



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE OPTOMETRÍA

**“DISEÑO DE UN JUEGO VIRTUAL COMO
TERAPIA DE AMBLIOPÍA PARA LA CARRERA
DE OPTOMETRÍA DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE MANABÍ”**

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
LICENCIADO EN OPTOMETRÍA

AUTORES:

MENDOZA HIDROVO JONATHAN ANDRES
SALTOS CAICEDO GEMA JOSSENKA

TUTORA:

DRA. PATRICIA DURÁN OSPINA

PORTOVIEJO – MANABÍ – ECUADOR

2018

Contenido

DEDICATORIA	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	V
CERTIFICACIÓN DEL RESIVOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	V
CERTIFICACIÓN DE LOS AUTORES DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	V
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	VI
DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE AUTOR	VII
RESUMEN.....	IX
SUMMARY	X
CAPÍTULO I.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 ANTECEDENTES.....	3
1.4 JUSTIFICACIÓN	4
1.5 DELIMITACIÓN DEL TEMA	6
1.6 OBJETIVOS	6
1.6.1OBJETIVO GENERAL.....	6
1.6.2OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
CAPÍTULO II	7
2.1 MARCO TEÓRICO.....	7
2.2 VARIABLES	24
2.2.1VARIABLE INDEPENDIENTE.....	24
2.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE	24
2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	24
CAPÍTULO III.....	27
3.1 DISEÑO METODOLÓGICO	27
3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	29
3.1.2 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	29
3.1.3 MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	29
3.1.4 FUENTES DE INFORMACION.....	30

3.1.5 RECURSOS	30
3.1.6 Recursos Humanos.....	30
3.1.7 Recursos Institucionales.....	31
3.1.8 Recursos Físicos.....	31
3.2. ASPECTOS ÉTICOS Y LEGALES	31
3.2.1 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	32
3.2.3 CONCLUSIONES	38
3.2.4 RECOMENDACIONES	38
BILIOGRAFIA	40
ANEXOS.....	43

DEDICATORIA

Gema Jossenka Saltos Caicedo

Dedico este logro de manera especial a Dios, por permitirme tener vida, salud y poder realizar uno de mis propósitos que es ser licenciada en optometría.

A mi papá, por su lucha constante y su amor latente todo el tiempo, por cada consejo y cada gesto de cariño y orgullo que han guiado mis pasos a lo largo de mi vida, por impulsarme con amor y valor para tomar decisiones y confiar en cada una de las decisiones que tomaba, por todo el sacrificio que ha hecho por mí y por ser el mejor padre del mundo.

A mi esposo por apoyarme a lo largo de mi carrera y por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su apoyo y amor incondicional.

A mi amado hijo Axel por ser mi fuente de inspiración y motivación para poder superarme cada día más y que la vida nos depare un mejor futuro.

A mi Tía Tania Alcívar quien con sus palabras de aliento no me dejaba decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla mis ideales.

A mi abuelita, hermanos tíos paternos y mis primas por su apoyo incondicional por confiar en mí y apoyarme.

Mis amigos, por permitirme aprender más de la vida a su lado.

DEDICATORIA

Jonathan Andrés Mendoza Hidrovo

Dedico este logro de manera especial a Dios que me permitió vivir, el que siempre me acompaña día a día, gracias a el voy a culminar unos de mis sueños anhelados que es el de ser un profesional.

Esta tesis la dedico a mi madre que estuvo siempre a mi lado brindándome su mano amiga dándome a cada instante una palabra de aliento para llegar a culminar mi profesión.

A mis hermanos que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica.

A mi madre Verónica, por el apoyo que siempre me brindo día a día en el transcurso de toda mi carrera universitaria.

A Mis amigos, Verónica, Evelyn, Estefanía, Adriana, Mario, Juan, Gema y Ana por permitirme aprender más de la vida a su lado.

AGRADECIMIENTO

Gema Jossenka Saltos Caicedo

Agradezco infinitamente a mi tutora, la Dra. Patricia Durán Ospina, por brindarnos su conocimiento para poder realizar este proyecto, por su apoyo incondicional y por su guía durante el desarrollo de nuestra tesis.

Muchas gracias Dra. Yazmin Álvarez Uribe por asesorarnos con el prototipo del juego y a la Licenciada Ligbel Josefina Sánchez por ayudarnos con la estructura de nuestro proyecto.

