



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
TELECOMUNICACIONES**

Desarrollo de un ambiente virtual interactivo con tecnología de realidad virtual médica orientado al aprendizaje funcionamiento y evaluación de un fantoma cardio-respiratorio para los estudiantes de las carreras de la facultad de ciencias de la salud de la Universidad Nacional De Chimborazo

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero en
Telecomunicaciones**

**Autor:
Noriega Bosquez Fabian Israel**

**Tutor:
MSc. Jinez Tapia José Luis**

Riobamba, Ecuador. 2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Fabian Israel Noriega Bosquez, con cédula de ciudadanía 1750021188, autor del trabajo de investigación titulado: **Desarrollo de un ambiente virtual interactivo con tecnología de realidad virtual médica orientado al aprendizaje funcionamiento y evaluación de un fantoma cardio-respiratorio para los estudiantes de las carreras de la facultad de ciencias de la salud de la Universidad Nacional De Chimborazo**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 17 de mayo de 2024.



Fabian Israel Noriega Bosquez

C.I: 1750021188

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, José Luis Jinez Tapia catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado:” **Desarrollo de un ambiente virtual interactivo con tecnología de realidad virtual médica orientado al aprendizaje funcionamiento y evaluación de un fantoma cardio-respiratorio para los estudiantes de las carreras de la facultad de ciencias de la salud de la Universidad Nacional De Chimborazo**”, bajo la autoría de Fabian Israel Noriega Bosquez ; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 15 días del mes de abril de 2024



José Luis Jinez Tapia

C.I: 0602899007

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **Desarrollo de un ambiente virtual interactivo con tecnología de realidad virtual médica orientado al aprendizaje funcionamiento y evaluación de un fantoma cardio-respiratorio para los estudiantes de las carreras de la facultad de ciencias de la salud de la Universidad Nacional De Chimborazo**, presentado por **Fabian Israel Noriega Bosquez**, con cédula de identidad 1750021188, bajo la tutoría del Mg. José Luis Jinez Tapia; certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba el 17 de mayo de 2024.

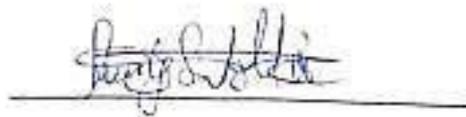
PhD. Antonio Meneses
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



PhD. Franklin Samaniego
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. Luis Santillán
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



UNACH-RGF-01-04-08.17
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

CERTIFICACIÓN

Que, **NORIEGA BOSQUEZ FABIAN ISRAEL** con CC: **1750021188**, estudiante de la Carrera **TELECOMUNICACIONES**, Facultad de **INGENIERIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **Desarrollo de un ambiente virtual interactivo con tecnología de realidad virtual médica orientado al aprendizaje funcionamiento y evaluación de un fantoma cardio-respiratorio para los estudiantes de las carreras de la facultad de ciencias de la salud de la Universidad Nacional De Chimborazo**", cumple con el 3 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 26 de abril de 2024



JOSE LUIS JINEZ
TAPIA

Msc. José Luis Jínez Tapia

TUTOR(A)

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

Quiero expresar mi gratitud a Dios por su constante guía y bendiciones, las cuales me han permitido alcanzar este punto en mi vida y superar con éxito cada etapa de mi desarrollo tanto académico, como personal.

Dedico el presente trabajo a mi querida familia, especialmente a mis padres Fabian Noriega y Carmita Bosquez quienes me han brindado un apoyo incondicional y han sido una fuente constante de inspiración y motivación a lo largo de mi vida. Su amor, sabiduría y sacrificio han sido fundamentales para mi crecimiento personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento a la Universidad Nacional De Chimborazo, por otorgarme el privilegio de ser parte de su prestigiosa comunidad estudiantil y por ofrecerme una educación que me ha capacitado para abordar con habilidad cualquier desafío profesional que se presente.

A todos mis profesores por compartir sus conocimientos durante mi formación profesional. En particular quiero destacar al master José Jinez tutor de mi proyecto de investigación, quien ha guiado con paciencia y rectitud el desarrollo de este trabajo.

A Ángeles Pilatuña quien ha sido una parte fundamental en mi vida, su presencia y aliento constante ha sido un pilar esencial en mi camino hacia el éxito.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I.....	18
1.1 INTRODUCCIÓN	18
1.2 ANTECEDENTES.....	19
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	20
1.5 OBJETIVOS	21
1.5.1 Objetivo General	21
1.5.2 Objetivos Específicos	21
CAPÍTULO II.....	22
2. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 Marco Referencial	22
2.2 Realidad Virtual	22
2.3 Aspectos Preliminares	22
2.3.1 VENTAJAS	22
2.3.2 DESVENTAJAS	22
2.4 Realidad Virtual en la educación superior	23
2.5 Aplicación de la realidad virtual en la educación	23
2.6 Motivos por el cual usar la tecnología VR en la educación	24
2.6.1 Realidad Virtual en la Educación	24
2.7 Trabajos relacionados ante la temática con la tecnología realidad virtual	24
2.8 Fantoma.....	25
2.9 Aplicaciones	26

2.9.1	Fantoma para cuidados de enfermería	26
2.9.2	Fantoma para primeros auxilios	26
2.9.3	Fantoma de partes específicas del cuerpo humano.....	27
2.9.4	Fantoma gineco-obstétrico	27
2.9.5	Realidad virtual en la medicina	27
2.9.6	Capacitación medica con realidad virtual.....	28
2.9.7	Operaciones de cirugía con realidad virtual	28
2.9.8	Combatir con la obesidad con realidad virtual	29
2.10	Sistema Cardio-Respiratorio	29
2.10.1	Sistema Respiratorio	29
2.10.2	Sistema Cardiovascular.....	30
2.11	Hardware.....	30
2.11.1	Oculus Quest 2.....	30
2.12	Software	30
2.12.1	Blender.....	30
2.12.2	Unity	31
2.12.3	Microsoft Visual Studio.....	31
2.12.4	SPSS.....	32
CAPÍTULO III.....		33
3.	METODOLOGIA	33
3.1	Metodología	33
3.1.1	Tipo de estudio y metodología	33
3.2	Métodos de Investigación.....	33
3.2.1	Bibliográfica Documental.....	33
3.2.2	Investigación Experimental	33
3.2.3	Instrumentos de la investigación	34
3.3	Población y muestra	34
3.3.1	Población	34
3.3.2	Muestra.....	34
3.4	Operación de variables	35
3.4.1	Variable dependiente	35
3.4.2	Variable Independiente.....	35
3.5	Procedimiento y Análisis	35

3.5.1	Modelado 3D.....	36
3.5.2	Modelado 3D escena	36
3.5.3	Fantoma Modelado 3D.....	37
3.5.4	Integración de elementos en la escena.....	37
3.5.5	Texturizado.....	38
3.5.6	Fantoma Texturizado	38
3.6	Configuración de Unity.....	39
3.6.1	Creación del proyecto.....	39
3.6.2	Escenario exportado a Unity.....	40
3.6.3	Paquete Package Manager	40
3.6.4	Configuración del escenario	40
3.6.5	Configuración de los Controles	41
3.6.6	Interfaz de usuario	42
3.6.7	Sala de Instrucciones	43
3.6.8	Sala laboratorio virtual	44
3.7	Funciones básicas de una fantoma cardio-respiratorio.....	44
CAPÍTULO IV		47
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4.1.	RESULTADOS	47
4.1.1	Escena menú de opciones.....	47
4.1.2	Escena de instrucciones	47
4.1.3	Escena entorno virtual	48
4.2	Funciones básicas	48
4.2.1	Corazón.....	48
4.2.2	Pulmones	49
4.2.3	Saturación de Oxígeno	50
4.2.4	Frecuencia Cardíaca	51
4.2.5	Fibrilación Ventricular.....	51
4.2.6	Tos.....	52
4.2.7	Pulmones fumadores	53
4.3	Pruebas con estudiantes	54
4.3.1	Gráfico de resultados antes de usar el dispositivo	54
4.3.2	Gráfico de resultados después de usar el dispositivo.....	54

4.3.3 Prueba de Hipótesis	55
CAPÍTULO V.....	59
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
5.1 CONCLUSIONES	59
5.2 RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ventajas de la tecnología VR [14].....	22
Tabla 2: Desventajas de la tecnología VR [14]	22
Tabla 3: Aplicaciones de VR [17]	23
Tabla 4: Tecnología VR en la educación.....	24
Tabla 5: Variable Dependiente	35
Tabla 6: Variable Independiente	35
Tabla 7: Controles del escenario VR	41
Tabla 8: Descripción de botones de la interfaz de usuario	43
Tabla 9: Funciones básicas de una fantoma cardio-respiratorio	45
Tabla 10: Datos obtenidos antes de usar el dispositivo.....	54
Tabla 11: Datos obtenidos después de usar el dispositivo.	55
Tabla 12: Prueba de normalidad	56
Tabla 13: Prueba de Wilcoxon.....	57
Tabla 14 Tests antes y después del uso de la aplicación.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Aplicaciones con realidad virtual [17].	24
Figura 2 Fantoma [23].	26
Figura 3 Fantoma para cuidados médicos [25].	26
Figura 4 Fantoma para primeros auxilios [23].	26
Figura 5 Fantoma de partes específicas del cuerpo humano [26].	27
Figura 6 Fantoma gineco-obstétrico [23].	27
Figura 7 VR en la medicina [28].	28
Figura 8 Estudio del cuerpo humano con VR [29].	28
Figura 9 Operación de cirugía con realidad virtual [30].	29
Figura 10 Combatir la obesidad con VR [31].	29
Figura 11 Oculus Quest 2.	30
Figura 12 Interfaz de Blender 3.5.	31
Figura 13 Interfaz de Unity.	31
Figura 14: Etapas de desarrollo del ambiente virtual.	36
Figura 15: Modelado de diferentes elementos 3D.	36
Figura 16: Modelado del escenario con sus elementos 3D.	37
Figura 17: Modelado del fantoma cardio-respiratorio 3D.	37
Figura 18: Escena 3D lista para ser texturizada.	38
Figura 19: Escena 3D texturizada.	38
Figura 20: Modelado del fantoma cardio-respiratorio texturizado.	39
Figura 21: Creación de la plantilla 3D en Unity.	39
Figura 22: Escenario exportado a Unity.	40
Figura 23: Paquete Package Manager VR.	40
Figura 24: Configuración del escenario VR.	41
Figura 25: Configuración Left controller.	42
Figura 26: Configuración Right controller.	42
Figura 27: Escenario interfaz de usuario menú.	43
Figura 28: Escenario interfaz de usuario instrucciones.	43
Figura 29: Escenario laboratorio virtual.	44
Figura 30: Consola funciones básicas fantoma cardio-respiratorio.	44
Figura 31: Menú de opciones instrucciones.	47
Figura 32: Menú de opciones volver.	47
Figura 33: Menú de opciones empezar.	48
Figura 34: Escena entorno virtual.	48
Figura 35: Función corazón.	49
Figura 36: Descripción del corazón.	49
Figura 37: Función pulmones.	49
Figura 38: Descripción de los pulmones.	50
Figura 39: Función saturación de oxígeno.	50
Figura 40: Descripción saturación de oxígeno.	50
Figura 41: Función frecuencia cardiaca.	51

Figura 42: Descripción frecuencia cardiaca.....	51
Figura 43: Función fibrilación ventricular	52
Figura 44: Descripción fibrilación ventricular.....	52
Figura 45: Función tos	52
Figura 46: Descripción tos	53
Figura 47: Función pulmones fumadores	53
Figura 48: Descripción pulmones fumadores	53
Figura 49: Puntuación obtenida antes de usar el dispositivo	54
Figura 50: Puntuación obtenida después de usar el dispositivo.....	55
Figura 51: Diagrama de cajas	58

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: MANUAL DE USO DEL SISTEMA LABORATORIO VIRTUAL	65
ANEXO 2: ENCUESTA DE CONOCIMIENTOS APLICADOS A LOS ESTUDIANTES	68
ANEXO 3: EN LA TABLA 14 SE OBSERVAN LOS DATOS OBTENIDOS DEL USO DEL ENTORNO VIRTUAL.....	69
ANEXO 4: RESULTADOS	70
ANEXO 5: FIGURAS 1,2,3,4,5 ALUMNOS INTERACTUANDO CON EL ENTORNO VIRTUAL.....	73

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se enfoca en el desarrollo de un entorno virtual interactivo con tecnología realidad virtual medica orientada al aprendizaje, funcionamiento y evaluación de un fantoma cardio-respiratorio para los estudiantes de las carreras de la facultad de ciencias de la salud de la Universidad Nacional de Chimborazo. Este ambiente virtual esta designado a ser un complemento de enseñanza y aprendizaje en el área de las ciencias de la salud.

La investigación se llevó a cabo siguiendo un marco metodológico experimental y comparativo que permite comprender el funcionamiento de la realidad virtual tradicional y la realidad virtual inmersiva, además se recopilas datos de fuentes creíbles sobre del funcionamiento y las características proporcionadas por un fantoma cardio-respiratorio, conllevando a replicarlo en un escenario virtualizado orientado con funciones básicas.

El diseño del entorno virtual se llevó a cabo utilizando softwares como es Blender que posibilita la creación de escenarios compuestos por varios elementos y Unity que facilita la implementación de funciones interactivas requeridas en el entorno.

Finalmente, se procedió a evaluar el funcionamiento del entorno virtual con la participación de los estudiantes, utilizando pruebas que han determinado medir el nivel de conocimiento antes y después de usar la aplicación.

Palabras claves: Realidad virtual, Fantoma, Blender, Unity, Cardio-Respiratorio.

ABSTRACT

The present research project focuses on the development of an interactive virtual environment with medical virtual reality technology oriented to the learning, operation, and evaluation of a cardio-respiratory phantom for students of the Faculty of Health Sciences of the National University of Chimborazo. This virtual environment is designed to be a teaching and learning complement in the field of health sciences. The research was carried out following an experimental and comparative methodological framework that allows understanding the functioning of traditional virtual reality and immersive virtual reality, in addition to collecting data from credible sources on the operation and characteristics provided by a cardio-respiratory phantom, leading to replicate it in a virtualized scenario oriented with basic functions. The design of the virtual environment was carried out using software such as Blender, which enables the creation of scenarios composed of several elements, and Unity, which facilitates the implementation of interactive functions required in the environment. Finally, we proceeded to evaluate the operation of the virtual environment with the participation of students, using tests that have determined to measure the level of knowledge before and after using the application.

Keywords: Virtual reality, Fantoma, Blender, Unity, Cardio-Respiratory.



JHON JAIRO INCA
GUERRERO

Reviewed by:

M.Ed. Jhon Inca Guerrero.

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0604136572

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

La integración de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) [1] han aportado con una gran cantidad de recursos didácticos como es la Realidad Virtual (VR), Inteligencia Artificial (IA), Internet de las Cosas (IoT), Robótica entre otros que son aplicados en diferentes ámbitos de estudio, uno de ellos es en el campo de la educación, permitiendo que los estudiantes y docentes usen estos instrumentos innovadores que se han desarrollado enfocadas en modalidad de la enseñanza siendo un eje fundamental en el proceso de formación de los alumnos, uno de ellos son los ambientes virtuales que son aplicados en diferentes escenarios proporcionando información, habilidades, creatividad y sobre todo adquiriendo los conocimientos generados por estos tipos de laboratorios virtuales. La tecnología realidad virtual o también conocida como (VR) se define como técnicas informáticas que permiten simular entornos tridimensionales reales e imaginarios, de tal manera el usuario pueda interactuar por medio de equipos electrónicos como es un visor VR, guantes equipados con sensores generando la movilidad dentro del medio virtual logrando así una experiencia única en entornos virtuales [2].

Asimismo, el impacto del uso de esta tecnología ha resultado tener una grandiosa popularidad en el mundo especialmente en el ámbito educativo, que se está empleando en abundancia dicha tecnología VR, en diferentes escenarios que requiera su aplicación, uno de ellos es en el campo de la medicina ofreciendo experimentar situaciones clínicas y prácticas médicas en ambientes de simulaciones seguros y controlados, teniendo como acceso a la información y recursos multimedia para contribuir el proceso de enseñanza y aprendizaje en los estudiantes [3].

En el siguiente trabajo investigativo se utiliza la tecnología realidad virtual médica [4] como medio de herramienta didáctica y de aprendizaje que permita complementar los conocimientos básicos sobre el funcionamiento de un fantoma cardiorrespiratorio en los estudiantes de las carreras de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Chimborazo, tomando en consideración que los recursos didácticos de aprendizajes actuales brindan información de manera superficial, con lo que se pretende que los estudiantes tengan un conocimiento más sólido y cercano a la realidad, es por ello que se ha optado usar esta tecnología realidad virtual, ya que es un recurso eficaz que conlleva a retener un aprendizaje significativo[5] y a su vez posibilitando vivir nuevas experiencias inmersivas, beneficiando tanto a docentes como a estudiantes con este tipo de recurso interactivo, de tal manera, cuando se presenten por primera vez al laboratorio es importante que cuenten con los conocimientos previos acerca de este prototipo que cuenta con las funciones básicas y que ya estén familiarizados y prestos a la manipulación del mencionado fantoma cardiorrespiratorio.

Por otra parte, lo que se pretende es que a través de estos simuladores médicos se conviertan en una herramienta indispensable que favorezca en la adquisición de habilidades, conocimientos médicos, previo al contacto real con pacientes y dando una seguridad al estudiante en caso de que cometa errores o complicaciones en los procedimientos médicos que se realicen [6].

La estructura del trabajo de investigación es la siguiente:

Capítulo I: Contiene los siguientes puntos a tratar: Introducción del tema, Antecedentes, Problemática propuesta, Justificación del proyecto a realizar, Objetivos tanto general y específicos siendo el eje fundamental de la investigación propuesta.

