuario y Realidad Virtual

Previamente se realizó una reunión introductoria al proyecto con la EMOV-EP donde se abordó temas de educación vial, accidentes recurrentes, destino del proyecto y propuestas para el alcance del mismo, esta reunión fue clave para dar un correcto inicio e ir bien encaminados.

Para el desarrollo del juego serio, como ya se lo mencionó al inicio de este capítulo, se lo dividió en 3 fases las cuales son *Fase 1: Vivir Experiencia*, *Fase 2: Aprendizaje* y *Fase 3: Juego Serio*, estas fases nos servirán para cumplir con los objetivos planteados.

Puesto que, esta experiencia con Realidad Virtual trata de vivir un accidente de tránsito, se a desarrollado el contexto del mismo presentándole al usuario una animación introductoria en un ambiente de fiesta, es aquí donde tras recibir una señal de su amigo que lo incita a ingerir bebidas que se encuentran sobre una mesa, este toma el licor, lo que genera que se active un efecto de mareo en el usuario, llevándolo a la puerta de salida y desencadenando el accidente en cuestión, mismo que se representará en la avenida Huayna Cápac, por esta razón el usuario aparece dentro de un vehículo rojo, en el cual se encuentra junto a dos acompañantes que están en estado etílico, junto al conductor se encuentra un hombre, mientras que en el asiento trasero se encuentra una mujer, este vehículo rojo avanza por este sector, saliendo de la calle Mariscal Sucre e integrándose a la avenida Huayna Cápac hasta llegar al cruce entre la avenida Huayna Cápac y Viracochabamba, siendo este el punto de inicio del accidente; durante todo este trayecto el conductor del vehículo rojo conduce bebiendo, irrespetando señales de tránsito e invadiendo vías, al llegar al cruce ya mencionado, el conductor comienza una lucha por mantenerse consciente, esto causa que se duerma un momento, desatándose así el accidente en cuestión, mismo donde se ve a este vehículo impactarse frontalmente contra un vehículo verde donde venía una familia integrada por una mujer embarazada, una niña y un señor, este accidente causa el volcamiento del vehículo rojo y la pasajera que se encuentra en el asiento trasero atraviesa el parabrisas frontal impactándose en la calzada, paralelo a esto el vehículo verde da vueltas en campana chocando lateralmente con un motociclista delivery, el cual se eleva en el aire tras este impacto y aterriza a varios metros del mismo. Para desarrollar este contexto se

utilizó accidentes reales presentados en el sector, los cuales obtuvimos de reportes en redes sociales *Twitter* y *Facebook* y de periódicos de la ciudad, exagerando un poco con el fin de causar mayor impacto.

4.1.1 Fase 1 Vivir Experiencia

Una vez ya conocido el contexto a representar, en esta fase se desarrollará el sector, los personajes y las animaciones que dan sentido a este accidente, es por esto que, como ya se mencionó en la sección introductoria, un lugar dentro de la ciudad de Cuenca donde por su ubicación y reincidencia en accidentes de tránsito es la Avenida Huayna Cápac, esta avenida por encontrarse aledaña a una calle muy comercial como lo es La Calle Larga y ubicarse cerca de sectores como lo son la Avenida Remigio Crespo, Centro Comercial Millenium Plaza, entre otros. Estas ubicaciones son de alta afluencia de personas que rondan desde los 15 años en adelante por sus locales como son bares, cafeterías, discotecas, karaokes, entre otros, generando de esta manera que exista un porcentaje de alcoholizados en las zonas, mismos que hacen uso de sus vehículos para trasladarse, es por eso que este sector será nuestro escenario de partida para el proyecto, así que el objetivo a alcanzar es *Construir un ambiente virtual para el desarrollo de un juego basado en el escenario de conducción bajo efectos del alcohol.*

Modelado de Infraestructuras:

Con el fin de dar la mayor similitud entre lo virtual y lo real, se planeaba realizar un levantamiento en fotografías de la avenida Huayna Cápac que serviría como guía para elaborar esta construcción en 3D, sin embargo esto no pudo ser posible de manera inicial puesto que dio inicio a una pandemia a nivel mundial por el virus **COVID-19**, razón por la cual la ciudad de Cuenca entró a una cuarentena obligatoria, es por esto que tomando como referencias imágenes extraídas de la vista 360 de Google Maps¹ desde Street View, se pudo dar inicio a la

¹Vista 360 sector: <https://www.google.com.ec/maps/@-2.8986438,-78.996735,3a,60y,203.87h,88.59t/data=!3m6!1e1!3m4!1snHUZY-CF6CfWCeB6UX3MQg!2e0!7i13312!>

construcción de este escenario, dichas imágenes son del año 2015.

La elaboración del mismo se lo dividió por cuadras dando inicio en el Portal Artesanal ubicado en la calle Simón Bolívar y la avenida Huayna Cápac, culminando todo en la calle Larga teniendo un total de 16 cuadras y una distancia de 877.17 metros. Todas las fotos de la vista 360 de Google Maps podemos encontrarlas en el Anexo B.



Figura 4.2: Vista de Google Maps en las calles Simón Bolívar y la avenida Huayna Cápac

Para el desarrollo de cada cuadra se trasladó mediante el recorrido 360 de Google Maps por la avenida Huayna Cápac e ingresando por sus calles aledañas se cubrió en su totalidad la parte visible del espectador, se utilizó la herramienta Sketchup² la cual nos sirve para el diseño y creación de objetos en 3D, aquí tomando como referencia un avatar por defecto que mide 1,80 metros de alto se buscó dar una altura casi real de las edificaciones, se utilizó texturas similares a las originales así como de sus detalles, con el modelado de cada edificación se tuvo archivos con extensión .skp provenientes de Sketchup.

¹<https://www.google.com/maps/@12.456789,-78.123456,15z>

²Sketchup: <https://www.sketchup.com/es>



Figura 4.3: Modelado en 3D de la cuadra que contiene el local HYUNDAI en las calles Simón Bolívar y avenida Huayna Cápac en la herramienta Sketchup

Una vez la ciudad pasó a semáforo verde, es decir sus restricciones tanto en movilidad y tránsito se redujeron, se pudo realizar fotografías de este sector de la ciudad, encontrando de esta manera cambios notorios en la misma, dichos cambios se aplicaron en el modelado de las edificaciones apegándonos a la actualidad, así como podemos apreciar en la siguiente figura donde se indica una fotografía obtenida de Google Maps, una fotografía actual y los cambios hechos en Sketchup.



Figura 4.4: Comparativa entre fotografía de Google Maps del 2015 con una fotografía de la actualidad, donde se modificó en el modelado apegándose a la realidad

Además, dado que cada cuadra en la ciudad contaba varios objetos ya sean paradas de buses, señales de tránsito, puertas y cercas, entre otros, varios de estos objetos se los modeló y otros objetos se los descargó del sitio web llamado *3D Warehouse*³, mismo que funciona como un Marketplace de Sketchup donde podemos encontrar objetos gratis a editar dentro de esta herramienta.

³3D Warehouse: <https://3dwarehouse.sketchup.com/?hl=es>

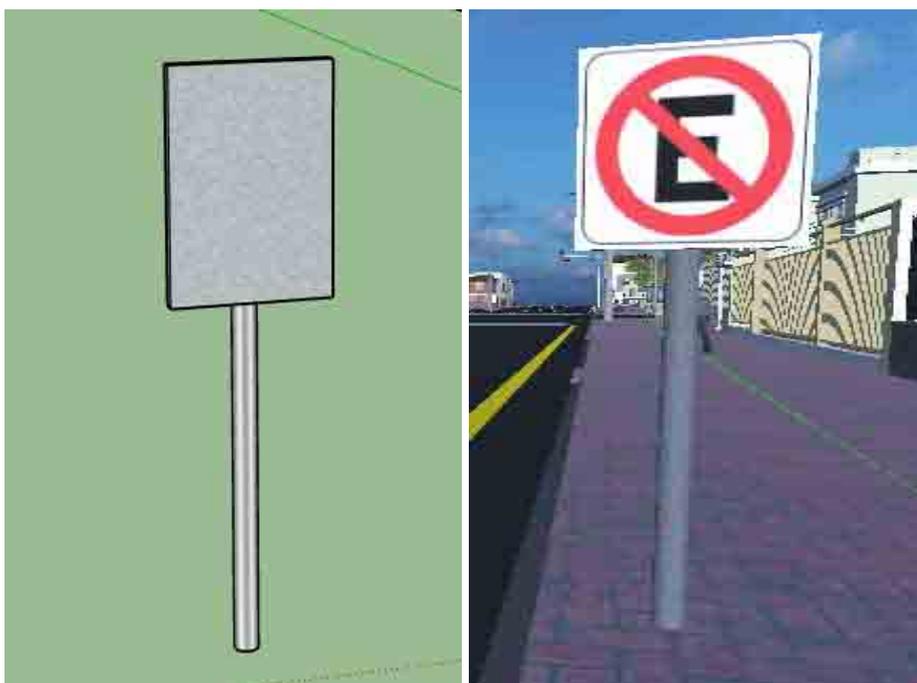


Figura 4.5: Modelado en 3D de señales de tránsito presentes en el sector con la herramienta Sketchup

Una vez se a culminado la parte del modelado de la avenida Huayna Cápac, se integró todas las cuadras en un solo ambiente dentro de la herramienta Unity⁴ en su vista 3D, donde podremos crear esta experiencia con *Realidad Virtual*, por medio de *Prefabs* que son objetos en 3D puestos en el ambiente, pueden ser reutilizados muchas veces en el proyecto y si se modifica internamente a este objeto Prefab, todos se ven afectados, pero si se lo modifica externamente solo se ve afectado el objeto en cuestión.

Gracias a estos Prefabs posicionamos cada cuadra correctamente, alineando sus ejes a la misma altura y misma delimitación, generando un ambiente en forma lineal que cubre toda la zona del juego. Las imágenes sobre el modelado de las edificaciones las podemos encontrarlas en los Anexos B.

⁴Unity: <https://unity.com/es>

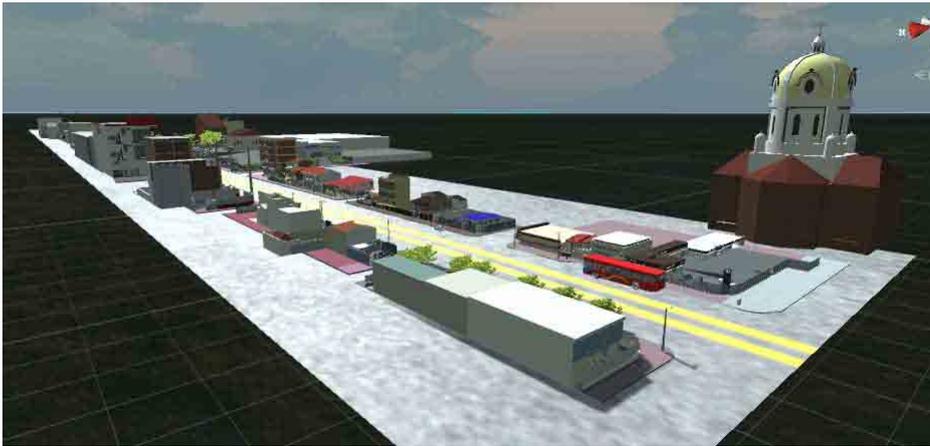


Figura 4.6: Vista lineal del escenario ya ensamblado, desde la calle Simón Bolívar hasta la calle Larga

Con el fin de generar un ambiente más real se duplicó varias cuadras ya creadas colocándolas tras el escenario principal, evitando de esta manera cortar y delimitar el escenario abruptamente, sino permitiendo que el jugador tenga un rango visible más amplio hasta un punto permitido por la cámara, así como se puede apreciar en la siguiente figura.

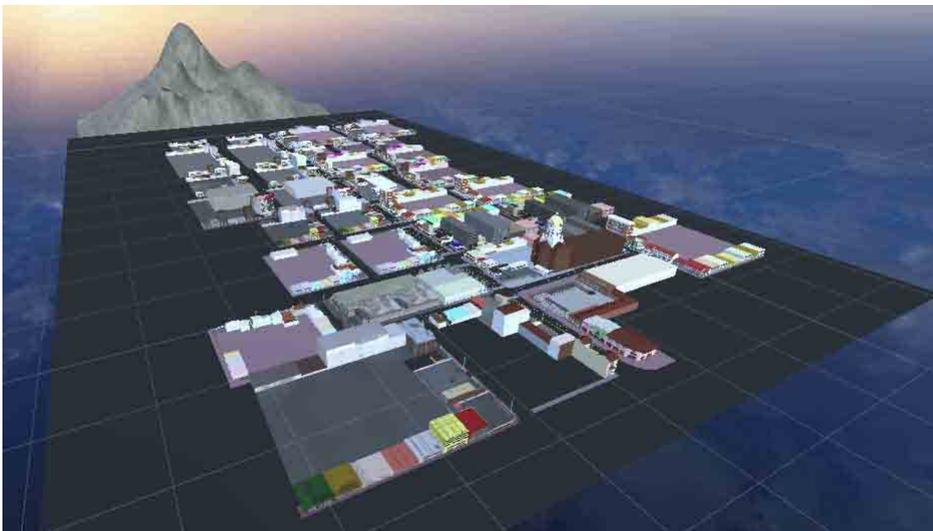


Figura 4.7: Escenario de la Avenida Huayna Cápac extendido



Figura 4.8: Vista en primera persona del escenario en la Avenida Huayna Cápac

Como un punto de validación, con el fin de saber si el escenario que se encuentra en desarrollo tiene parecido a la realidad, se llevó a cabo una videoconferencia⁵ donde intervinieron miembros del grupo de investigación GIHP4C como el Dr. Gabriel A. León Paredes, PhD quien es el Tutor de este proyecto, el Ing. Paúl Cabrera - Experto en educación vial y representante de la EMOV-EP, el Dr. Gustavo Bravo Quezada, PhD - Experto en desarrollo de juegos serios, el Ing. Jairo Sacoto Cabrera, MsC - Experto en telecomunicaciones y desarrollo de ciudades inteligentes y contamos con la presencia de la Dra. María Eugenia Sigüencia - Experta en arquitectura y urbanismo, quien a más de hacernos llegar sus felicitaciones nos supo aportar con puntos clave para el correcto desarrollo de este proyecto. Las imágenes de reuniones y socialización podemos encontrarlas en los Anexos G. A continuación se puede apreciar una imagen comparativa entre lo real y lo modelado virtualmente.

⁵Videoconferencia: https://www.youtube.com/watch?v=_Bc3ci0yrgE



Figura 4.9: Comparativa entre el modelado virtual y una fotografía real del sector ubicado en la calle Alfonso Malo y la avenida Huayna Cápac

Modelado de Personajes:

Una vez culminado el diseño del Escenario, se procedió a la creación de los personajes, para esto utilizamos primero las herramientas de MakeHuman⁶ y Adobe Fuse⁷ para crear los mismos en 3D, estas herramientas nos permiten crear personajes para nuestro juego pues aquí controlamos las facciones del rostro y la forma del cuerpo, controlamos la edad que aparentará el personaje, su vestimenta y demás.

⁶MakeHuman: <http://www.makehumancommunity.org/>

⁷Adobe Fuse: <https://www.adobe.com/es/products/fuse.html>

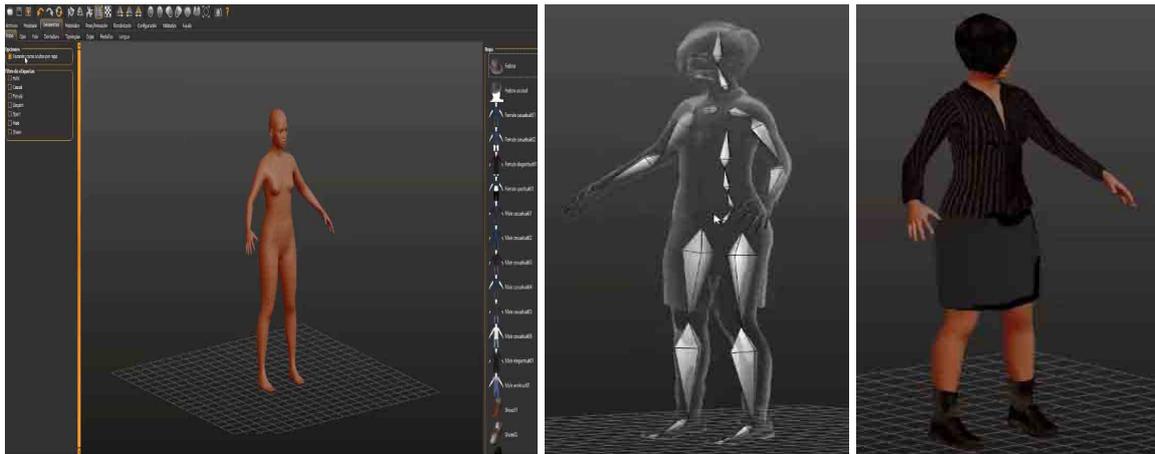


Figura 4.10: Modelado de un personaje en la herramienta MakeHuman

Dentro del enfoque de los juegos serios es importante mantener lo autóctono y representativo de cada lugar, por esta razón se creó dentro de la ambientación respectiva a personajes variados que se encuentran comúnmente en la ciudad de Cuenca, como son las cholitas y cholitos cuencanos, vendedores ambulantes típicos de la urbe, comerciantes con sus vehículos, un evento de baile terapia, el vehículo del gas representativo de la ciudad y así mismo una variedad de personajes entre hombres y mujeres desempeñando diversas acciones, por motivos de la pandemia se integró también personas con mascarilla y doctores tomando temperatura al inicio de algunos locales.

Un grupo de personajes y objetos dentro del proyecto fueron elaborados por miembros del grupo de Investigación GIHP4C, como lo son camiones de empresas típicas de la zona, vendedores ambulantes, niños, entre otros. Estas imágenes podemos encontrarlas en el Anexo D, a continuación podemos apreciar en la siguiente figura la representación de unos personajes autóctonos como son un cholito y una cholita acompañados de un policía.



Figura 4.11: Personajes autóctonos de Cuenca como es un cholito y cholita Cuencana acompañados de un policía modelados en 3D

En cuanto a las animaciones que viviremos se tienen un enfoque en primera persona, es por esto que se debe modelar un personaje con el cual el usuario vivirá todo esto, por tal motivo se lo creó en las herramientas previamente mencionadas y se posicionó en la cabeza del mismo una OVRCameraRing, siendo esta la cámara de Realidad Virtual para el equipo Oculus⁸ que permite una vista 360, dado que en la cabeza del personaje vienen integrados objetos como son lengua, ojos y dientes, estos se hacen presentes al tener esta cámara en su misma posición, por tal motivo se debe eliminar la cabeza de nuestro personaje con el fin de evitar obstáculos en la visualización, para esto utilizamos la herramienta Blender⁹.

⁸Oculus: https://www.oculus.com/?locale=es_ES

⁹Blender: <https://www.blender.org/>

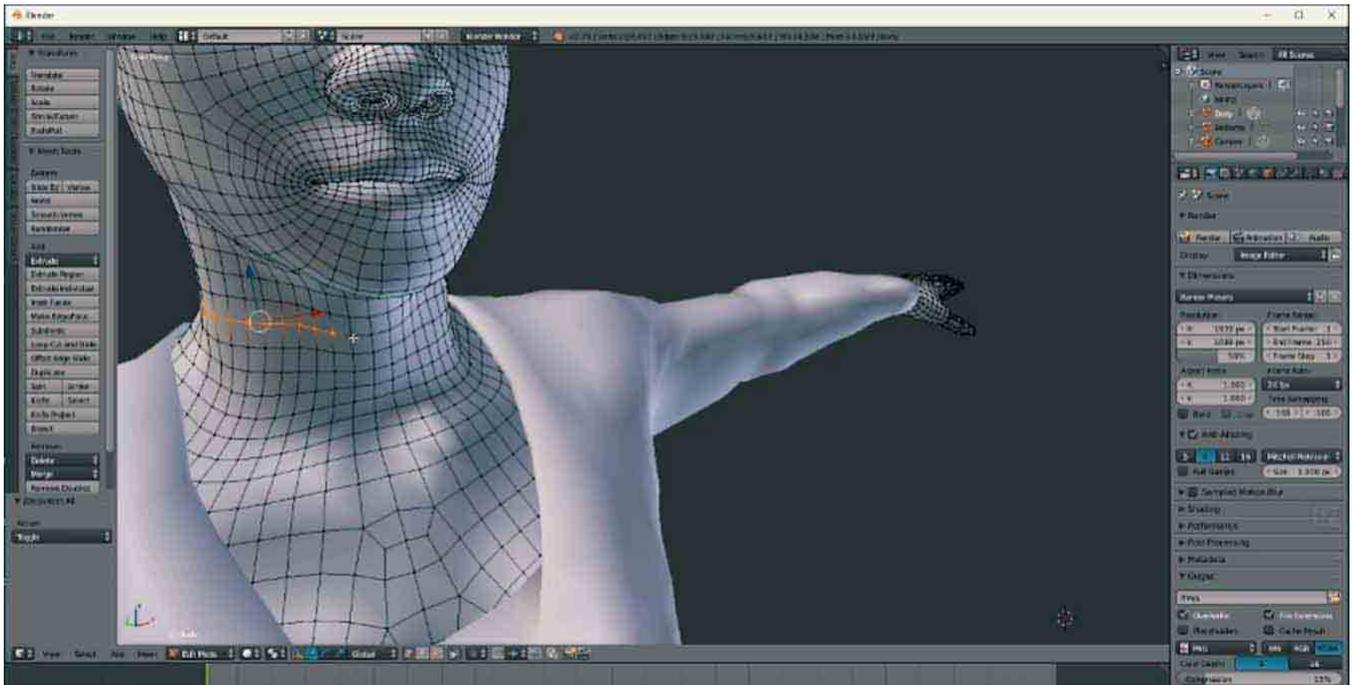


Figura 4.12: Eliminación de cabeza personaje

Implementación del Sistema de Tránsito:

Se puede señalar que, dentro de una ciudad existe movimiento vehicular, mismo que varía dependiendo el sector y la hora, de igual manera existe la presencia de transeúntes desarrollando diversas actividades a lo largo del día. Es por esto que, con el fin de generar una autonomía dentro de nuestro escenario, se a implementando un controlador de tránsito el cual fue creado en Unity, esto nos permite controlar tanto vehículos, semáforos y poblaciones presentes, a manera de hacerlas desplazar por la ruta que se les establezca, indicar con los vehículos cuantos carriles tenemos para su movimiento, el sentido de las vías y la cantidad de vehículos presentes en la zona. Cada uno de estos vehículos viene cargado con un Script que al detectar otro objeto con un Collider, este se detiene suavemente a medida que más se acerque, pero ante una presencia abrupta se genera un choque.

De la misma manera existen semáforos, en los cuales se puede definir los tiempos de espera entre cada color, por último, con este controlador podemos generar tipos de movimiento de personas como pueden ser peatones en veredas que caminan de un punto A a un B repitiendo este

recorrido sucesivamente, personas esperando, una población que funciona como espectadores o que están conversando, solo basta con definir ya sea su recorrido o su espacio estático de presencia. A continuación podemos apreciar una imagen de los vehículos implementados con este controlador de tránsito, las demás imágenes podemos encontrarlas en los Anexos D.



Figura 4.13: Vehículos presentes en la avenida Huayna Cápac, mismos que tienen implementado el controlador de tránsito

Animaciones:

Una vez se posicionó los vehículos, personajes, peatones y demás en el escenario ya diseñado, se debe generar las animaciones respectivas, tanto para personajes como la animación que da sentido a toda esta experiencia de Realidad Virtual, por lo cual usamos la herramienta Unity específicamente la pestaña Animator, creamos una animación donde podemos integrar los componentes transform de los personajes ya creados para así animarlos, sin embargo si queremos poner una animación predeterminada podemos utilizar la herramienta Mixamo¹⁰, aquí cargamos el personaje con extensión .fbx y seleccionamos sus puntos relevantes para generar un esqueleto virtual y que de esta manera la animación tenga movimientos realistas, podemos escoger las animaciones que deseemos de su amplia galería.

¹⁰Mixamo: <https://www.mixamo.com/#/>

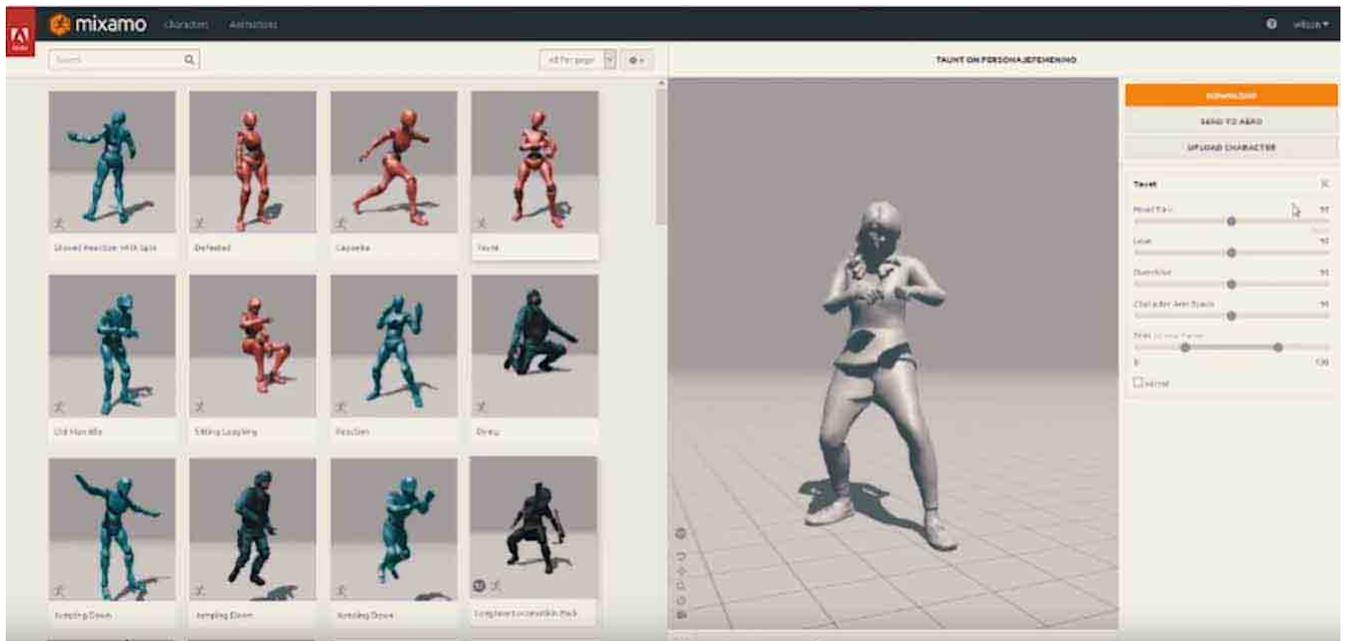


Figura 4.14: Herramienta Mixamo con la cual se integran animaciones variadas a personajes cargados

Para la animación de la escena introductoria dado el contexto de una fiesta, se posiciona a los personajes previamente animados dentro de una casa modelada en 3D obteniendo de esta manera dos ambientes en la misma, el primero de personas bailando y el segundo de personas ya alcoholizadas, generando de esta manera la ambientación debida, aquí se integra un Animator a nuestro personaje protagonista donde se altera su propiedad `transform.position` haciendo que este se desplace hacia una mesa, modificando la propiedad `transform.rotation` podemos cambiar la pose de nuestro personaje con el fin de hacer que este tome un vaso de licor que se encuentra en la misma, activando posteriormente un efecto de mareo y desplazándolo a la puerta de salida, así como podemos apreciar en la siguiente imagen donde se esta elaborando esta animación.