A mi papá por haberme dado la mejor educación y por haberme enseñado que con esfuerzo, constancia y trabajo todo se consigue.

A mi suegra por todo el apoyo que me ha brindado durante mi carrera profesional.

A mi pequeña familia gracias por ser el pilar fundamental en mi vida por apoyarme siempre y darme tantas alegrías.

A mis docentes, gracias por compartir sus conocimientos y enseñanzas a lo largo de mi carrera universitaria, brindándome la mejor formación profesional.

A mi tía Tania que es como mi madre, gracias por estar conmigo en todo momento, y confiar en mí.

Agradezco de manera especial a los ingenieros que colaboraron con el desarrollo del juego virtual.

AGRADECIMIENTO

Jonathan Andrés Mendoza Hidrovo

Agradezco infinitamente a mi tutora, la Dra. Patricia Durán Ospina, por compartir su conocimiento para poder realizar este proyecto, por su apoyo incondicional y por su guía durante el desarrollo de nuestra tesis.

A mi mamá por haberme fomentado el deseo de superación de ir más allá de alcanzar metas y conseguir una profesión y por inculcarme valores morales y éticos.

A Verónica Zambrano, a quien cariñosamente la denomino (mami Vero), también le dedico este logro porque en momentos de dificultades su apoyo siempre fue constante.

A mis docentes, gracias por impartir sus conocimientos y enseñanzas a lo largo de mi carrera universitaria, brindándome la mejor formación profesional.

Un agradecimiento muy especial a mis amigos Hiter Zambrano y Adacita

Albán, por haberme abierto las puertas de su empresa y haberme brindado su confianza, gracias a ellos logre culminar mis estudios.

A Orlis Ugalde y Karina Mendoza por el apoyo incondicional a lo largo de estos cinco años de carrera universitaria.

Agradezco de manera especial a los ingenieros que colaboraron con el desarrollo del juego virtual.

A mis amigos por confiar y creer en mí y haber hecho mi etapa universitaria un trayecto de vivencia que nunca olvidaré

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Yo, **Patricia Durán Ospina, Mg.**, en calidad de tutora del trabajo de titulación: "DISEÑO DE UN JUEGO VIRTUAL COMO TERAPIA DE AMBLIOPIA PARA LA CARRERA DE OPTOMETRIA DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI", de los señores estudiantes de la Escuela de Optometría: **Salto Caicedo, Gema Jossenka y Mendoza Hidrovo, Jonathan Andrés**; tengo a bien certificar que el trabajo de titulación ha sido finalizado en su totalidad bajo mi tutoría.

El presente trabajo es original de los autores y ha sido realizado bajo mi supervisión y dirección, habiendo cumplido los requisitos reglamentados y exigidos por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica de Manabí, para la elaboración de trabajos de titulación, previo a la obtención del título de Licenciado en Optometría.

Este certificado se expide a petición de la parte interesada en la ciudad de Portoviejo al día 14 del mes de diciembre del año dos mil dieciocho.



Patricia Durán Ospina, Mg.

TUTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Recibido por el Revisor: _____



Alberto Campos García, PhD.

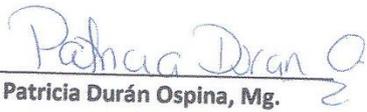
CERTIFICACIÓN DEL RESIVOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICADO DEL REVISOR

Yo, **Alberto Campos García, PhD.**, en calidad de REVISOR del trabajo de titulación: "DISEÑO DE UN JUEGO VIRTUAL COMO TERAPIA DE AMBLIOPIA PARA LA CARRERA DE OPTOMETRIA DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI", de los señores estudiantes de la Escuela de Optometría: **Salto Caicedo, Gema Jossenka y Mendoza Hidrovo, Jonathan Andrés**; tengo a bien certificar que el trabajo de titulación ha sido finalizado en su totalidad y cumple con los requisitos reglamentados y exigidos por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica de Manabí, para la presentación de trabajos de titulación, previo a la obtención del título de Licenciado en Optometría.
Este certificado se expide a petición de la parte interesada en la ciudad de Portoviejo al día 14 del mes de diciembre del año dos mil dieciocho


.....
Alberto Campos García, PhD.
REVISOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Recibido por el (la) Tutor (a):


Patricia Durán Ospina, Mg.