Capitulo II: Se presenta el Marco Teórico, trabajos relacionados con la temática, conceptos básicos, información necesaria y contundente para la ejecución del proyecto.

Capitulo III: Se expone la metodología, el tipo de investigación, el diseño, los recursos usados para el trabajo investigativo.

Capitulo IV: Abarca las técnicas e instrumentación para la recolección de datos y procesamiento para la interpretación de datos.

Capitulo V: Se manifiestan las conclusiones y recomendaciones del trabajo realizado.

1.2 ANTECEDENTES

El término realidad virtual fue concebido por Jaron Lanier (científico estadounidense) en el año de 1987, esta estructura irreal proporciona una aproximación al mundo real. En el año de 1962 Morton Heiling, diseño por primera vez un sistema VR “sensor especial” lo cual consistió en el diseño de cabinas semejantes a los videojuegos, permitiendo visualizar imágenes en 3D en dicha cabina. Una de las primeras experiencias con VR ocurrió al llevar a cabo un recorrido en motocicleta por las calles de Brooklyn de Nueva York, las personas tuvieron la experiencia de observar en 3D las particularidades de la zona durante el trayecto [7].

En el año de 1965 Ivan Sutherland diseñó the Sword of Damacles trataba de un sistema compuesto por un brazo mecánico sujeto al techo el cual sostenía un casco para la cabeza y para poder visualizar constaba de dos pantallas de tubos catódicos CRT, posibilitando la transmisión de gráficos simples, Años más tarde junto con David Evans desarrollaron el primer programa para crear mundos virtuales con imágenes 3D, posterior surgió Virtual Boy en el año de 1995 con periféricos de Realidad Virtual enfocado en los videojuegos la consola usaba un proyector al estilo de gafas de realidad virtual para crear efectos 3D [8].

Finalmente, desde el comienzo del siglo XXI Palmer Luckey construye su prototipo Oculus 2012 que integraba diversas características entre las más destacadas son visión volumétrica 3D en un entorno 360 grados siendo un invento de última generación por lo cual Facebook lo compro en el año 2014 por 2 billones de dólares, poniendo en consideración que otras empresas como Samsung, Sony, HTC, entre otras desarrollen nuevas gafas de realidad virtual a comparación con las anteriores versiones [8].

En los siguientes trabajos se exponen, los avances y usos logrados mediante la tecnología realidad virtual, lo que permite tener obtener una comprensión más amplia de su aplicación: Goodrich perteneciente a la empresa Oculus ha desarrollado un entorno virtual referente al aprendizaje de las matemáticas, debido a que los estudiantes tienen un bajo rendimiento sobre la asignatura por ello los profesores tratan de ayudar a los alumnos a comprender conceptos y problemas difíciles a través de la tecnología realidad virtual, mediante la aplicación virtual el estudiante es capaz de aprender matemáticas de una manera didáctica, además con la capacidad de resolver problemas referentes a la asignatura [9].

En el presente trabajo se emplea el uso de la realidad virtual como herramienta de aprendizaje, del cerebro y sus órganos adyacentes, además de aplicaciones clínicas con la ayuda de los visores VR y técnicas informáticas se lleva a cabo un aprendizaje sólido y conciso permitiendo mitigar el tiempo empleado al estudio obteniendo un buen desempeño y captación de conocimiento de las partes que conforma el cerebro humano [10].

Brito y Vicente recurren al uso de la tecnología de realidad virtual como herramienta para la evaluación y tratamiento de los trastornos mentales, creando entornos interactivos, que permiten a los usuarios sumergirse en escenarios que simulan situaciones problemáticas como: ansiedad, depresión, esquizofrenia, psicosis de tal manera tengan la capacidad de aprender a solucionar dichas dificultades a través de tratamientos psicológicos [11].

Ariana Cerón, Jorge Loria, Tito López pertenecientes al Instituto mexicano de Seguro Social han desarrollado una infraestructura con recursos de realidad virtual, utilizando equipos de alta tecnología en el campo de laboratorios quirúrgicos y clínicos otorgando herramientas necesarias con el fin que los estudiantes puedan alcanzar habilidades y el manejo correcto de conocimientos en estos tipos de escenarios con la seguridad de no correr riesgo con un paciente real al momento de cometer alguna mala práctica [12].

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El aprendizaje es una pieza fundamental en el proceso de formación de los estudiantes, ante la problemática que se ha vivido del Covid 19 surgió que los estudiantes recurran a usar aplicaciones que permitan captar de una mejor manera los conocimientos durante sus clases virtuales llevando a la par la teoría con la práctica.

Como es en el caso de las carreras de salud de la Universidad Nacional De Chimborazo, para su previa educación usan fantomas y equipos médicos, lo cual resultan costosos y en ocasiones inaccesibles hacia los estudiantes, lo que provoca que una gran parte no puedan realizar la parte experimental dejando un déficit en su formación académico en su pre aprendizaje sin comprender la información básica en cuanto a la manipulación de estos equipos.

Otro inconveniente es que los ambientes virtuales tradicionales, solo dan información teórica y básica, lo cual no aporta al aprendizaje y desarrollo intelectual de los estudiantes, es por ello que trata de brindar mejores soluciones con las nuevas tendencias de tecnologías 3D-VR que se están presenciando en la actualidad. Mediante lo expuesto, se propone realizar una herramienta que permita el pre aprendizaje, del funcionamiento de un fantoma cardio-respiratorio por tal motivo se quiere corroborar el desarrollo de la tecnología VR en entornos educativos con la ayuda de softwares y hardware, que al utilizar estos implementos se tengan resultados satisfactorios, siendo un complemento de enseñanza y aprendizaje en la formación académica de los estudiantes de las carreras de salud.

1.4 JUSTIFICACIÓN

En el presente proyecto surge la necesidad ante las condiciones adversas vividas por la pandemia, la falta de recursos, y de no contar con la disponibilidad de espacios físicos para

realizar prácticas mediante entornos virtuales dentro de la carrera de salud de la Universidad Nacional De Chimborazo, por tal motivo se plantea el desarrollo de un ambiente virtual usando la tecnología realidad virtual enfocada en la medicina orientada al pre aprendizaje, funcionamiento y evaluación de un fantoma cardio-respiratorio. Se busca lograr una mejor abstracción de conocimientos, siendo un método interactivo en la forma de aprender en el campo de la medicina.

El propósito de la investigación planteada es cambiar el enfoque de los entornos virtuales tradicionales que no despiertan el interés en su uso por ser simples y no contar con interacciones que al usuario le parezca interesante o atractivo, a su vez reformar el paradigma de los docentes en cuanto a la adquisición de conocimientos asumiendo el reto de utilizar recursos y herramientas innovadoras que beneficien a los estudiantes en la retención y comprensión de conocimientos considerados difíciles de enseñar. Mediante el uso de esta herramienta virtual el estudiante podrá poner en práctica el aprendizaje teórico adquirido en las clases dadas por sus docentes. Otro beneficio importante es que los estudiantes podrán realizar sus prácticas en la herramienta virtual de manera segura sin poner en riesgo la vida humana en caso de cometer algún procedimiento erróneo.

Por otro lado, lo que se pretende es no depender siempre de los laboratorios físicos ya sea que, por cualquier motivo, estos no se encuentren disponibles, lo que impide que los estudiantes no puedan acceder a la parte práctica, es por ello que se busca nuevas estrategias didácticas con el propósito de contribuir al mejoramiento de calidad de la educación con métodos de innovación al proceso de enseñanza-aprendizaje. Es importante tener en cuenta que los simuladores como los “fantomas”, son costosos y pueden alcanzar hasta los 10.000 dólares [23], además la universidad solo cuenta con un único fantoma cardio-respiratorio, lo que limita considerablemente la capacidad de varios estudiantes en realizar sus prácticas de manera efectiva.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

- Desarrollar un ambiente interactivo con tecnología de realidad virtual médica orientado al aprendizaje, funcionamiento y evaluación de un fantoma cardio-respiratorio para los estudiantes de las carreras de la facultad de ciencias de la salud de la Universidad Nacional De Chimborazo.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar el funcionamiento de un fantoma cardio-respiratorio para ser aplicado dentro de un ambiente virtual que permita el proceso de enseñanza-aprendizaje de las carreras de salud de la Universidad Nacional de Chimborazo.
- Desarrollar un entorno virtual que contenga las herramientas y funcionalidades básicas para el aprendizaje de un fantoma cardio-respiratorio.
- Elaborar y evaluar pruebas para la medición de conocimientos y determinar su efectividad en cuanto al aprendizaje del fantoma cardio-respiratorio.

CAPÍTULO II.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Referencial

En la siguiente sección se ha analizado los conceptos fundamentales que están relacionados con la realidad virtual, los cuales serán empleados en el desarrollo de un ambiente virtual interactivo, de tal manera los estudiantes sean capaces de usar sus conocimientos teóricos en dicho entorno VR de pre aprendizaje reconociendo las funciones básicas de un fantoma cardio-respiratorio.

2.2 Realidad Virtual

La realidad virtual o también llamado ambientes virtuales, consisten en la representación tridimensional de un espacio generado por un ordenador proporcionando información sensorial, visual, auditiva, entre otras, en el cual permite a que los usuarios experimenten la sensación de encontrarse en un lugar específico. Esta vivencia virtual puede ser observada mediante una computadora y dispositivos especializados como son: tarjetas gráficas 3D, tarjetas de sonidos 3D, guantes sensitivos, pantallas para visualización, entre otros. Desde un enfoque técnico la tecnología VR representa un medio para observar, controlar, interactuar con datos y sistemas informáticos de alta complejidad [13].

2.3 Aspectos Preliminares

La tecnología VR ofrece varios beneficios que son aplicados en diversos escenarios de la sociedad, sin embargo, también conllevan ciertos inconvenientes que requieren ser tratados, a continuación [14], se describe sus principales ventajas en la tabla 1 y desventajas en la tabla 2:

2.3.1 VENTAJAS

Tabla 1: Ventajas de la tecnología VR [14].

-
- Facilidad de aprendizaje mediante la incorporación de múltiples sentidos vista, oído, tacto.
 - Aumento de productividad.
 - Facilidad de uso.
 - Implementación de interfaces multimodales que ofrecen varias opciones de interacción.
 - Compatibilidad con diversas tecnologías, como la robótica o la inteligencia artificial.
 - Mejora habilidad y razonamiento espacial.
-

2.3.2 DESVENTAJAS

Tabla 2: Desventajas de la tecnología VR [14].

-
- Afectación al sentido del equilibrio.
-

- Inconvenientes técnicos vinculados con los dispositivos utilizados.
- Presencia de la brecha digital debido a la ausencia de acceso a las tecnologías implicadas.
- Usuarios con ciertas patologías, encuentran que los dispositivos no son aptos y adecuados para sus necesidades.
- Experiencial personal mediante el uso de visores y sensores.
- Generación de dependencia y distracciones, (evasión a la realidad).

2.4 Realidad Virtual en la educación superior

La integración de la realidad virtual en el ámbito educativo tiene como propósito tres objetivos principales, el primero consiste en proporcionar un aprendizaje constructivista factible, el segundo busca mejores alternativas para adquirir los conocimientos, y el tercero está enfocado en fortalecer el trabajo en colaboración tanto entre docentes y estudiantes, y entre estudiantes [15], motivando su participación en su proceso de aprendizaje y contribuyendo al desarrollo de sus habilidades esenciales que son necesarias en su crecimiento profesional.

En la actualidad numerosas instituciones educativas universitarias de diversos países desarrollados ofrecen cátedras que tienen contenidos con recorridos virtuales por diferentes lugares del mundo o llevan a cabo simulaciones en áreas como medicinas, robótica, mecatrónica, electrónica, entre otras. En países en desarrollo el acceso a esta tecnología VR puede aún ser limitado, no obstante, deja de ser un elemento crucial para mejorar la formación académica y profesional en los estudiantes [16].

2.5 Aplicación de la realidad virtual en la educación

La realidad virtual resulta fascinante dado que, al emplear esta tecnología, están encontrando estímulo, potenciando su creatividad y adquiriendo conocimientos en un entorno innovador [17].

En la tabla 3, se muestran algunos ejemplos concretos en los que se puede emplear la realidad virtual:

Tabla 3: Aplicaciones de VR [17].

Aplicaciones	Descripción
Entretenimiento	La realidad virtual se ha convertido importante, en una parte de la industria de los videojuegos proporcionando experiencias inmersivas e interactivas con los usuarios [17].
Educación y Formación	La realidad virtual puede ser utilizada para generar situaciones complejas y realistas ya sean difíciles, peligrosas o complejas de recrear en el mundo real. Por ejemplo, se pueden utilizar ambientes virtuales en cátedras educativas, practicas medicas o en el ámbito militar [17].
Investigación	La realidad virtual puede ser empleado en el campo investigativo como en áreas de la psicología, la neurociencia, la robótica, la

biología, permitiendo la exploración y la evaluación de diferentes contenidos dentro de un ambiente controlado [17].

Medicina

La realidad virtual puede ser empleada como herramienta en escenarios médicos en el cual los usuarios pueden llevar a cabo procesos quirúrgicos sin riesgos, con el fin de practicar y tener mejor dominio antes de aplicar en la vida real [17].

Estos son algunos ejemplos de las aplicaciones de la realidad virtual, la tecnología está en constante evolución y nuevas aplicaciones están surgiendo a medida que se desarrollan nuevas técnicas y tendencias innovadoras, como se observa en la figura 1.



Figura 1: Aplicaciones con realidad virtual [17].

2.6 Motivos por el cual usar la tecnología VR en la educación

2.6.1 Realidad Virtual en la Educación

A continuación, se muestra en la tabla 4 aspectos preliminares de la tecnología realidad virtual en la educación.

Tabla 4: Tecnología VR en la educación

- Permite a los estudiantes experimentar y aprender de manera más activa, lo que puede mejorar su retención y comprensión del contenido.
- Aprendizaje más inmerso y participativo.
- Clases interactivas.
- Potencia la imaginación, creatividad y curiosidad.
- Accesibilidad al entendimiento de temas complejos.
- Estudiantes Motivados

2.7 Trabajos relacionados ante la temática con la tecnología realidad virtual

En el siguiente proyecto emplea el uso de la tecnología VR en el desarrollo de un entorno virtual que cumple con el objetivo de diseñar un laboratorio de electrónica básica que contiene el armado de circuitos básicos, y sus diferentes componentes, la explicación del modelo atómico de Borh, las funciones mencionado se lo visualizo mediante el Hardware

Oculus Quest 2 y los softwares Unity 3D y Blender, enfocado en el aprendizaje y enseñanza de los estudiantes [18].

El siguiente trabajo está enfocado en un recorrido virtual por la Universidad Nacional de Chimborazo empleando el uso de la tecnología realidad virtual, el diseño es centrado en el usuario y la tecnología multimedia como es Blender que permitió realizar los entornos de las diferentes facultades del campus y mediante Unreal Engine que es un motor de videojuegos se realizó la multimedia y las animaciones del entorno mencionado, los resultados que obtuvieron del proyecto es que el 77.77 % es aceptable tanto de estudiantes, docentes y trabajadores de la Universidad [19].

El uso de la realidad virtual en el siguiente trabajo busca mejorar el proceso de aprendizaje en el ámbito de la educación superior, para ello se empleó un entorno VR de primeros auxilios para situaciones de emergencia médicas cuyo objetivo es comparar el proceso de enseñanza tradicional y la enseñanza con el uso de la tecnología realidad virtual, lo cual se ha identificado que la metodología VR es intuitiva e interactiva permitiendo que los estudiantes aprendan y tengan un conocimiento cercano a la realidad de los diferentes tipos de emergencias existentes, ante una situación real [20].

La aplicación propuesta del siguiente proyecto es describir y desarrollar un entorno virtual diseñado como una herramienta de apoyo, que aborda una de las principales fobias en la ciudad de México que es la aracnofobia, el ambiente creado presenta tres niveles de interacción con el usuario y un espacio en el que se presentan diferentes cantidades de arañas, el objetivo estratégico es proporcionar los psicólogos trabajar en la reducción del impacto de este tipo de fobia en los individuos [21].

Para el estudio y aprendizaje de los estudiantes en el área de salud lo realizan mediante maniquís o llamados fantasmas, lo cual consisten en la fisonomía del cuerpo humano a continuación se lo detallara.

2.8 Fantoma

Un fantoma, es modelo o simulación de un cuerpo humano incorporado con herramientas electrónicas, que permiten desarrollar destrezas de aprendizaje, son utilizados para fines de entretenimiento, investigación o práctica médica, mostrado en la figura 2. Estos diseños pueden estar fabricados de diferentes materiales y pueden replicar de manera realista las características fisiológicas, anatómicas y patológicas de un organismo. Estos prototipos son utilizados en el área de salud que pasee cada institución educativa, con el propósito de simular procedimientos médicos cuyo objetivo es brindar instrucciones a los estudiantes de los tipos de métodos que deben aplicar en cada práctica que se realice, con las nuevas tendencias tecnológicas empleadas en la medicina con el pasar del tiempo se espera utilizar nuevos prototipos que contengan otras funciones específicas que permita el apoyo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes [22].



Figura 2 Fantoma [23].

2.9 Aplicaciones

Los fantomas se aplican en varios campos y disciplinas como las que se mencionan:

2.9.1 Fantoma para cuidados de enfermería

Cómo se puede apreciar en la figura 3, este tipo de simulador es utilizado para la formación de enfermeros y enfermeras, estos fantomas pueden ser programados para simular una amplia variedad de situaciones médicas, incluyendo diferentes tipos de lesiones, condiciones críticas, diagnósticos, procedimientos quirúrgicos y demás situaciones patológicas que se presenten en los pacientes [24].