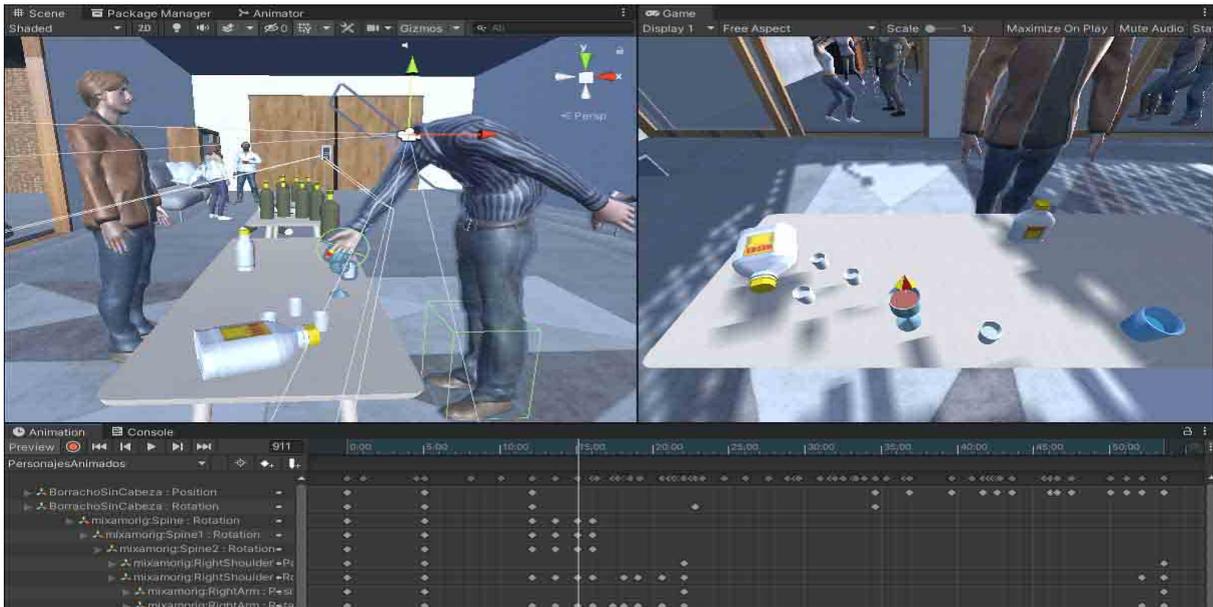


Figura 4.15: Elaboración de la animación introductoria dentro de la herramienta Unity, modificando las propiedades transform del personaje protagonista

Para dar el efecto y sensación de mareo se debe ingresar una animación en la OVRCameraRing misma que tendrá un loop activado por defecto, esto causa movimientos indefinidamente y así da un efecto de mareo alterando la rotación en su propiedad transform en sus ejes X, Y o Z , dentro de la animación especificamos el tiempo y los grados a mover, mientras más corto sea el tiempo más rápido son los movimientos de rotación y mientras más ejes se utilice mayor será la sensación de mareo.

Dado que, cada personaje tiene una animación predeterminada, esto incluye también a los personajes que se encuentran dentro de los vehículos para la animación dentro del sector de la avenida Huayna Cápac, es por ello que a nuestro personaje protagonista se le agregó dos animaciones, una con la sensación de mareo y otra con la animación de beber mientras conduce, dividiendo la animación en este sector en 2 partes: Conducción y Accidente.

- **Conducción:** Se debe crear un EmptyActivity, agrupando dentro del mismo los vehículos que ambientan la zona, vehículo rojo y verde con sus personajes respectivos, esto nos permitirá moverlos a voluntad, puesto que la animación de conducción tiene la sensación de

mareo, se debe desplazar al vehículo rojo durante todo el trayecto realizando contravenciones, como subirse a las calzadas, pasarse semáforos en rojo, invadir vías, entre otras, llegando así a mitad de cuadra del local MetroCar en la Avenida Huayna Cápac, aquí se hace presente la sensación de cansancio y pérdida de conocimiento, esto se consiguió gracias a un audio activado en ese punto con sonidos de sueño y cansancio, sumado a una animación puesta en el componente CenterEye en el interior de OVRCameraRing-Traquing Space, este componente controla una vista central del jugador, aquí se colocó tres GameObjects llamados Quad, estos componentes funcionan como un plano pero ubicado verticalmente, de un lado tiene textura y por el otro son transparentes, este caso utilizamos los lados con textura, a dos de estos Quads se los colocó con color negro y se los ubicó uno sobre otro a manera de que estén apegados al CenterEye y funcionen como párpados, al tercer Quad se le colocó una textura con la propiedad Opacity, esto permite controlar el nivel de opacidad de la textura y se lo ubicó frente al CenterEye con una distancia de 1 a 2 mm de los Quads de párpados, se integra una animación donde los estos se cierran y este Quad se oscurece dando la apariencia de cerrar los ojos y estar quedándose dormido, por su contrario al abrirse los párpados este Quad se hace más transparente. A continuación apreciamos una imagen donde se encuentra integrado el personaje, sobre este tenemos la OVRCameraRing con la cual se da este efecto de dormirse y en el vehículo se encuentran los acompañantes, las demás imágenes podemos encontrarlas en los Anexos E, F.

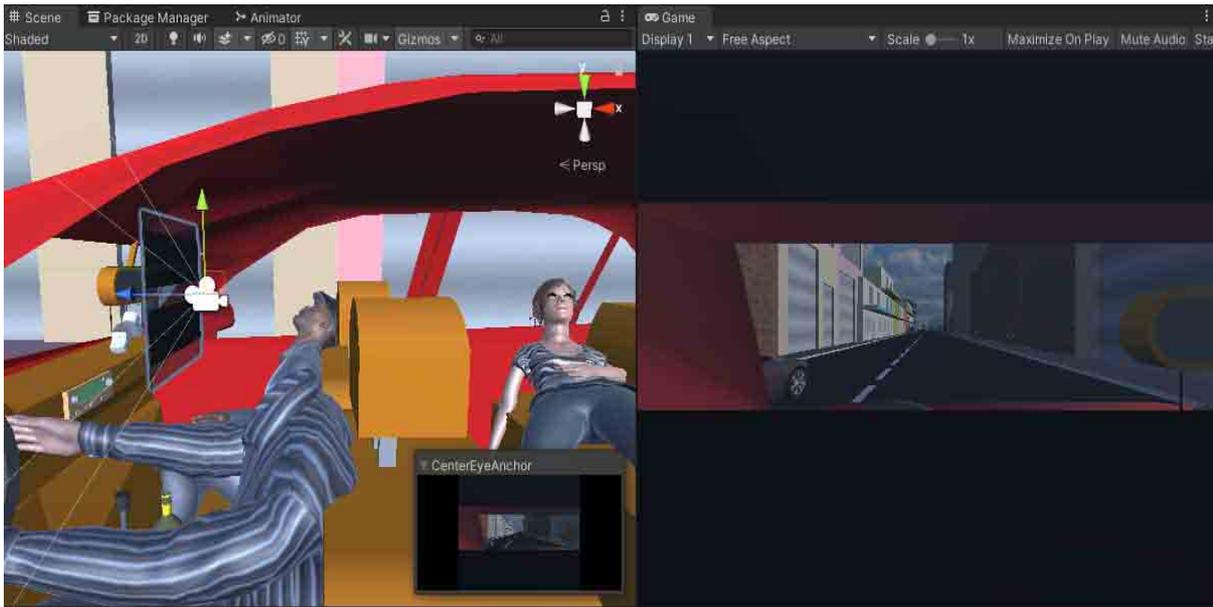


Figura 4.16: Vehículo rojo con personajes integrados en el mismo, el personaje protagonista sin cabeza posee la OVRCameraRing y Quads de párpados

- **Accidente:** Una vez llegado al punto final de la conducción pasamos a crear una nueva animación donde desarrollaremos el accidente en cuestión, para esto como la mujer debe desprenderse del vehículo debemos generar un Empty Activity donde la mujer este fuera del componente GameObject del vehículo rojo, a manera que al mover este Empty Activity, ambos se muevan simultáneamente, pero en un punto se pueda mover solo el vehículo dejando a la mujer sobre la calzada sin interferir con su posición final; en los vehículos accidentados tanto en ventanas y parabrisas se colocó Quads con textura en formato PNG de vidrios rotos o sangre, lo cual dentro de la animación activamos este objeto dando la apariencia de quiebre de vidrios y salpicadura de sangre en el vehículo, de la misma manera al personaje principal en el componente CenterEye se integró un Quad con textura de sangre, haciendo que esta aparezca y se desvanezca con cada golpe que reciba dentro del accidente dando así más realismo.

Al culminar el accidente presentado se generará a otra animación del mismo, pero desde la vista del vehículo verde afectado, mostrando como este recibe el impacto, las personas

del interior sufren golpes, estos chocan con el motorizado delivery y este cae a la calzada. La vista de este siniestro no será como conductor del otro vehículo sino como de un pasajero que se encuentra en el asiento trasero. A continuación podemos ver una imagen representando el accidente en cuestión, las demás imágenes del mismo podemos encontrarlas en el Anexo F.



Figura 4.17: Vista animación accidente

Optimización de Recursos:

Previo al desarrollo de la animación tanto introductoria como del accidente, se debe definir que objetos son los que mantendremos en común en cada fase, es decir los que no se alteran ni cambian sea cual sea la misma y a su vez que objetos son los que van a cambiar, definiendo así los comunes que son: casa, sonidos y personajes de la parte introductoria y cuerdas, sonidos y personajes de la parte del accidente, todos estos los juntaremos en la escena principal, se realiza esto pues se los integra a un Script que contiene el método *DontDestroyOnLoad*, este método por medio de una instancia permite que el objeto en cuestión no se destruya a lo largo del juego o en el cambio de escenas, esto nos optimizará en recursos pues solo enviaremos una

señal de activar y desactivar los mismos, haciendo que el paso entre escenas y fases sea más rápido, cargando únicamente los Prefabs y GameObjects que varían su comportamiento. Con el fin de maximizar la velocidad entre cambio de escenas se realizó una ejecución por hilos, definiendo un método asíncrono que realiza una carga en segundo plano del siguiente escenario a mostrarse, de esta manera al finalizar la escena actual la siguiente ya estará cargada y su cambio será casi inmediato.

4.1.2 Fase 2 Aprendizaje

En esta fase mostraremos la animación inicial de **Conducción** puesto que aquí se darán todas las contravenciones y evaluaremos la concentración de las personas dentro de todo este evento hasta antes del siniestro, presentándoles preguntas establecidas en puntos específicos, todas estas preguntas se basan en acciones de imprudencia que nuestro protagonista realizó por la ciudad, donde el jugador por medio del control derecho del equipo Oculus lo pasa con su mano por la respuesta correcta sin presionar ningún botón.

Dentro del proyecto introdujimos personajes entregados por la EMOV-EP llamados Liga de la Movilidad, quienes fueron creados con el fin de indicar que cualquier persona puede ser un héroe o un villano por sus acciones, en esta liga tenemos a los personajes Héroes quienes son:

- **Bodiman**
- **Asertiva**
- **Crican**

Ellos luchan contra **Siniestrus** el villano que busca que la gente cometa infracciones y accidentes.

Estos personajes serán los encargados de reforzarnos los aciertos positivos ya sea al responder una pregunta o tomar una decisión dentro del juego serio, de lo contrario nos aparecerá

el villano reforzándonos de manera negativa, de la misma manera se harán presentes ilustraciones entregadas por la EMOV-EP que son parte de su campaña con el fin de concientizar a la ciudadanía.



Figura 4.18: Personajes héroes liga de la movilidad



Figura 4.19: Personaje villano liga de la movilidad



Figura 4.20: Anuncio por reducción de puntos tras beber licor y conducir



Figura 4.21: Anuncio de muerte por cero puntos en la licencia

El responder las encuestas presentadas lo conseguimos gracias a la propiedad *RenderLine*, la cual es un láser que se posiciona sobre la o las manos del jugador, en este caso sobre la mano derecha, se le puede definir un tamaño tanto de largo y ancho, este al hacer contacto con otro objeto no nos obtiene su Tag, sino obtiene el nombre con el que esté guardado el objeto, es decir si tengo un cubo llamado A y el Tag se llama B, el láser al hacer contacto con dicho objeto nos devuelve A gracias a la propiedad `GameObject.name`, de esta manera tras obtener el nombre podemos generar que la respuesta escogida se envíe para evaluar si es o no la correcta.

Las preguntas a presentar las obtenemos de la base de datos generada en MySQL, esto se da gracias a la conexión con la misma por un Script al cual se lo a llamado Base, aquí apuntamos a la base de datos, iniciamos sesión en la misma y procedemos a realizar peticiones o enviar datos, la consulta `Select` dentro de esta base se la realiza una sola vez, almacenando en vectores las preguntas, sus alternativas, la respuesta correcta, la corrección y el puntaje de cada pregunta.

Su funcionamiento está apegado a la realidad con respecto a la reducción de puntos en una licencia de conducir, es por esto que virtualmente se generó la misma donde, previo al inicio de este Juego el Usuario seleccionará su género y Rango de Edad, dependiendo el género escogido la cédula tendrá un nombre ya sea “Cebrante Pastoso” en el caso de masculino y “Cebrita Aurora” en el caso del femenino, nos indicará una cédula la cual será “1234567890” y la cantidad de puntos con los que inicia, que originalmente una licencia de conducir en el

Ecuador tiene un total del 30 puntos, estos se pierden y/o reducen a medida que se realicen contravenciones hasta llegar a 0 puntos que es cuando se retira la licencia a la persona. A continuación podemos ver una imagen donde se implementan los objetos a mostrarse con las preguntas, las demás imágenes de este punto las podemos ver en el Anexo E.

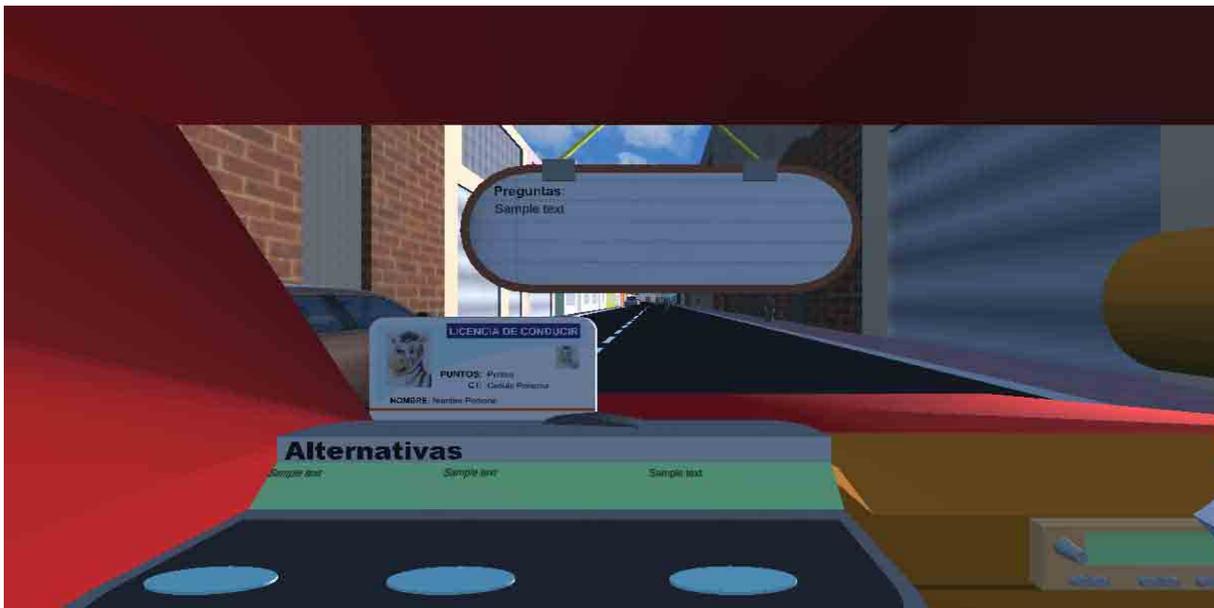


Figura 4.22: Objetos correspondientes al cuestionario presentado al jugador dentro del vehículo, teniendo la pregunta, alternativas y licencia virtual

Las preguntas fueron obtenidas de un banco informativo, mismo que fue otorgado por el Representante de la EMOV-EP, aquí se generó las encuestas presentadas al realizar una contravención, a manera de dar una retroalimentación se a citado el artículo referente a la contravención causada indicándole la multa monetaria, prisión preventiva y/o reducción de puntos a obtener por la misma.

Dado que, por defecto en la animación el usuario ingiere licor fuerte, por motivo de aprendizaje se le reduce 10 puntos en su licencia lo cual en la realidad no es así pues en ese caso tiene prisión preventiva sin posibilidad de conducir, dada esta reducción el jugador empieza con 20 puntos reflejados en la licencia virtual, cada vez que la persona responda correctamente la licencia mantendrá su puntaje intacto y un personaje héroe de la liga de la movilidad lo acompañará en su trayecto, de lo contrario si se equivoca dependiendo el valor de esa pregunta se reducirá el

mismo en su licencia virtual y ahora será Siniestrus quien lo acompañe, si su puntaje llega a ser cero o responde la última pregunta del cuestionario, aparecerá un tablero donde este tendrá una retroalimentación de cada respuesta errónea obtenida en las encuestas a manera de corrección para el usuario, generando de esta manera un registro en la base de datos guardando el género, edad, fecha actual y puntaje que el jugador indicó y obtuvo.

De la misma forma que es importante mantener lo autóctono al elaborar los personajes, se a considerado esto mismo con las bebidas presentadas al jugador, por lo cual se tomó como referencia dos bebidas representativas de la ciudad de Cuenca, como es la Cerveza Pilsener y el licor Zhumir, donde se modificó en parte sus Imagotipos, generando que el usuario pueda identificar que tipo de bebida es, sin afectar a las marcas presentadas, esto con el fin de llamar su atención y generar una retención en la información por medio de objetos que les resulten familiares. A continuación podemos apreciar una comparativa entre las bebidas reales y las modificadas virtualmente.



Figura 4.23: Comparativa entre bebida real y bebida virtual, indicando la modificación en sus marcas

Para poder mostrar las preguntas se utilizaron Colliders ubicados estratégicamente en puntos donde se dará una contravención, se utilizó la propiedad *Time.timescale=0* la cual nos permite

que el tiempo de ejecución del juego sea cero, es decir se congele el tiempo, en este caso lo único que funciona es el láser, animaciones e interacciones con Colliders no funcionan hasta que el tiempo sea diferente de cero, de esta manera activamos y desactivamos los cuadros de las preguntas haciendo a su vez que se pause el juego, el paso de preguntas lo realizamos gracias a un Script, donde recorremos una posición en cada vector con la información almacenada de cada pregunta, una vez respondamos el tiempo regresa a ser uno de forma que todo fluya normalmente. Estos mismos Colliders se utilizaron para activar vibraciones en los controles del equipo Oculus y así captar la atención del usuario. A continuación podemos ver una imagen representando la selección de las alternativas con el juego en ejecución, las demás imágenes de este punto las podemos ver en el Anexo E.



Figura 4.24: Pregunta con sus alternativas presentadas en juego y usuario seleccionando una de ellas con su mano derecha

Al finalizar la encuesta ya sea por tener cero puntos o por responder todo el cuestionario, se nos presentará las retroalimentaciones debidas y un panel con un botón rojo dentro del vehículo, al momento de presionar el mismo daremos paso a la siguiente escena con la cual damos inicio a la fase 3.

En este punto ya habremos culminado el objetivo *Desarrollar las animaciones de acci-*

dentos para el escenario de conducción bajo los efectos del alcohol y habremos ya creado la base de datos en conexión con el juego llegando a avanzar con el objetivo ***Implementar un sistema de información en la nube para la gestión relacionada al juego.***

4.1.3 Fase 3 Juego Serio

Aquí se le a otorgado al usuario la capacidad de moverse a voluntad dentro del escenario presentado e interactuar con los objetos que existen en el mismo, pues sustituimos el OVR-CameraRing que no es más que una cámara estática integrada a la Realidad Virtual por un OVRPlayerController el cual a más de tener esta cámara tiene la propiedad de moverse por medio de los controles del equipo Oculus.

En base a las decisiones que el usuario tome el final cambiará, por ello lo que primero se hizo fue plantearse lo que estará permitido y las limitaciones en esta fase:

- **Interacciones:** dentro del escenario introductorio el usuario no puede interactuar con todo el entorno, si no con objetos seleccionados como en este caso son unas botellas de licor específicas ubicadas sobre la mesa principal y también puede interactuar con el cerrojo de la puerta, esto lo logramos gracias a dos componentes como son el OVRGrabber y el OVRGrabbable, estos dos componentes nos sirven para que el jugador pueda agarrar los objetos, levantarlos, moverlos, etc., con base a un Collider y un Rigidbody este tendrá gravedad que lo afecte, el OVRGrabber va en las manos del jugador y el OVRGrabbable va en el objeto a agarrar, como podemos ver a continuación una imagen representando la interacción con los objetos, las demás imágenes de este punto las podemos ver en el Anexo E.

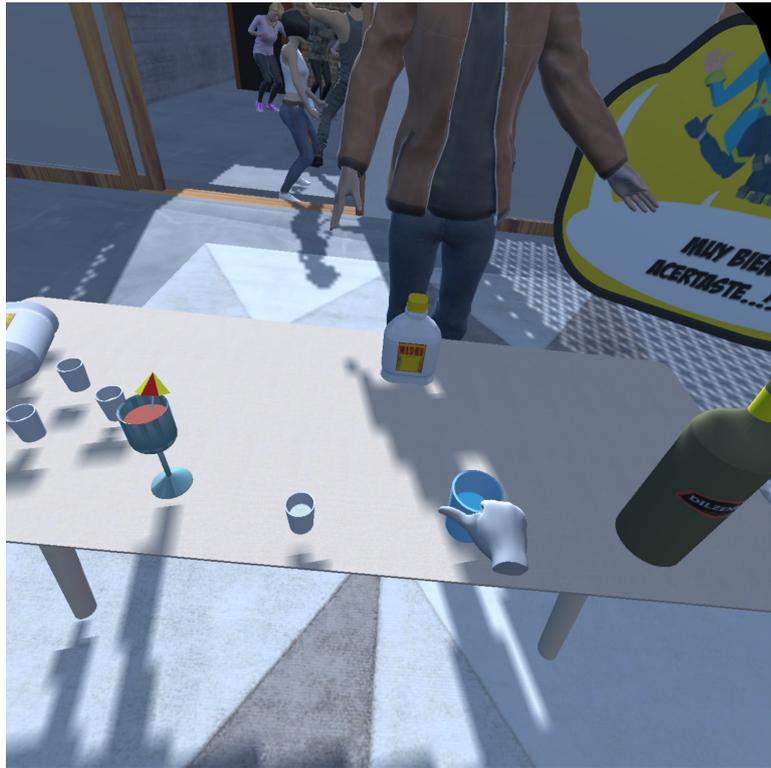


Figura 4.25: Jugador agarrando un vaso de agua presentado sobre una mesa principal con más bebidas con las que puede interactuar

- **Mareo:** el usuario dependiendo el licor que escoja sentirá un grado diferente en el efecto de mareo, partiendo de la cerveza que será uno suave, un coctel que es medio y trago que es el efecto de mareo fuerte, que sucede si el jugador escoge agua, en este caso no tiene este efecto, aquí se condicionó a manera que, si el jugador como primera opción tomó el agua no tiene el efecto de mareo, pero si posterior a ello escoge cualquier licor si tendrá este efecto y si después escoge agua nuevamente este efecto no desaparecerá. Esta selección de licor genera una tabla informativa que indica cuales son las causas de ingerir licor, su multa y reducción de puntos, aparece Siniestrus y el mareo se hace presente hasta que toque el cerrojo de salida, si solo escoge agua aparece la liga de la movilidad felicitándolo, gracias a las propiedades Tag y Collider colocamos unos condicionales donde enviamos un SetTrigger activando la animación de mareo dependiendo lo que haya tomado.
- **Manejo:** cuando el usuario ingresa al escenario de conducción podrá manejar un ve-

hículo, pero dependiendo que bebida escogió el jugador, este iniciará con un efecto de mareo suave, medio, fuerte, o a su vez sin este efecto.

La conducción del vehículo está controlada por cuatro Scripts ayudados por unos Colliders permitiendo moverse recto, girar a la derecha, izquierda o dar retro, todo esto gracias a la alteración de la propiedad transform, donde instanciando al vehículo jugable y colocando cuatro colliders, tres en el volante y uno en la palanca de cambios, puedo moverlo al detectar los mismos, usando el método OnTriggerStay que funciona mientras se lo esté tocando, puedo mover el vehículo dependiendo el Script que se esté activando, cuando dejo de tocar el volante y a su vez el Collider, el vehículo se detiene. En la siguiente figura podemos observar estos Colliders que nos permiten conducir el vehículo.