CERTIFICACIÓN DE LOS AUTORES DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICACION DE AUTORES DE TRABAJO DE TITULACION

Nosotros, egresados de la escuela de Optometría de la Facultad de Ciencias de la Salud. Mendoza Hidrovo Jonathan Andrés y Saltos Caicedo Gema Jossenka autores del trabajo de titulación “DISEÑO DE UN JUEGO VIRTUAL COMO TERAPIA DE AMBLIOPÍA PARA LA CARRERA DE OPTOMETRÍA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ” certificamos que se realizaron todas las correcciones indicadas por nuestra tutora Dra. Patricia Duran Ospina, con lo cual se concluye nuestro trabajo de Titulación.

Es todo cuanto podemos certificar en honor a la verdad, con la finalidad de continuar con el trámite correspondiente para la designación de tribunal de revisión, titulación y evaluación, además de fecha de sustentación del trabajo de titulación.


Saltos Caicedo Gema
CI:131484335-8


Mendoza Hidrovo Jonathan
CI: 135024599-7

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Universidad Técnica de Manabí
Facultad Ciencias de la salud
Escuela de Optometría

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE LA DEFENSA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Licenciado Marcos Raúl Vinces Centeno Mg. Sc Vicedecano de la Escuela de Optometría certifica que:

Una vez revisados los archivos que reposan en la secretaria del vicedecanato bajo mi dirección se pudo constatar que los estudiantes: **MENDOZA HIDOROVO JONATHAN ANDRES** y **SALTOS CAICEDO GEMA JOSSENKA**, defendieron y aprobaron el trabajo de titulación: " **DISEÑO DE UN JUEGO VIRTUAL COMO TERAPIA DE AMBLÍOPIA PARA LA CARRERA DE OPTOMETRÍA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**", el día 5 de febrero del 2019 como requisito previo para la obtención del título de **LICENCIADO EN OPTOMETRÍA**.

Dado en la ciudad de Portoviejo a los 02 días del mes de abril de 2019.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE OPTOMETRÍA

MSc. Marcos Vinces Centeno
VICEDECANO



DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE AUTOR

DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, MENDOZA HIDROVO JONATHAN ANDRES Y SALTOS CAICEDO GEMA JOSSENKA, egresados de la Facultad de Ciencias de la Salud. Escuela de Optometría de la Universidad Técnica de Manabí, declaramos que el presente trabajo de Titulación “DISEÑO DE UN JUEGO VIRTUAL COMO TERAPIA DE AMBLIOPÍA PARA LA CARRERA DE OPTOMETRÍA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ”, es de nuestra completa autoría y ha sido realizado bajo absoluta responsabilidad, y con la supervisión del tutor del trabajo de Titulación.

Toda responsabilidad con respecto a la investigación con sus respectivos resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas en este trabajo de titulación, pertenecen exclusivamente a los autores.

Saltos Caicedo Gema
CI:131484335-8

Mendoza Hidrovo Jonathan
CI: 135074599-7

TEMA

DISEÑO DE UN JUEGO VIRTUAL COMO TERAPIA DE
AMBLIOPÍA PARA LA CARRERA DE OPTOMETRÍA DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolló un juego virtual para realizar terapias de ambliopías utilizando realidad virtual, para esto primeramente se realizó un análisis de otros juegos virtuales que han sido creados como el *Dig Rush*, *Diplopía*, *Tetris* entre otros. Se decidió desarrollar un juego virtual desde la perspectiva tecnológica e innovadora con la ventaja de que es el primer juego virtual en español que se creó en Ecuador. Para la programación del juego se utilizó el lenguaje de programación C Sharp (Lenguaje de programación) y el IDE (entorno de desarrollo integrado) que es el Unity (plataforma de desarrollo de videojuegos), también se usaron softwares como Blender y Autocad (programas para el desarrollo de figuras del videojuego). Con el juego virtual desarrollado además de ser usado como terapia para ambliopía, se podrá evaluar si hay problemas acomodativos o hay supresión, también se creó un juego adicional que permitirá definir si el paciente tiene alguna alteración del color. Al final del trabajo se realizó una encuesta a los optómetras que trabajan con pacientes pediátricos y realizan terapias visuales, para evaluar el interés que tienen en adquirir el juego virtual. Se puede concluir que los videojuegos serán de gran aceptación por parte de los profesionales y los pacientes ya que es un proyecto innovador y tecnológico.