Figura 3 Fantoma para cuidados médicos [25].

2.9.2 Fantoma para primeros auxilios

En la figura 4, se muestra un tipo de fantoma que es empleado para enseñar como responder ante situaciones de emergencia como podría ser cortes, heridas, quemaduras, paro cardíaco, entre otras. Este maniquí es contundente para poner en práctica estos escenarios presentados permite a la persona que se están entrenando saber el tipo de procedimiento que debe tomar y poder controlar [24].



Figura 4 Fantoma para primeros auxilios [23].

2.9.3 Fantoma de partes específicas del cuerpo humano

Este tipo de fantoma es diseñado para replicar una parte específica del cuerpo humano, como el corazón, pulmones, sistema nervioso, esqueleto humano, entre otros, mostrado en la figura 5, mediante el uso de maniquís los estudiantes pueden poner en práctica la parte teórica en los diferentes órganos que están estudiando y conllevar un mejor aprendizaje en su desarrollo profesional de la salud [24].



Figura 5 Fantoma de partes específicas del cuerpo humano [26].

2.9.4 Fantoma gineco-obstétrico

Fantoma gineco-obstétrico visto en la figura 6, representa a una mujer con la función de recrear una situación real clínica que se puede presentar después de un parto, el objetivo fundamental es fomentar la práctica, el aprendizaje, que permita comprender el sistema del cuerpo humano en el proceso del parto, mediante este simulador los estudiantes podrán extraer al bebe del vientre de la paciente sin poner en riesgo la vida humana real [23].



Figura 6 Fantoma gineco-obstétrico [23].

2.9.5 Realidad virtual en la medicina

En la figura 7 se evidencia, el destacado y eficiente papel de la realidad virtual en el ámbito médico, ofreciendo nuevas técnicas para abordar y solventar enfermedades reales, patologías de los diferentes órganos, estudio del sistema nervioso, situaciones quirúrgicas, mediante esta tendencia tecnológica posibilita tanto a estudiantes como a profesionales desenvolverse en el área con la intención de cuando traten con personas reales tengan las menores fallas posibles en la salud de los pacientes [27] [28].



Figura 7 VR en la medicina [28].

2.9.6 Capacitación médica con realidad virtual

En la siguiente figura 8 se puede observar que la realidad virtual permite tanto a estudiantes como a profesionales experimentar un escenario que permita inspeccionar diferentes técnicas a partir de situaciones reales, por ejemplo, uno de ellos sería la exploración interna del cuerpo humano facilitando la observación, análisis en diversas regiones que serían inalcanzables poder llegar [27].



Figura 8 Estudio del cuerpo humano con VR [29].

2.9.7 Operaciones de cirugía con realidad virtual

Como se puede observar en la figura 9, en el ámbito de la cirugía los modelos realizados en 3D y los programadores desempeñan un papel importante para representar con exactitud la anatomía humana, el objetivo principal es preparar y ejecutar intervenciones quirúrgicas de tal manera tanto estudiantes y profesionales podrán practicar de manera segura sin poner en riesgo la vida humana, además gracias a la realidad virtual posibilita la disminución del empleo de cuerpos (cadáveres) en las prácticas quirúrgicas así como la reducción de los costos asociados [27].



Figura 9 Operación de cirugía con realidad virtual [30].

2.9.8 Combatir con la obesidad con realidad virtual

En la figura 10, la tecnología realidad virtual llega a ser eficaz en el estudio médico, como es en el diagnóstico de enfermedades una de ellas es la obesidad, una condición presente en la sociedad por tal motivo se ha desarrollado un método “Saciedad aumentada” por un equipo de científicos japoneses que sostienen haber desplegado un procedimiento innovador para reducir el peso, lo cual consiste en que el paciente puede ver una porción de comida aumentada en un 50% de su tamaño original. Este procedimiento se lleva a cabo con el fin de engañar al cerebro haciendo percibir que se está consumiendo algo de mayor tamaño de lo que realmente es, lo que pretende es disminuir la sensación de fatiga en los niños cuando realizan actividad física, el uso de este método logra reducir el 10% de alimentos consumidos de las personas [27] [31].

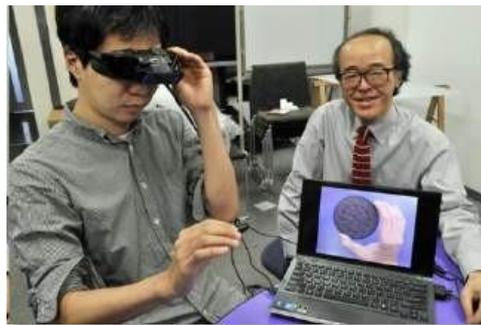


Figura 10 Combatir la obesidad con VR [31].

2.10 Sistema Cardio-Respiratorio

El sistema cardio-respiratorio es la combinación de los órganos cardiacos y respiratorios, este sistema es responsable de permitir al cuerpo humano el intercambio de oxígeno, proporcionando la energía necesaria a través de la circulación sanguínea generando el funcionamiento de todo el organismo.

2.10.1 Sistema Respiratorio

El sistema respiratorio tiene como función principal el intercambio de gases entre el organismo y el ambiente a través de la respiración, recogiendo en cada inspiración oxígeno que llegan a los pulmones y se distribuye a través de la sangre, mientras que se elimina dióxido de carbono en cada exhalación [32].

2.10.2 Sistema Cardiovascular

El sistema cardiaco es el órgano situado en el interior de la cavidad torácica, este órgano está envuelto por una membrana céntrica llamada pericardio lo cual se clasifica como un músculo debido a su función de bombear la sangre, transportando oxígeno y nutrientes a través de las arterias hacia todo el cuerpo [32].

2.11 Hardware

2.11.1 Oculus Quest 2

Dentro de las alternativas que se ha podido investigar y la más opcional es el dispositivo (Head Mounted Display) este prototipo ofrece características adecuadas, permitiendo alcanzar una experiencia fenomenal hacia el usuario. Por tal motivo en el siguiente proyecto se ha tomado la opción de usar las gafas de realidad virtual autónomas que no requiere una conexión a un ordenador, posee características que le distinguen de gafas VR tradicionales tiene un procesador Snapdragon XR2, sistema de movimiento, cámaras internas, conectividad inalámbrica, pantalla LCD [33].

Las gafas de realidad virtual Oculus Quest 2, mostrado en la figura 11, han sido encargadas de generar una experiencia inmersiva posibilitando la interacción del usuario con el entorno diseñado.



Figura 11 Oculus Quest 2.

2.12 Software

2.12.1 Blender

Blender es un software libre y gratuito de creación de escenarios, personajes, animaciones en 3D, mostrado en la figura 12, mediante el programa mencionado se lo utiliza para modelar, animar, texturizar y renderizar cualquier diseño que se haya realizado. Blender es versátil empleado por profesionales y aficionados en crear entornos que requieran realizar, es compatible con varios sistemas operativos como: Linux, Windows, Mac, utiliza OpenGL en su interfaz proporcionando una experiencia coherente a la persona que lo manipule [34].

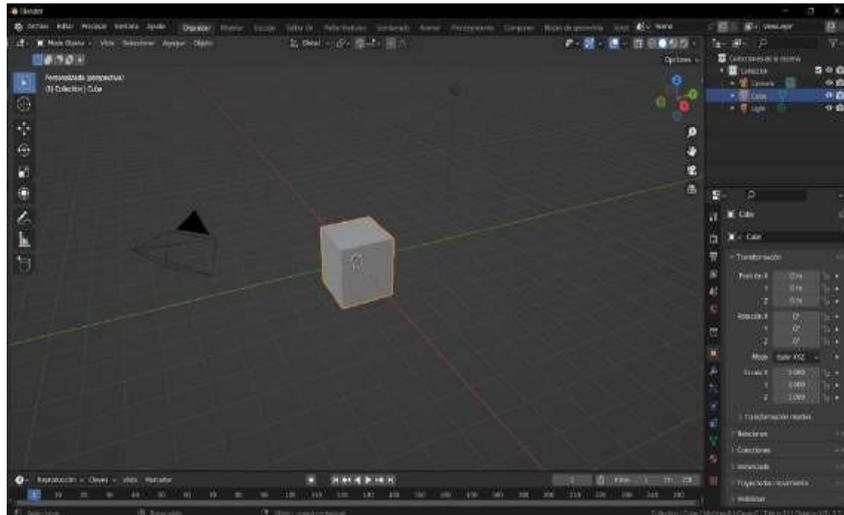


Figura 12 Interfaz de Blender 3.5.

2.12.2 Unity

Unity es un motor de desarrollo de entornos y aplicaciones en 3D que posibilita a los desarrolladores crear experiencias interactivas y realistas para diversas plataformas que van desde dispositivos móviles, consolas, ordenadores y realidad virtual, mostrado en la figura 13. Esta aplicación es reconocida en la industria de los videojuegos y en la actualidad es usada para generar entornos VR con el uso de Oculus generando una escena interactiva, unity ofrece una extensa gama de características y herramientas como la programación en C++, C# facilitando el proceso de desarrollo, también posee un editor visual, una biblioteca amplia de recursos y cuenta con una amplia comunidad de desarrolladores que ofrecen soporte y comparten conocimientos de la plataforma [35].

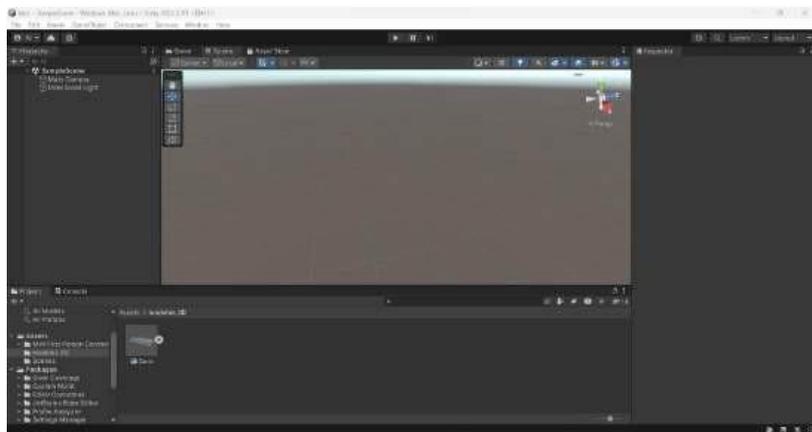


Figura 13 Interfaz de Unity.

2.12.3 Microsoft Visual Studio

Microsoft Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado IDE, creado por Microsoft, destinado a la creación de Software de escritorio, aplicaciones móviles, juegos, y experiencias de realidad virtual, entre otros. Esta plataforma es compatible con varios lenguajes de programación incluyendo C++, C#, NET, Python, Java Script, entre otros. Además, se destaca por ofrecer diversas herramientas incorporadas que abarcan desde

funciones de depuración, control de versiones, e integración con otros servicios de Microsoft como extensiones y complementos disponibles para personalizar la experiencia generada por el usuario [36].

2.12.4 SPSS

SPSS es un entorno de software que proporciona un conjunto completo de herramientas para análisis de estadístico avanzado, una extensa variedad de algoritmos de machine learning, brindando al usuario de adaptar la plataforma sus necesidades específicas [37].

CAPÍTULO III.

3. METODOLOGIA.

3.1 Metodología

3.1.1 Tipo de estudio y metodología

La propuesta del siguiente trabajo se basa en el desarrollo de un ambiente virtual interactivo con tecnología realidad virtual médica orientada al aprendizaje, funcionamiento y evaluación de un fantoma cardio-respiratorio para los estudiantes de las carreras de la facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Chimborazo.

El tipo de metodología a usar dentro del trabajo es experimental y comparativo, ya que implica poner a prueba el funcionamiento del ambiente virtual, mediante el uso de un test de conocimientos sobre funciones básicas de un fantoma cardio-respiratorio y de esta manera evaluar las calificaciones obtenidas y cómo estas contribuyen en la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes.

3.2 Métodos de Investigación

En la fase inicial, se ha empleado un enfoque de análisis comparativo que permita comprender el funcionamiento de la realidad virtual tradicional y la realidad virtual inmersiva. La información recopilada y sintetizada se dedujo en el desarrollo de un escenario virtual contemplado al pre aprendizaje de un fantoma cardio-respiratorio con sus funciones básicas. Posteriormente, se llevará a cabo pruebas experimentales para validar su desempeño y óptimo comportamiento del escenario, generando una atención llamativa e interactiva al usuario.

3.2.1 Bibliográfica Documental

Para el presente trabajo se basa en la revisión del estado del arte de la tecnología realidad virtual y sus aplicaciones obtenidas de diversas fuentes como libros, artículos, tesis, entre otras. La información recopilada se empleó para enriquecer y profundizar el conocimiento, sirviendo como base para el desarrollo del ambiente virtual. La revisión bibliográfica desempeña un papel importante al identificar tendencias y avances en la tecnología, siendo un componente esencial en el ámbito educativo, dicha revisión se considera como un respaldo importante, ya que se busca establecer una conexión entre las tendencias tecnológicas innovadoras y su integración como recurso complementario en el proceso de enseñanza aprendizaje.

3.2.2 Investigación Experimental

A través de la investigación experimental, se sometió a un grupo de individuos al ambiente virtual diseñado, el propósito es identificar variables particulares que indiquen si la incorporación del entorno contribuye de manera eficaz al proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes.

3.2.3 Instrumentos de la investigación

Se ha escogido el uso de los softwares Blender y Unity debido a que poseen características versátiles como es una interfaz amigable, recursos y compatibles entre sí, lo que significa que los modelos 3D y las animaciones creadas en Blender pueden ser exportadas fácilmente a Unity y ser programadas de una forma eficaz según el tipo de funciones que se requieran en el entorno virtual. Para visualizar el entorno virtual se usó los Oculus Quest 2, debido a su compatibilidad con el ordenador.

Para evaluar del entorno virtual se realizó un test de conocimientos sobre un fantoma cardio-respiratorio con funciones básicas que se encuentra en el anexo 2, la recopilación de las calificaciones obtenidas que se encuentra en el anexo 3, permitirá determinar si la tecnología VR es eficiente en el ámbito educativo.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

El proyecto se ejecutó en un escenario de pruebas de realidad virtual. La población está compuesta por los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Chimborazo, específicamente aquellos que estén relacionados a la manipulación del fantoma cardio-respiratorio siendo los principales responsables en usar el entorno virtual.

3.3.2 Muestra

El propósito del proyecto es determinar si es factible el uso de la tecnología VR en el campo de la medicina, escogiendo una muestra de un grupo aleatorio de estudiantes de la facultad de ciencias de la salud de la Universidad Nacional De Chimborazo. Este grupo específico será elegido de aquellos estudiantes que estén interactuando con el prototipo de entrenamiento médico cardio-respiratorio.

3.4 Operación de variables

Las Variables dependiente e independiente se lo puede apreciar en la tabla 5 y 6.

3.4.1 Variable dependiente

Tabla 5: Variable Dependiente

Variable	Descripción	Indicador	Técnica e instrumento
Dependiente:			
Porcentaje de entendimiento del usuario.	de Capacidad de un individuo para comprender el significado o la esencia detrás de un objeto.	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacción de usuario. • Capacidad de retener datos. • Rango de experiencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tests. • Equipo de cómputo.

3.4.2 Variable Independiente

Tabla 6: Variable Independiente

Variable	Descripción	Indicador	Técnica e instrumento
Independiente:			
Tiempo de uso	Magnitud física que mide el tiempo transcurrido durante sucesos o eventos.	<ul style="list-style-type: none"> • Metodología de enseñanza • Nivel de atención • Comodidad con los equipos 	<ul style="list-style-type: none"> • Material Educativo • Cronómetro • Gafas VR

3.5 Procedimiento y Análisis

En la sección se detalla la estructura del modelado, las texturas de los diferentes elementos que compone la escena, así como la configuración de Unity que permite la creación del entorno virtual. La implementación del ambiente de VR se lo ejecuto siguiendo el esquema que se lo presentara a continuación, en la figura 14.

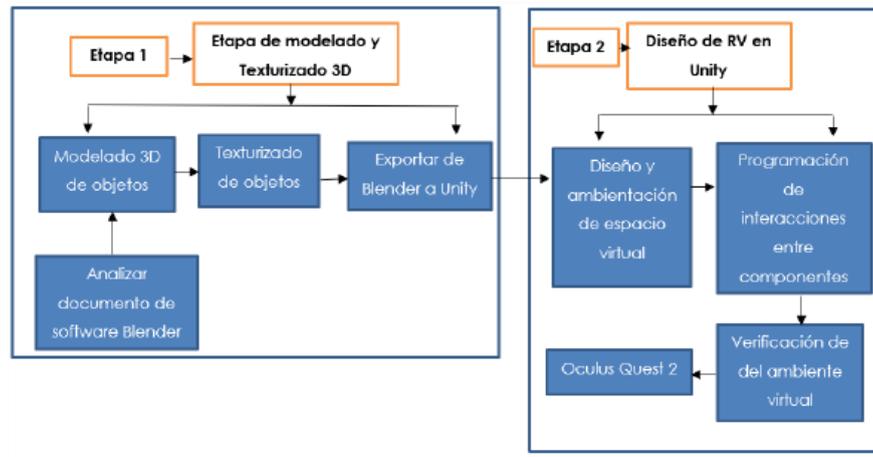


Figura 14: Etapas de desarrollo del ambiente virtual.