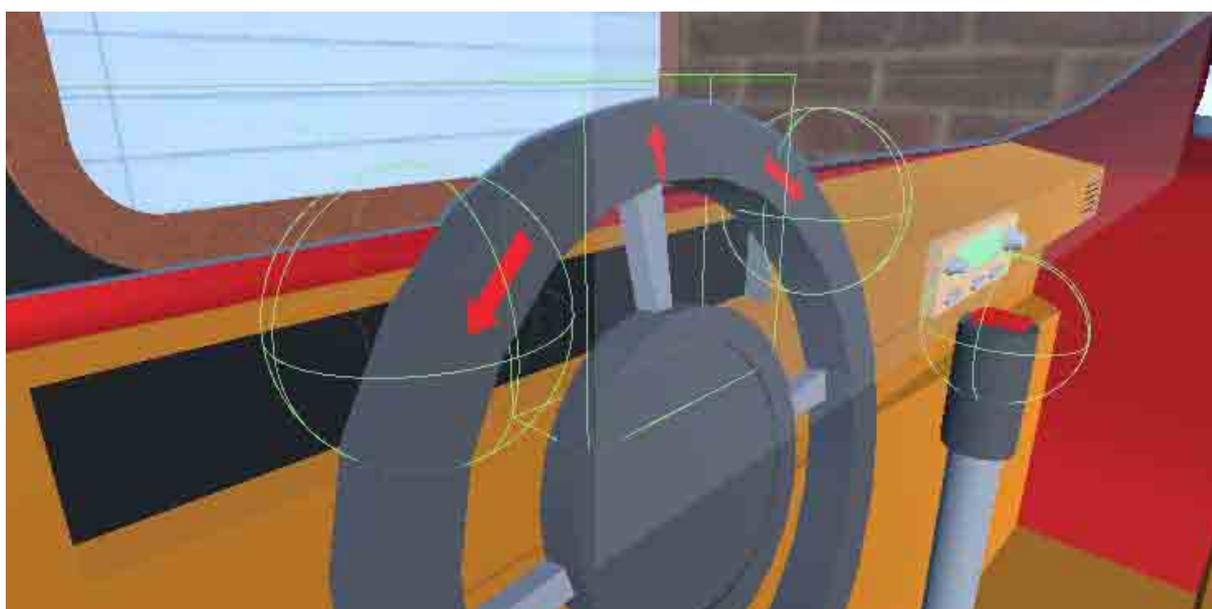


Figura 4.26: Colliders posicionados sobre el volante y palanca de cambios dentro del vehículo, esto nos permite conducir en el juego

- **Final:** ya que las decisiones del usuario alteran el final, si este escoge licor llegará al punto donde la conducción finaliza, y la animación del accidente volverá a reproducirse, de lo contrario si el jugador escoge agua, al llegar a este punto se ejecuta una nueva animación llamada SinAccidente, esta animación presentará un contexto diferente donde el conductor respeta las señales de tránsito, por consecuencia el vehículo verde afectado

cruzará tranquilamente junto con el motorizado, la niña que perdió la vida dentro del accidente pasará saludándonos, dando de esta manera por finalizada esta fase y a su vez el juego. En la siguiente figura podemos apreciar este final sin accidente.



Figura 4.27: Animación con final alternativo en la esquina de la avenida Viracochabamba y avenida Huayna Cápac, en este final no se presentó el accidente de tránsito

- **Consideraciones:** algunas consideraciones que se tomó fue limitar el movimiento del jugador dentro del espacio permitido, es decir colocar Colliders desactivando la opción *Is Trigger*, de manera que al colisionar con este, la persona o vehículo se detenga y no avance, de este modo en el escenario de la casa el jugador no puede ir a otros lados que no sea el sector definido, así mismo en la Avenida Huayna Cápac el jugador no podrá conducir por otras rutas ni tomar atajos, deberá ir por la ruta establecida.

Para la ejecución de este juego existirá una persona quien estará encargada de ayudar al jugador, es por ello que se generó un menú de 2 ambientes.

En el primer ambiente tenemos un espacio en 3D, donde el jugador por medio de un láser integrado en su mano derecha, mismo que se activa al presionar un botón que se encuentra

posicionado en el dedo índice una vez el jugador toma el control del Oculus, de esta manera seleccionará su género y rango de edad, al hacer esto le aparecerá una pantalla con los datos seleccionados que se usará a lo largo del juego, así como podemos apreciar en la siguiente figura donde apreciamos el menú de selección 3D. Las demás imágenes de este punto las podemos ver en el Anexo E.

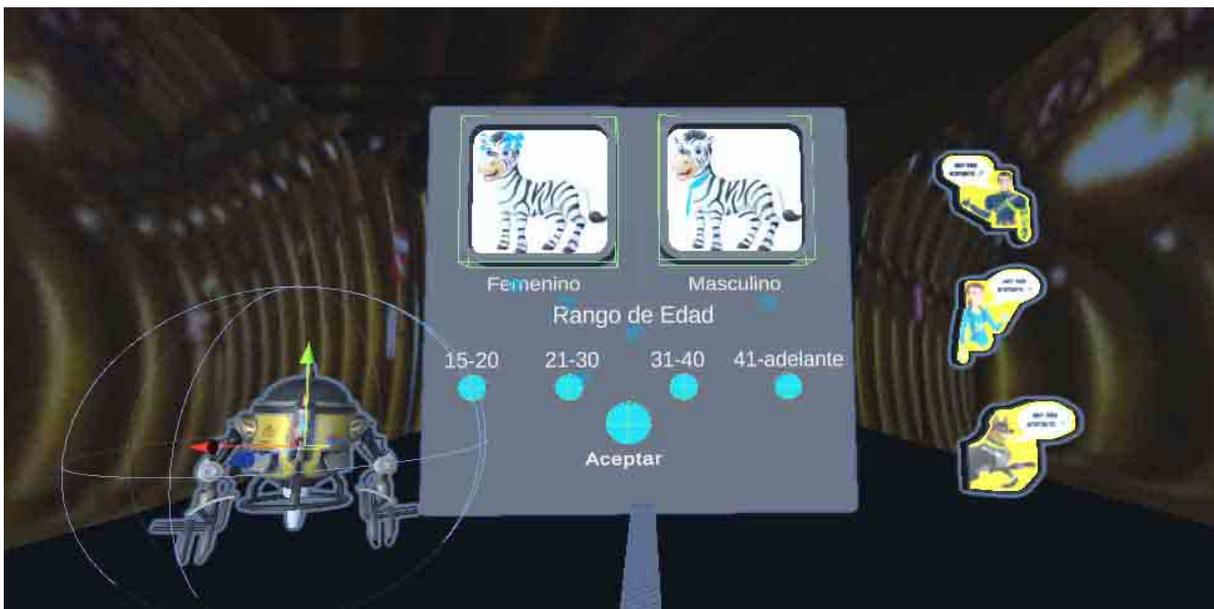


Figura 4.28: Vista en 3D que tiene el jugador puesto el equipo Oculus donde selecciona su género y rango de edad

En el segundo ambiente es un menú en 2D que solo lo podrá visualizar el personal por medio de un monitor, aquí el mismo dará paso al jugador ya sea a un tutorial introductorio o a su vez dar inicio a toda esta experiencia de Realidad Virtual, así como podemos ver en la siguiente figura. Las demás imágenes de este punto las podemos ver en el Anexo H.



Figura 4.29: Menú Principal que estará disponible para el personal encargado

Para la elaboración del tutorial se consideró tres puntos importantes:

- **movimiento de la cabeza y movimiento del personaje**
- **agarrar y soltar objetos**
- **conducción del vehículo**

De manera inicial tenemos una voz indicándonos que estamos en dentro del tutorial, posterior a esto una pantalla animada, misma que sus texturas cambian ya sea para indicarnos los botones a presionar o acciones a realizar, nos mostrará en este caso qué botones presionar o mover para que el jugador pueda desplazarse a lo largo de la zona, el objetivo principal es llegar a un círculo celeste ubicado al frente del personaje, una vez el personaje realiza con éxito esta acción debe agarrar y soltar dos veces con la misma mano un objeto que se presenta frente al mismo, dicho objeto es una ilustración de la Liga de la Movilidad presentándonos a sus personajes. Cuando el jugador culmina satisfactoriamente, pasa a una nueva escena donde se encontrara dentro de un vehículo, aquí se indicarán qué partes del vehículo debe tocar para que se realice cierta acción como en este caso es moverse recto, girar a la derecha o izquierda y

dar retro.

El jugador deberá conducir el vehículo dentro de un laberinto que consta de dos curvas cerradas y llegar así mismo a un círculo celeste, al llegar a este punto el jugador finaliza el tutorial y de este modo da inicio a toda esta experiencia de Realidad Virtual. En la siguiente figura podemos ver imágenes breves de este tutorial, las imágenes de este punto las podemos ver en el Anexo H.

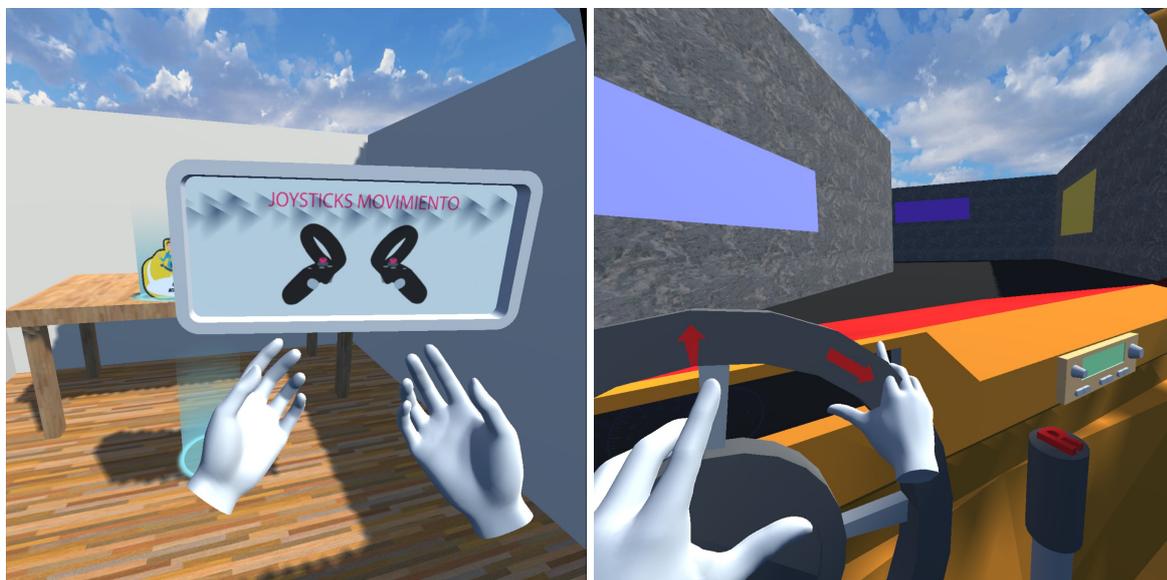


Figura 4.30: Vistas tanto del tutorial de interacción con objetos y del tutorial de conducción

Para que el paso por cada una de estas fases incluyendo el menú inicial sea más interactivo, se creó un personaje en 3D con la apariencia robótica, éste nos aparecerá al inicio de cada una de las fases y nos dará una indicación a tener presente durante las mismas. A este personaje se lo llamó M.A.Y.A, dónde sus siglas significan (Modelo Automatizado Y Avanzado). Las imágenes de este punto las podemos ver en el Anexo E.

4.2 Sistema de información en la Nube

Para el correcto desarrollo de este proyecto se planteó una arquitectura de base de datos (BD), siendo utilizada aquí MySQL¹¹, inicialmente se planteó una relación entre las tablas pertenecientes a la arquitectura, a manera que dependa una con otra pero, dado que un registro no necesita guardar información individual de cada pregunta, si no al contrario parte de un puntaje inicial de 30 puntos, de los cuales disminuye el valor de cada pregunta, si esta resta llega a ser 0 en algún momento, la encuesta termina y el registro se genera con 0 puntos, de lo contrario se registra con el puntaje final obtenido, por este motivo presentado no se vio óptimo realizar esta arquitectura, es por esto que se lo replanteó y generó dos tablas las cuales son *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 el registro con puntaje final, si posterior a esto el valor de las preguntas cambian, los registros no se ven afectados. A continuación se muestra el diagrama UML utilizado para esta base de datos.

¹¹MySQL: <https://www.mysql.com/>



Figura 4.31: Diagrama UML con BD MySQL

Debido a que el internet no es un requisito imprescindible para el uso del juego serio, con el fin de tener las preguntas y registros actualizados tanto localmente como en la nube, se implementó un modelo Maestro-Maestro entre estas bases, haciendo que al no existir internet todo registro se lo guarde localmente, y ante la presencia de internet estos registros se sincronizan en la nube, tendiendo ambas bases con la misma información.

Para el desarrollo de este sistema web, se utilizó la herramienta Visual Studio Code¹² con su versión más reciente, como backend se usó el lenguaje Node.js¹³ el cual es basado en

¹²VSC: <https://code.visualstudio.com/>

¹³Node.js: <https://nodejs.org/es/>

javascript¹⁴, junto a su modulo llamado Express¹⁵ 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.

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 HTML¹⁶ y sus controles respectivos con javascript y sus estilos en CSS¹⁷.

Como servidor web se usó a Express, se definió un puerto de acceso el cual es el 3000 con opción a adaptarse al que se consuma 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, mismo que estará accesible desde la siguiente URL: cloudcomputing.ups.edu.ec/EmovRV¹⁸.

```
//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 4.32: Servicios Web generados en el proyecto para su consumo posterior

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

¹⁵Express: <https://expressjs.com/es/>

¹⁶HTML: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTML>

¹⁷CSS: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/CSS>

¹⁸enlace: <https://cloudcomputing.ups.edu.ec/EmovRV>

```

<?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 4.33: Prueba realizada en el consumo de un servicio web

A continuación podemos apreciar una arquitectura que se planteó para la comunicación del Servicio Web con la información del juego serio.

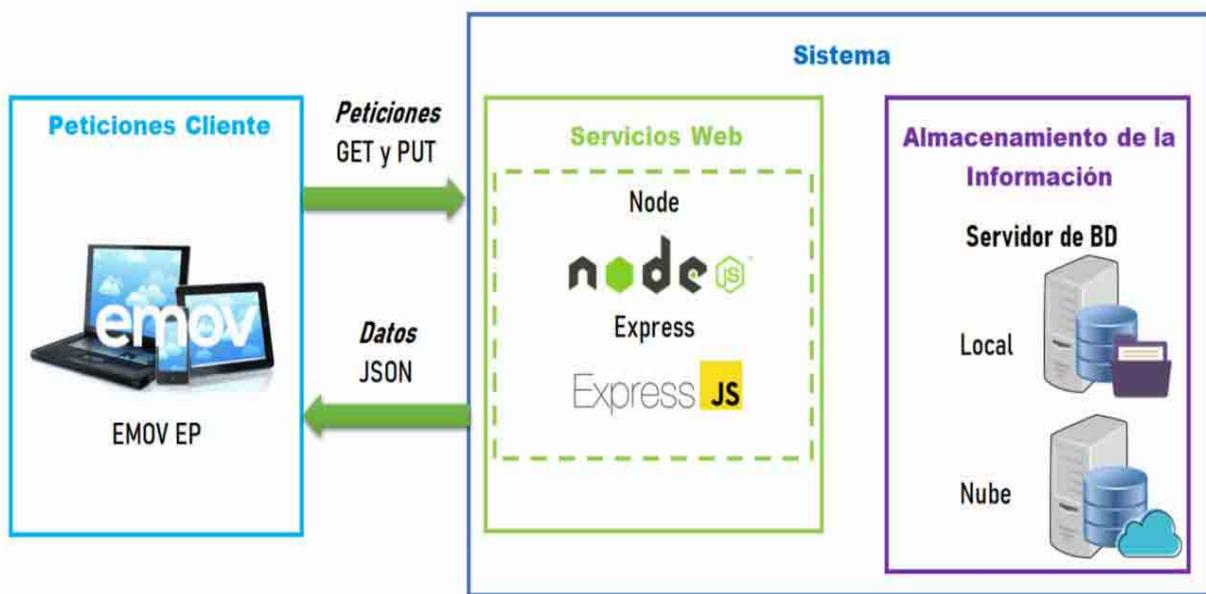


Figura 4.34: Arquitectura de funcionamiento del Sistema Web con el Juego Serio

Capítulo V

RESULTADOS

5.1 Sistema Realidad Virtual

En relación a lo planteado con la propuesta del proyecto, se a desarrollado todo según los objetivos indicados en el segundo capítulo en la sección de objetivos, cumpliendo de esta manera con el objetivo general planteado en esta misma sección.

Cada resultado obtenido dentro de este proyecto tuvo discusiones al respecto previo a su desarrollo con el fin de potenciar el mismo, cabe aquí destacar el valioso aporte de cada miembro del grupo de investigación así como de la EMOV-EP pues fueron clave para poder alcanzarlos.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en este proyecto.

5.1.1 Menú Inicial y Tutorial

Se implementó un menú inicial con vistas tanto 2D como 3D, donde el usuario tiene la vista en 3D y el personal encargado la vista en 2D, con la cual se da paso al jugador ya sea a un tutorial o dar inicio al juego serio.



Figura 5.1: Menú principal presentado el personal encargado para dar paso al tutorial o dar inicio al juego serio



Figura 5.2: Menú en 3D presentado al jugador donde selecciona su género y rango de edad por medio de un láser integrado al control derecho del Oculus

Se tiene un tutorial donde se plantea al usuario los diferentes tipos de interacciones que deberá realizar en el juego serio, como movimientos de cabeza, desplazarse con los controles,

agarrar objetos y conducir un vehículo.



Figura 5.3: Tutorial donde el jugador aprende a moverse e interactuar con objetos puesto el equipo Oculus

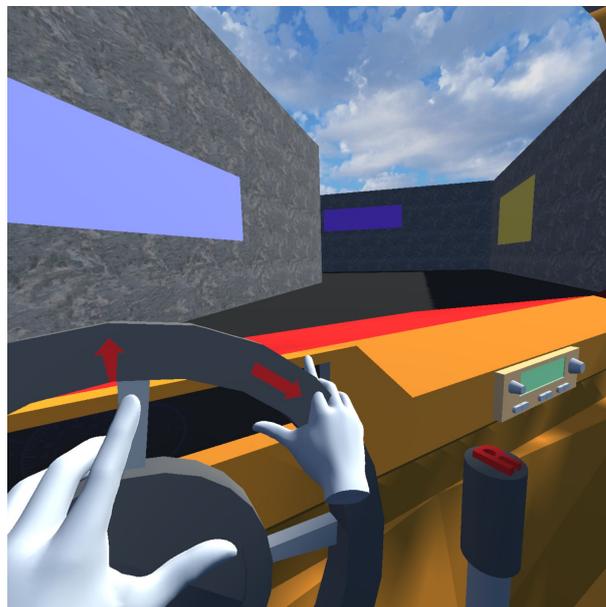


Figura 5.4: Tutorial donde el jugador aprende a cómo conducir el vehículo dentro del juego

Todas las imágenes de estos resultados puede verlas en el Anexo H y I

5.1.2 Fase 1 Vivir Experiencia

Se a obtenido dos escenarios, uno donde se presenta una animación introductoria que ayuda a entender de mejor manera el desenlace que se da en el accidente de tránsito, mismo que se a representado en el sector de la Avenida Huayna Cápac de la ciudad de Cuenca. Esto permitió culminar los objetivos específicos uno y tres.



Figura 5.5: Vista de la animación introductoria donde el jugador ingiere licor



Figura 5.6: Paneo aéreo virtual del sector ubicado en la avenida Huayna Cápac, con el fin que el jugador identifique donde se encuentra



Figura 5.7: Animación del accidente dentro del vehículo rojo



Figura 5.8: Animación del accidente dentro del vehículo verde

Todas las imágenes de estos resultados puede verlas en el Anexo I

5.1.3 Fase 2 Aprendizaje

Se a integrado a nuestras animaciones tanto introductoria como del accidente, preguntas sacadas de información entregada por la EMOV-EP, mismas que representan contravenciones llevadas a cabo en el trayecto de conducción del jugador, cada pregunta cuenta con un valor propio, mismo que se resta en una licencia virtual, finalmente se presenta una retroalimentación de las preguntas que fueron respondidas erróneamente. Aquí hemos desarrollado parcialmente el objetivo específico dos, pues se a planteado la base de datos, banco de preguntas y registros a llevarse a cabo.



Figura 5.9: Preguntas mostradas en la ejecución del juego al momento de realizarse una contravención donde el jugador selecciona la respuesta tocando los círculos celestes en e tablero que se encuentra a su delante



Figura 5.10: Licencia virtual presentada al jugador con los datos seleccionados y si responde mal se reduce el puntaje



Figura 5.11: Retroalimentación presentada al final de la encuesta o al tener cero puntos en la licencia virtual

Todas las imágenes de estos resultados puede verlas en el Anexo I

5.1.4 Fase 3 Juego Serio

Se implementó libre movilidad para el jugador, donde puede interactuar con objetos presentados y a su vez conducir un vehículo por la zona, delimitando su movimiento e interacción a sectores y objetos establecidos, aquí sus decisiones influyen en el resultado final, si escoge licor como bebida obtiene un efecto mareo y desencadena en el accidente, de lo contrario si escoge agua no obtiene este efecto de mareo y culmina en una situación alterna donde no se presentó el accidente. Gracias a esto se a culminado el objetivo específico cuatro.



Figura 5.12: El jugador está interactuando con las bebidas que se encuentran sobre la mesa



Figura 5.13: El jugador conduce por el sector de la calle Mariscal Sucre próximo a incorporarse a la avenida Huayna Cápac



Figura 5.14: Animación alterna donde no se presenta el accidente, al contrario el conductor respeta las señale de tránsito

5.1.5 Personajes dentro del sistema



Figura 5.15: Personaje vendedor de Bonice



Figura 5.16: Personaje femenino que se encuentra dormido por estar alcoholizada



Figura 5.17: Personajes variados que tienen integrados animaciones de baile generando un ambiente de fiesta

Todas las imágenes de estos resultados puede verlas en el Anexo D

5.1.6 Vehículos dentro del sistema



Figura 5.18: Camión de entrega de productos de primera necesidad típico de la ciudad de Cuenca



Figura 5.19: Vehículo rojo con el cual se dará el accidente, en su interior se encuentran los personajes alcoholizados



Figura 5.20: Vehículo afectado por el accidente, en su interior se encuentran los personajes de la familia afectada

Todas las imágenes de estos resultados puede verlas en el Anexo D

5.1.7 Sistema de información en la Nube

Se a implementado una página web consumiendo servicios de este mismo tipo, donde podemos acceder a esta página para realizar modificaciones a las preguntas tanto de sus respuestas, valores y retroalimentación, así mismo podemos ver los registros obtenidos y gráficas estadísticas de los mismos, el personal encargado podrá acceder a esta página por medio de un usuario y contraseña únicos, se a visto prudente realizar esta autenticación puesto que no existe información personal de usuarios ni del personal respectivo con la cual pueda ser mal utilizada.