Palabras claves: Software para ambliopía, juego virtual para terapia visual, realidad virtual, terapia visual, ambliopía, programación.

SUMMARY

In the present work, a virtual game was developed to perform amblyopia therapies using virtual reality. For this, an analysis of other virtual games that have been created, such as Dig Rush, Diplopia, Tetris, among others, was carried out. It was decided to develop a virtual game from the technological and innovative perspective with the advantage that it is the first virtual game in Spanish that was created in Ecuador. For the programming of the game, the programming language C Sharp (Programming Language) and the IDE (integrated development environment), which is the Unity (videogame development platform), were also used, such as Blender and Autocad (programs for the development of videogame figures). With the virtual game developed in addition to being used as therapy for amblyopia, it will be possible to evaluate if there are accommodative problems or there is suppression, an additional game was also created that will allow to define if the patient has any alteration of the color. At the end of the work, a survey was conducted of the optometrists who work with pediatric patients and perform visual therapies to evaluate the interest they have in acquiring the virtual game. It can be concluded that videogames will be highly accepted by professionals and patients as it is an innovative and technological project.

Keywords: Software for amblyopia, virtual game for visual therapy, virtual reality, visual therapy, amblyopia, programming

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta el desarrollo de una aplicación informática como terapia para ambliopía, que va a permitir que los pacientes interactúen con el juego utilizando la realidad virtual, se investigó sobre las diferentes librerías que ya están predeterminadas para facilitarnos el desarrollo del juego, además del (IDE) entorno de desarrollo que mejor se adapte al juego virtual.

La propuesta de valor de esta aplicación es un juego basado en realidad virtual que va a permitir realizar terapias de ambliopía incorporando la parte óptica con la tecnología, la característica principal de este nuevo enfoque es utilizar ambos ojos con la finalidad de mejorar la visión binocular. La implementación del juego se basa en la exposición del paciente a condiciones artificiales de visión. Con este juego se busca mejorar la calidad visual de pacientes con ambliopía ajustando el juego a las necesidades del paciente de manera que no solamente se trabaje la funcionalidad del ojo ambliope sino también otros factores como las funciones binoculares a partir de la reducción de la supresión.

Es una aplicación innovadora puesto que el juego se basa en realidad virtual, utilizando sistemas operativos compatibles con Android y Windows, este tipo de tratamiento se puede ajustar a pacientes de diferentes edades y a las habilidades e intereses de cada uno. Estos videojuegos además de mejorar las funciones visuales, pueden desarrollar capacidades y habilidades cognitivas en los niños acorde a los grupos de edades. Todo esto garantiza lograr altos niveles de aceptación del tratamiento.

La metodología usada en el presente trabajo es el modelo “*design thinking*”. Este es un diseño que es utilizado en proyectos de innovación, desarrollando paso a paso la creación de la aplicación del videojuego basado en realidad virtual, de esta manera crear ideas innovadoras sobre terapias visuales que respondan a las necesidades de cada paciente. También se utilizará el modelo *CANVAS*, enfocado principalmente en la comercialización de la aplicación, promocionando las

características y beneficios del videojuego de realidad virtual vinculando a la población y al profesional en salud visual a la integración con la tecnología.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ambliopía puede tratarse de diferentes formas, el tratamiento más conocido es el de la oclusión, este tipo de tratamiento trata de que el ojo bueno no reciba nada de luz, para que el ojo ambliope intente ver bien, sin embargo, en la optometría comportamental se plantean otras terapias.

Los tratamientos de terapia visual para tratar la ambliopía se utilizan técnicas para que los dos ojos trabajen en conjunto. Los avances tecnológicos nos permiten realizar juegos virtuales como parte de la terapia visual para obtener mayor confort visual por parte de los pacientes, puesto que día a día la tecnología se está acoplando a los ámbitos biomédicos.