3.5.1 Modelado 3D

Para la elección del software más adecuado e idóneo y poder alcanzar los objetivos propuestos, se inició con un análisis de los diferentes tipos de programas de modelados 3D disponibles, se escogió el software Blender debido a que posee diversas herramientas y el proceso de modelado resulta ser más intuitivo y práctico, a comparación con los otros programas de modelado 3DS, Maya, MAX. Blender cuenta con una amplia documentación proporcionada por el fabricante, así como una variedad de tutoriales disponibles en la plataforma YouTube, además se destaca por ser un software de código abierto. Posterior a lo mencionado se continuó con el modelado del escenario y los elementos que la componen cuyos resultados se lo puede observar en la figura 15.

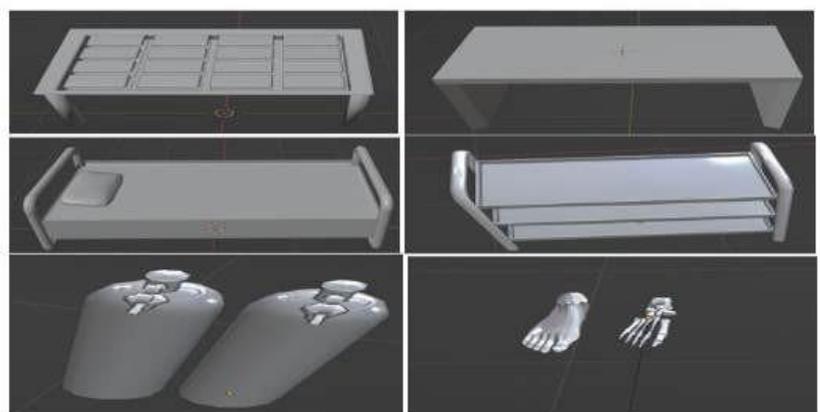


Figura 15: Modelado de diferentes elementos 3D.

3.5.2 Modelado 3D escena

En la figura 16 se puede observar el modelado 3D de los objetos y de la escena personalizada simulando a un laboratorio físico, que será empleada para el recorrido virtual con el objetivo de dar a conocer las funciones básicas de un fantoma cardio-respiratorio.



Figura 18: Escena 3D lista para ser texturizada.

3.5.5 Texturizado

En esta sección se procede a recubrir los objetos diseñados con materiales, y texturas que permitan tener una apariencia realista en el entorno virtual, este proceso se conoce como mapeo UV que implica en realizar cortes en los objetos modelados para desplegar en una representación en 2D facilitando aplicar texturas de manera correcta. Por último, se ensambla los objetos 2D con los materiales puestos como son colores, rugosidad, brillo y transparencia, para crear una representación tridimensional que refleje un aspecto verosímil del ambiente VR, en el cual se puede observar en las siguientes figuras 19 y 20.



Figura 19: Escena 3D texturizada.

3.5.6 Fantoma Texturizado

En la figura 20 se puede observar el modelado 3D del fantoma el cual ha sido diseñado para reflejar sus características fisiológicas. Además, se han aplicado diversas texturas para simular la apariencia realista de la piel, ojos, pestañas entre otros. El modelo 3D del fantoma está listo para ser integrado en el software Unity, que es la segunda fase de desarrollo, que

permite agregar elementos adicionales para crear una experiencia inmersiva y educativa para los usuarios.

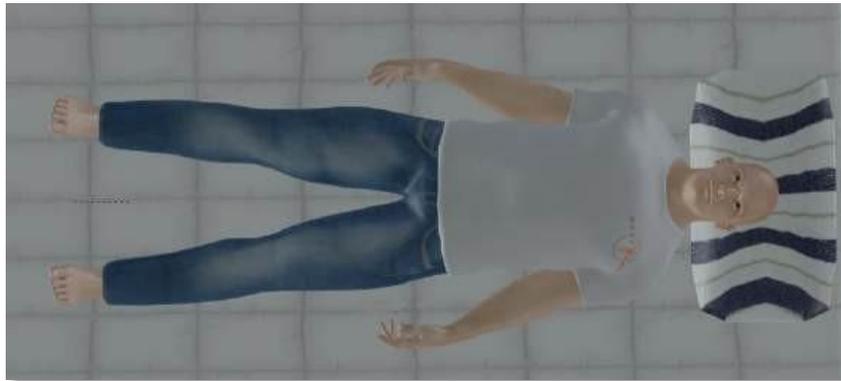


Figura 20: Modelado del fantoma cardio-respiratorio texturizado.

3.6 Configuración de Unity

El desarrollo del entorno virtual se llevó a cabo utilizando un modelo multicapas, en la capa 1 se tiene los elementos 3D diseñados en el software Blender, con el objetivo de crear diferentes objetos que componen la escena. En la capa 2 se importa el entorno generado en Blender con extensión fbx, hacia la interfaz de unity. Esto facilitó la programación y animación de los diferentes elementos que compone el ambiente virtual logrando un nivel de realismo e interacción con el usuario que cumple con los objetivos establecidos.

3.6.1 Creación del proyecto

Como primer paso se procede a crear un proyecto con la plantilla 3D, lo cual permite exportar el modelo realizado en la capa 1 hacia la capa 2, como se puede observar en la figura 21.

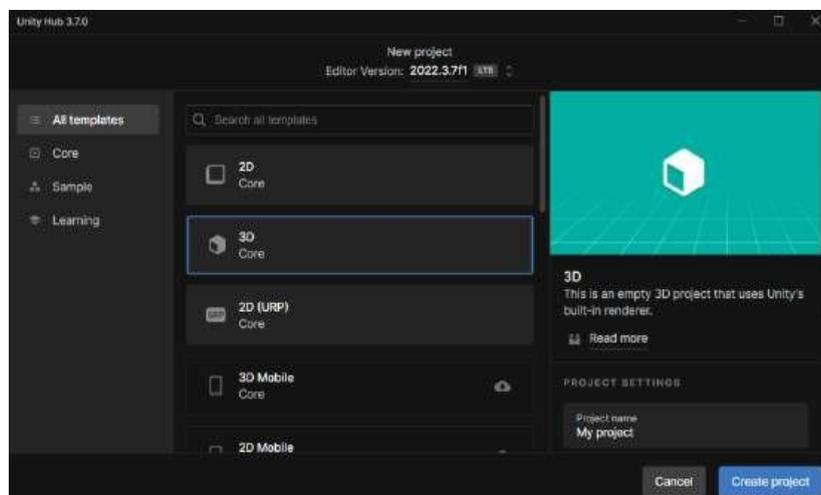


Figura 21: Creación de la plantilla 3D en Unity.

3.6.2 Escenario exportado a Unity

Una vez que se ha creado la plantilla 3D, se exporta el escenario realizado en Blender en formato fbx. A continuación, el escenario exportado puede ser visualizado dentro del software Unity, como se muestra en la figura 22.



Figura 22: Escenario exportado a Unity.

3.6.3 Paquete Package Manager

El paquete Package Manager mostrada en la figura 23, es una herramienta integrada en el entorno de desarrollo de Unity que facilita la gestión de paquetes, bibliotecas y recursos, lo cual permite la interacción con la tecnología VR en los escenarios desarrollados.

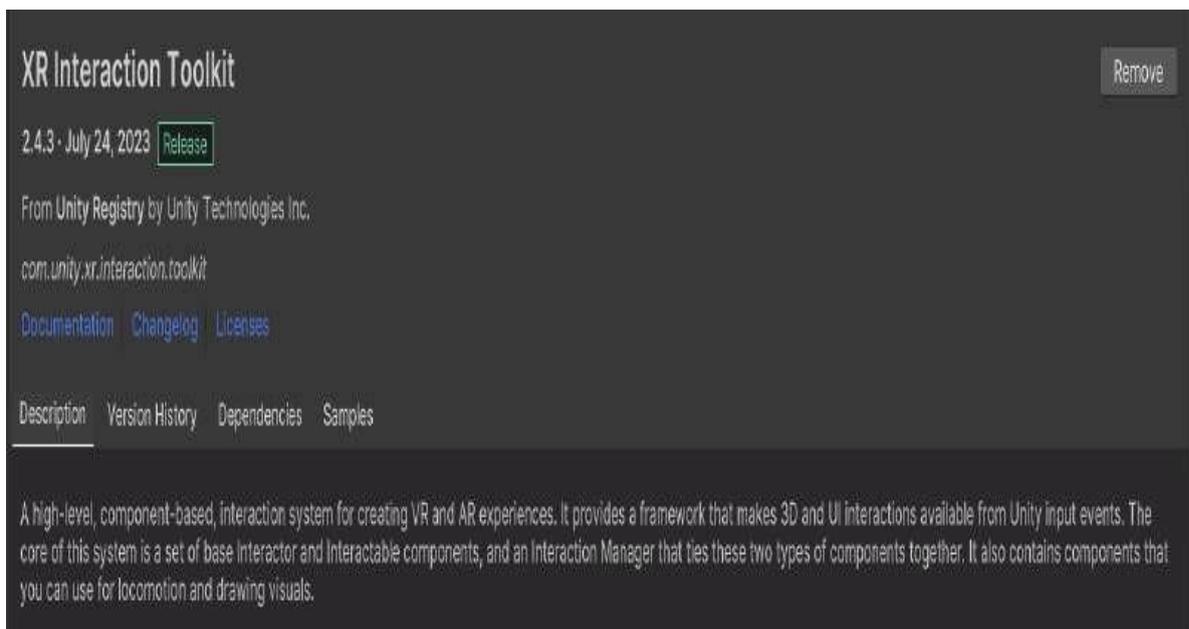


Figura 23: Paquete Package Manager VR.

3.6.4 Configuración del escenario

Una vez instalado el paquete anterior se procede a realizar la configuración de la escena en la que se trabajara, para ello se debe agregar un XR Origin que engloba la VR y contiene las herramientas que se muestran en la tabla 7 y figura 24:

Tabla 7: Controles del escenario VR

Componente	Descripción
Camera Offset	Permite ajustar la posición de la cámara en el desplazamiento x,y,z.
Main camera	Es la cámara principal que esta predeterminada en la escena y se utiliza para visualizar lo que se mostrara en pantalla.
Left Controller	Se refiere al controlador de la mano izquierda en un sistema de Realidad Virtual.
Right Controller	Se refiere al controlador de la mano derecha en un sistema de Realidad Virtual.

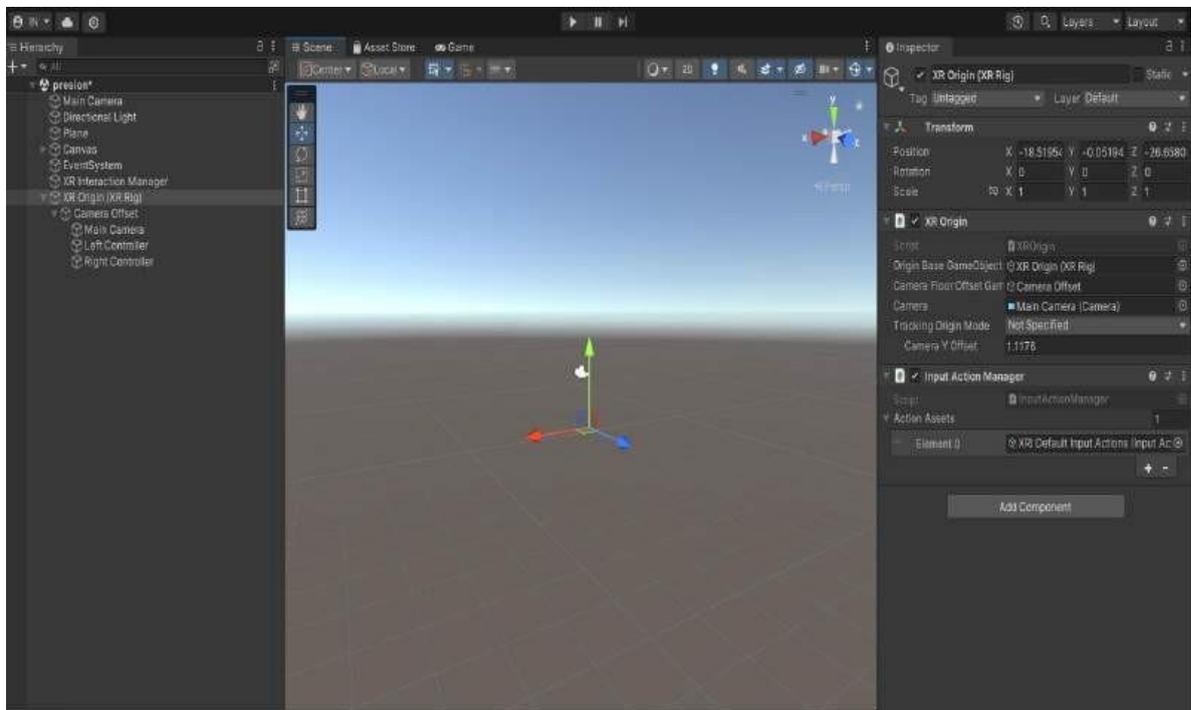


Figura 24: Configuración del escenario VR

3.6.5 Configuración de los Controles

Para la interacción con el escenario VR se debe configurar el left y right controller, teniendo en cuenta las variables correspondientes en cada mando como es la movilidad, pulsar objetos, selección, entre otros, como se muestra en la figura 25 y 26.

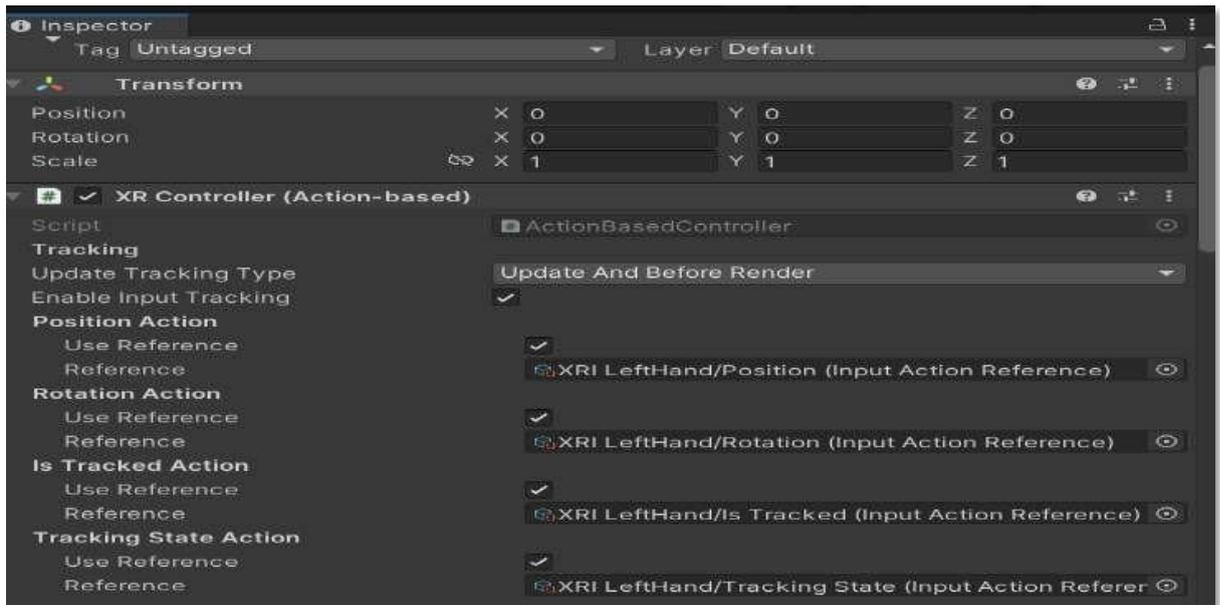


Figura 25: Configuración Left controller

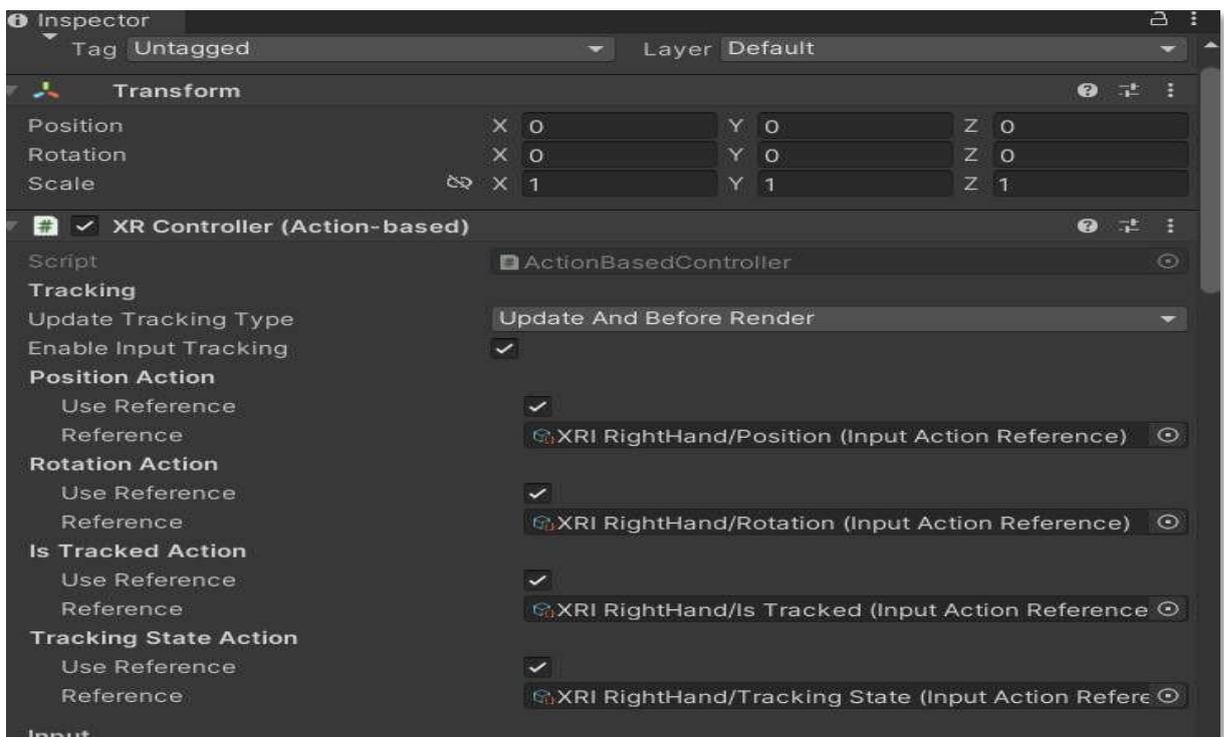


Figura 26: Configuración Right controller

3.6.6 Interfaz de usuario

En una fase inicial, se ha desarrollado un escenario de inicio, que será desplegada al iniciar la aplicación. Este escenario consta de tres botones que tienen las siguientes opciones empezar, instrucciones y salir, como se muestra en la tabla 8 y la figura 27.