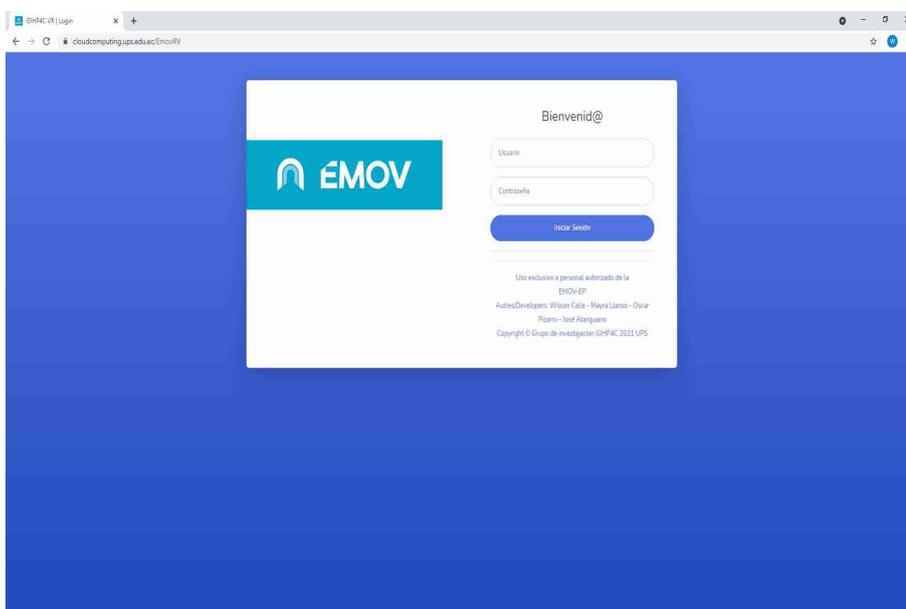


Figura 5.21: Inicio de Sesión al sistema web por parte del personal por medio de un usuario y contraseña únicos

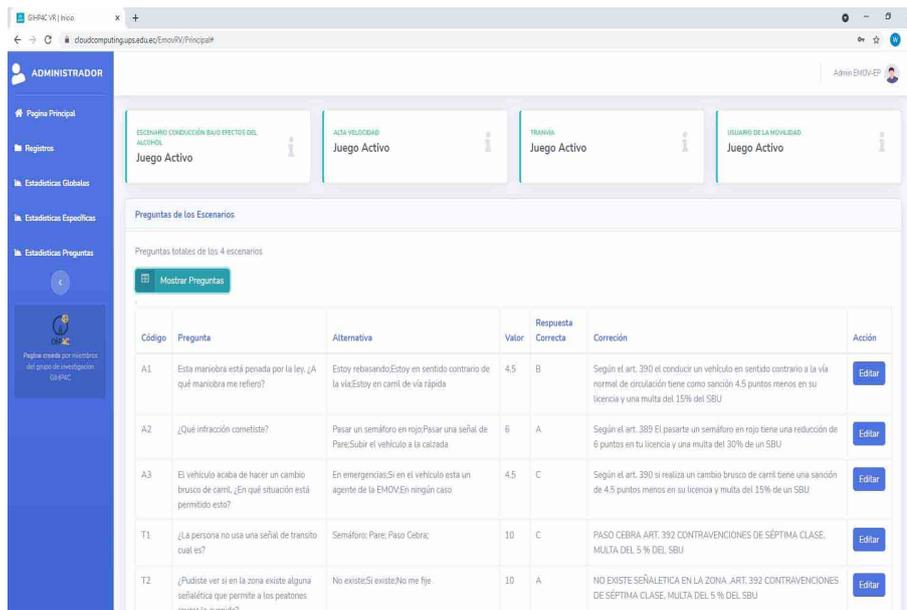


Figura 5.22: Vista Principal del sistema web una vez iniciado sesión

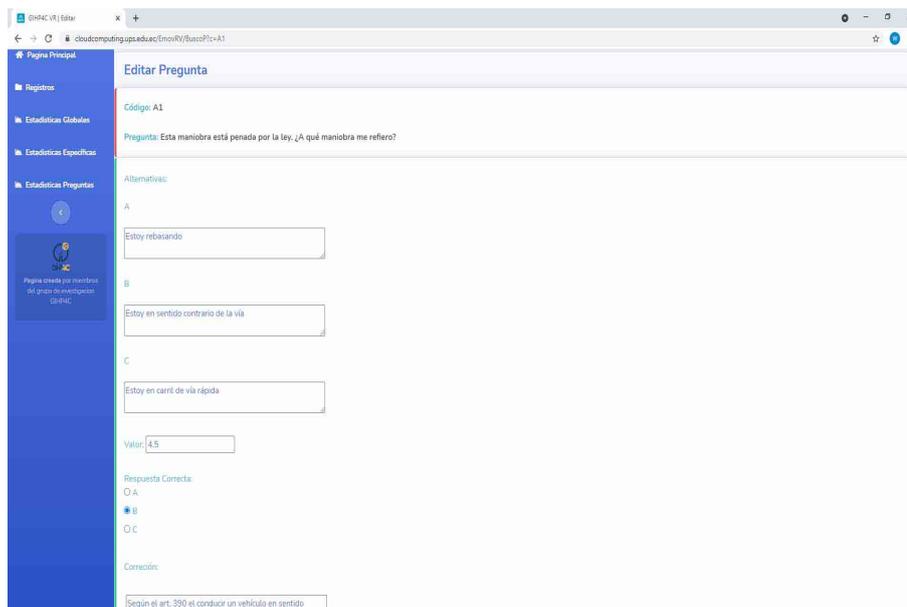


Figura 5.23: Edición de preguntas donde se puede modificar todo, excepto el planteamiento de la misma

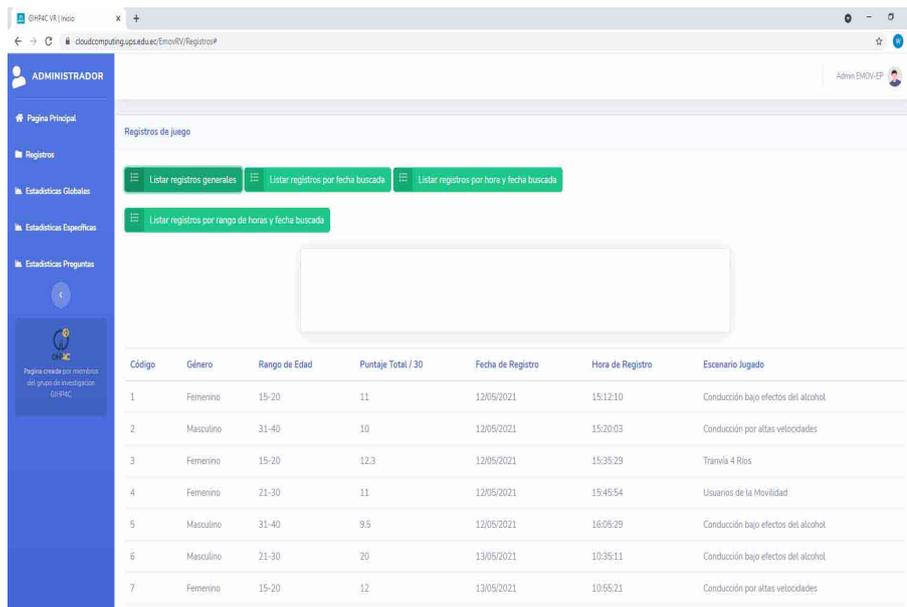


Figura 5.24: Datos completos presentados con el fin de tener mayor detalle y complementar a las estadísticas

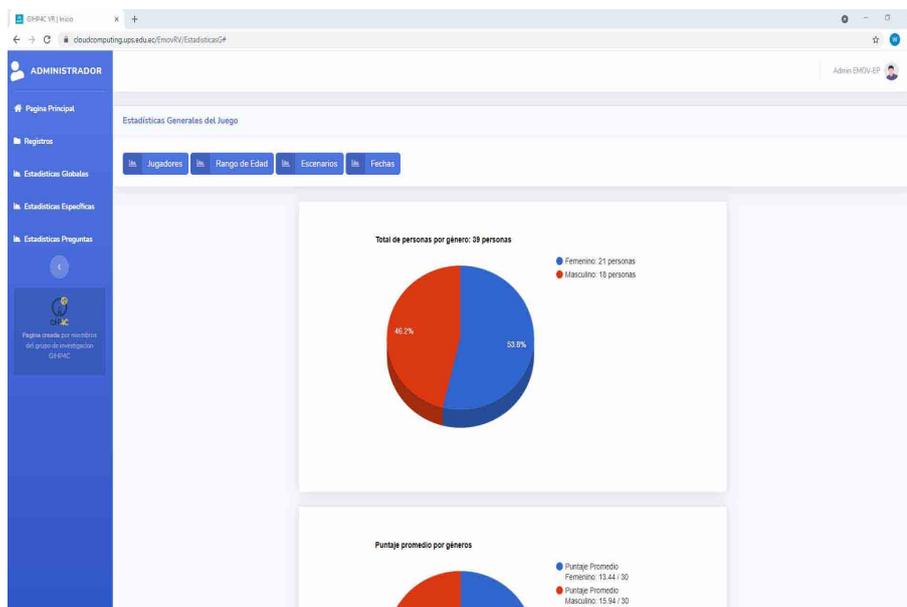


Figura 5.25: Gráficos estadísticos generales indicados para revisar aprendizaje de la ciudadanía, se accede aquí en la pestaña Estadísticas Globales

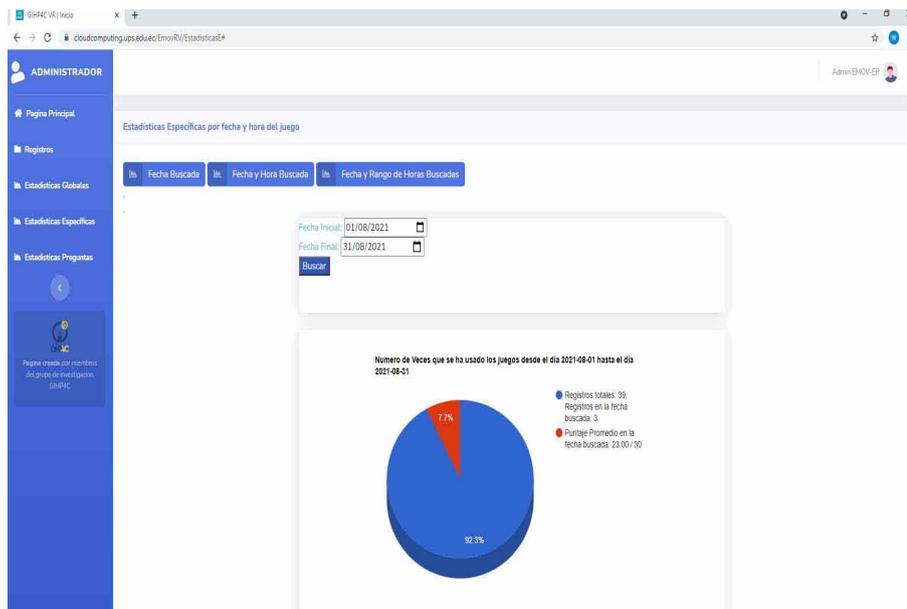


Figura 5.26: Gráficos estadísticos específicos indicados para revisar aprendizaje de la ciudadanía en rango de fechas y horas específicas, se accede aquí en la pestaña Estadísticas Específicas

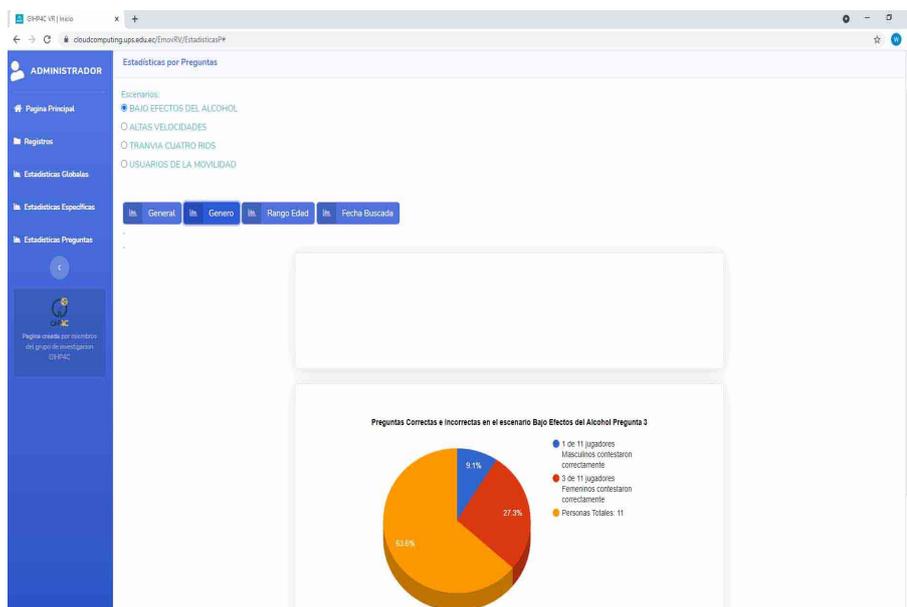


Figura 5.27: Gráficos estadísticos por preguntas, indicados para revisar aprendizaje de la ciudadanía en cada pregunta del escenario marcado, se accede aquí en la pestaña Estadísticas Preguntas

Este sistema web tiene unión entre dos bases de datos en MySQL, una local y otra alojada en un servidor en la nube perteneciente a la UPS, estas bases tienen una relación Maestro-Maestro,

permitiendo que ante la presencia de internet se actualicen la una con la otra. De esta manera se a culminado el objetivo específico dos.

5.1.8 Socialización y Exposiciones

La EMOV-EP a generado diversos espacios de socialización con el proyecto, tanto para revisión de avances del mismo como para dar a conocer a la ciudadanía, aquí se pudo culminar el objetivo específico cinco, pues en estos diversos espacios se a realizado encuestas de validación y aceptación de este sistema de realidad virtual.



Figura 5.28: Reunión llevada a cabo en la UPS, donde se presentó un avance en el modelado de las infraestructuras



Figura 5.29: Simulacro por un siniestro de tránsito llevado a cabo en la avenida Remigio Crespo, donde participó la EMOV-EP y miembros del grupo de investigación GIHP4C



Figura 5.30: Revisión de avances a la EMOV-EP realizada presencialmente

Todas las imágenes de estos resultados puede verlas en el Anexo G

5.2 Encuestas

5.2.1 Población y Muestra

Con el fin de medir la aceptación del proyecto y la validez del mismo con la población de la ciudad de Cuenca/Ecuador, se realizó una encuesta a una población seleccionada por la EMOV-EP dando un total de 30 participantes.

5.2.2 Análisis de resultados

Se procede a realizar la tabulación de las encuestas aplicadas la población seleccionada por la EMOV-EP, dicha encuesta se podrá encontrar en el Anexo A. Se designó porcentajes estadísticos, que permitirán apreciar de mejor manera los resultados obtenidos, mismos que nos permitirán conocer cuanta aceptación tiene el proyecto.

5.2.3 Interpretación de los resultados

Luego de haber procesado la información obtenida, los resultados son los siguientes:

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

10-20	21-30	31-40	Más de 40
23.3%	30%	26.7%	20%

Tabla 5.1: Pregunta 1. ¿En qué rango de edad se encuentra usted?

Interpretación:

El 23.3% 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 20% tiene más de 40 años.

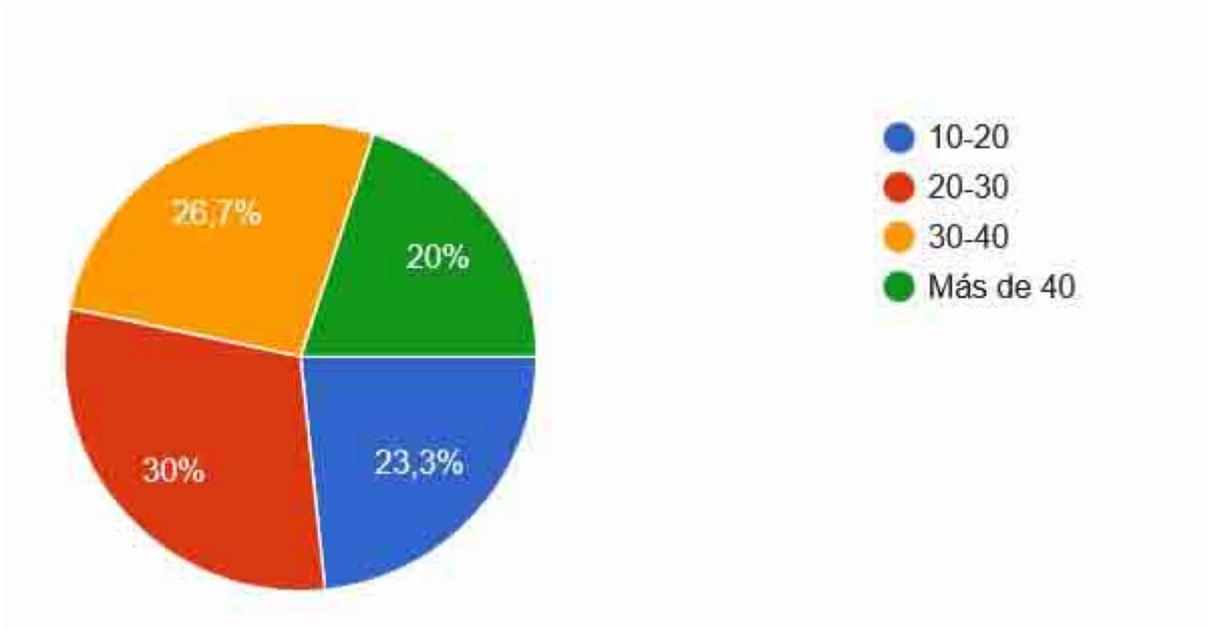


Figura 5.31: Representación porcentual pregunta 1

• **Pregunta 2. Su sensación de mareo fue**

Suave	Tolerable	Fuerte
20%	66.7%	13.3%

Tabla 5.2: Pregunta 2. Su sensación de mareo fue

Interpretación:

El 20% de las personas encuestadas indican que la sensación de mareo percibido fue suave, el 66.7% indicaron que la sensación de mareo percibido fue tolerable y el 13.3% sintieron una sensación de mareo fuerte.

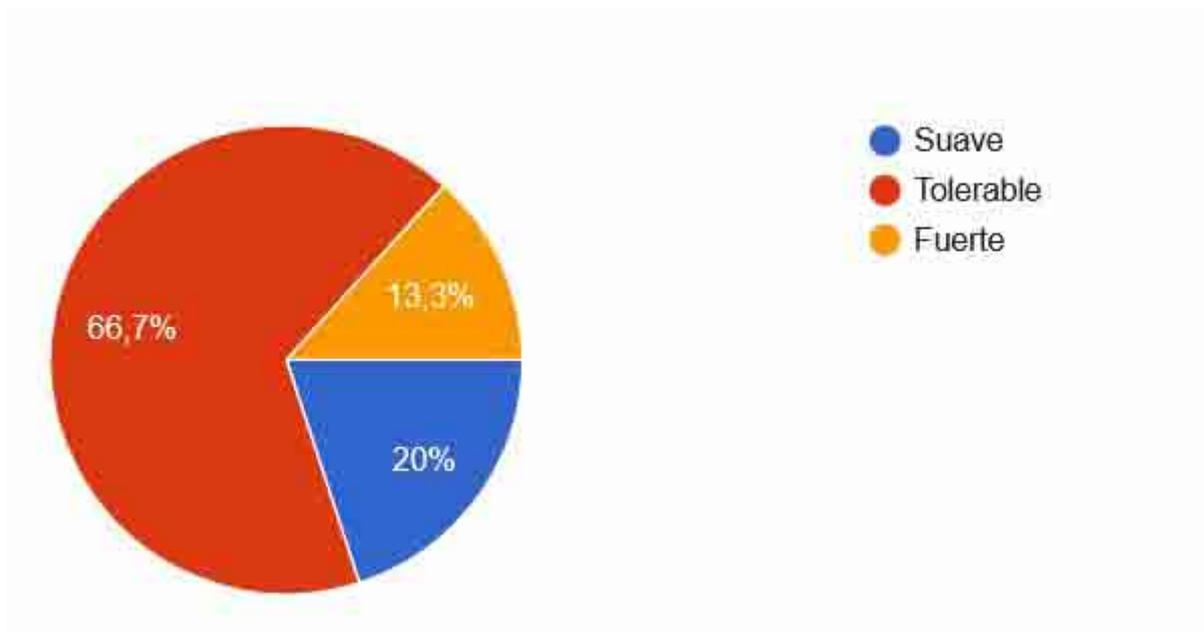


Figura 5.32: Representación porcentual pregunta 2

• **Pregunta 3. La sensación de mareo debería**

Disminuir	Aumentar	Mantenerla así
3.3%	36.7%	60%

Tabla 5.3: Pregunta 3. La sensación de mareo debería

Interpretación:

Del 100% encuestado el 60 % indica que la sensación de mareo debe mantenerse así, un 36,7% indican que se debe aumentar y un 3.3% indican que debe disminuir.

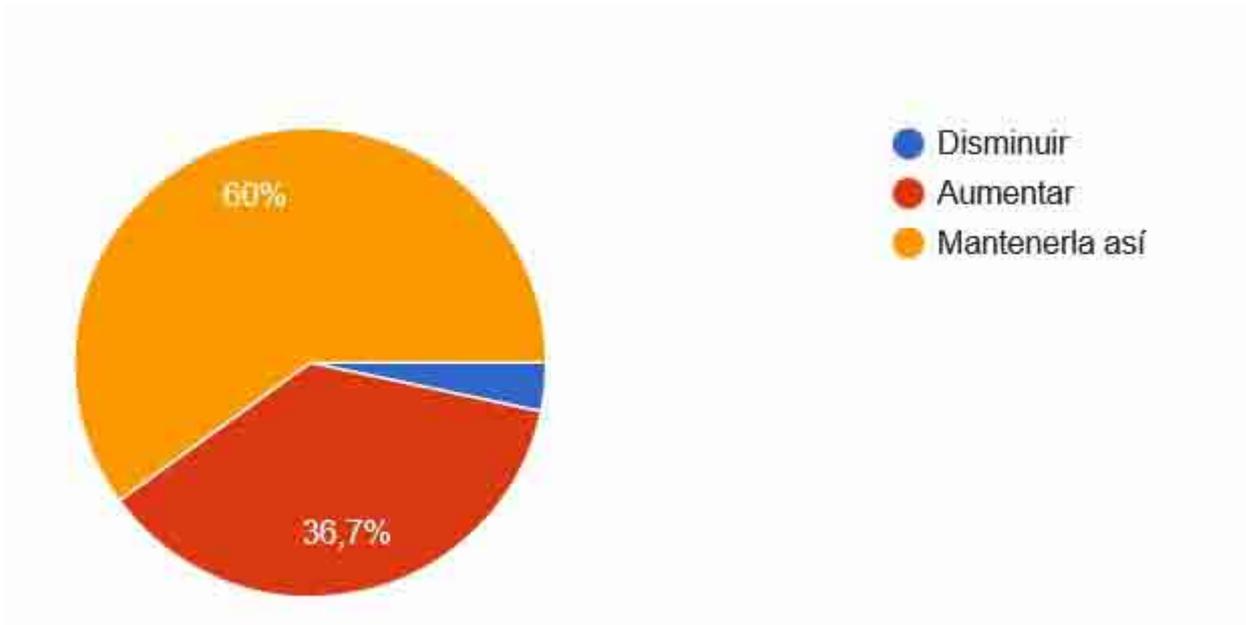


Figura 5.33: Representación porcentual pregunta 3

- **Pregunta 4. 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 5.4: Pregunta 4. 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?

Interpretación:

El 100% de los encuestados entendieron la temática presentada en la Realidad Virtual.

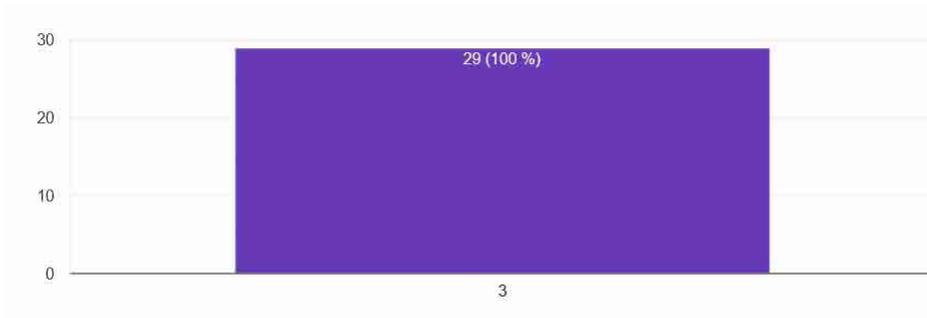


Figura 5.34: Representación porcentual pregunta 4

• **Pregunta 5. ¿Qué tal le pareció a usted la experiencia de Realidad Virtual?**

Alternativas	Respuesta	Porcentaje
Excelente	22	73.3%
Muy Buena	7	23.3%
Buena	1	3.3%
Mala	0	0%
Muy Mala	0	0%

Tabla 5.5: Pregunta 5. ¿Qué tal le pareció a usted la experiencia de Realidad Virtual?

Interpretación:

Del 100% de los encuestados, un 73.3% indican que les pareció excelente la experiencia de Realidad Virtual, un 23.3% indicaron que les pareció muy buena y al 3.3% les pareció buena.

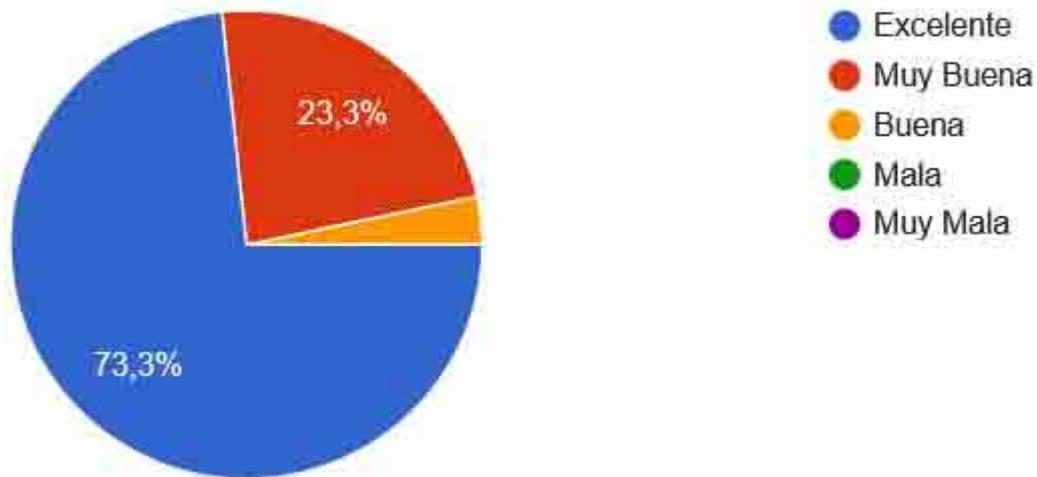


Figura 5.35: Representación porcentual pregunta 5

• **Pregunta 6. ¿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 5.6: Pregunta 6. ¿Usted logro identificar el sector de la ciudad en la que se encontraba?

Interpretación:

Del 100% de los encuestados, el 96.7% si identificó el sector donde se encontraba en la ciudad de Cuenca, indicando que es la Avenida Huayna Capac, el 3.3% que representa a 1 persona no logró identificar donde se encontraba.



Figura 5.36: Representación porcentual pregunta 6

- **Pregunta 7. ¿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	3	10%
5	27	90%

Tabla 5.7: Pregunta 7. ¿En un rango del 1 al 5 (1 como muy mala y 5 como muy buena), ¿Cómo calificaría la experiencia de jugar y aprender por estos medios virtuales?

Interpretación:

Del 100% de los encuestados el 10% calificaron la experiencia de jugar y aprender como buena y el 90% la calificaron como Muy Buena.

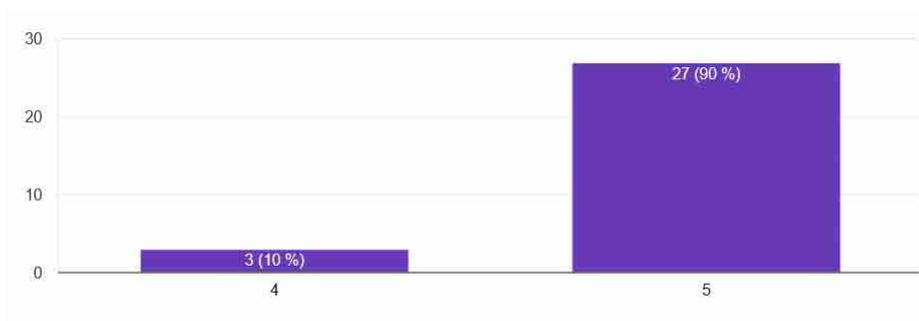


Figura 5.37: Representación porcentual pregunta 7

- **Pregunta 8. ¿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 5.8: Pregunta 8. ¿Cree usted que los juegos de Realidad Virtual son una buena opción para aprender sobre educación vial?