A nivel mundial se encuentra la clínica UVEA de Europa Central, es el primer centro especializado en el tratamiento de ambliopía con métodos convencionales y el uso de realidad virtual. Un grupo de investigadores de la clínica estudió un par especial de gafas útiles en el tratamiento de la ambliopía, más comúnmente conocida como “ojo perezoso o vago”. Los médicos de la clínica UVEA de Martin han diseñado gafas para un videojuego que pueden reactivar la funcionalidad del ojo perezoso.

Según lo declarado por el doctor Anders Rustand Holm¹, “los pacientes usan gafas para la realidad virtual que muestran dos imágenes diferentes por ojo y comienzan a jugar con un videojuego, navegar con una nave espacial o jugar al baloncesto”. Para jugar es necesario usar ambos ojos, entonces se puede mejorar la visión forzando al ojo perezoso a cooperar con el ojo sano.

En los últimos dos años, 49 pacientes, 24 adultos (24-46 años) y 25 niños (5 a 16 años), han sido tratados con este método, con buenos resultados también en sujetos adultos, para los cuales anteriormente no había posibilidad de recuperación.¹

En el Ecuador aún no se ha creado ningún juego virtual como terapia para la ambliopía.

En la actualidad la falta de terapia visual conlleva a una delimitación en el desarrollo de las actividades diarias, a las personas que tienen ambliopía y además la mayoría de centros ópticos en Portoviejo no realizan terapias visuales para tratar esta patología, porque no hay profesionales especializados en terapia visual. Con la creación del juego virtual se pretende dar una solución tecnológica para el tratamiento de ambliopía, otorgando un juego fácil de manejar para los pacientes, sobre todo para los niños. Para la solución a esto se realiza la siguiente interrogante: ¿La aplicación de realidad virtual va a mejorar la calidad visual del paciente? Es por eso que se desarrolló este juego con la finalidad de compaginar con las terapias manuales y en el mejor de los casos poder sustituirlas.

1.3 ANTECEDENTES

La realidad virtual como tecnología, es un concepto reciente pero ya muy conocido y extendido en el sector tecnológico. Más aun en la industria de los videojuegos, la RV (realidad virtual) está creciendo a un ritmo vertiginoso y cada vez hay más propuestas interesantes que apuestan por acercarse a un futuro utópico.

Visionary: Es una herramienta que combina videojuegos con terapia visual. Lo que resulta muy ameno y divertido para los pacientes. Con ella se puede realizar de forma más eficaz el tratamiento de la ambliopía, estrabismo, problemas vergenciales, parálisis oculomotoras, etc. Lo mejor es que, a pesar de estar basado en juegos, no es solo para los más pequeños, sino que está adaptado a todas las edades, haciendo que niños y adultos puedan disfrutar de la herramienta. ²

Con esta nueva herramienta se ofrecen soluciones para tratamientos de terapia visual para utilizar en casa o en la clínica, pero en todo caso, siempre bajo la supervisión de un especialista. Con Visionary el profesional decidirá que se adapta mejor a cada caso: anáglifos, samrtTV, proyección polarizada, eye tracker (dispositivo de medición de la posición y el movimiento de los ojos), realidad virtual etc. ²

Virtual Vision: Las aplicaciones creadas por esta empresa sirven para gestionar los pacientes, así como su progreso durante la terapia y para lanzar los juegos que ellos prefieran.

Con el seguimiento de VirtuaVision se conoce el compromiso del paciente con la terapia.³

Ubisoft (compañía desarrolladora y distribuidora de juegos): Creó un videojuego que ayuda a combatir la ambliopía, o como mejor se lo conoce, la enfermedad del ojo perezoso. Se trata de Dig Rush (videojuego de ambliopía), un sencillo puzzle (rompecabezas) en 2D cuyos personajes sobresalen por sus colores cuando se usa gafas 3D.

El juego ha sido diseñado para estimular los ojos y además mejorar la capacidad del cerebro para compensar las fortalezas y debilidades del ojo afectado (como también del otro ojo) para que la imagen percibida por el cerebro sea más nítida. El proyecto es liderado por investigadores de la Universidad de McGill, quienes eligieron a Ubisoft como el desarrollador que llevaría a este proyecto de la teoría a la realidad.⁴

1.4 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto tiene como finalidad desarrollar una aplicación informática que es la creación de dos videojuegos uno que será desarrollado para Android(sistema operativo que se emplea en dispositivos móviles) basado en realidad virtual y el otro juego se desarrollará para Windows (conjunto de programas que posibilita la administración de los recursos de una computadora) utilizando efectos de tercera dimensión ambos para terapia de ambliopía, creando así la anexión del cliente con la tecnología, de manera que sus necesidades visuales sean complementadas bajo un campo innovador.