Tabla 8: Descripción de botones de la interfaz de usuario

Botones	Descripción
Empezar	Al presionar el botón empezar, se accederá a la escena principal que alberga el laboratorio virtual.
Instrucciones	Al presionar el botón de instrucciones, se accederá a una escena que contiene comentarios y funcionalidades del laboratorio virtual.
Salir	Al presionar el botón de salir, la aplicación se cerrará automáticamente.



Figura 27: Escenario interfaz de usuario menú

3.6.7 Sala de Instrucciones

El escenario de instrucciones, proporciona información acerca de las funciones vitales y como visualizarlas en la escena principal del laboratorio virtual. Para salir es necesario pulsar el botón volver el cual llevará de regreso a la sala de interfaz de usuario, como se muestra en la figura 28.



Figura 28: Escenario interfaz de usuario instrucciones

3.6.8 Sala laboratorio virtual

Al presionar el botón de empezar, se habilita el acceso al entorno virtual, como se muestra en la figura 29, lo que permite al usuario desplazarse y explorar diferentes áreas del escenario, con las instrucciones proporcionadas será posible visualizar las funciones que se detallaran.



Figura 29: Escenario laboratorio virtual

3.7 Funciones básicas de una fantoma cardio-respiratorio

La observación de cada función se lleva a cabo al presionar los botones correspondientes en la consola, está conformada por 16 botones. De estos 15 están designados específicamente para cada función, mientras que uno facilita la salida del escenario y conduce de regreso a la sala de interfaz de usuario, como se muestra en la figura 30 y en la tabla 9.



Figura 30: Consola funciones básicas fantoma cardio-respiratorio

Tabla 9: Funciones básicas de una fantoma cardio-respiratorio

Botón	Función	Descripción
1	Corazón	Es un órgano muscular hueco, constituido por tejido muscular, tejido conectivo y vasos sanguíneos, su función es impulsar la sangre oxigenada desde los pulmones hacia todas las partes del cuerpo, su tamaño se acerca al de un puño [38].
2	Pulmones	Órganos fundamentales en el sistema respiratorio, presentan una estructura esponjosa y están envueltos por una membrana pleura, localizados en la cavidad torácica, permiten el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono [39].
3	Presión Arterial	La presión arterial se refiere a la fuerza que la sangre ejerce sobre las paredes de las arterias durante la acción de bombeo y relajación del corazón, posee dos componentes, presión arterial sistólica (PAS), presión arterial diastólica (PAD) y se expresa en mmHg [42].
4	Temperatura Corporal	La temperatura corporal es el equilibrio del calor interno del cuerpo humano, se mide en grados Celsius (°C) o Fahrenheit (°F), el rango de una temperatura corporal normal es de 36.5 a 37.5 grados Celsius [40].
5	Saturación de Oxígeno	La saturación de oxígeno también conocido como spo2, es un parámetro que indica el porcentaje de hemoglobina en la sangre que se encuentra saturada con oxígeno, los niveles de spo2 en condiciones normales está en 95 al 100 % [43].
6	Frecuencia Cardíaca	La frecuencia cardíaca es la cantidad o pulsaciones dadas en un minuto, los valores normales están entre 50 a 100 (lpm) esto puede variar por diversas circunstancias [40].
7	Monitoreo de signos vitales	El monitoreo de signos vitales permite saber en qué condiciones se encuentran las funciones biológicas del ser humano como es frecuencia cardíaca, temperatura, saturación de oxígeno, presión arterial.
8	Taquicardia Ventricular	La taquicardia ventricular es una patología del corazón que se caracteriza por la presencia del ritmo cardíaca anormal que van de los 100 hasta 250 lpm, la señal eléctrica se caracteriza por tener complejos QRS, lo que requiere una atención inmediata [41].
9	Fibrilación Ventricular	La fibrilación ventricular se caracteriza por ser una arritmia cardíaca grave, ocasionando una actividad eléctrica desordenada teniendo únicamente ondas R de tamaños variables, la presencia de dicha patología requiere una reanimación cardio pulmonar [41].
10	Ausencia de signos vitales	La ausencia de signos vitales implica que la persona ha dejado de mostrar funciones biológicas como son frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno, temperatura corporal, actividad cerebral entre otras.
11	Gripe	La influenza es una infección respiratoria causada por virus, es una enfermedad contagiosa que afecta la nariz, garganta, dolores corporales y en ocasiones suele afectar a los pulmones [44].

12	Vomito	El vómito consiste en expulsar contenido gástrico por la boca debido por diversas afecciones infecciosas inflamatorias del cuerpo, además es un mecanismo protector destinada a eliminar sustancias dañinas consumidas [45].
13	Tos	La tos es el mecanismo mediante el cuerpo evita que ingresen sustancias a las vías respiratorias, lo cual contribuye a expulsar la flema [46].
14	Pulmones Fumadores	Fumar afecta a los pulmones, dificultando su funcionamiento normal y debilitando la capacidad del cuerpo para combatir enfermedades respiratorias como bronquitis crónica, enfisema que se caracterizan por la obstrucción del flujo de aire y la dificultad de respirar, el consumo frecuente de tabaco puede llegar a tener un cáncer pulmonar desarrollando tumores malignos [47].
15	Pulmones con neumonía	Se trata de una infección del sistema respiratorio que provoca inflamación de los sacos aéreos de los pulmones y pueden estar lleno de líquido o pus lo que provoca esputo causado por bacterias o virus [48].
16	Salir	Al presionar el botón de salir lo que sucederá es que va a retornar al escenario de menú.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del proyecto, en el cual se verifica el funcionamiento del entorno virtual por medio de los Oculus Quest 2, a continuación, se mostrarán las diferentes escenas que componen dicho entorno.

4.1.1 Escena menú de opciones

La escena menú de opciones contiene 3 botones que son empezar, instrucciones y salir, como primer paso se debe presionar el botón de instrucciones en el cual proporcionara información sobre del funcionamiento del entorno virtual, como se muestra en la figura 31.

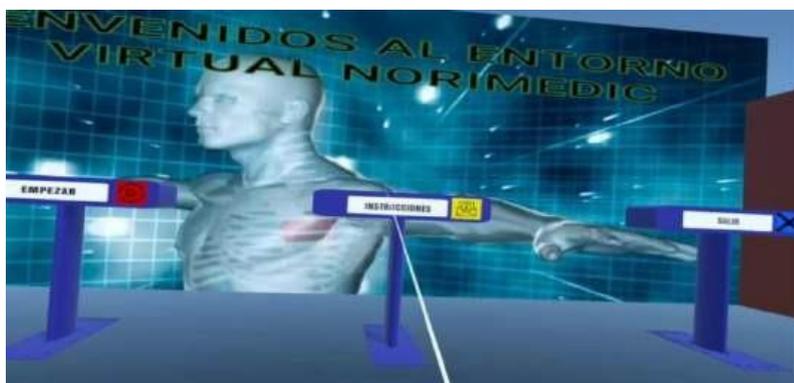


Figura 31: Menú de opciones instrucciones

4.1.2 Escena de instrucciones

Tras revisar las indicaciones presentes en la escena, el siguiente paso consiste en pulsar el botón de “VOLVER”, el cual llevará de regreso a la escena menú de opciones. Desde allí, se puede dirigir hacia el botón de “EMPEZAR”, el cual conducirá a la escena del entorno virtual, como se muestra en la figura 32 y 33.

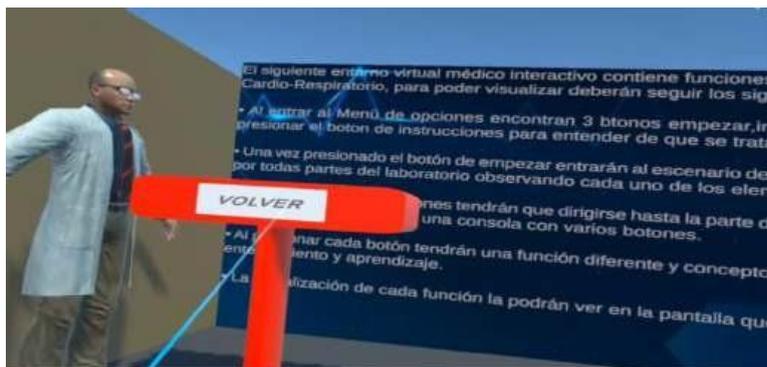


Figura 32: Menú de opciones volver.

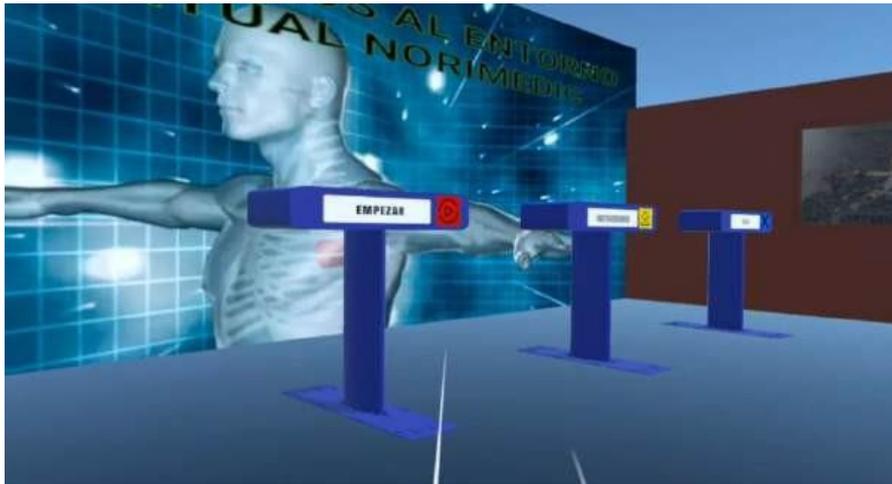


Figura 33: Menú de opciones empezar.

4.1.3 Escena entorno virtual

La figura 34 muestra el entorno virtual que engloba el diseño de los diferentes elementos que la componen, permitiendo al mismo tiempo explorar y visualizar cada parte del ambiente VR.



Figura 34: Escena entorno virtual

4.2 Funciones básicas

Al dirigirse a la consola que se encuentra alado del fantoma, podrán observar que hay varios botones, que al presionar cada uno de ellos encontraran varias de funciones que contribuyen al proceso de pre aprendizaje del estudiante.

4.2.1 Corazón

En la figura 35 se puede observar la función del corazón, junto con su sonido característico. Además, en la figura 36 se muestra una descripción general, así como también la ubicación del órgano en el fantoma.



Figura 35: Función corazón

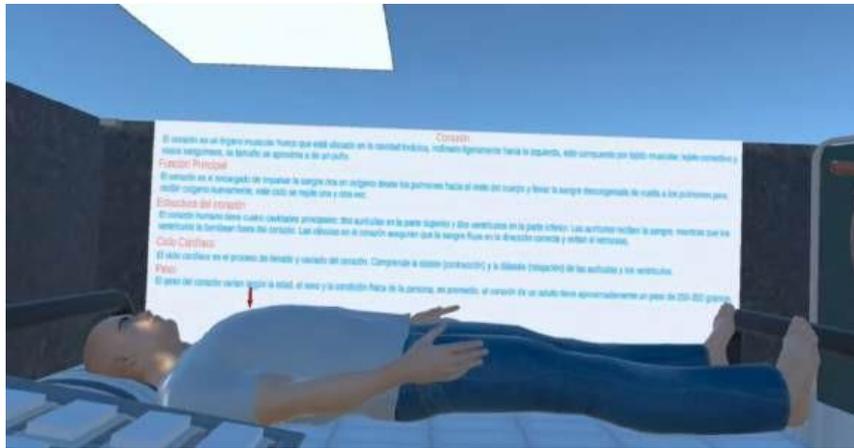


Figura 36: Descripción del corazón

4.2.2 Pulmones

En la figura 37 se puede observar, la función de los pulmones junto con su sonido característico.

Además, en la figura 38 se detalla una descripción general acerca de dicho órgano con su respectiva ubicación del órgano en el fantoma.

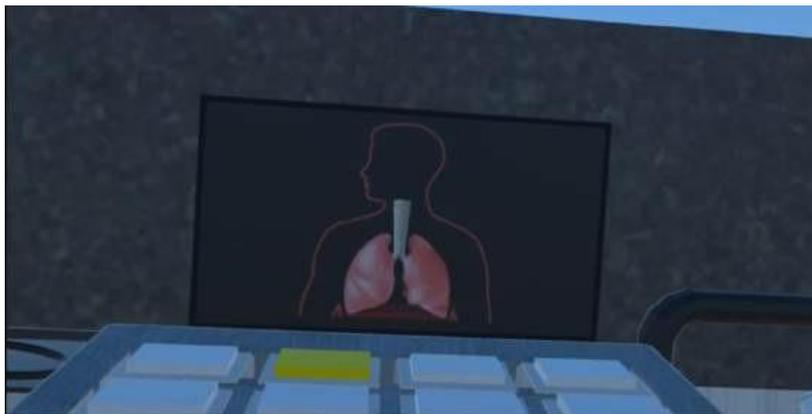


Figura 37: Función pulmones

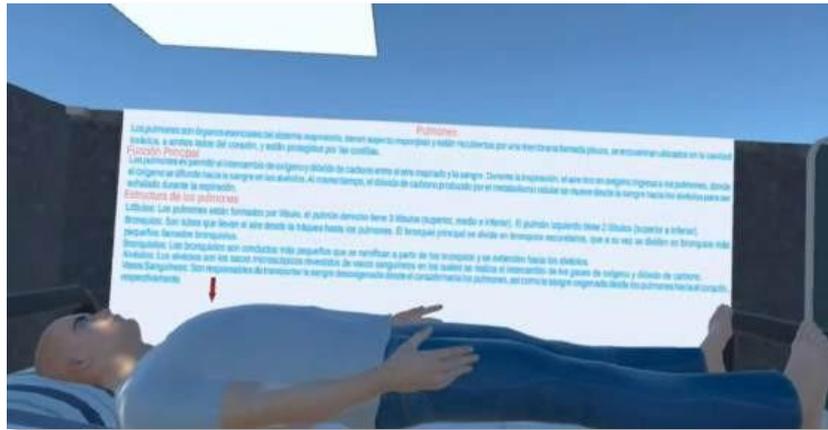


Figura 38: Descripción de los pulmones

4.2.3 Saturación de Oxígeno

En la figura 39 se puede observar la actividad de la saturación de oxígeno, mientras que la figura 40 se detalla una descripción general, del nivel de oxígeno en el cuerpo y la ubicación específica para medir el porcentaje de SPO2 en el fantoma.

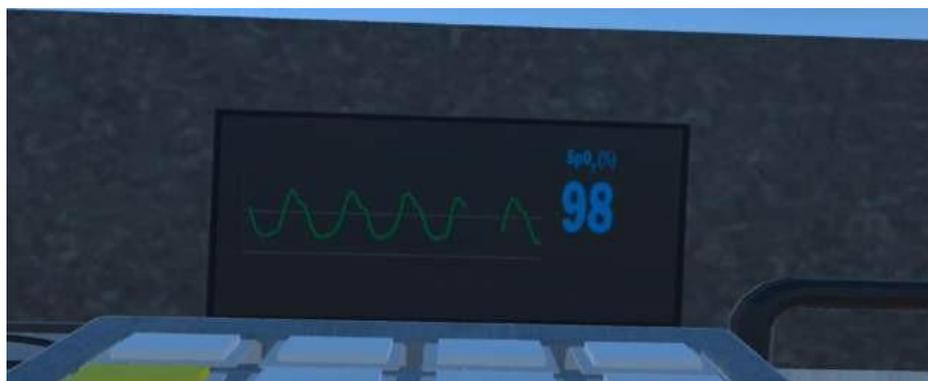


Figura 39: Función saturación de oxígeno

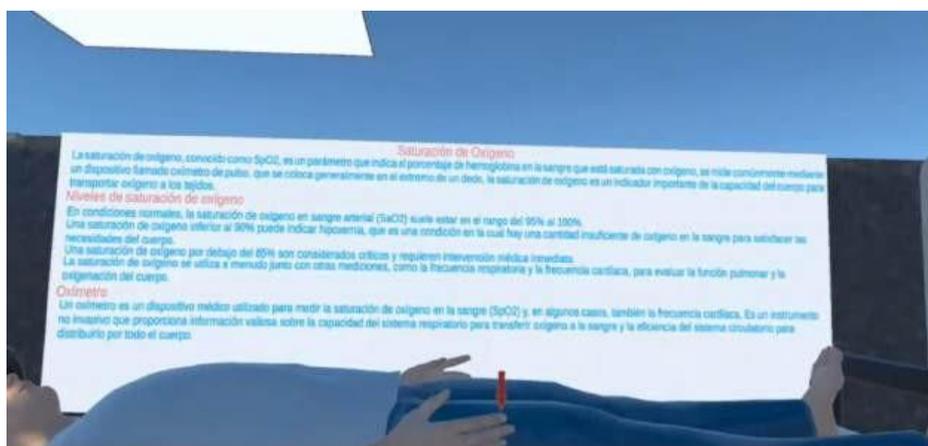


Figura 40: Descripción saturación de oxígeno

4.2.4 Frecuencia Cardíaca

En la figura 41 se puede observar la actividad de la frecuencia cardíaca, mientras que en la figura 42 se detalla una descripción general de la misma, que incluye los valores de la frecuencia cardíaca expresados en bpm, para una persona adulta, así como la ubicación específica donde se tomaría dicha medición en el fantoma.