Interpretación:

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

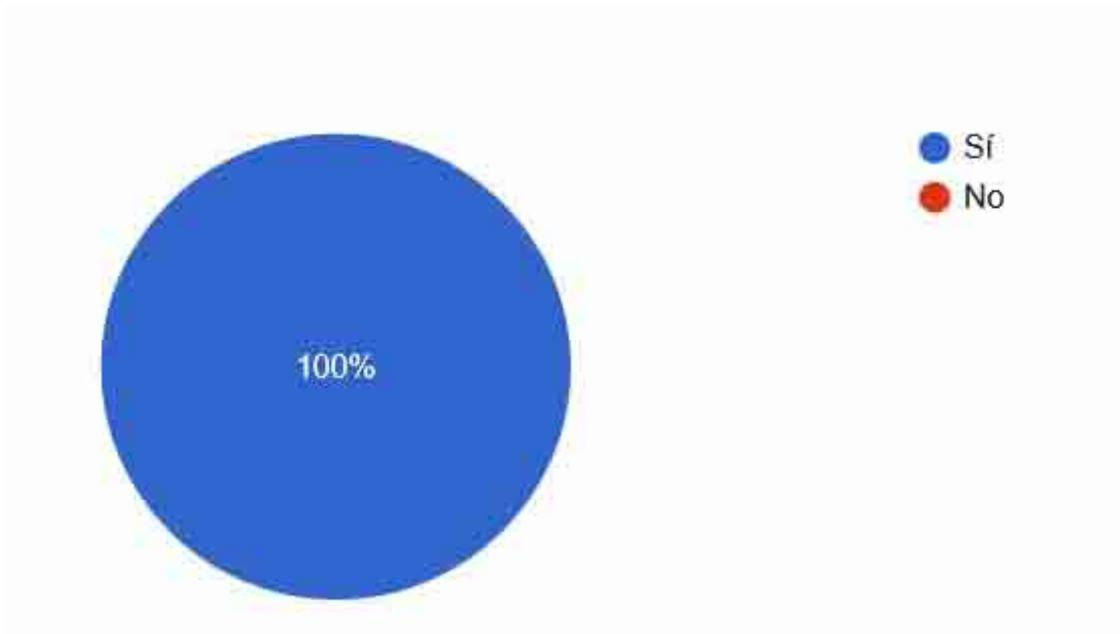


Figura 5.38: Representación porcentual pregunta 8

- **Pregunta 9. 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	2	6.7%
4	9	30%
5	19	63.3%

Tabla 5.9: Pregunta 9. 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)

Interpretación:

del 100% de los encuestados el 6.7% indicaron que no es muy fácil utilizar el equipo

Oculus de Realidad Virtual, el 30% indicaron que es fácil y el 63.3% indicaron que es muy fácil.

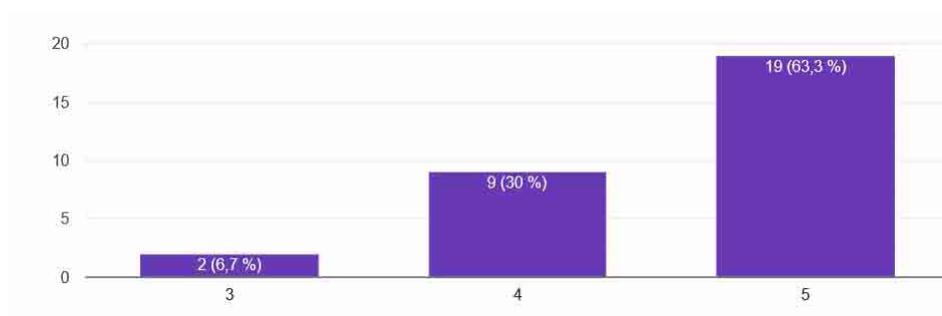


Figura 5.39: Representación porcentual pregunta 9

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 satisfactorias, 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

En el siguiente cronograma se a integrado actividades a realizar, para cumplir los objetivos planteados, mismos que se ilustran a continuación:

- **Obj. 1: Construir un ambiente virtual para el desarrollo de un juego basado en el escenario de conducción bajo efectos del alcohol.**
 1. Modelar un vehículo referente al medio de conducción en el escenario
 2. Integrar el vehículo dentro del escenario de Avenida Huayna Capac
 3. Desarrollar movimiento con realidad virtual desde el interior del vehículo para desplazarse por el escenario Avenida Huayna Capac con límites establecidos.
 4. Generar Colisiones entre objetos
 5. Aplicar física a elementos del escenario
 6. Desarrollar movimiento al caminar con sensación de mareo desde perspectiva de un Avatar
 7. Desarrollar movimiento brusco ante situación de manejo referente a mareo desde el vehículo de conducción

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

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 de realidad virtual desarrollado
 6. Implementar modo Offline al sistema, permitiendo trabajar sin conexión a internet.
- **Obj. 3: Desarrollar las animaciones de accidentes para el escenario de conducción bajo los efectos del alcohol.**
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 produjo 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 bajo efectos del alcohol a manera de tutorial.
 4. Desarrollar un tráiler animado en 3D que cuente desde un punto de partida, una historia con final trágico causado por la conducción bajo efectos del alcohol desde la perspectiva del conductor.
 5. Desarrollar un tráiler animado en 3D que cuente desde un punto de partida una historia alternativa a la de la actividad 3.4 donde el conductor no estuvo bajo efectos del alcohol y por ende no se suscitó el accidente.
 6. Desarrollar animaciones y ambientaciones tanto visuales como auditivas dentro del sistema de realidad virtual

- **Obj. 4: Integrar en el escenario virtual de conducción bajo efectos del alcohol la simulación de accidentes con base a la toma de decisiones de los jugadores.**
 1. Unir el sistema de información desplegado en la nube con el juego de realidad virtual.
 2. Implementar la animación del accidente de tránsito tras encontrarse bajo los efectos del alcohol 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 animación de la actividad 4.2, las cuales van a presentarse tras suceder una acción dentro de esta animación.
 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. Implementar animaciones y ambientaciones tanto visuales como auditivas dentro del sistema de realidad virtual
 6. Implementar la animación tutorial introductoria en el sistema de realidad virtual
 7. Implementar el juego serio junto a las animaciones dentro del escenario de realidad virtual
 8. Implementar la animación tanto de un accidente de tránsito como sin el mismo, con base a la toma de decisiones del usuario dentro del ambiente de juegos serios
 9. Agregar contenido multimedia para concientización final dentro del sistema de realidad virtual
 10. Desarrollar un menú interactivo que permita la navegación entre cada fase perteneciente a este proyecto dentro del sistema de realidad virtual.
 11. Despliegue del sistema dentro de un Oculus Quest

• **Obj. 5: Realizar pruebas de aceptación y funcionamiento del sistema de Realidad Virtual.**

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 este sistema y llevar el registro.
4. Realizar una evaluación teórica y práctica a una población destinada por la EMOV EP después de utilizar este sistema y llevar el registro.
5. Generar un cuadro comparativo e histograma demostrando la evolución de los voluntarios sin haber utilizado el sistema versus 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.

A continuación se representa el desarrollo de cada objetivo con sus actividades, dando una fecha de inicio y fin.

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	10	12/09/2020	22/08/2020
	Actividad 1.7	6	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	18/04/2021
	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	53 días	25/03/2021	24/05/2021
	Actividad 4.1	5	25/03/2021	30/03/2021
	Actividad 4.2	9	01/04/2021	09/04/2021
	Actividad 4.3	8	10/04/2021	18/04/2021
	Actividad 4.4	10	19/04/2021	28/04/2021
	Actividad 4.5	7	01/05/2021	07/05/2021
	Actividad 4.6	8	08/05/2021	16/05/2021
	Actividad 4.7	6	17/05/2021	24/05/2021
Objetivo 5	Actividad 5	24 días	25/04/2021	30/07/2021
	Actividad 5.1	3	25/04/2021	28/05/2021
	Actividad 5.2	3	01/06/2021	03/06/2021
	Actividad 5.3	4	04/06/2021	08/06/2021
	Actividad 5.4	4	09/06/2021	13/06/2021
	Actividad 5.5	4	14/06/2021	18/06/2021
	Actividad 5.6	6	19/06/2021	30/07/2021
TOTAL	450 horas	155 días	31/07/2020	30/07/2021

Tabla 6.1: Cronograma de Actividades por Objetivos

Capítulo VII

PRESUPUESTO

Para la elaboración del presupuesto se tomó en cuenta tanto las herramientas necesarias para la elaboración del mismo, así como la mano de obra, obteniendo las siguientes referencias:

Para la mano de obra se puso un costo de \$2 la hora, contando que se trabajó 5 días a la semana de 8 horas cada día, teniendo un total trabajado de 450 horas, nos da un total en mano de obra de \$900.

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 presupuestos

Capítulo VIII

CONCLUSIONES

Este proyecto tuvo como objetivo el generar un impacto social a la ciudadanía sobre los riesgos de conducir bajo influencias del alcohol, por lo cual se utilizó herramientas que nos permitan vivir la experiencia de un accidente de tránsito sin el riesgo de sufrir algún tipo de lesiones y al mismo tiempo el usuario aprenda de Educación Vial, lo cual gracias a la Realidad Virtual se pudo generar un ambiente modelado en 3D, mismo que junto a Scripts, una base de datos, una página web y un equipo Oculus obtuvimos un juego serio, representando un sector de la ciudad de Cuenca y dándole al usuario la sensación audiovisual de vivir un siniestro de tránsito por la conducción bajo efectos del alcohol.

Posterior a esto, se realizó una evaluación identificando algunas contravenciones presentadas en el siniestro de tránsito, donde el usuario tras responderlas obtendrá un puntaje, mismo que se guardará en la base de datos, permitiéndonos obtener estadísticas acorde al aprendizaje obtenido en el juego serio, posterior a esto se le permite al usuario interactuar con el ambiente, donde en base a sus decisiones el resultado final será diferente.

Esta experiencia de Realidad Virtual obtiene únicamente el género y rango de edad del jugador, permitiéndonos de esta manera obtener dentro de la página web los resultados estadísticos acorde a esta información recibida, a más de esto el personal encargado podrá hacer modificaciones a las preguntas indicadas en las encuestas ya sea en sus alternativas como en sus

respuestas.

Con el paso del tiempo la población a ido en aumento, de esta manera el tener un medio de transporte pasó de ser un lujo a una necesidad, por consecuencia los accidentes de tránsito y la desinformación con respecto a la Educación Vial se a vuelto una problemática que debe ser resuelta, razón por la cual se le presentó el sistema a una población seleccionada donde se pudo notar que tras el uso de este juego las personas entendían lo vivido y aprendían de ello, pues el vivir un accidente de tránsito causó un grado de concientización en las mismas y tras hacerles preguntas posterior a su uso se pudo corroborar que el 100% de los encuestados entendieron todo lo presentado en el sistema de Realidad Virtual, así mismo un 90% calificó este método de aprendizaje como Muy Bueno, por lo tanto tras medir el nivel de aceptación de la ciudadanía con este sistema, se pudo notar que el 73.3% de las personas lo calificaron como Excelente, pero el 26.3% lo calificaron entre Bueno y Muy Bueno, obteniendo así un grado de aceptación muy alto; es por esto que se puede concluir que el proyecto cumplió con el objetivo planteado, el cual es capacitar y concientizar a conductores y peatones a más de causar un impacto social por medio de estas nuevas tecnologías.

Capítulo IX

RECOMENDACIONES

Es importante que la comunicación entre todos los involucrados en el proyecto, tanto desarrolladores como la institución beneficiaria sea constante, pues esto permite que ante la presencia de alguna anomalía o cambio en el destino del mismo pueda ser resuelta en conjunto.

Es importante que exista un correcto seguimiento y revisión de avances en el desarrollo del proyecto, pues esto permite que no existan desviaciones de ningún tipo en el mismo.

Cuándo se trata de realidad virtual, es importante que el espacio de trabajo no contenga obstáculos que puedan interferir en su desarrollo, se debe definir una zona segura donde no exista interferencia tanto en lo alto, ancho y frente.

Es importante realizar un levantamiento fotográfico de los sectores a desarrollar, pues esto nos ayuda a tener un apego más orientado a la realidad.

Al diseñar los objetos, es importante no generar muchos grupos y detalles pues al momento de exportar en Unity obtendremos una sobrecarga de recursos al intentar interpretarlos, en este caso es mejor explotar el objeto ya finalizado y exportarlo.

REFERENCIAS

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.

Escartín, E. R. (2000). La realidad virtual, una tecnología educativa a nuestro alcance. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 15, 5-21.

Gallegos, A. d. P. P., Portalanza, A., Samaniego, C. E. E., Salazar, P. M., and García, A. R. G. (2018). Mortalidad y años de vida potencialmente perdidos por accidentes de tránsito en ecuador. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 7(1):11–21.

Garza Mireles, D. (2014). Animación digital y realidad virtual. *Ciencia UANL*, 17(67):58–62.

Hilera, J. R., Otón, S., and Martínez, J. (1999). Aplicación de la realidad virtual en la enseñanza a través de internet. *Cuadernos de documentación multimedia*, 8:25–35.

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.

- Martín, A. C. U. and Aznar, C. T. (2015). Juegos serios como instrumento facilitador del aprendizaje: evidencia empírica. *Opción*, 31(3):1201–1220.
- Montezuma, R. and CEPAL, N. (2014). Ciudad y transporte: la movilidad urbana.
- Morocho, C. L. C. (2016). *ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN QUE TIENEN LOS INFRAC-TORES DE TRÁNSITO SOBRE CONDUCIR EN ESTADO DE EMBRIAGUEZ EN LA CIUDAD DE CUENCA*. PhD thesis, UNIVERSIDAD DE CUENCA.
- Mundo^a and News^a, B. (2018). Cuáles son los países donde más alcohol se consume (y cuál es la razón científica que lo explica). *BBC*. *Obtenido de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-46317255>*.
- 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).
- Ruiz, D. S. and Ramallal, P. M. (2019). Realidad virtual, publicidad y menores de edad: otro reto de la cibersociedad ante las tecnologías inmersivas. *Icono14*, 17(1):83–110.
- Salaverría-Aliaga, R. (2001). Aproximación al concepto de multimedia desde los planos comunicativo e instrumental.
- Salinas Cabrera, M. E. and Vele Figueroa, L. H. (2014). Estudio científico de la accidentalidad de tránsito en el cantón cuenca. B.S. thesis.
- Toscano Vizcaíno, S. (2015). Derechoecuador.com.

Anexos

Anexos A

ENCUESTA REALIZADA

1.1 Formato de las encuestas realizadas

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. **Su sensación de mareo fue**

- Suave
- Tolerable
- Fuerte

3. **La sensación de mareo debería**

- Disminuir

- Aumentar
- Mantenerla así

4. **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?**

5. **¿Qué tal le pareció a usted la experiencia de Realidad Virtual?**

- Excelente
- Muy Buena
- Buena
- Mala
- Muy Mala

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

- Si
- No

7. **¿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? _____**

8. **¿Cree usted que los juegos de Realidad Virtual son una buena opción para aprender sobre educación vial?**

- Sí
- No

9. **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

DISEÑO Y MODELADO DEL ESCENARIO



Figura 2.1: Vista desde Google Maps, la primera foto es entre la Calle Simón Bolívar y avenida Huayna Cápac siendo aquí el inicio del escenario y la segunda imagen es entre la avenida Viracochabamba y la avenida Huayna Cápac siendo aquí el accidente



Figura 2.2: Imágenes extraídas de Google Maps apreciando las tres primeras cuadras que se modelan en 3D desde la calle Gran Colombia hasta la calle Pde Córdoba



Figura 2.3: Imágenes extraídas de Google Maps apreciando las tres siguientes cuadras que se modelan en 3D desde la calle Pde Córdoba hasta la calle Alfonso Jerves



Figura 2.4: Imágenes extraídas de Google Maps apreciando las últimas cuadras que se modelan en 3D desde la calle Alfonso Jerves hasta la calle Larga



Figura 2.5: Fotografías actuales y cambios encontrados en el sector de la avenida Huayna Cápac



Figura 2.6: Imágenes apreciando las dos primeras cuadras modeladas en 3D dentro de la herramienta Sketchup desde la calle Gran Colombia hasta la calle Mariscal Sucre



Figura 2.7: Imágenes apreciando las siguientes cuadras modeladas en 3D dentro de la herramienta Sketchup desde la calle Mariscal Sucre hasta la calle Juan Jaramillo



Figura 2.8: Imágenes apreciando las penúltimas cuadras modeladas en 3D dentro de la herramienta Sketchup desde la calle Juan Jaramillo hasta la calle Guacayñan



Figura 2.9: Imágenes apreciando las últimas cuadras modeladas en 3D dentro de la herramienta Sketchup desde la calle Guacayñan hasta la calle Larga



Figura 2.10: Infraestructura desde la calle Gran Colombia hasta la calle Mariscal Sucre implementada en el ambiente dentro de Unity



Figura 2.11: Infraestructura desde la calle Mariscal Sucre hasta la calle Honorato Vásquez implementada en el ambiente dentro de Unity



Figura 2.12: Infraestructura desde la calle Honorato Vásquez hasta la calle Larga implementada en el ambiente dentro de Unity

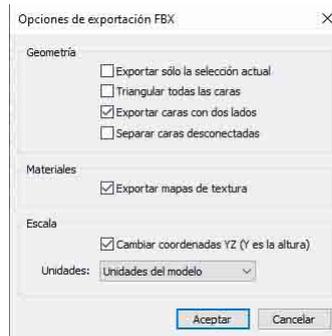


Figura 2.13: Ventana de exportación a Unity proveniente de Sketchup indicando la vista doble para no perder texturas

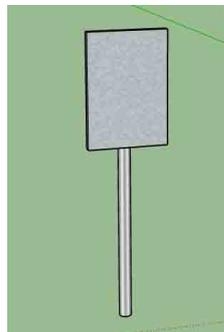


Figura 2.14: Modelado de las señales de tránsito presentes en la avenida Huayna Cápac



Figura 2.15: Árboles colocados en las infraestructuras modeladas dentro del ambiente en Unity, donde se integra un efecto de movimiento en sus hojas



Figura 2.16: Unión de objetos como paradas de buses, basureros, postes de luz, entre otros, a cada cuadra modelada en Sketchup



Figura 2.17: Primer Vistazo del escenario en la avenida Huayna Cápac integrado en el ambiente de Unity 3D

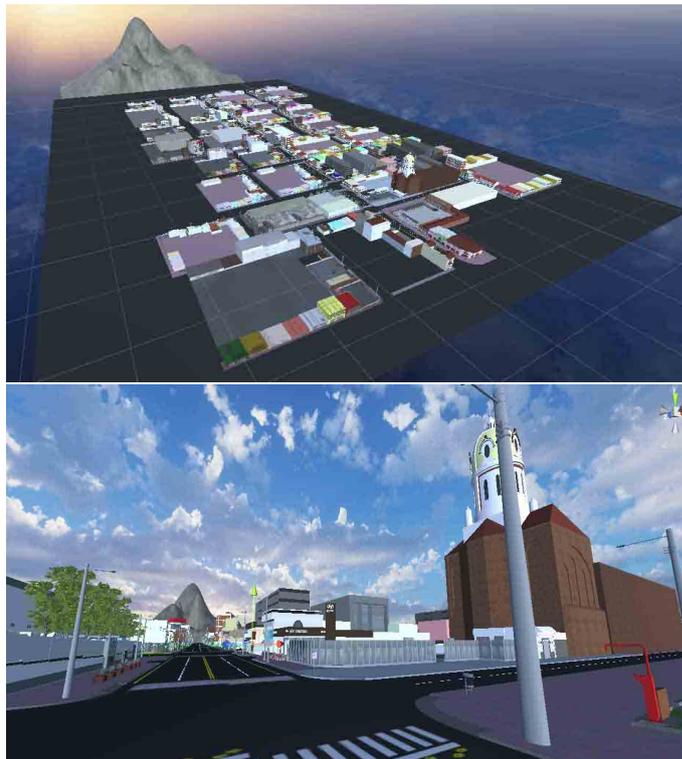


Figura 2.18: Vista final del escenario en la avenida Huayna Cápac dentro de Unity 3D



Figura 2.19: Modelado de la casa donde se desarrollará la animación introductoria

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_

Anexos C

DISEÑO, MODELADO Y ANIMACIÓN DE PERSONAJES

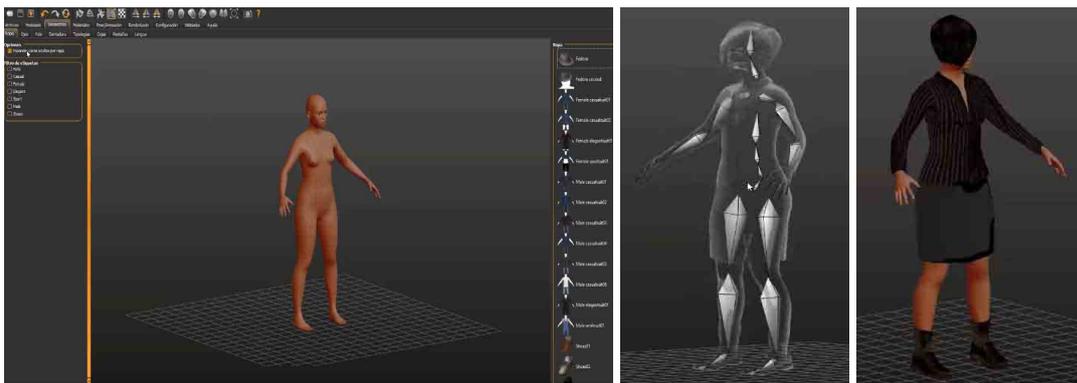


Figura 3.1: Modelado de un avatar dentro de la herramienta MakeHuman

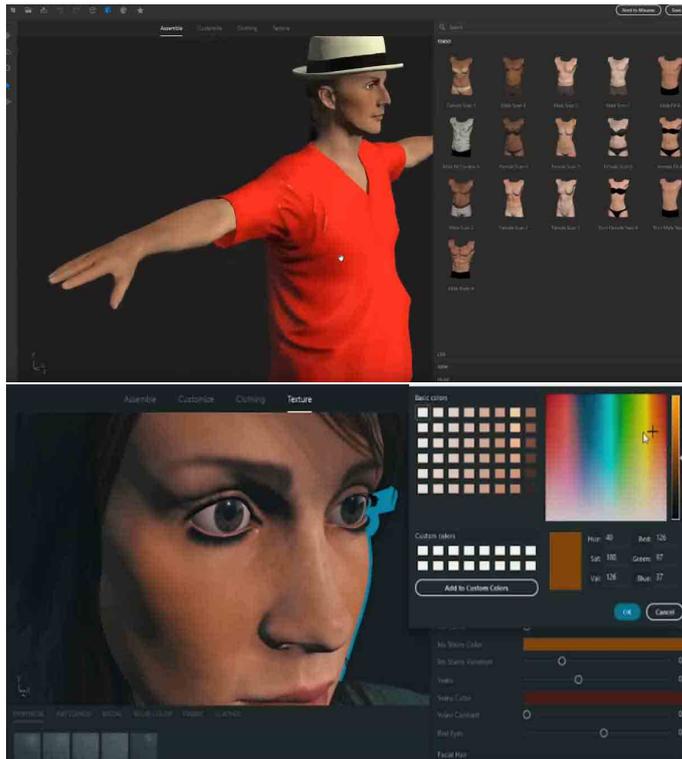


Figura 3.2: Modelado de un avatar dentro de la herramienta Adobe Fuse

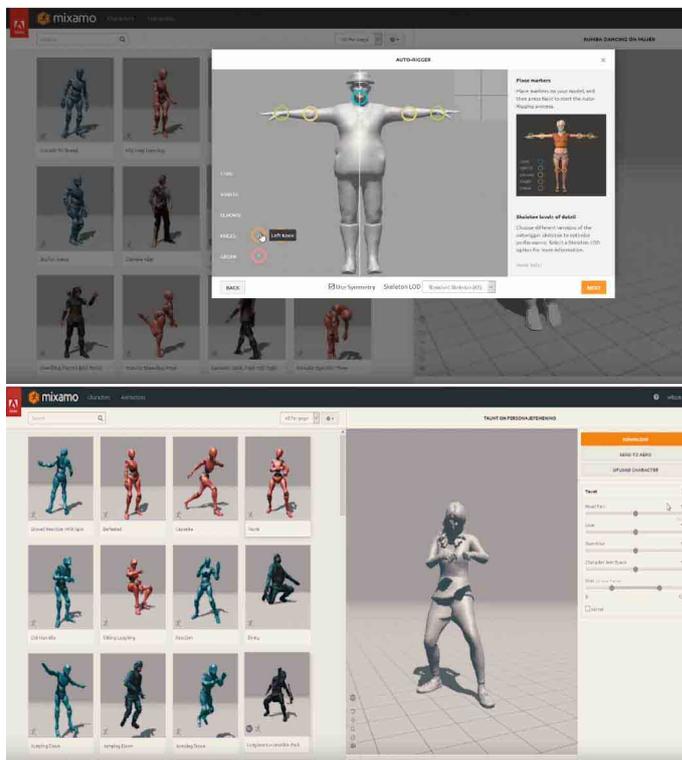


Figura 3.3: Implementación de una animación dentro de la herramienta Mixamo

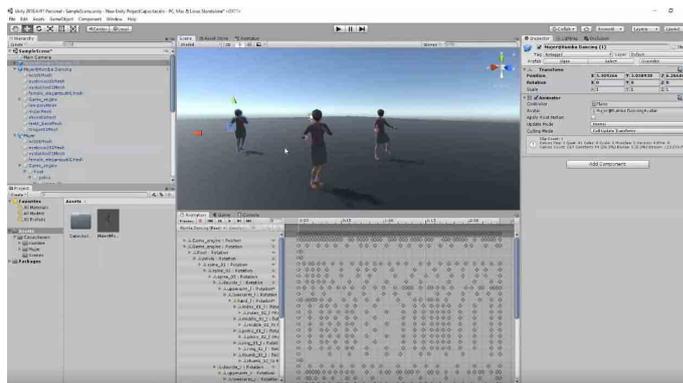


Figura 3.4: Animación creada dentro de la herramienta Unity en la pestaña Animator

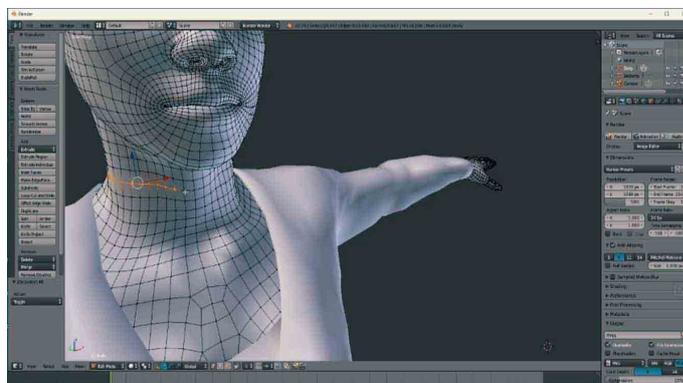


Figura 3.5: Selección del cráneo del personaje a ser retirado la cabeza en la herramienta de Blender