La idea del juego virtual nace a partir de la necesidad de innovar con nuevas ideas sobre terapias visuales utilizando la realidad virtual para de esta manera adentrarnos poco a poco en la tecnología. Este proyecto es innovador porque uno de los mayores problemas por el cual no se realizan terapias visuales es porque muchas veces los padres no tienen el tiempo de llevar a sus hijos al consultorio para poder realizar las terapias y de realizarlas en casa sin el profesional a cargo también resulta complejo par a padres e hijos y por ello no hay mejoría en dichos pacientes, con este nuevo juego virtual los niños pueden realizar sus terapias desde casa ya que se podrá

descargar en sus celulares o tablets de manera que el juego virtual resultara divertido y entretenido para los niños y a su vez están trabajando su capacidad visual, motora y también ciertas destrezas que pueden llegar a desarrollar con el videojuego.

La aplicación de realidad virtual pretende mejorar la agudeza visual; que, a diferencia de la oclusión, se requiere utilizar ambos ojos para completar actividades terapéuticas. La mejoría de la visión monocular se espera a partir de la estimulación preferencial del ojo ambliope, mediante la presentación, solamente al ojo ambliope, de los elementos más dinámicos activos e interesantes de la imagen, mientras que al ojo sano se le mostrara imágenes de menos interés y gran parte de la imagen debe presentarse en ambos ojos con el objetivo de favorecer la fusión.

Con esta aplicación, los pacientes podrán experimentar nuevas terapias visuales de manera virtual lo cual será más llamativo y fácil de realizar en pacientes pediátricos. Los softwares disponibles en la actualidad vienen en inglés y este será en español puesto que será una buena opción para pacientes de habla hispana. Además, la Escuela de Optometría de la Universidad Técnica de Manabí, será también beneficiada con el uso del juego de realidad virtual para pacientes ambliopes que acuden al Centro de Simulación y puedan utilizar el videojuego, facilitándole al docente y a el estudiante una herramienta en la que podrá interactuar de mejor manera con sus estudiantes por medio del campo tecnológico.

Es importante detallar que en el desarrollo de este juego virtual intervinieron dos escuelas de distintas facultades, como lo es la escuela de Ciencias Básicas e Informática y la Escuela de Optometría, con el propósito de unificar conocimientos para la realización de este proyecto de innovación y emprendimiento.

Desde esta perspectiva, se implementará una nueva tendencia de terapia visual que existe en mercados de los países de primer mundo, aportando a la optometría con innovaciones tecnológicas.

A pesar de que existen otros prototipos creados a nivel mundial, este trabajo será pionero en Ecuador en cuanto a la creación de un videojuego de realidad virtual como tratamiento para la ambliopía.

1.5 DELIMITACIÓN DEL TEMA

CAMPO	Tecnología e innovación
AREA DE CONOCIMIENTO	Salud Pública
ASPECTO	Terapias visuales para ambliopía
SUJETO DE ESTUDIO	Aplicación informática para terapias visuales
AREA GEOGRÁFICA	Provincia de Manabí – Cantón Portoviejo
TIEMPO	Agosto – Diciembre /2018
LINEA DE INVESTIGACIÓN	Gestión de emprendimiento e innovación

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un juego virtual como terapia para ambliopía para la carrera de optometría de la universidad técnica de Manabí.

1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar sobre los softwares virtuales que utilizan terapias virtuales para ambliopía.
- Proponer una nueva terapia visual basada en realidad virtual que permita mejorar la calidad visual del paciente.
- Implementar el juego virtual con comandos que le permitan al usuario interactuar con la realidad virtual.
- Evaluar los prototipos de softwares de terapia visual como una prueba piloto.

CAPÍTULO II

2.1 MARCO TEÓRICO

Se realizó un análisis e investigación sobre los distintos programas de desarrollo informático, seleccionando el software (Conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas) más adecuados para la creación de la aplicación. A continuación, se desglosará las plataformas virtuales y programas de desarrollo informático utilizados para la creación de la aplicación.