Figura 41: Función frecuencia cardíaca

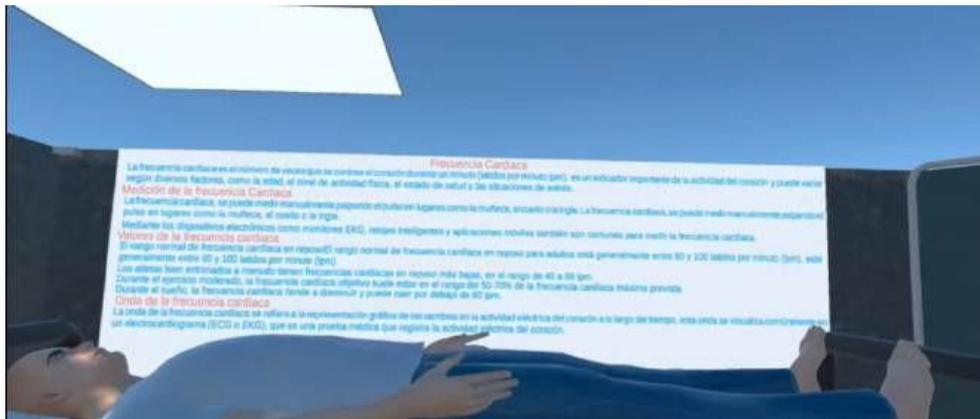


Figura 42: Descripción frecuencia cardíaca

4.2.5 Fibrilación Ventricular

En la figura 43 se puede observar la función de la fibrilación ventricular, junto con su sonido distintivo.

Además, en la figura 44 se detalla una descripción general de la misma, que incluye el tipo de onda que la representa y los posibles síntomas asociados con esta patología cardíaca, así como la ubicación específica donde se simularía la fibrilación ventricular en el fantoma.

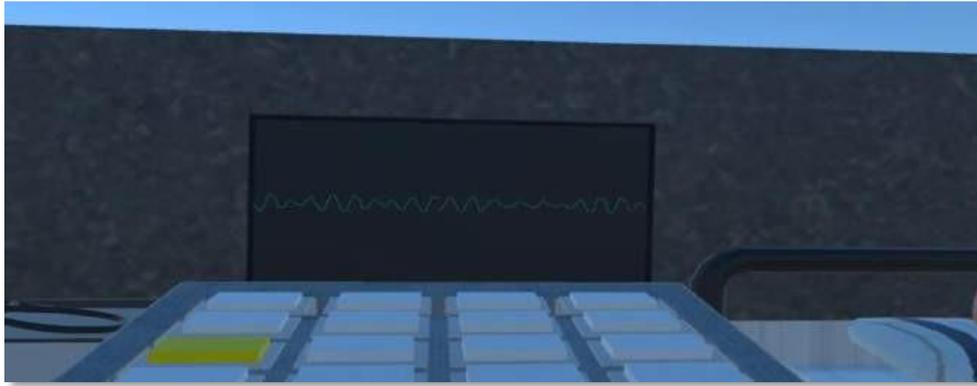


Figura 43: Función fibrilación ventricular

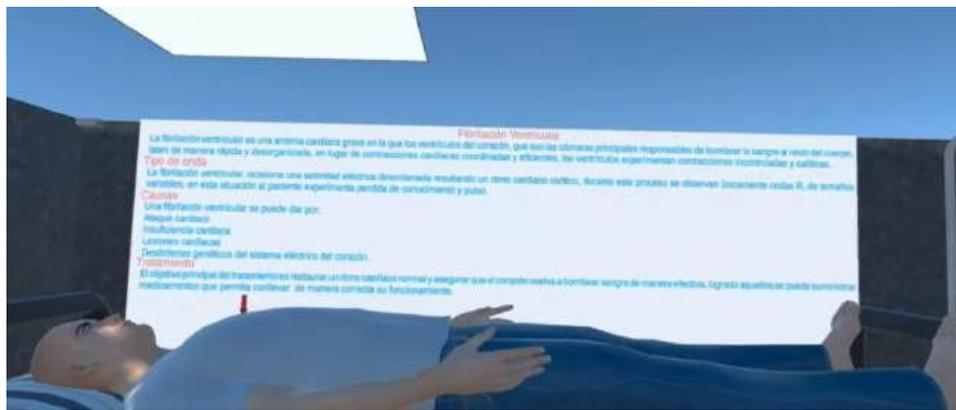


Figura 44: Descripción fibrilación ventricular

4.2.6 Tos

En la figura 45 se observa la función de la tos, junto con su sonido característico. Además, en la figura 46 se detalla una descripción general de este proceso respiratorio, incluyendo la ubicación específica de donde se simula la tos en la fantoma.



Figura 45: Función tos

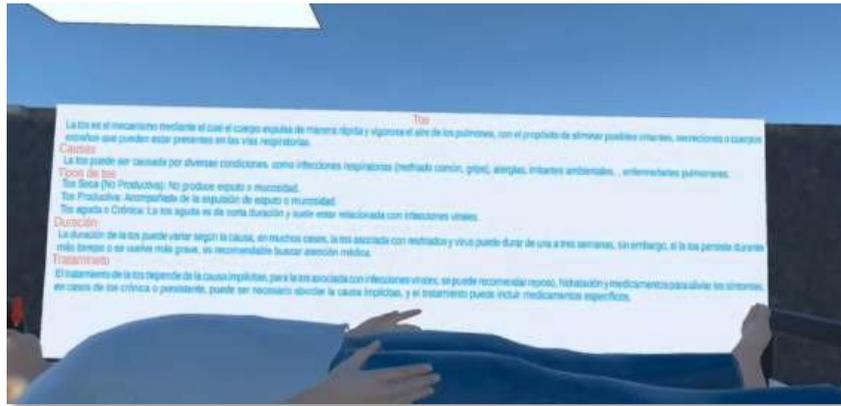


Figura 46: Descripción tos

4.2.7 Pulmones fumadores

En la figura 47 se observa la función de los pulmones fumadores, junto con su sonido característico.

Además, en la figura 48 se detalla una descripción general de los pulmones con patología relacionada con el tabaquismo, y se especifica su ubicación en el fantoma.

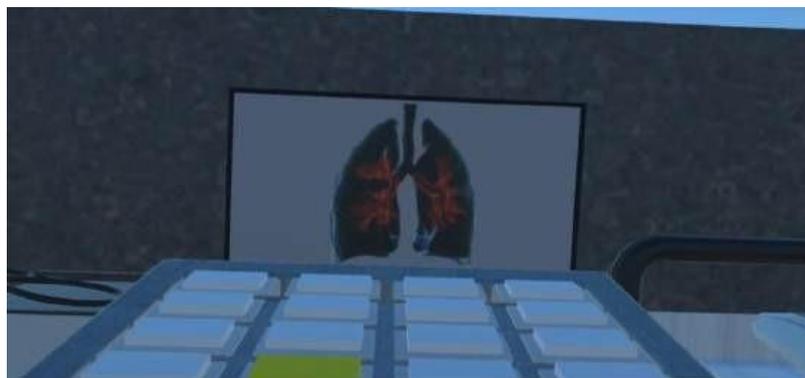


Figura 47: Función pulmones fumadores

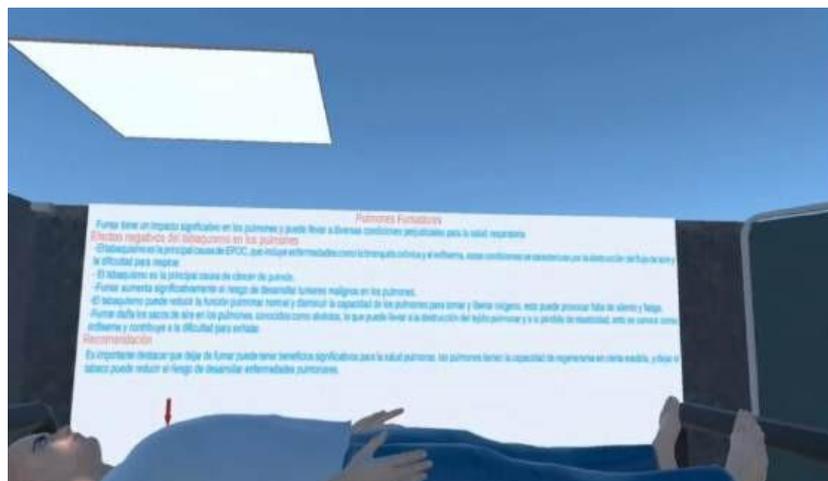


Figura 48: Descripción pulmones fumadores

4.3 Pruebas con estudiantes

A continuación, se presenta un análisis estadístico de los resultados de la evaluación de 41 estudiantes de la facultad de Ciencias de la Salud de la carrera de Medicina, este estudio se llevó a cabo antes y después de la implementación de un entorno virtual, enfocado en un fantoma cardio-respiratorio, diseñado como herramienta didáctica de aprendizaje académico. Por otro lado, se busca evaluar la efectividad del entorno desarrollado como recurso educativo

4.3.1 Gráfico de resultados antes de usar el dispositivo

En la figura 49, se presenta la distribución de las puntuaciones antes de aplicar el dispositivo, en el cual comprende el eje x los valores de las notas, el eje y el número de participantes encuestados, las notas obtenidas están dentro de un rango de 5 a 9.

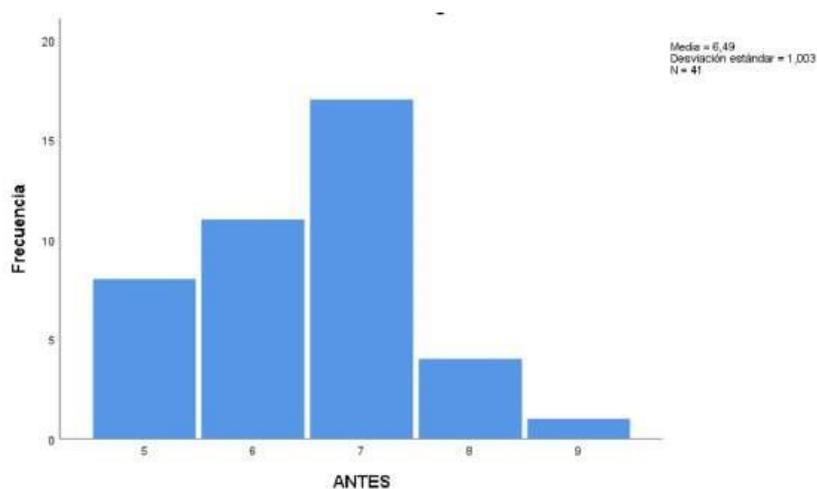


Figura 49: Puntuación obtenida antes de usar el dispositivo

En la tabla 10 se puede observar el promedio del test, antes de usar el dispositivo es de 6,49, junto a la desviación estándar que es de 1.003, que indica que el puntaje de los estudiantes tiende a desviarse respecto al promedio y el número total de estudiantes encuestados que asciende a 41.

Tabla 10: Datos obtenidos antes de usar el dispositivo.

Media	Desviación Estándar	N
6.49	1.003	41

4.3.2 Gráfico de resultados después de usar el dispositivo

En la figura 50, se presenta la distribución de las puntuaciones después de aplicar el dispositivo, en el cual comprende el eje x los valores de las notas, el eje y el número de participantes encuestados, las notas obtenidas están dentro de un rango de 7 a 10.

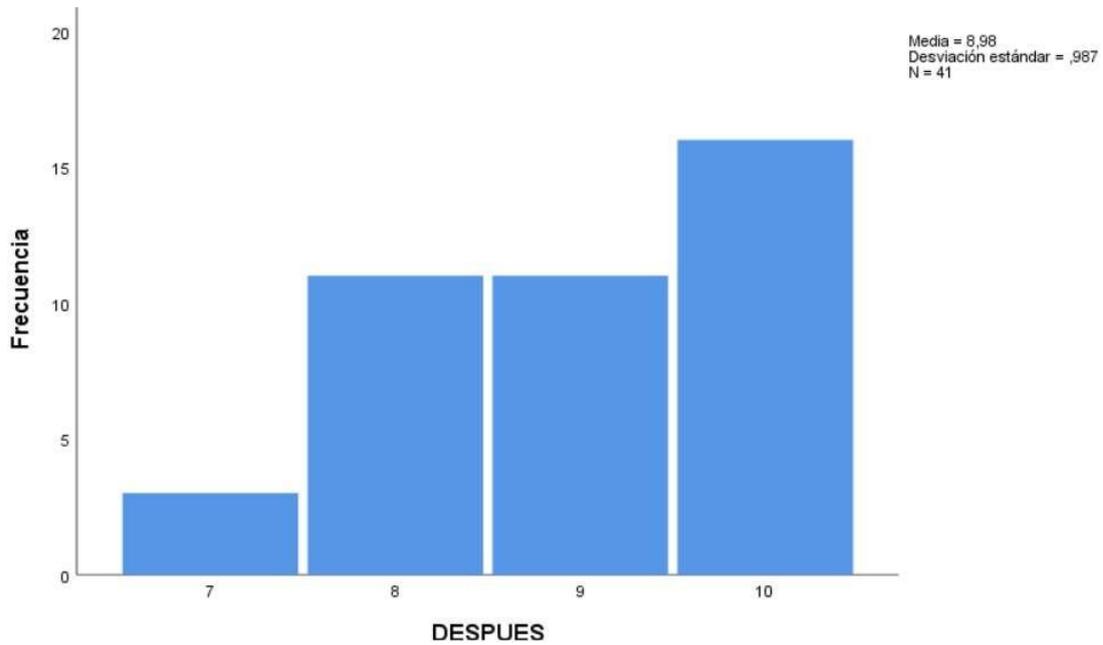


Figura 50: Puntuación obtenida después de usar el dispositivo

En la tabla 11 se puede observar el promedio del test, después de usar el dispositivo es de 8,98 junto a la desviación estándar que es de 0,987 que indica que el puntaje de los estudiantes tiende a desviarse y están relativamente cerca respecto al promedio y el número total de estudiantes encuestados que asciende a 41.

Tabla 11: Datos obtenidos después de usar el dispositivo.

Media	Desviación Estándar	N
8.98	0.987	41

4.3.3 Prueba de Hipótesis

Para realizar la prueba de hipótesis en esta investigación, se utiliza un valor de significancia conocido como (p-valor), establecido en 0,05. Mediante el valor mencionado se determina si se acepta la hipótesis nula (H_0) o se considera la hipótesis alternativa (H_1), Por lo tanto, para considerar una de las dos hipótesis planteadas se recurre a una prueba de normalidad que reflejara si los datos tienen o tienen una distribución normal. Este análisis estadístico se emplea el uso del software IBM SPSS [37], el cual provee las herramientas necesarias para evaluar el test de normalidad.

4.3.3.1 Hipótesis nula (H_0)

H_0

La media de las calificaciones del test antes del uso del entorno virtual es igual a la media de las calificaciones del test después de su uso del entorno virtual.

4.3.3.2 Hipótesis alternativa (H_1)

H_1

La media de las calificaciones del test antes del uso del entorno virtual es significativamente distinto la de media de las calificaciones del test después de su uso del entorno virtual.

4.3.3.3 Prueba de Normalidad

Se procede a realizar el test de normalidad obteniendo los siguientes valores antes y después de usar el entorno virtual:

Tabla 12: Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad							
Método	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadísti co	gl	Sig.	Estadísti co	gl	Sig.	
Not as	Antes	,232	41	,000	,891	41	,001
	Después	,241	41	,000	,835	41	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Kolmogorov-Smirnov: Prueba no paramétrica que determina si dos distribuciones son distintas y se la toma en cuenta cuando la muestra es pequeña.

Método: Test realizados antes y después del uso del entorno virtual.

Estadístico: Valores calculados antes y después de la prueba de normalidad, permite tomar decisiones sobre la hipótesis.

Grados de libertad (gl): Cantidad de información proporcionado por los datos, de la muestra de 41 estudiantes.

Significancia (Sig): Este parámetro permite determinar con qué tipo de hipótesis se puede trabajar considerando si los datos se distribuyen con normalidad.

Shapiro-Wilk: Prueba no paramétrica, se utiliza para evaluar si un conjunto de datos sigue una distribución normal, se lo toma en cuenta cuando la muestra es grande.

Estadístico: Valores calculados antes y después de la prueba de normalidad, permite tomar decisiones sobre la hipótesis.

Grados de libertad (gl): Cantidad de información proporcionado por los datos, de la muestra de 41 estudiantes.

Significancia (Sig): Este parámetro permite determinar con qué tipo de hipótesis se puede trabajar y si los datos se distribuyen con normalidad.

4.3.3.4 Regla de decisión para determinar la hipótesis

Si el p – valor < 0.05 , se rechaza H_0 y se acepta H_1

Si el p – valor > 0.05 , se acepta H_0 y se rechaza H_1

4.3.3.5 Interpretación

Se llevo a cabo la prueba de normalidad obteniendo que los datos no se distribuyen con normalidad, como se evidencia en la tabla 12. Se observó un cambio significativo entre los

valores de significancia de Shapiro Wilk antes y después del test, los cuales resultaron ser menores al p – valor establecido 0.05, por tal motivo se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alternativa H_1 , por lo que se procede a realizar una prueba de Wilcoxon.