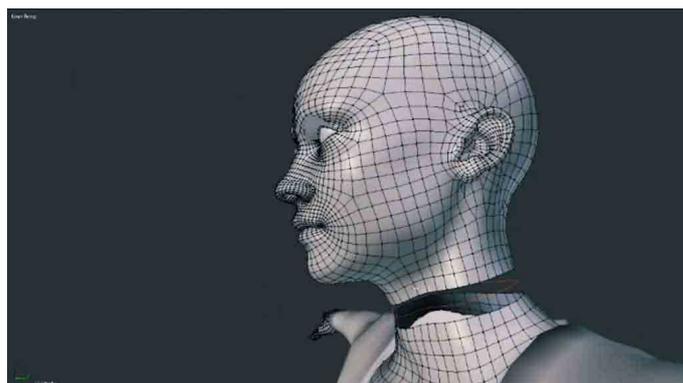


Figura 3.6: Separando el cráneo del personaje en la herramienta de Blender



Figura 3.7: Cráneo y esqueleto eliminado del personaje en la herramienta de Blender

Anexos D

PERSONAJES Y OBJETOS FINALIZADOS



Figura 4.1: Vendedor de Bonice



Figura 4.2: Vendedora de chochos



Figura 4.3: Personajes de cholitos y un policía



Figura 4.4: Trabajador con mascarilla



Figura 4.5: Bailoterapia



Figura 4.6: Camiones Típicos de la Zona



Figura 4.7: Ambulancia típica de Cuenca



Figura 4.8: Bus típico de Cuenca



Figura 4.9: Camiones típicos de Cuenca

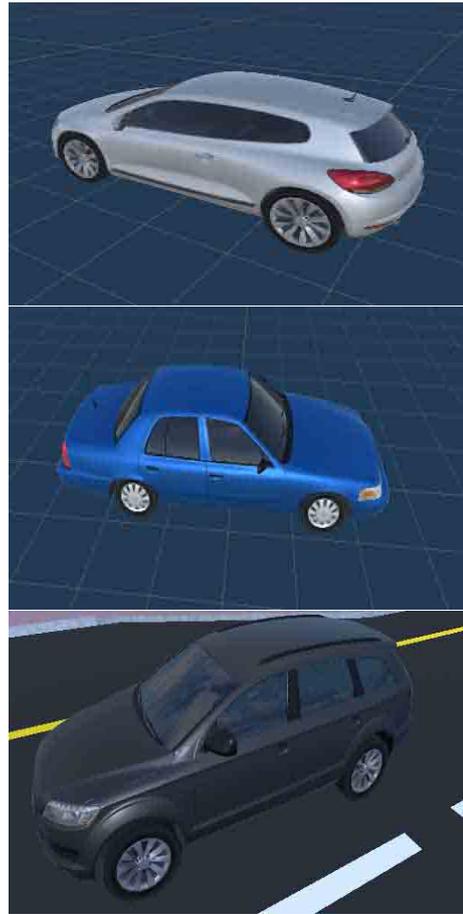


Figura 4.10: Vehículos típicos de Cuenca



Figura 4.11: Motorizado delivery en Cuenca



Figura 4.12: Taxi típico en Cuenca



Figura 4.13: Vehículo policía típico en Cuenca

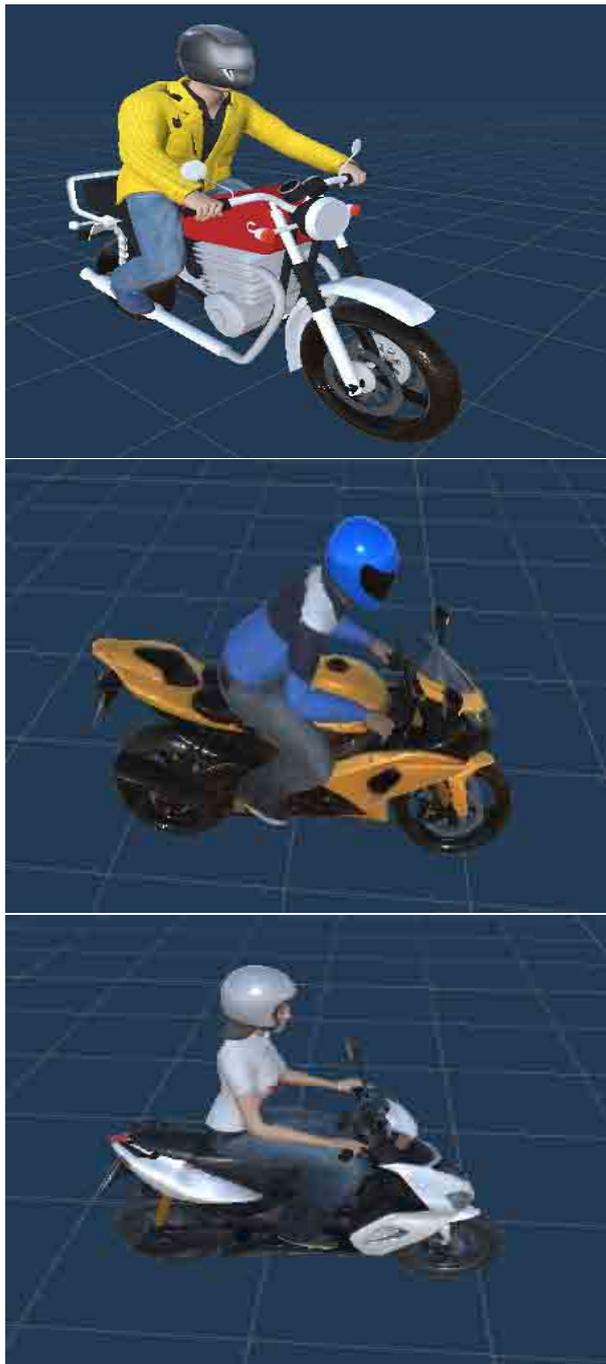


Figura 4.14: Motorizados típicos de Cuenca



Figura 4.15: Basurero típico de Cuenca



Figura 4.16: Parada de bicicletas públicas en Cuenca



Figura 4.17: Espectacular presente en Cuenca

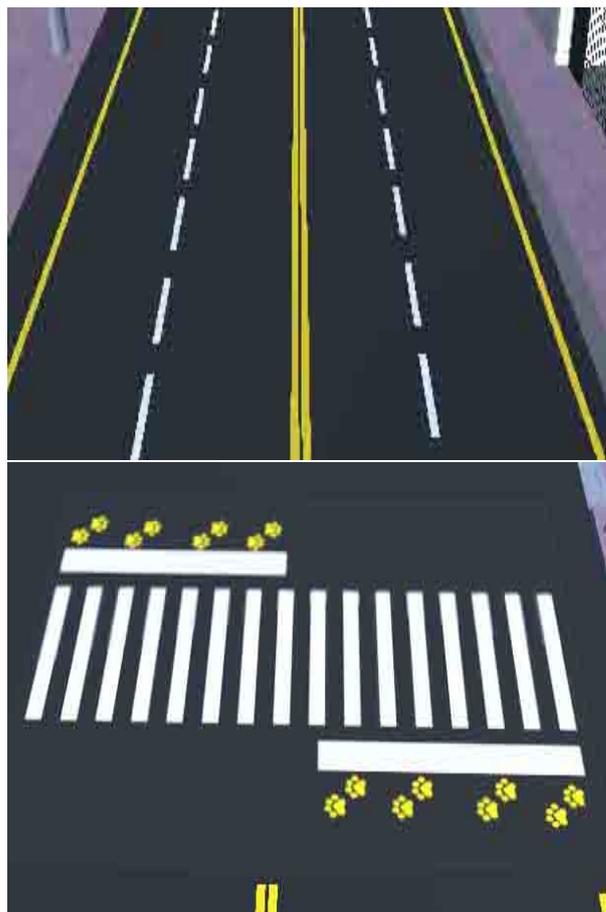


Figura 4.18: Señales presentes en la calzada típicas de Cuenca

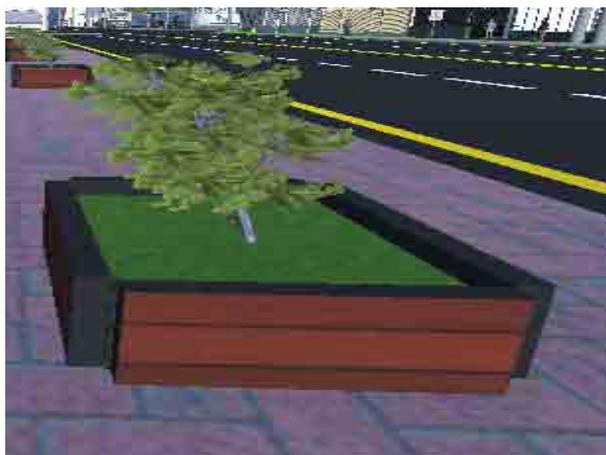


Figura 4.19: Parterre presente en las veredas de Cuenca



Figura 4.20: Parada de bus presente en las veredas de Cuenca

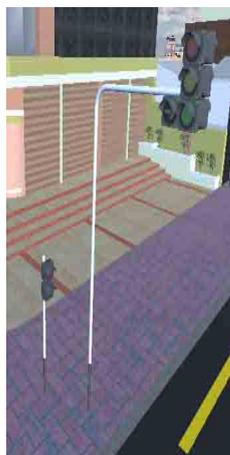


Figura 4.21: Semáforo presente en las veredas de Cuenca



Figura 4.22: Señales de tránsito presente en las veredas de Cuenca



Figura 4.23: Vendedores ambulantes típicos de Cuenca



Figura 4.24: Cholita cuencana de la tercera edad esperando el bus



Figura 4.25: Población esperando el bus



Figura 4.26: Población esperando ser atendida en el puesto de comida



Figura 4.27: Personaje fotógrafo que se lo encuentra por la ciudad de Cuenca



Figura 4.28: Personaje modelo que posa para ser fotografiada por el fotógrafo



Figura 4.29: Personaje trabajadores que se lo encuentra por la ciudad de Cuenca



Figura 4.30: Personal de la salud con bioseguridad



Figura 4.31: Niños jugando



Figura 4.32: Personal de la EMOV-EP guiando el tránsito



Figura 4.33: Personajes de un niño caminando por las veredas



Figura 4.34: Peatones caminando en su recorrido provenientes del sistema de tránsito



Figura 4.35: Vehículos circulando por las calles de la avenida Huayna Cápac dentro de Unity 3D



Figura 4.36: Personaje protagonista que permitirá vivir la experiencia de Realidad Virtual en primera persona



Figura 4.37: Personajes alcoholizados en la animación inicial



Figura 4.38: Personajes del amigo que ofrece el licor en la animación inicial



Figura 4.39: Personajes de fiesta en la animación inicial



Figura 4.40: Personaje de mujer dormida por estar alcoholizada

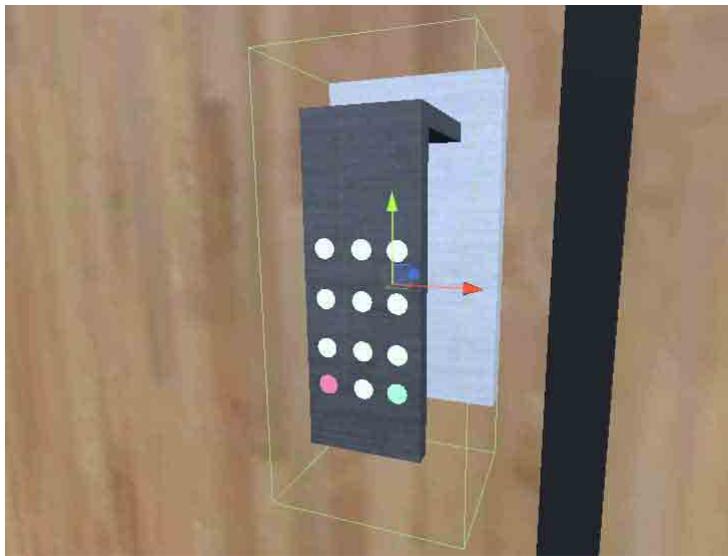


Figura 4.41: Cerrojo que da paso a la siguiente escena



Figura 4.42: Cerveza



Figura 4.43: Coctel



Figura 4.44: Trago

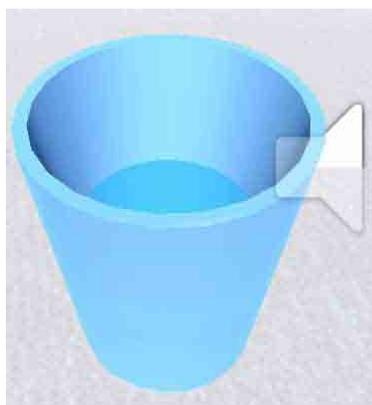


Figura 4.45: Agua

Anexos E

VISTAS Y FUNCIONAMIENTO



Figura 5.1: Captura de un fragmento de la animación presentada donde el personaje trata de salir de la casa para conducir el vehículo



Figura 5.2: Objetos Quads posicionados frente a la OVR Camera Ring que da la apariencia de párpados ante el jugador puesto las gafas de Realidad Virtual



Figura 5.3: Personaje sin cabeza junto a sus acompañantes posicionado en el interior del vehículo

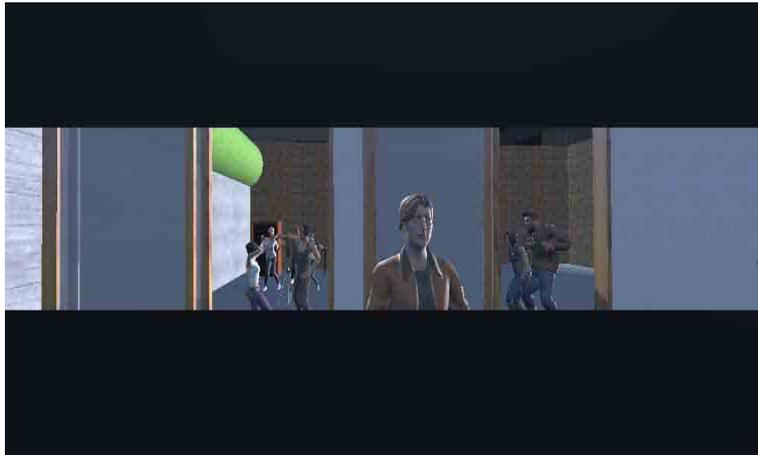


Figura 5.4: Vista desde la perspectiva del jugador con la integración de los objetos Quads como párpados



Figura 5.5: Vista en 3D de la selección de género y rango de edad por parte del usuario



Figura 5.6: Asistente robótico M.A.Y.A que nos acompañará durante todo el juego serio



Figura 5.7: Objetos que se activan al mostrar las encuestas a lo largo de la segunda fase

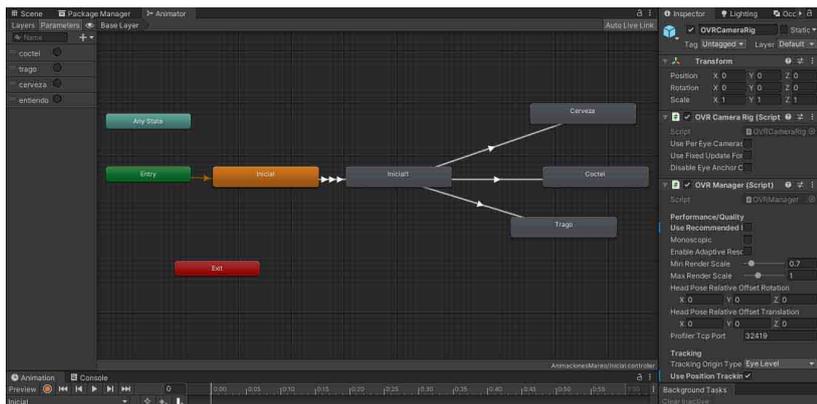


Figura 5.8: Animator que activa los diferentes efectos de mareo por seleccionar licor

```

IEnumerator LoadYourAsyncScene()
{
    // The Application loads the Scene in the background as the current Scene runs.
    // This is particularly good for creating loading screens.
    // You could also load the Scene by using sceneBuildIndex. In this case Scene2 has
    // a sceneBuildIndex of 1 as shown in Build Settings.

    async = SceneManager.LoadSceneAsync("AnimacionAccidente", LoadSceneMode.Single);
    async.allowSceneActivation = false;

    while (!async.isDone)
    {
        yield return null;
    }

    void showScene()
    {
        async.allowSceneActivation = true;
    }
}

```

Figura 5.9: Fragmento de código para cargar una escena en segundo plano

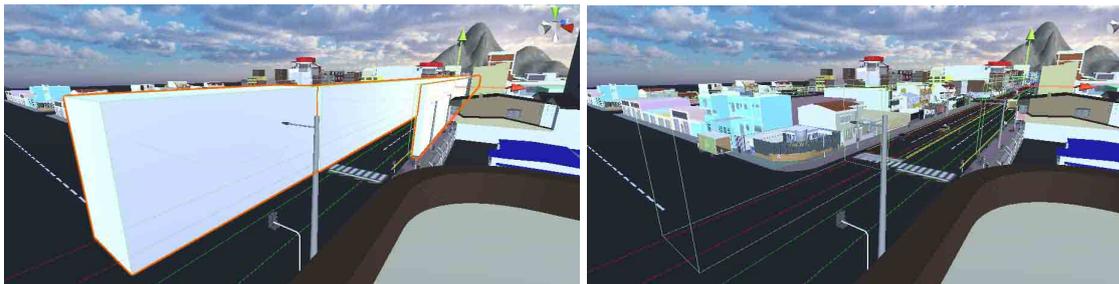


Figura 5.10: Colliders que nos permiten apreciar los obstáculos que nos impiden el paso a otras partes del escenario activando y desactivando su propiedad MeshRender

```
private void OnTriggerEnter(Collider other)
{
    if (other.CompareTag("BotellaTrago") && borracho == false)
    {
        if (selec.Length > 0)
        {
            for (int i = 0; i < selec.Length; i++)
            {
                Destroy(selec[i].gameObject);
            }
        }

        entiendo.SetActive(true);
        selsal.SetActive(true);
        tablero.SetActive(true);
        detallemp.text = "HA ESCOGIDO EL TRAGO \n CONSECUENCIAS: ";
        detallemp.gameObject.SetActive(true);
        Destroy(opciones.gameObject);
        borracho = true;
        mareo = true;
        anima.SetTrigger("trago");
        Siniestrus.SetActive(true);
        tipo = "trago";
        luz.SetActive(true);
        opcion2.SetActive(true);
    }
}
```

Figura 5.11: Fragmento de código para activar el efecto de mareo al conducir

```
line = TextoCargando.pasoMareo();
if(line != null)
{
    Debug.Log(line);
    if (line == "Borracho Coctel;20")
    {
        mareo.SetTrigger("coctel");
        inicio[0].SetActive(true);
        inicio[1].SetActive(true);
        tabInfo.SetActive(true);
        infoAlcohol.text = "Tu nivel de alcohol";
        infoAlcohol.gameObject.SetActive(true);
        entiendo.SetActive(true);
        Time.timeScale = 0f;
    }
}
```

Figura 5.12: Fragmento de código que ayuda a obtener la botella que agarré para activar el efecto de mareo

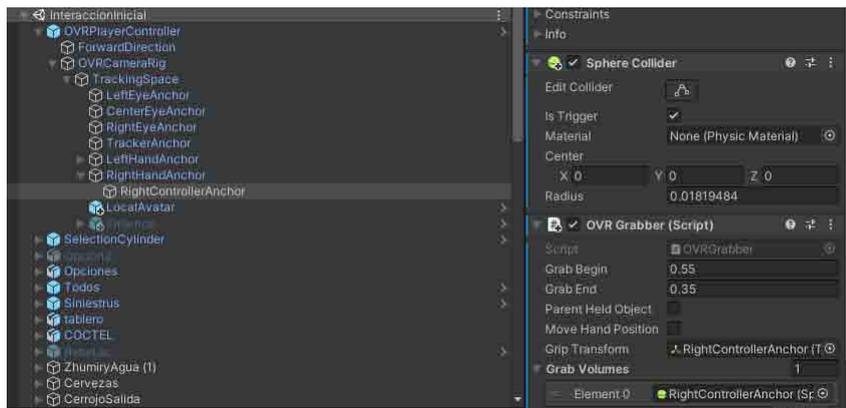


Figura 5.13: Componente Grabber posicionado en la mano del jugador

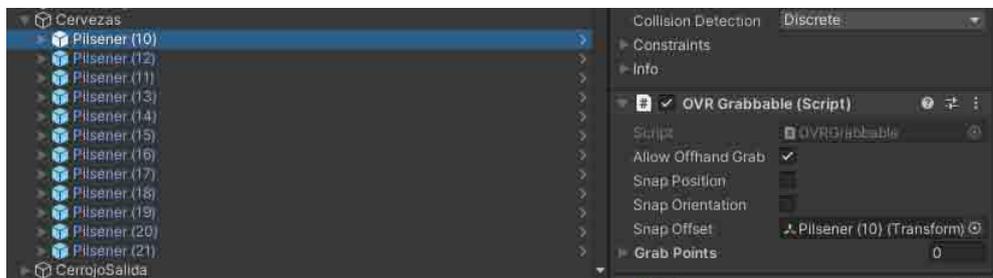


Figura 5.14: Componente Grabbable posicionado en el objeto a interactuar

```

public class noDestruir : MonoBehaviour
{
    public static noDestruir instance;
    public GameObject Casa;

    private void Awake()
    {
        if(noDestruir.instance == null)
        {
            noDestruir.instance = this;
            DontDestroyOnLoad(Casa);
        }
        else
        {
            Destroy(Casa);
        }
    }

    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
        Debug.Log("Instancia noDestruir de la Casa = " + instance);
    }

    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
    }

    public static void Activo()
    {
        instance.Casa.SetActive(true);
    }

    public static void Desactivo()
    {
        instance.Casa.SetActive(false);
    }
}

```

Figura 5.15: Fragmento de código sobre la instancia para no destruir un objeto en el juego



Figura 5.16: Bebidas con sus Colliders respectivos con las que se va a interactuar en la tercera fase

```

public static giroDere instance;
public GameObject carro;
public static float velocidadgiro = 25f;

// Start is called before the first frame update
void Start()
{
}

// Update is called once per frame
void Update()
{
}

private void OnTriggerEnter(Collider other)
{
    if (other.CompareTag("manod") || other.CompareTag("manoi"))
    {
        carro.transform.Rotate(Vector3.up * Time.deltaTime * velocidadgiro);
    }
}

public static void GeneroVelocidadGiroD(float vel)
{
    velocidadgiro = vel;
}

```

Figura 5.17: Fragmento de código para girar a la derecha instanciando una velocidad global

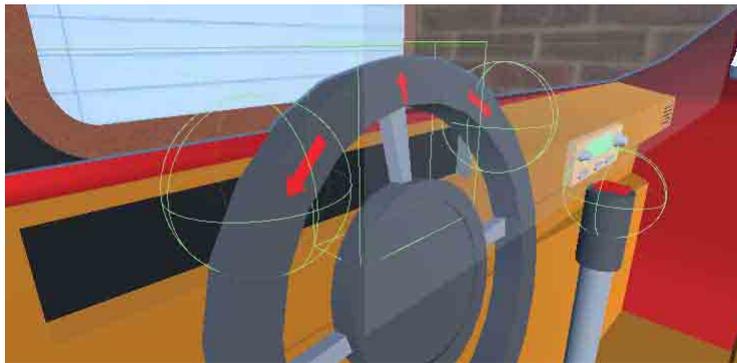


Figura 5.18: Volante con sus Colliders respectivos para manejar el vehículo en la tercera fase

```

private void OnTriggerEnter(Collider other)
{
    if (other.CompareTag("Player"))
    {
        StreamReader sr = new StreamReader(Directory.GetCurrentDirectory().Replace("\\", "/") + "/Borracho.txt");
        line = sr.ReadLine();
        if (line != null)
        {
            Debug.Log(line);
            if (line == "Borracho Cerveza;25" || line == "Borracho Coctel;20" || line == "Borracho Trago;10")
            {
                calleIni.SetActive(false);
                carros.SetActive(true);
                accidentados.Play("animacionAccidenteFinal");
                jugador.SetActive(false);
            }
            else if (line == "Sobrio;30")
            {
                calleIni.SetActive(false);
                carros.SetActive(true);
                accidentados.Play("SinAccidente");
                jugador.SetActive(false);
            }
        }
    }
}

```

Figura 5.19: Fragmento de código con sus condiciones para dar o no el accidente final

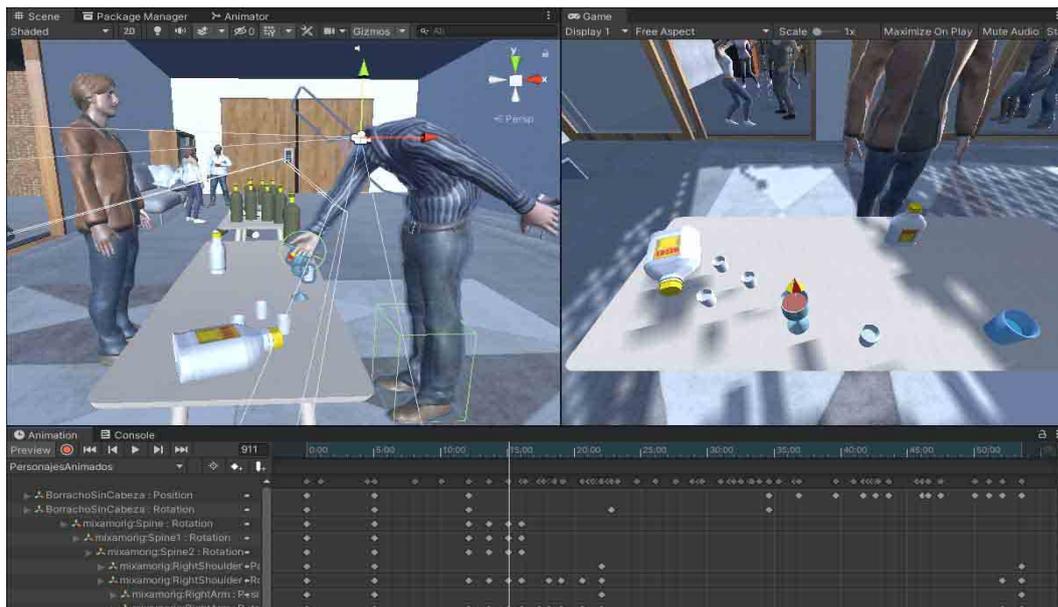


Figura 5.20: Vista de la elaboración de la animación principal donde el personaje toma la bebida que desata el efecto de mareo

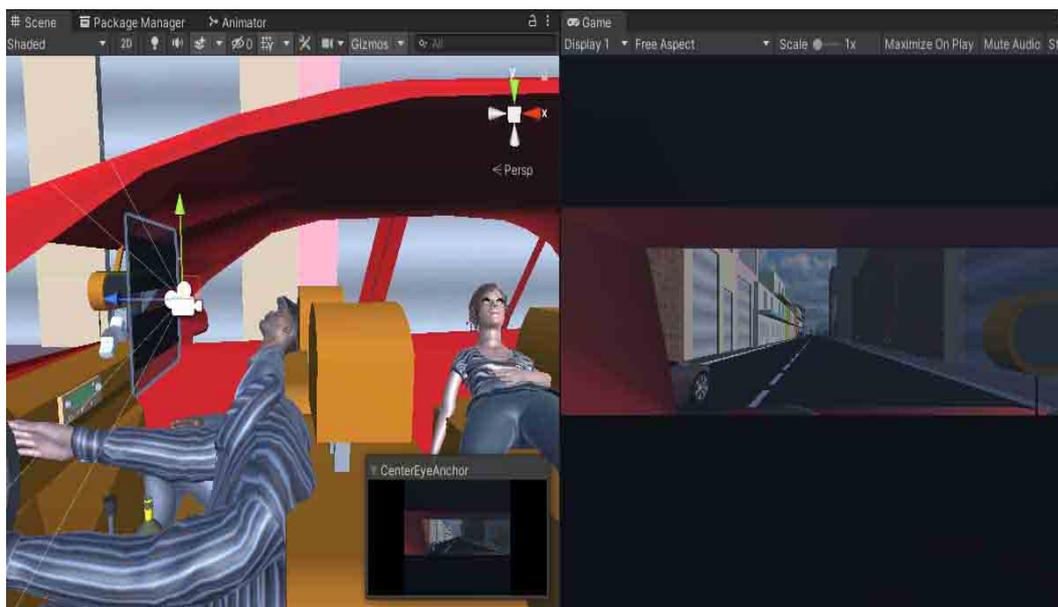


Figura 5.21: Vista del funcionamiento de los Quads de párpados dentro del vehículo en la animación del accidente

Anexos F

ACCIDENTE



Figura 6.1: Vehículo verde que recibe el impacto



Figura 6.2: Vehículo rojo con sus personajes en el interior, este vehículo va a causar el siniestro

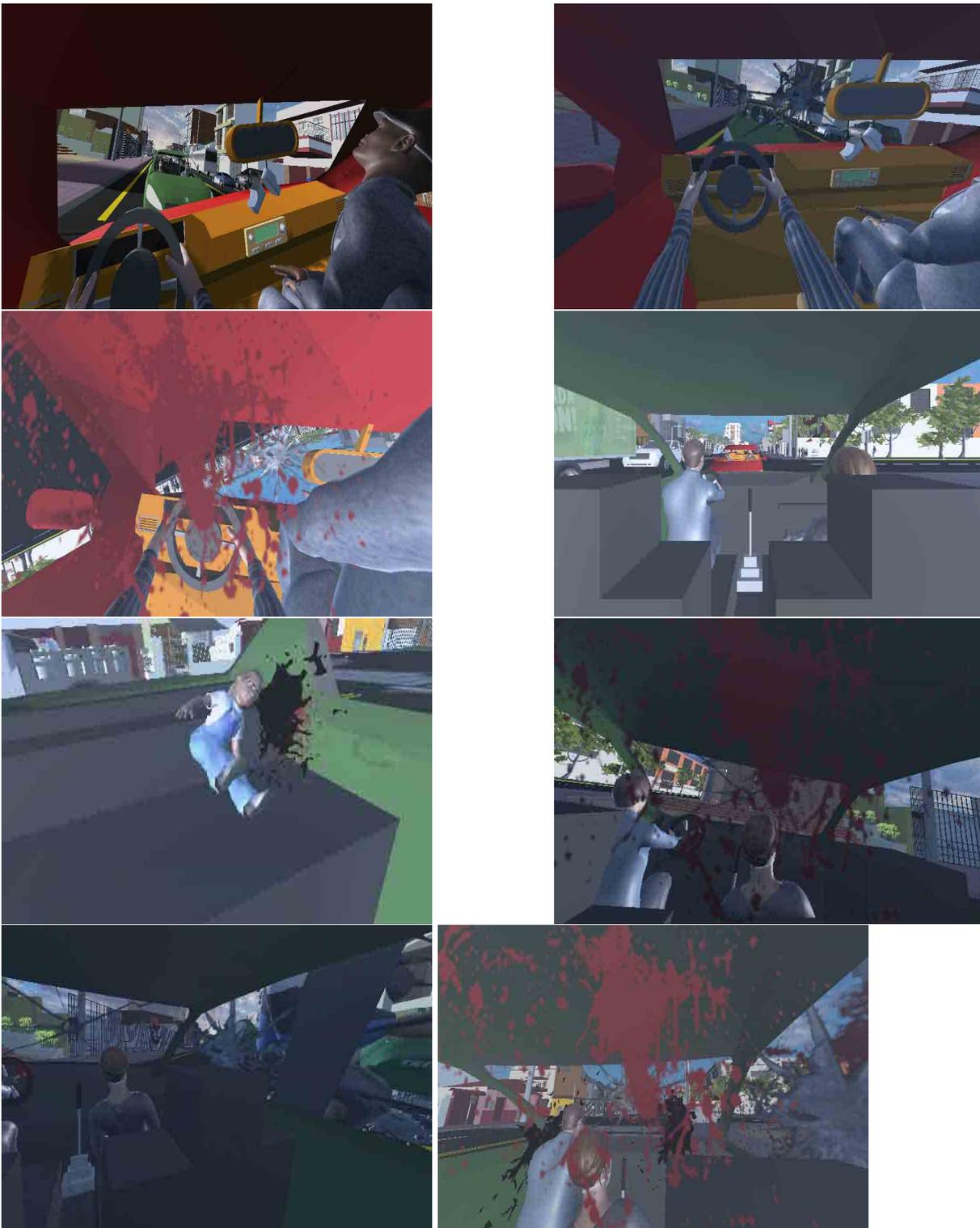


Figura 6.3: Ejecución del accidente en la avenida Huayna Cápac

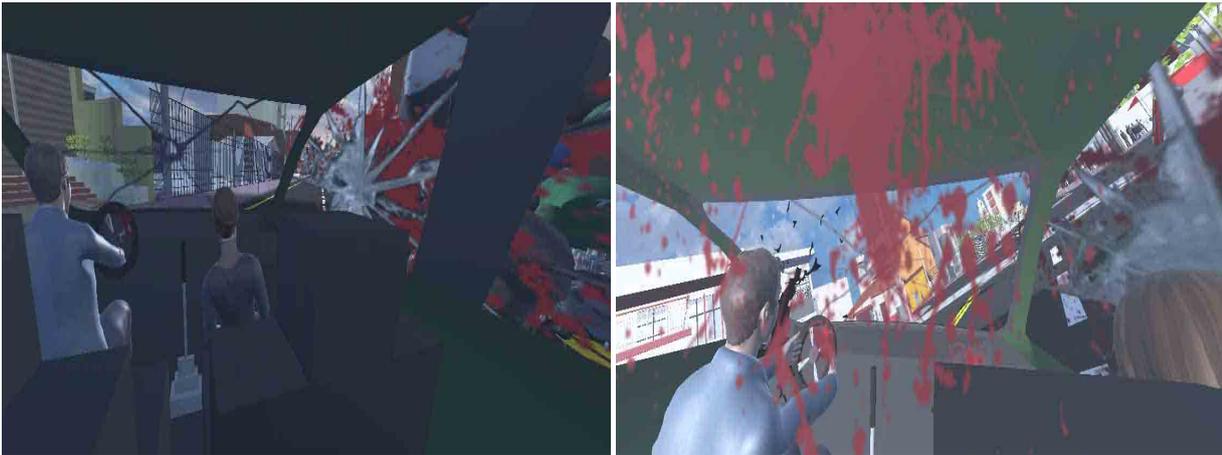


Figura 6.4: Vista desde el vehículo verde en el momento del impacto lateral con el delivery

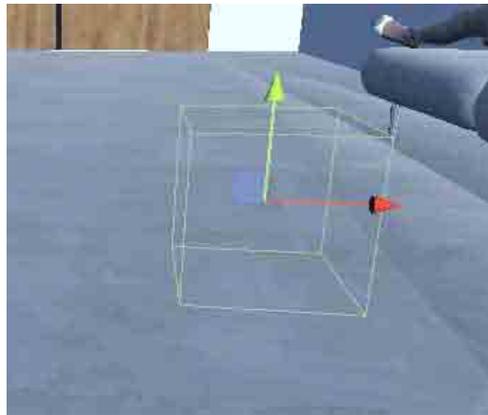


Figura 6.5: Colliders que controlan la vibración de los controles del equipo Oculus

Anexos G

REUNIONES Y SOCIALIZACIÓN



Figura 7.1: Reunión de inicial de socialización del proyecto entre miembros del grupo de investigación GIHP4C y la EMOV-EP, esta reunión se llevó a cabo en la UPS



Figura 7.2: Revisión del primer avance por parte de la EMOV-EP y socialización de actividades entre la FEUPS Cuenca, el grupo de investigación GIHP4C y la EMOV-EP de manera presencial en la UPS



Figura 7.3: Videoconferencia como punto de validación por parte de una experta y presentación de avances donde intervinieron miembros del grupo GIHP4C y la EMOV-EP



Figura 7.4: Flyer semana de la movilidad 2020



Figura 7.5: Exposición de la primera fase culminada en la semana de la movilidad que se llevó a cabo en las instalaciones de la EMOV-EP



Figura 7.6: Simulacro por un accidente de tránsito en la avenida Remigio Crespo, donde intervinieron miembros del grupo GIHP4C y la EMOV-EP



Figura 7.7: Primera revisión de avances presenciales una vez culminó la cuarentena en la ciudad de Cuenca



Figura 7.8: Segunda revisión presencial de avances entre tutores del proyecto y miembros de la EMOV-EP



Figura 7.9: Tercera revisión presencial de avances entre miembros y tutores del grupo GIHP4C y la EMOV-EP

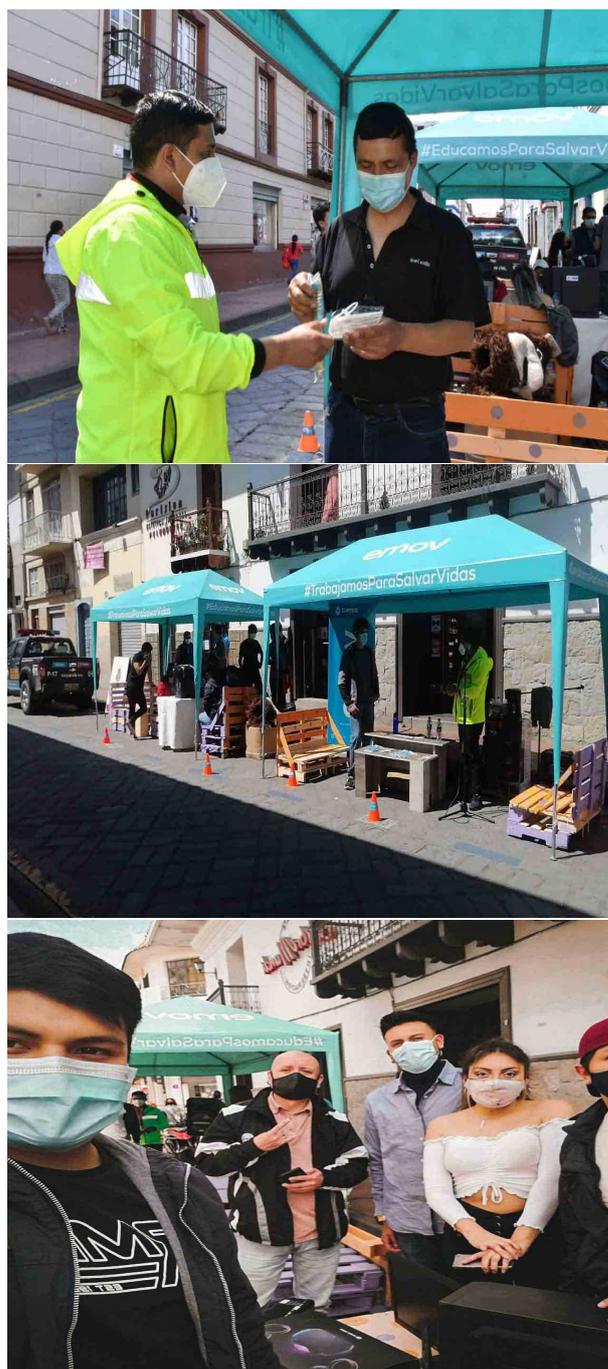


Figura 7.10: Primera socialización del proyecto con la ciudadanía en los espacios denominados parking day, el cual se dio entre las calles Hermano Migue y Mariscal Sucre



Figura 7.11: Segunda socialización del proyecto con la ciudadanía en los espacios denominados parking day, el cual se dio entre la calle Agustín Cueva y la avenida 12 de Abril



Figura 7.12: Socialización de vías que se dio frente al centro comercial Millenium Plaza, donde se socializó el proyecto con la ciudadanía

Anexos H

TUTORIAL Y MENU PRINCIPAL



Figura 8.1: Primera parte del tutorial donde se aprende a mover el personaje y caminar



Figura 8.2: Segunda parte del tutorial donde se aprende a agarrar objetos

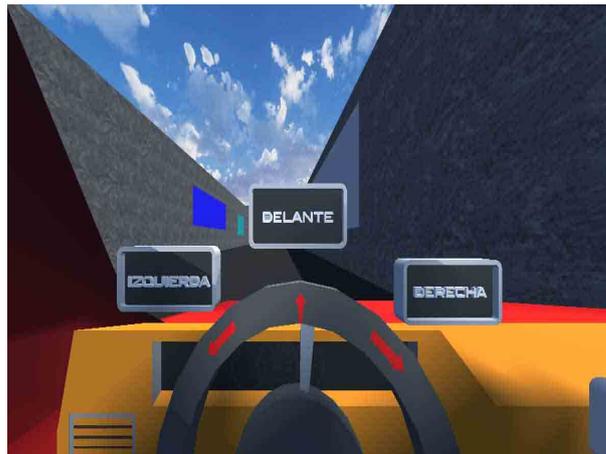


Figura 8.3: Tutorial para manejar el vehículo

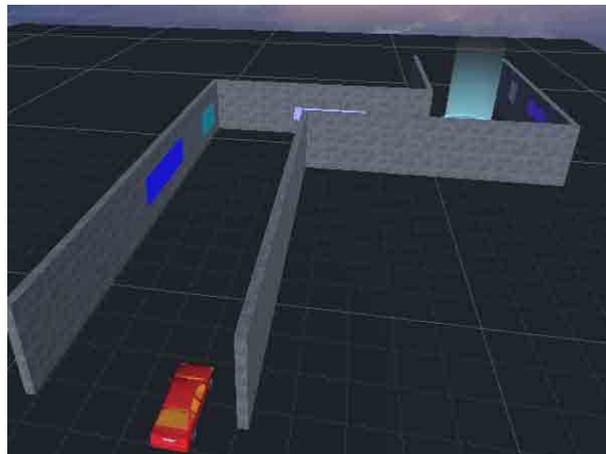


Figura 8.4: Laberinto por el cual va a conducir el jugador dentro del tutorial hasta el destino celeste



Figura 8.5: Menú principal que estará disponible para el personal encargado en la vista 2D y 3D, para el jugador solo estará disponible la vista en 3D

Anexos I

JUEGO EN EJECUCIÓN



Figura 9.1: Menú a vista del personal donde da paso al tutorial

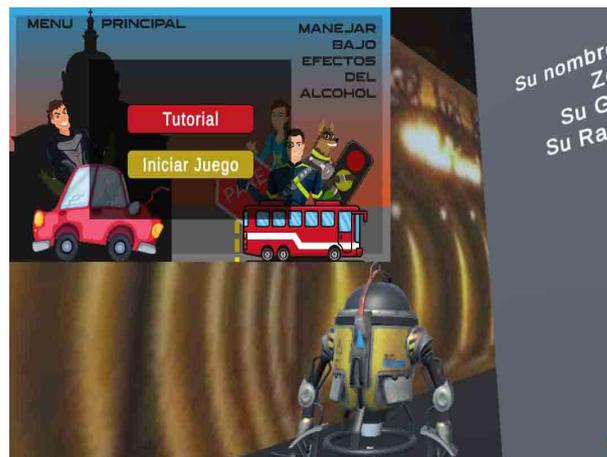


Figura 9.2: Menú a vista del personal donde inicia el juego

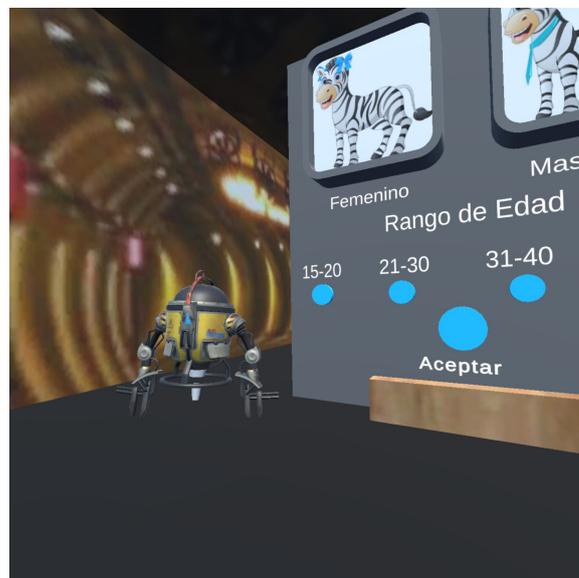


Figura 9.3: Menú en 3D donde se selecciona género y rango de edad por parte del jugador



Figura 9.4: Láser que permite seleccionar las opciones, se activa con el control derecho del Oculus

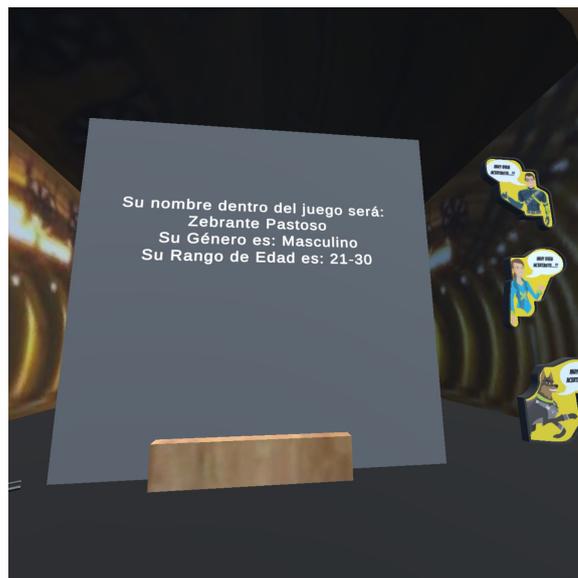


Figura 9.5: Datos seleccionados por el jugador presentados previo al inicio del juego



Figura 9.6: Tutorial utilizado por el jugador para aprender a moverse

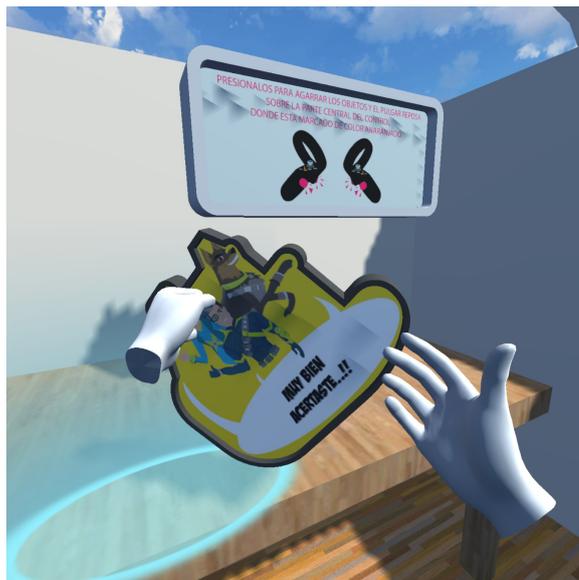


Figura 9.7: Tutorial donde el jugador interactua con el objeto y lo agarra

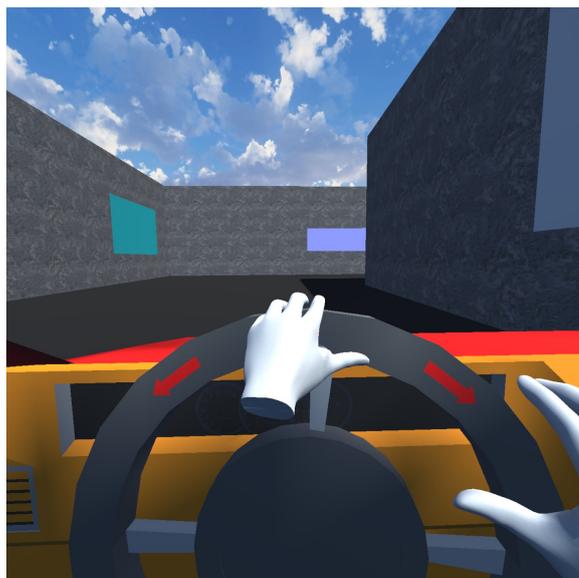


Figura 9.8: Tutorial donde el jugador aprende a conducir recto

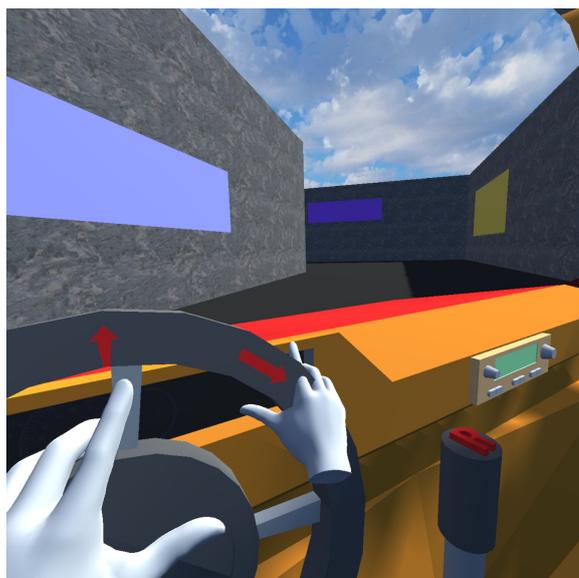


Figura 9.9: Tutorial donde el jugador aprende a girar dentro del vehículo

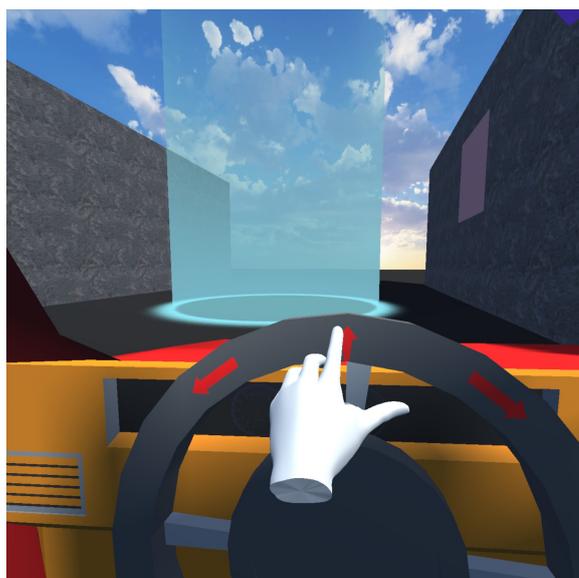


Figura 9.10: Destino final del tutorial a conducir para dar inicio al juego

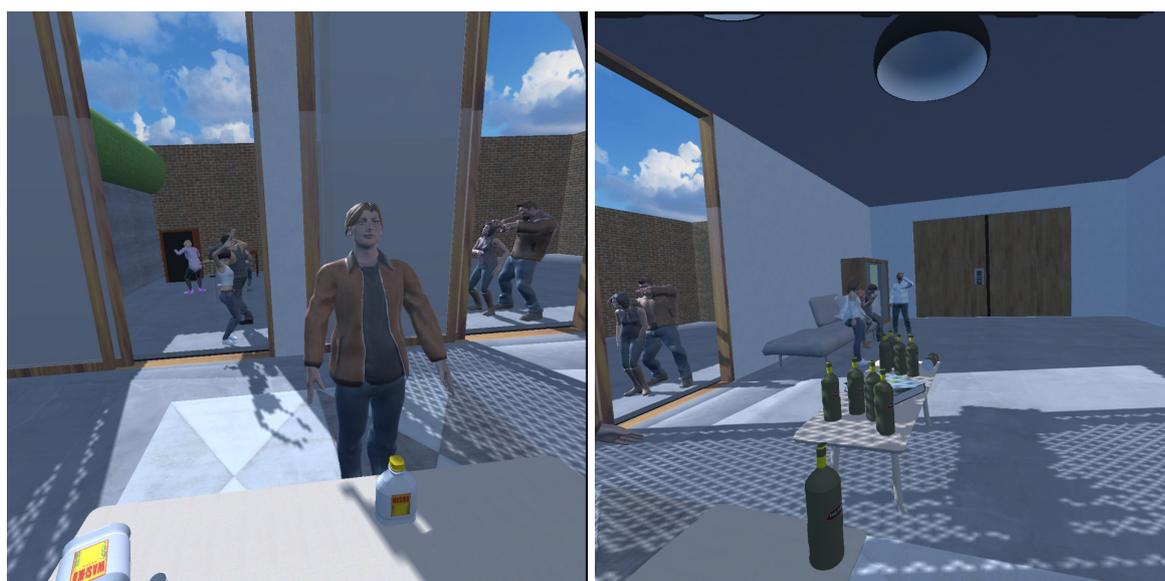


Figura 9.11: Animación introductoria donde el usuario entiende el contexto del accidente a desencadenarse en la avenida Huayna Cápac