4.3.3.6 Prueba de Wilcoxon

Tabla 13: Prueba de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESPUES - ANTES	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
	Rangos positivos	40 ^b	20,50	820,00
	Empates	1 ^c		
	Total	41		

a. DESPUES < ANTES
b. DESPUES > ANTES
c. DESPUES = ANTES

Estadísticos de prueba	
	DESPUES - ANTES
Z	-5,563 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos negativos.

4.3.3.7 Interpretación

El test de Wilcoxon es una prueba no paramétrica utilizada para comparar dos muestras relacionadas. Al realizar esta prueba y analizar los datos en la tabla 13, se observó que los datos no cumplen con el supuesto de normalidad. Además, se verificó que el test “Después” es mayor al test de “Antes”, con los siguientes valores:

Valor de la estadística de prueba Z: Esta magnitud indica la diferencia entre las dos muestras existiendo una diferencia significativa, la primera muestra “Antes”, es menor que la mediana de la segunda muestra “Después”.

Valor significativo: Esta magnitud indica una diferencia significativa entre las dos muestras, en este caso el valor es 000 lo que indica que es menor del umbral típico de significancia 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula.

4.3.3.8 Diagrama de cajas

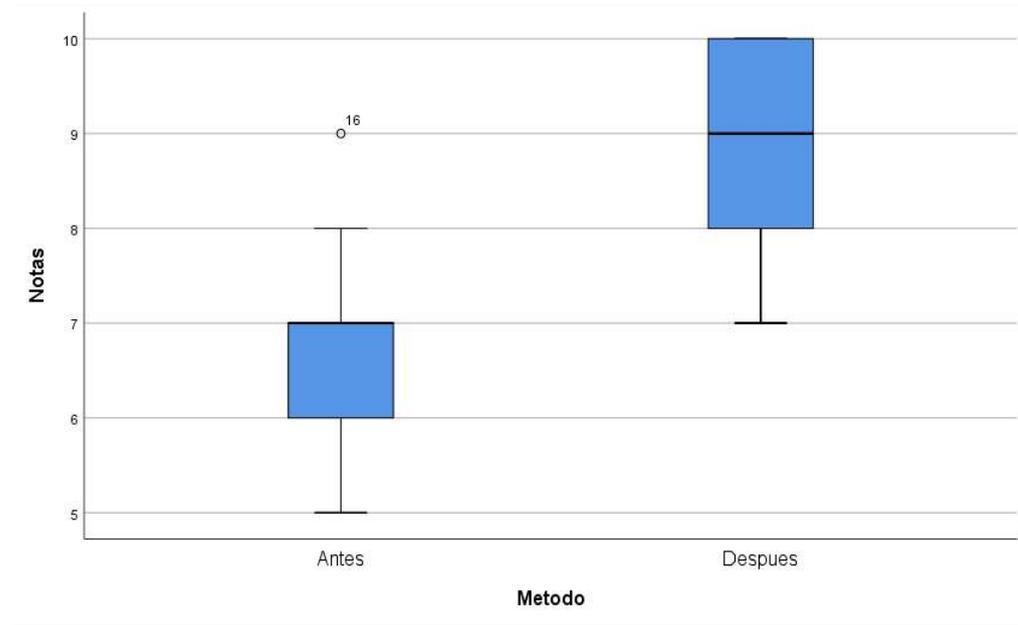


Figura 51: Diagrama de cajas

4.3.3.9 Interpretación

Eje x: Método, antes y después de usar el entorno virtual.

Eje y: Notas valoradas en puntuación de calificación de 1 a 10.

En el diagrama de cajas presentado, se evidencia una variación significativa en los resultados de la evaluación de antes y después del uso del entorno virtual, en la figura 50 se aprecia un valor atípico no asociado. Las notas obtenidas de los estudiantes antes de usar el entorno, está en el rango de 5 a 8 puntos de calificación considerando que 5,6, representa un nivel bajo de conocimientos y 7,8 representa un nivel medio de conocimientos, las notas después de usar el entorno están en el rango de 7 a 10 puntos de calificación, tomado en cuenta que 7, 8 es un nivel medio de conocimientos y 9-10 es un nivel alto de conocimientos. En resumen, se concluye que la mayoría de los estudiantes de cuarto semestre de medicina que utilizaron el entorno virtual, experimentaron mejoras significativas en sus resultados de aprendizaje, por tal motivo se respalda la eficiencia del entorno virtual como herramienta complementaria en el proceso educativo.

CAPÍTULO V.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- En el presente proyecto de investigación se ha realizado un análisis sobre el funcionamiento de un fantoma cardio-respiratorio basado en fuentes confiables. Se identificaron diversas funciones que van desde la simulación de signos vitales, hasta la reproducción de patologías cardíacas y respiratorias, incluyendo la realización de procedimientos médicos, cuyo objetivo fue su integración en un entorno interactivo con el fin de mejorar la formación médica y promover un aprendizaje práctico de los estudiantes.

- El desarrollo del entorno virtual interactivo se hizo posible gracias a herramientas de software como Blender, Unity y los Oculus Quest 2. Este entorno está, enfocado en un fantoma cardio-respiratorio con funciones básicas, su propósito es capacitar a los estudiantes en la identificación de las diferentes funcionalidades, al mismo tiempo que les enseña a discernir cuándo estos se encuentran dentro de los parámetros normales. Además de proporcionar una plataforma de aprendizaje inmersiva, este entorno virtual facilita la práctica segura de habilidades médicas y promueve la adquisición de conocimientos de manera interactiva.

- Los resultados obtenidos, indican que existió un aumento significativo en el nivel de conocimientos de los estudiantes después de la aplicación del dispositivo, lo que sugiere que el entorno virtual fue eficaz de mejorar la comprensión y aprendizaje de conceptos fundamentales del sistema cardio-respiratorio. En este sentido, la validación del entorno virtual se llevó a cabo mediante pruebas de funcionamiento y la realización de test de conocimientos a los estudiantes del área de salud, proporcionaron información sobre el impacto y la eficiencia del dispositivo en el proceso de aprendizaje.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se sugiere continuar investigando tipos de fantasmas que son aplicados como medio de aprendizaje en el área de salud, así como su integración en entornos virtuales para cumplir con las funciones del prototipo. Esto implica explorar la integración de técnicas de simulación avanzadas y la personalización de los entornos virtuales para satisfacer las necesidades específicas de aprendizaje de los estudiantes.
- Se recomienda disponer de un ordenador de alto rendimiento, dado que los programas como Blender y Unity requieren recursos considerablemente altos. Además, es importante tener en cuenta las especificaciones requeridas para trabajar con gafas de realidad virtual y verificar la compatibilidad con el ordenador. De esta forma se garantiza un desarrollo óptimo de los entornos interactivos.
- Para futuros proyectos de desarrollo de entornos virtuales en el ámbito educativo, se aconseja llevar a cabo evaluaciones a largo plazo para analizar cómo la tecnología realidad virtual influye en el proceso de aprendizaje y la preparación profesional de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Quiroz, D. L. Z., & Quiroz, M. S. Z, Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) en la educación superior: consideraciones teóricas. REFCaE: Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa. ISSN 1390-9010, 7(1), 213-228, Abril 2019.
- [2] F. Navarro, A. Martínez, J. Martínez, “*Realidad Virtual y Realidad Aumentada Desarrollo De Aplicaciones*”, España: RA-MA, 2018.
- [3] FormaDISSENY (2018, Agosto 29) ¿Cuáles son los principales usos de la realidad virtual en la actualidad? [Online]. Available: <https://www.formadisseny.com/cuales-los-principales-usos-la-realidad-virtual-la-actualidad/>
- [4] OBS Business School (2023, Abril 21) La realidad virtual y aumentada y sus aplicaciones en medicina [Online]. Available: <https://www.obsbusiness.school/blog/la-realidad-virtual-y-aumentada-y-sus-aplicaciones-en-medicina>
- [5] G. R. Baque, G. I. Portilla " *El aprendizaje significativo como estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje*", "Polo del conocimiento": Revista científica profesional, 6(5), 75-86. Abril, 2021.
- [6] OSCAR.J. RENGEL "REALIDAD VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LA FÍSICA: INTRODUCCIÓN AL UNIVERSO, EN SEGUNDO SEMESTRE DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES, MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO EN EL PERÍODO ABRIL 2019 - AGOSTO 2019". Thesis, Universidad Nacional De Chimborazo, Riobamba, 2019.
- [7] Xataka (2018, Abril 21) El primer simulador VR de la historia tenía forma de recreativa, y se inventó a finales de los 50 [Online]. Available: <https://www.xataka.com/historia-tecnologica/el-primer-simulador-vr-de-la-historia-tenia-forma-de-recreativa-y-se-invento-a-finales-de-los-50>
- [8] Xperimenta Cultura (2023, Noviembre 20) Historia de la Realidad Virtual [Online]. Available: <https://xperimentacultura.com/historia-de-la-realidad-virtual/>
- [9] J. GOODRICH, " Virtual Reality Helps Students Improve Their Math Literacy", in IEEE Spectrum, 2023. Available: <https://spectrum.ieee.org/prisms-of-reality-startup-profile>
- [10] J. Becerra, M. Peñaloza, J. Rodríguez, G. Chacón, J. Martínez, H. Saquipay , ... & V. Bermúdez,. "La realidad virtual como herramienta en el proceso de aprendizaje del cerebro", in Redalyc.org, 2019, vol. 38, núm. 2, pp. 98-107.
- [11] H. Brito, B. Vicente. "Realidad virtual y sus aplicaciones en trastornos mentales: una revisión", in Revista chilena de neuro-psiquiatría SciELO Chile, 2018.
- [12] A. Cerón, J. Loria, Tito. López, R. Flores, L. Rodríguez, E. Cruz, E. Huitrón, S. Teodoro." Sala de realidad virtual para la enseñanza médica Virtual Reality Room For Medical Teaching “, in ResearchGate, 2021, Available: https://www.researchgate.net/publication/349948464_Sala_de_realidad_virtual_para_la_ensenanza_medica_Virtual_Reality_Room_For_Medical_Teaching
- [13] E. Escartín. "LA REALIDAD VIRTUAL, UNA TECNOLOGÍA EDUCATIVA A NUESTRO ALCANCE", in idUS, 2023. Available: <https://idus.us.es/handle/11441/45510>
- [14] L. Ordoñez. “Realidad Virtual y Realidad Aumentada”, “Revista Digital”, 2020.

- [15] A. Díaz, I. Romero, A. Rodríguez, "La tecnología móvil de Realidad Virtual en educación: una revisión del estado de la literatura científica en España", EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC,7(1), 256-274, 2018, doi: <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i1.10139>
- [16] P.A. Pumarica.Berrones,"La realidad virtual como estrategia interactiva y de exploración en el aprendizaje de Biología Humana con estudiantes del sexto semestre de la Carrera Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Química y Biología, periodo mayo 2021 – octubre 2021", thesis, Universidad Nacional De Chimborazo. 2022, Available: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9057>.
- [17] G. V. Garcia. Vivar, "Estudio de tecnología de Realidad Virtual ya aplicado a la enseñanza para estudiantes con capacidades especiales en la Universidad de Guayaquil", thesis, Universidad De Guayaquil, 2018, Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/32457>
- [18] A. M. Peña. Saldarriaga,"Diseño e implementación de un laboratorio virtual de electrónica básica mediante unity3D y tecnología VR orientado como complemento de enseñanza y aprendizaje académico",thesis, Universidad Nacional De Chimborazo, 2022, Available: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9223>
- [19] J. L. Montes. Brito, "Diseño e implementación de una aplicación multiplataforma virtual e interactiva, en la "Universidad Nacional de Chimborazo", Campus "Edison Riera"", thesis, Universidad Nacional De Chimborazo, 2023, Available: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11171>
- [20] G. Mariscal, E. Jiménez, M, Vivas, S. Redondo, S. Moreno, "Aprendizaje basado en simulación con realidad virtual", in ResearchGate Education in the Knowledge Society, 2020, DOI: [10.14201/eks.23004](https://doi.org/10.14201/eks.23004)
- [21] Ma. Gutiérrez, A. Árcega, A. Suárez, J. Sanchez, "Realidad virtual como herramienta de apoyo al tratamiento de la aracnofobia" in ResearchGate PÄDI Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI 10(Especial3):141-146, 2022, DOI: [10.29057/icbi.v10iEspecial3.9016](https://doi.org/10.29057/icbi.v10iEspecial3.9016)
- [22] S. Palacios, Á. Román, "REDISEÑO Y ELABORACIÓN ELECTRÓNICA PARA CONTROLAR Y PROGRAMAR ESCENARIOS CLÍNICOS EN UN FANTOMA OBSTÉTRICO DE BAJA FIDELIDAD", thesis, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO, 2021, Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19833/1/UPS%20-%20TTS262.pdf>
- [23] Laerdal (2019) SimMom. [Online]. Available: <https://www.laerdal.com>
- [24] GIROMEDICAL (2020, Julio 6) ¿Cómo escoger su maniquí y simulador de aprendizaje? [Online]. Available: https://www.giromedical.es/blog_es/como-escoger-su-maniqui-y-simulador-de-aprendizaje/
- [25] C. Valenzuela (2023, Marzo 03) HAL, el nuevo paciente del Centro de Habilidades Clínicas [Online]. Available: <https://uchile.cl/m202831>
- [26] More Than Simulators (2023) FANTOMA ADULTO DE CUERPO ENTERO PARA RADIOLOGIA [Online]. Available: <https://morethansimulators.com/simulador/fantoma-adulto-de-cuerpo-entero-para-radiologia/>
- [27] Xnova360(2023) Realidad virtual en la medicina:6 áreas de aplicación [Online]. Available: <https://xnova360.com/realidad-virtual-en-la-medicina/>

- [28] seco.org (2023) La Realidad Virtual se pone al servicio de la medicina [Online]. Available:https://www.seco.org/La-Realidad-Virtual-se-pone-al-servicio-de-la-medicina_es_1_13_1_3.html
- [29] E. Sanchez(2021, Febrero 10) Formación medica en la realidad virtual [Online]. Available: <https://niixer.com/index.php/2021/02/10/formacion-medica-en-la-realidad-virtual-usos-y-aplicaciones/>
- [30] Toluca noticias (2018, Agosto 26) El impresionante entrenamiento con realidad virtual para cirujanos y estudiantes de medicina [Online]. Available: [VIDEO: El impresionante entrenamiento con realidad virtual para cirujanos y estudiantes de medicina - Toluca Noticias | De Hoy](#)
- [31] WikiVirtualReality (2021, Febrero 19) Gafas dietéticas: realidad aumentada contra la obesidad [Online]. Available: <https://www.wikivirtualreality.com/es/gafas-dieteticas-realidad-aumentada-contra-la-obesidad>
- [32] A. Pegalajar, " EL SISTEMA CARDIOPULMONAR Y LA REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR", Trabajo Fin de Máster, Universidad de Jaén,2020.
- [33] Meta (2024) Meta Quest 2 a un precio reducido [Online]. Available: <https://www.meta.com/es/quest/products/quest-2/tech-specs/>
- [34] The Blender Foundation (2023) Blender [Online]. Available: <https://www.blender.org>.
- [35] Unity Technologies (2023) Unity [Online]. Available: <https://unity.com/es>
- [36] Microsoft (2023) Microsft Visual Studio [Online]. Available: <https://visualstudio.microsoft.com/es/>
- [37] SPSS (2023) Software IBM SPSS [Online]. Available: <https://www.ibm.com/es-es/spss>
- [38] Mheducation (2024) Constantes vitales. Procedimientos relacionados [Online]. Available: <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448184106.pdf>
- [39] Roche Pacientes (2024) ¿Cómo son los pulmones? [Online]. Available: <https://rochepacientes.es/fibrosis-pulmonar-idiopatica/como-son-pulmones.html>
- [40] B. Altamirano (2017, Octubre 13) VALORACIÓN DEL PACIENTE Segunda parte, Universidad Autónoma del Estado de México [Online]. Available: http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/70132/secme-16151_2.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- [41] B. Altamirano (2024) VALORACIÓN DEL PACIENTE Segunda parte, Universidad Autónoma del Estado de México [Online]. Available: <https://www.revistas.unam.mx/index.php/rfm/article/download/74128/65505>
- [42] Mable. Gerez (2024) carreras obs anatomo presart [Online]. Available: <https://fhu.unse.edu.ar/carreras/obs/anatomo/presart.pdf>
- [43] MINSALUD (2024) USO E INTERPRETACIÓN DE LA OXIMETRIA DE PULSO [Online]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/uso-interprtn-oximetria-pulso.pdf>
- [44] cdc.gov (2024) La influenza y usted [Online]. Available: https://www.cdc.gov/flu/resource-center/images/multi-language-pdfs/flu_and_you_spanish.pdf

- [45] T. Pareja, M. Paz, R. Chavez (2024) NÁUSEAS, VÓMITO Y DIARREA [Online]. Available: https://www.segg.es/download.asp?file=/tratadogeriatría/pdf/s35-05%2052_iii.pdf
- [46] E. Uguellés, M. Barrio, M. Martínez, M. Antelo, "Tos persistente", Hospital Infantil La Paz, Madrid 2024
- [47] Mentalhealth.va.gov (2024) SALUD PULMONAR Y TABAQUISMO [Online]. Available: https://www.mentalhealth.va.gov/quit-tobacco/docs/VAM_TH-125-Lung-Health-and-Smoking-One-Page-Spanish-508.pdf
- [48] A. Palomares (2024) neumosur [Online]. Available: https://www.neumosur.net/files/area_pacientes/Grupo_de_trabajo_GIREN_neumonia.pdf

ANEXOS

ANEXO 1: *Manual de uso del sistema laboratorio virtual*

El laboratorio virtual desarrollado con tecnología realidad virtual (VR), se centra en el campo médico, con el propósito de facilitar la instrucción, funcionamiento y evaluación de un modelo simulado de sistema cardio-respiratorio, este entorno está diseñado para estudiantes de las carreras de la facultad de ciencias de la salud de la Universidad Nacional de Chimborazo, proporcionando apoyo en su fase inicial de aprendizaje.

Visualización del entorno virtual mediante Oculus Quest 2

Los Oculus Quest 2, como se presenta en la figura 1 son gafas de realidad virtual que permiten a los usuarios ver y experimentar entornos tridimensionales inmersivos, permitiendo observar el laboratorio virtual diseñado para fines educativos en el campo médico.



Figura 1 Oculus Quest 2

Mandos

El Oculus Quest 2 cuenta con dos controladores, esenciales para la navegación dentro de estos entornos tridimensionales, tal como se evidencia en el laboratorio virtual desarrollado como se muestra en la figura 2.

Mando derecho

El mando derecho cuenta con las siguientes funcionalidades dentro del ambiente virtual:

Jostyn (J): Facilita la locomoción en ambas direcciones, siendo necesario presionar el jostyn que está representada con la letra J del mando de los Oculus.

Rayo (G): Al iniciar el juego estará en la escena de menú, en el mando derecho estará un rayo que permitirá seleccionar los botones de empezar, seleccionar y salir se tiene que apuntar con el rayo a cada botón y presionar el pulsador que está representada con la letra G de los Oculus lo cual dirigirá a la siguiente escena.

Seleccionar (S): Al estar en la escena principal que es el laboratorio virtual, se encontrara con una consola con botones y para seleccionar se debe presionar el gatillo del mando derecho de los Oculus que está representada con la letra (S).



Figura 2 Controlador derecho Oculus

Mando izquierdo

El mando izquierdo, visualizado en la figura 3, cuenta con las siguientes funcionalidades dentro del ambiente virtual:

Jostyn (M): Facilita la movilidad de giros en ambas direcciones, siendo necesario presionar el jostyn que está representada con la letra M del mando de los Oculus.

Rayo (G): Al iniciar el juego estará en la escena de menú, en el mando izquierdo estará un rayo que permitirá seleccionar los botones de empezar, seleccionar y salir se tiene que apuntar con el rayo a cada botón y presionar el pulsador que está representada con la letra G de los Oculus lo cual dirigirá a la siguiente escena.

Seleccionar (S): Al estar en la escena principal que es el laboratorio virtual, se encontrara con una consola con botones y para seleccionar se debe presionar el gatillo del mando izquierdo de los Oculus que está representada con la letra (S).



Figura 3 Controlador izquierdo Oculus.

Siguiendo las instrucciones proporcionadas, es posible interactuar con el entorno virtual utilizando los equipos mencionados brindando a los estudiantes la oportunidad de disfrutar de una experiencia única.

ANEXO 2: Encuesta de conocimientos aplicados a los estudiantes

1. ¿El corazón este compuesto por tejido muscular, tejido conectivo, vasos sanguíneos y sus dimensiones se aproxima al tamaño de un puño?

Verdadero Falso
2. ¿La estructura de los pulmones presentan una apariencia sólida y están cubiertos por una membrana llamada pleura?

Verdadero Falso
3. ¿El pulmón derecho tiene 3 lóbulos que son (superior, medio e inferior) y el pulmón izquierdo tiene 1 lóbulo (superior)?

Verdadero Falso
4. ¿En condiciones normales la saturación de Oxígeno debe estar en el rango de 95% al 100%?

Verdadero Falso
5. ¿La frecuencia cardiaca es el número de veces que se contrae el corazón durante un minuto y se expresa (lpm)?

Verdadero Falso
6. ¿La taquicardia ventricular se distingue por ser una arritmica cardiaca, con un ritmo cardiaco anormal que oscila entre 100 hasta 250 lpm y la ausencia de complejos QRS en señal eléctrica?

Verdadero Falso
7. ¿La gripe también llamada influenza es una infección respiratoria, se trata de una enfermedad contagiosa que impacta principalmente a la nariz, garganta, bronquios y ocasionalmente a los pulmones?

Verdadero Falso
8. ¿La tos seca produce esputo o mucosidad?

Verdadero Falso
9. ¿La temperatura corporal es la evaluación del calor interno del organismo y se expresa en grados Celsius o Fahrenheit y no experimenta variaciones en distintas zonas del cuerpo?

Verdadero Falso
10. ¿Los elementos que componen la presión arterial, son presión arterial sistólica y presión arterial diastólica?

Verdadero Falso

ANEXO 3: EN LA TABLA 14 SE OBSERVAN LOS DATOS OBTENIDOS DEL USO DEL ENTORNO VIRTUAL

Tabla 14 Tests antes y después del uso de la aplicación

Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
Antes	Después	Antes	Después
8	10	5	8
7	7	7	8
6	9	5	9
5	10	6	7
6	10	7	8
7	9	6	10
6	8	6	9
7	9	5	8
7	8	6	10
6	8	7	9
5	7	7	10
7	10	6	8
8	9	7	9
7	10	5	9
7	8	6	8
9	10	7	10
7	10	5	8
8	10	6	9
7	9	7	10
5	9	8	10
7	10		

ANEXO 4: RESULTADOS

Se obtuvieron resultados de la evaluación de satisfacción del entorno virtual en Google forms vistas en las figuras 1,2,3,4,5,6,7,8,9.

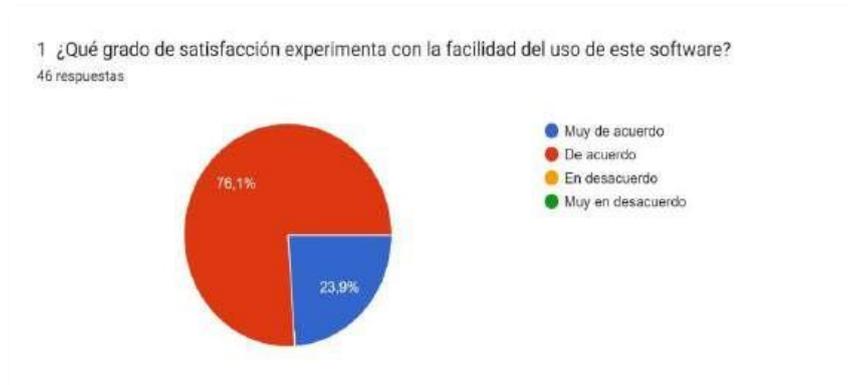


Figura 1 Resultados encuesta de satisfacción pregunta 1.

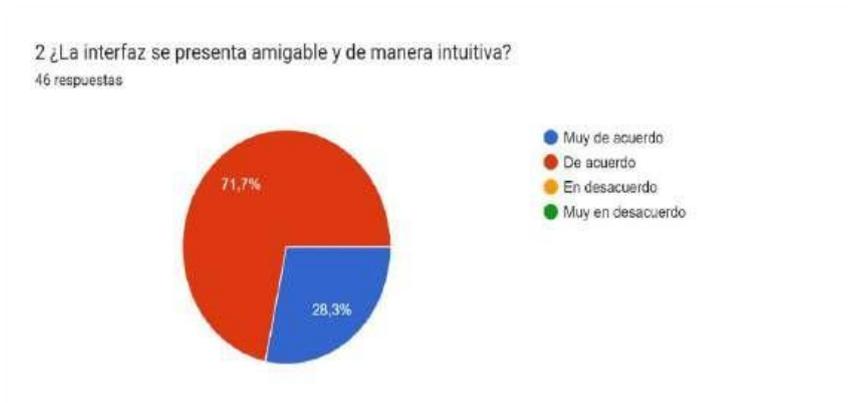


Figura 2 Resultados encuesta de satisfacción pregunta 2.

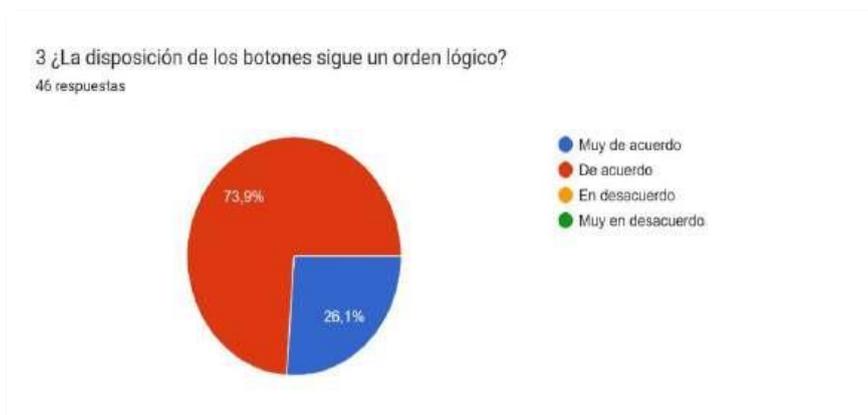


Figura 3 Resultados encuesta de satisfacción pregunta 3.

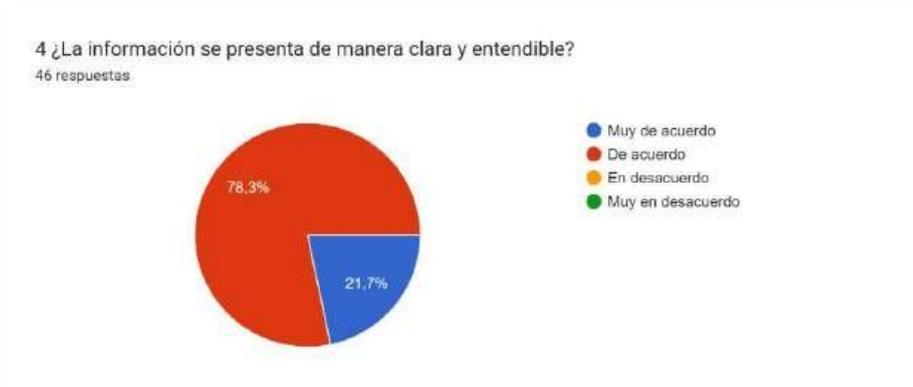


Figura 4 Resultados encuesta de satisfacción pregunta 4.

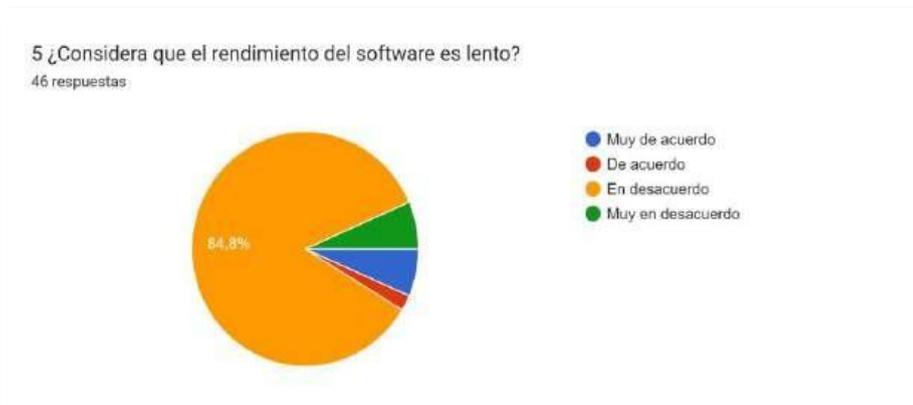


Figura 5 Resultados encuesta de satisfacción pregunta 5.

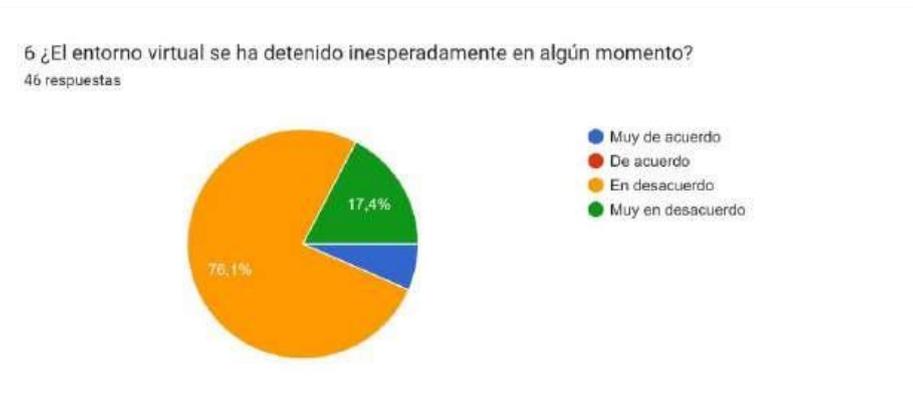


Figura 6 Resultados encuesta de satisfacción pregunta 6.

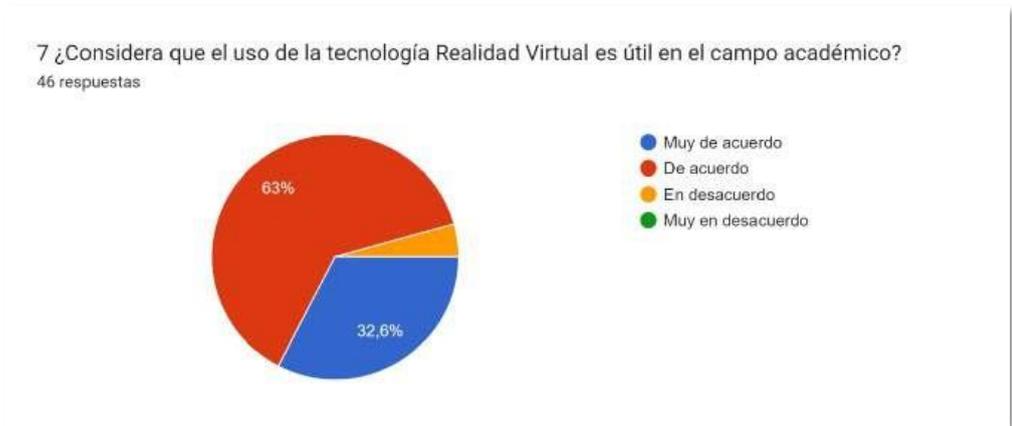


Figura 7 Resultados encuesta de satisfacción pregunta 7.

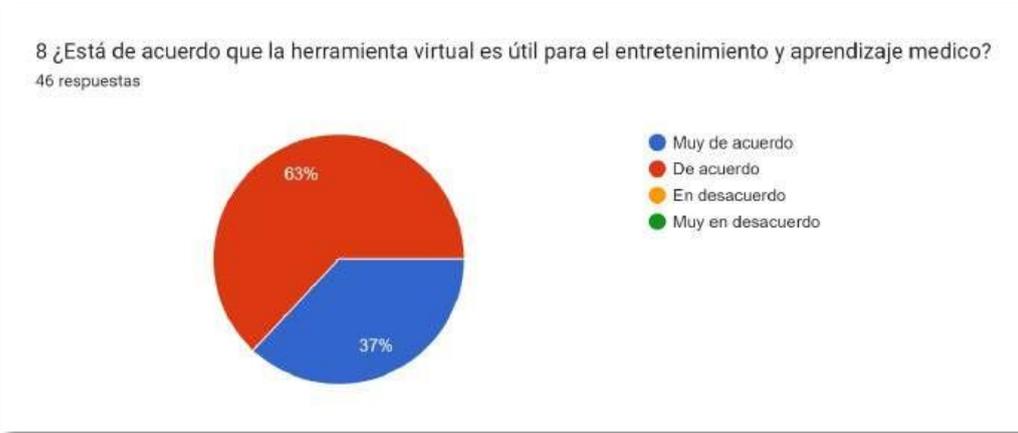


Figura 8 Resultados encuesta de satisfacción pregunta 8.

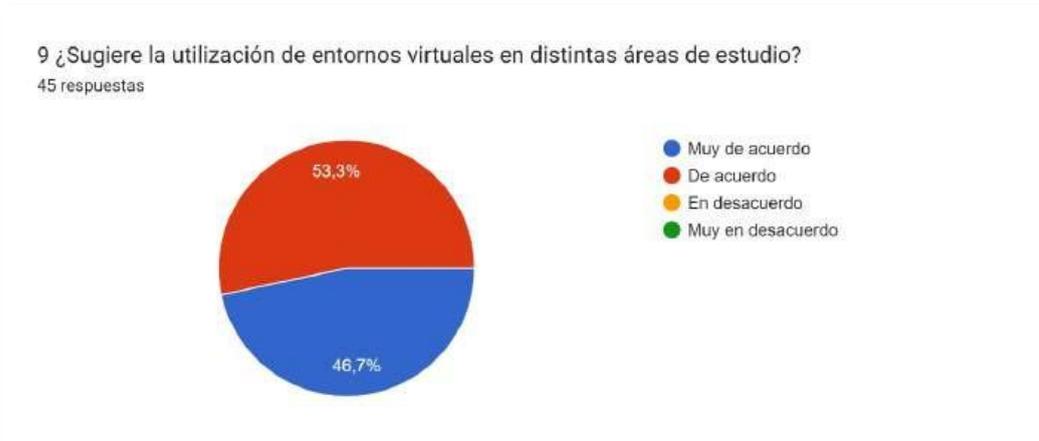


Figura 9 Resultados encuesta de satisfacción pregunta 9.

ANEXO 5: FIGURAS 1,2,3,4,5 ALUMNOS INTERACTUANDO CON EL ENTORNO VIRTUAL



Figura 1 Validación entorno virtual por estudiantes.



Figura 2 Validación entorno virtual por estudiantes.



Figura 3 Validación entorno virtual por estudiantes.



Figura 4 Validación entorno virtual por estudiantes.



Figura 5 Validación entorno virtual por estudiantes.