Figura 9.12: Paneo del sector en la avenida Huayna Cápac de forma aérea con el fin que el jugador sepa donde se encuentra

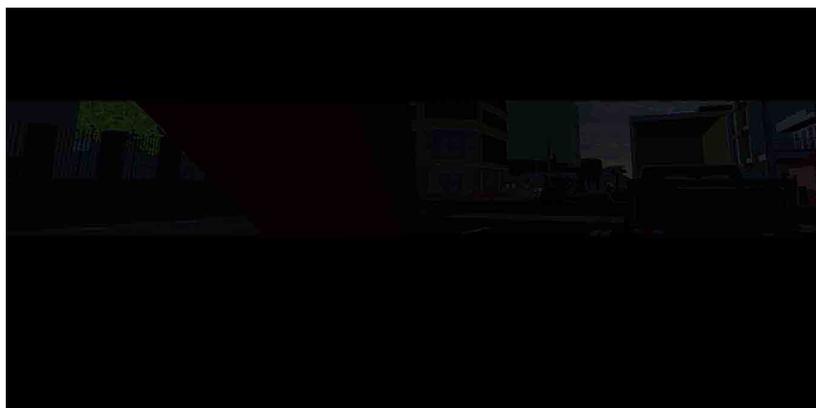


Figura 9.13: Obscurecimiento de la imagen a manera de dar a percibir una pérdida de conciencia en el jugador mientras conduce bajo efectos del alcohol



Figura 9.14: Vista del accidente dentro del vehículo verde



Figura 9.15: Mensaje de advertencia que aparece tras ingerir licor en la segunda fase como método de entendimiento para el jugador

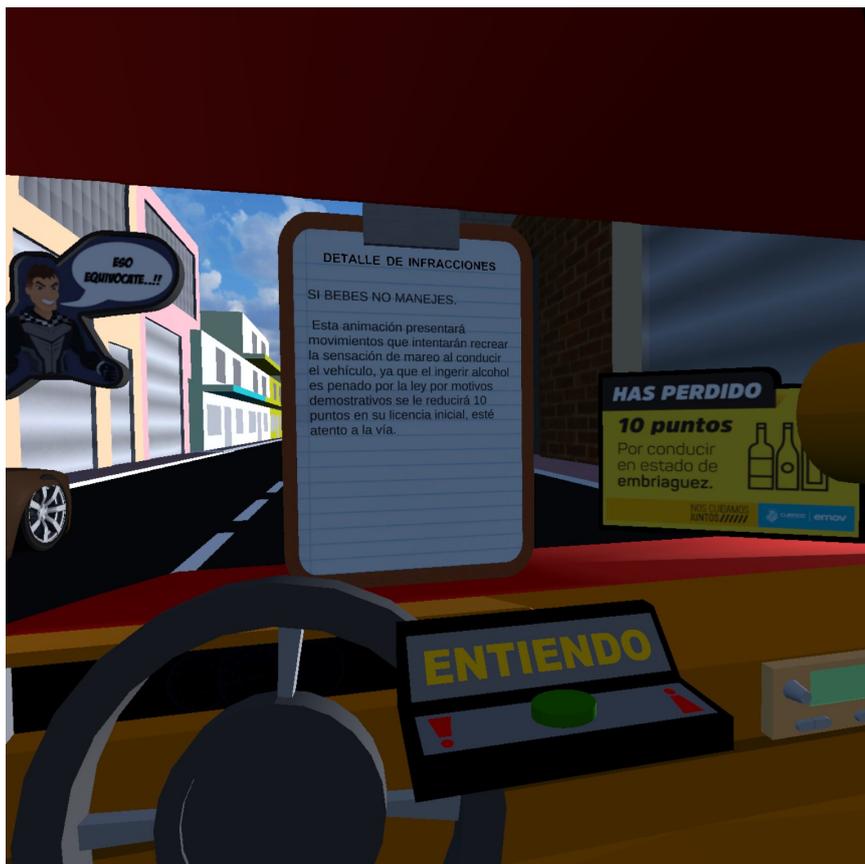


Figura 9.16: Términos y advertencias presentadas previo al inicio de la conducción en la segunda fase, pues el jugador debe responder preguntas

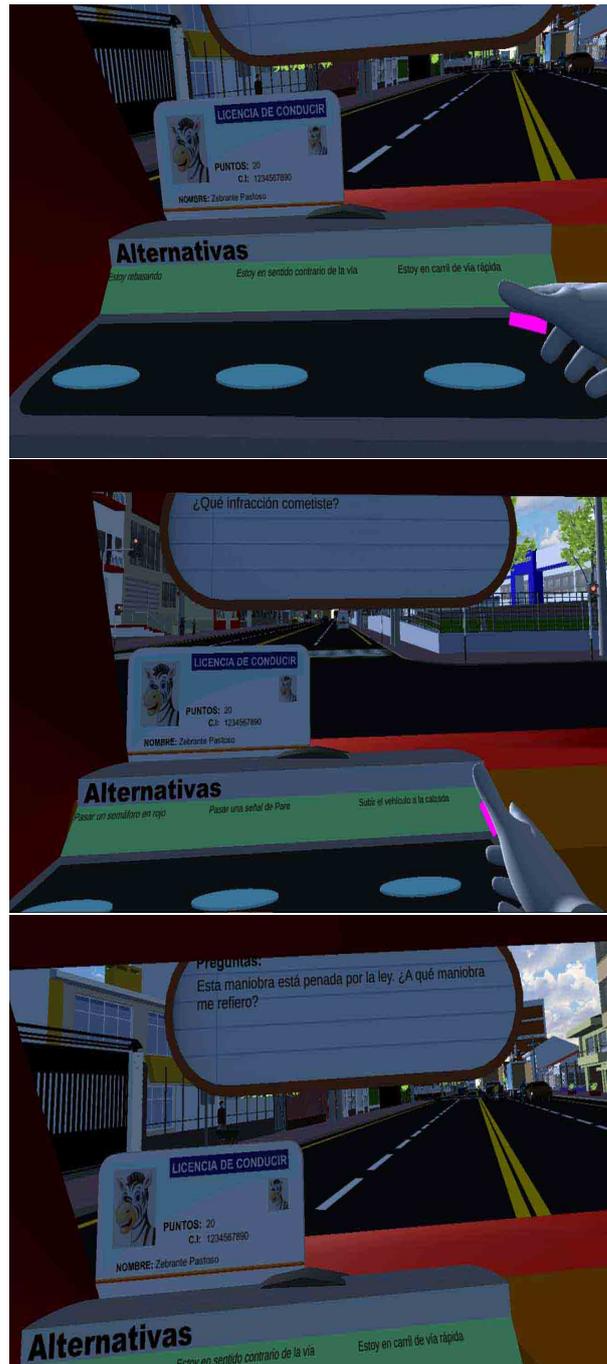


Figura 9.17: Preguntas presentadas al jugador a manera que aprenda de las contravenciones vividas en puntos específicos



Figura 9.18: Licencia virtual presentada, esta merma su puntaje tras responder erróneamente las alternativas de cada encuesta



Figura 9.19: Personaje héroe de la Liga de la Movilidad presentado tras responder correctamente



Figura 9.20: Personaje villano de la Liga de la Movilidad presentado tras responder incorrecto



Figura 9.21: Retroalimentación final presentada con las correcciones a preguntas mal respondidas y el puntaje final en la licencia virtual



Figura 9.22: Personaje M.A.Y.A dando información referente a cada fase vivida



Figura 9.23: Interacción del usuario con las botellas presentadas en la mesa



Figura 9.24: Movimiento e interacción del personaje con el cejorro de la puerta para dar el cambio de escena



Figura 9.25: Interacción del usuario con el vehículo para conducir por la zona permitida



Figura 9.26: Animación final presentada si el jugador escoge agua y no licor, esta animación no tiene el accidente

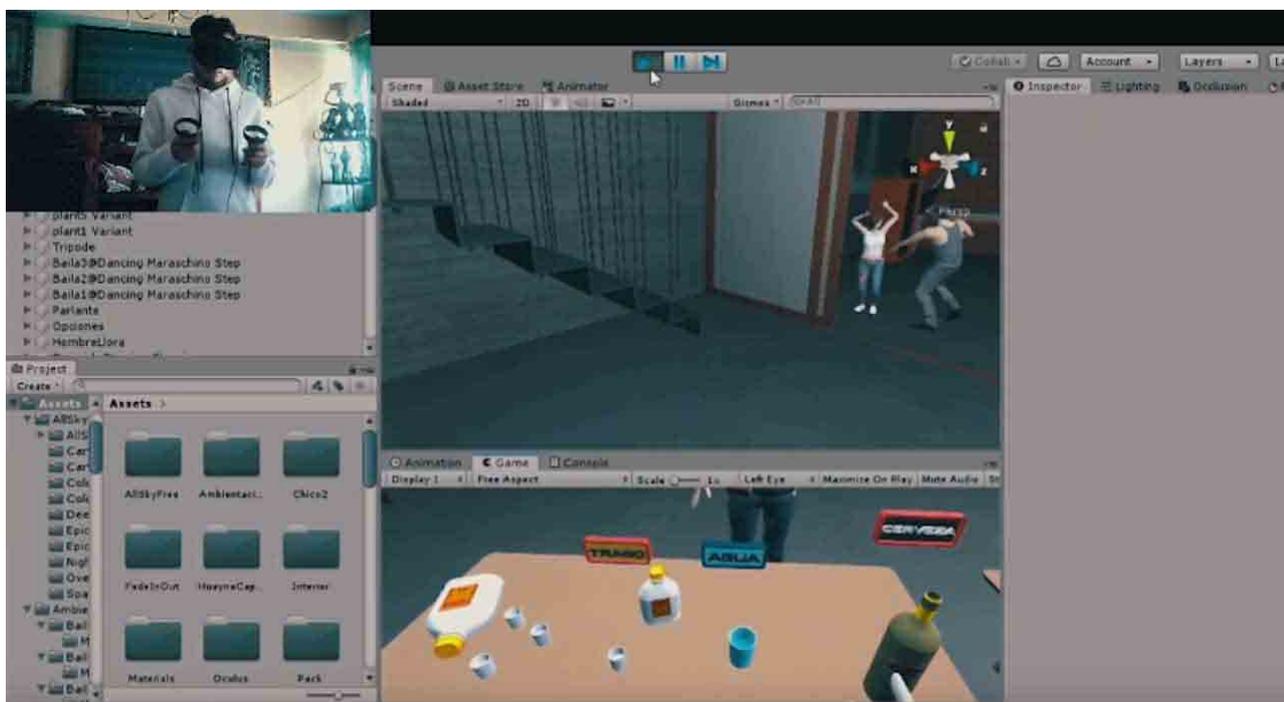


Figura 9.27: Ejecución del juego puesto las gafas de Realidad Virtual

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 brindarle más comodidad y mejor

visualización.



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.

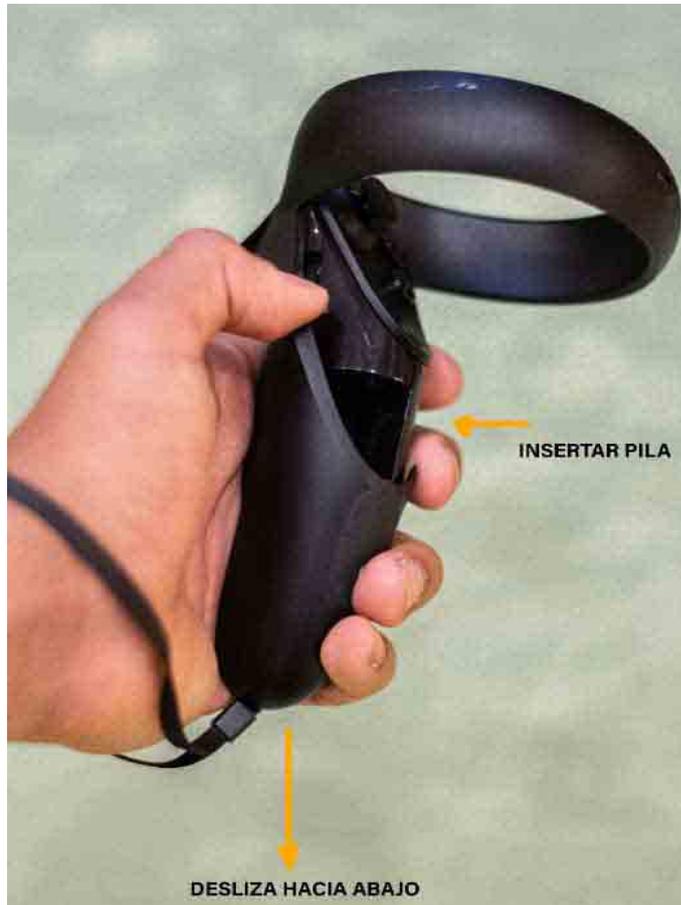


Figura 10.7: Forma de colocar las pilas en los controles del equipo Oculus

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

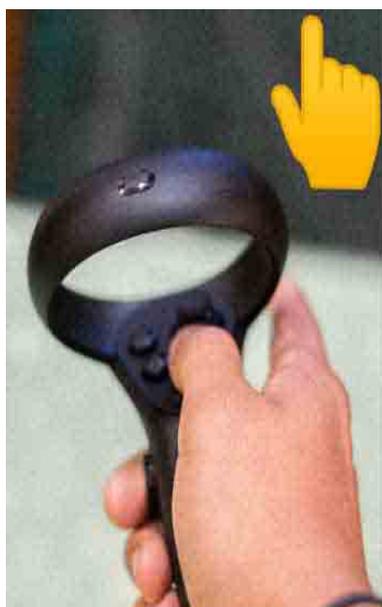


Figura 10.9: Ejemplo de como apuntar con un dedo usando los controles del equipo Oculus, se presiona el botón lateral y el pulgar posa sobre la parte central del control

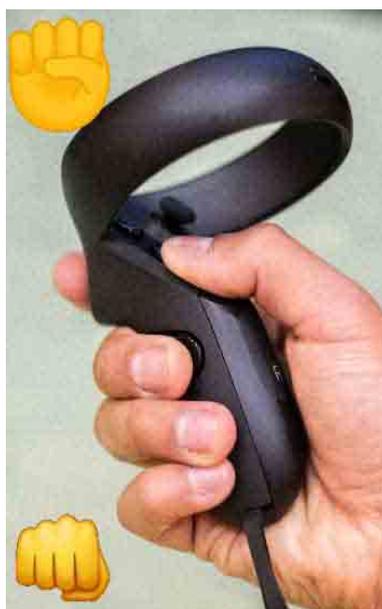


Figura 10.10: Ejemplo de como hacer puño o agarrar objetos con los controles del equipo Oculus, para ello se presionan los todos botones que se indica

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.

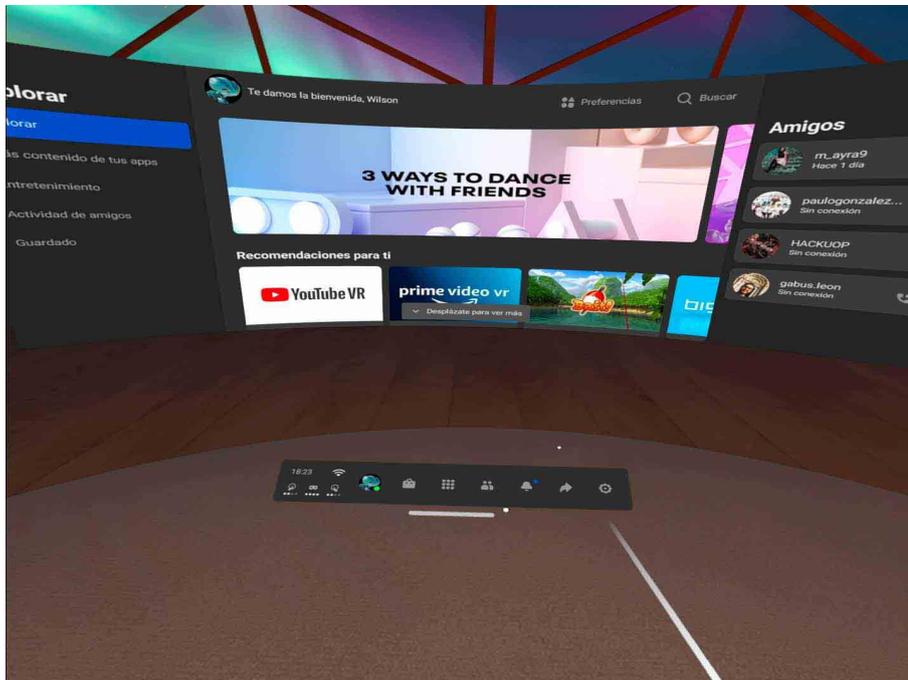


Figura 10.14: Vista dentro del visor Oculus Quest de forma inalámbrica

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

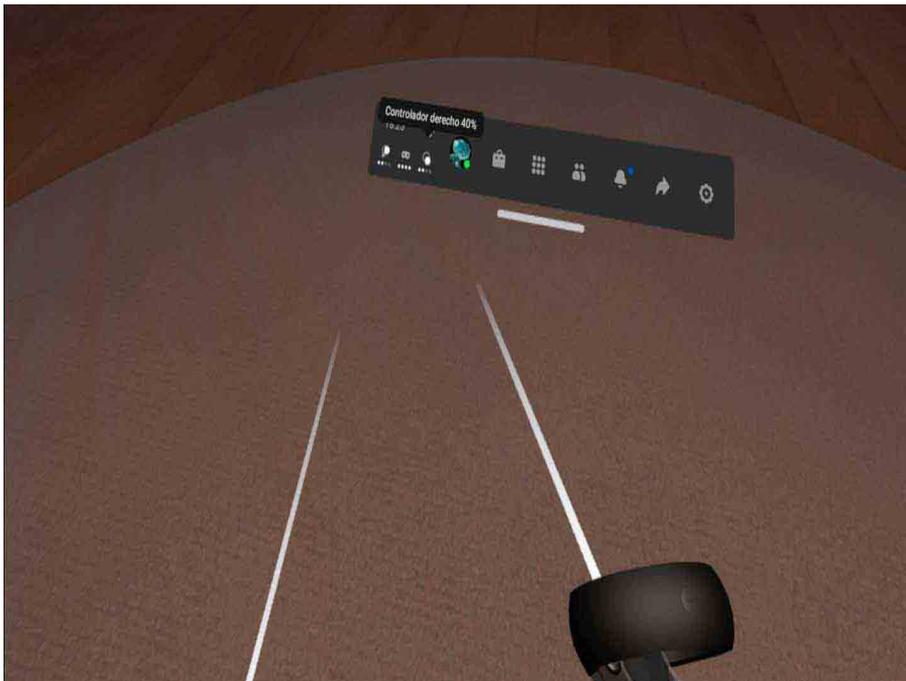


Figura 10.15: Revisar nivel de batería de los equipos tanto controles como gafas de Realidad Virtual

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.

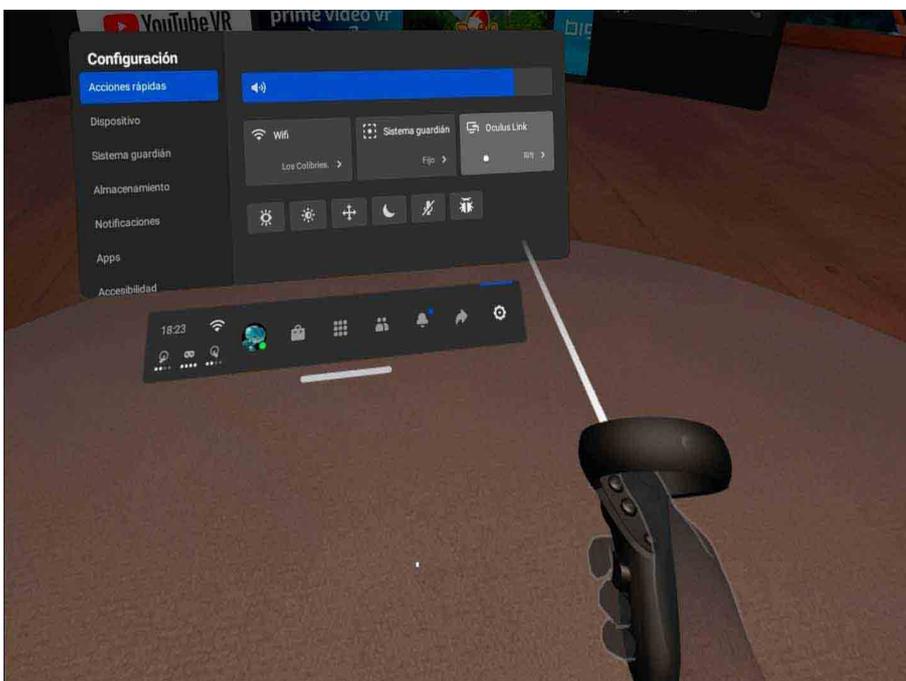


Figura 10.16: Selección de pestaña Oculus Link para ejecutar los juegos del ordenador

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

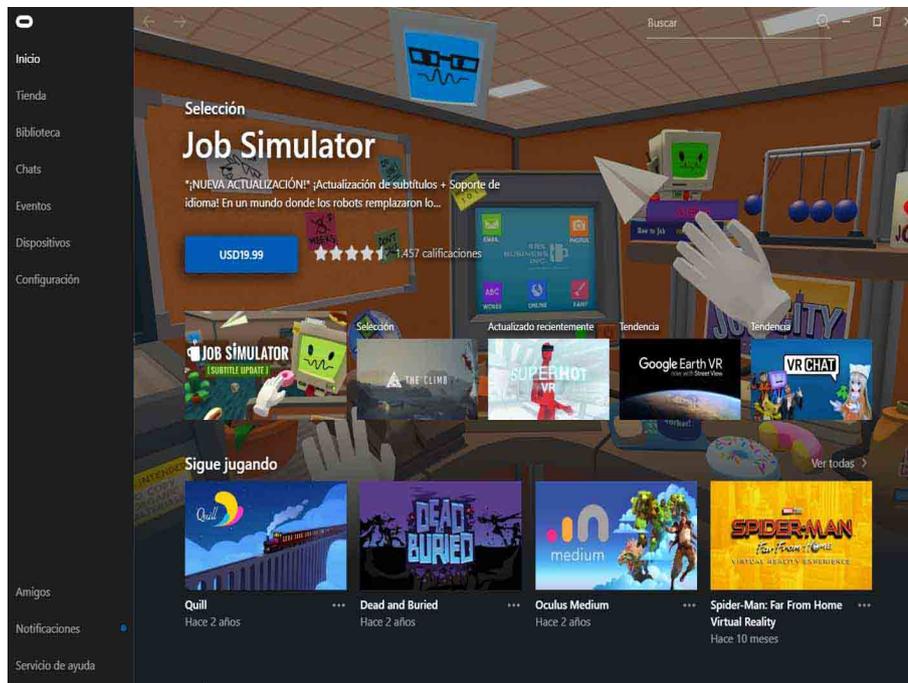


Figura 10.17: Ventana de Oculus en el ordenador

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.

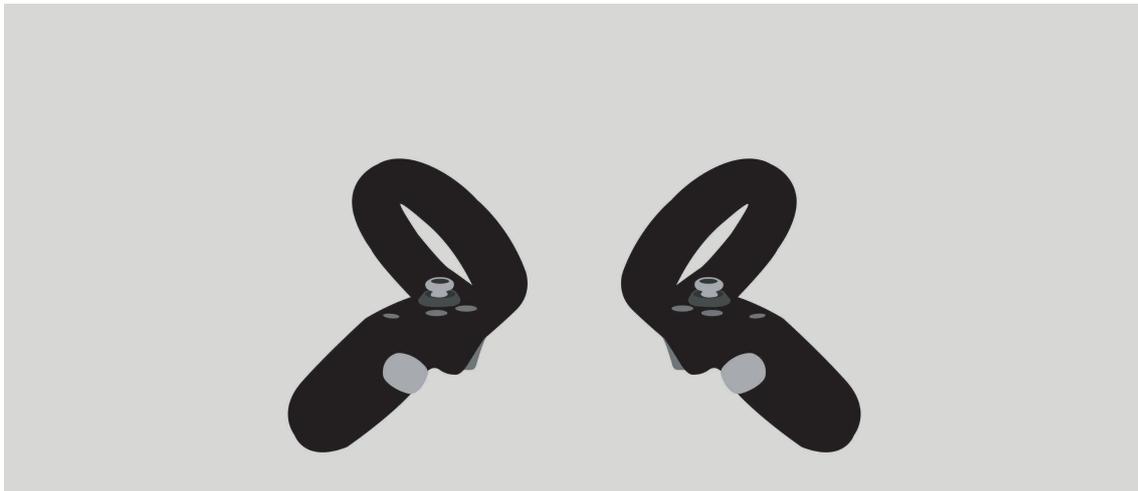


Figura 10.19: Controles Oculus Quest

JOYSTICKS MOVIMIENTO

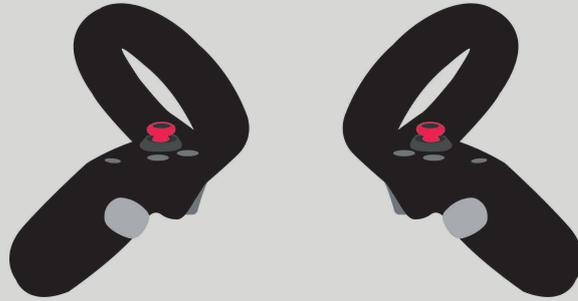


Figura 10.20: Botones joysticks de movimiento

MOVIMIENTO DE PERSONA



MOVIMIENTO DE CABEZA

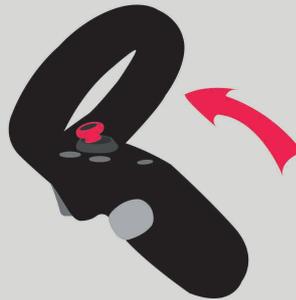


Figura 10.21: Botones de movimiento por control

AGARRAR OBJETOS BOTONES DEDO INDICE Y ANULAR



PRESIONALOS PARA AGARRAR LOS OBJETOS Y EL PULGAR REPOSA
SOBRE LA PARTE CENTRAL DEL CONTROL
DONDE ESTA MARCADO DE COLOR ANARANJADO



Figura 10.22: Botones a presionar para agarrar objetos