Las aplicaciones son un tipo de programa informático diseñado como herramienta para permitir a los usuarios realizar uno o diversos tipos de trabajo. Esto las diferencia principalmente de otros tipos de programas como los sistemas operativos (que hacen funcionar al ordenador), las utilidades (que realizan tareas de mantenimiento o de uso general), y los lenguajes de programación (con el cual se crean los programas o aplicativos informáticos).⁵

La realidad virtual supone un cambio cualitativo con respecto a otras tecnologías, como la televisión o la pantalla de un ordenador, ya que permite una inmersión total en una simulación de la realidad donde el usuario puede interactuar con el mundo virtual, de una forma similar a como interactúa con el mundo real.⁶



Imagen 1 Tecnología y Realidad Virtual. Obtenido de Virtualduckeye

Programas de desarrollo informático

Los programas que se utilizaron para la creación de la aplicación informática, fueron seleccionados por sus bajos costos y alta capacidad tecnológica para el proceso de desarrollo del prototipo.

C Sharp

Es un lenguaje de programación orientado a objetos. Con este nuevo lenguaje se quiso mejorar los dos lenguajes anteriores de los que deriva el C, y el C++.⁷

Con el C SHARP se pretendió que incorporase las ventajas o mejoras que tiene el lenguaje JAVA. Así se consiguió que tuviese las ventajas del C y del C++. Pero además la productividad que posee el lenguaje JAVA y se le denominó C SHARP.⁷

Su sintaxis es muy similar a la del JAVA, y usa un lenguaje de programación independiente diseñado para generar programas sobre dicha plataforma.⁷

Unity

Es un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies (Tecnologías Unity). Unity (motor de videojuego) está disponible como plataforma de desarrollo para Microsoft Windows, OS X, Linux (sistema operativo multiplataforma, multiusuario y multitarea). La plataforma de desarrollo tiene soporte de compilación con diferentes tipos de plataformas.⁸

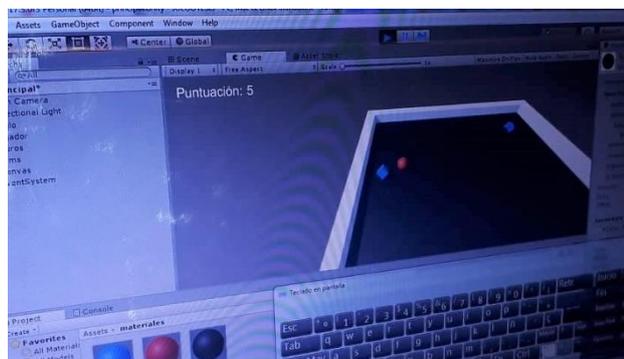


Imagen 2 Primer prototipo del videojuego desarrollado en Unity, las imágenes implementadas son en 3D (Autoría Propia)

Visual Studio. - Es un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) para sistemas operativos Windows. Soporta múltiples lenguajes de programación, tales como C++, C#, Visual Basic.⁹

Autocad. - Es un programa de diseño de infraestructuras y piezas de todo tipo, que permite trabajar con planos en dos y tres dimensiones, y realizar renderizados fotorrealistas.¹⁰

Blender. - Es un programa informático, que se dedica especialmente al modelo, iluminación, renderizado, animación y creación de gráficos tridimensionales. También de composición digital utilizando la técnica procesal de nodos, edición de vídeo, escultura (incluye topología dinámica) y pintura digital. En Blender, además, se pueden desarrollar vídeo juegos ya que posee un motor de juegos interno.¹¹

Gafas VR (realidad virtual)



Imagen 2 Gafas de realidad virtual adquiridas para el videojuego

A continuación, se presentará una recopilación de algunas de las características técnicas de los principales modelos de gafas de RV disponibles en la actualidad. Existen tres tipos:¹²

Smartphone's Display (Pantalla de teléfono inteligente): Utilizan un Smartphone como hardware (Conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una computadora o un sistema informático) principal, tanto para los sensores, procesamiento y visualización de las imágenes.

Head Mounted Display (Casco de realidad virtual): Son dispositivos que cuentan con todo el hardware necesario incorporado. Las gafas de realidad virtual no necesitan de ningún equipo externo para funcionar.

Head Mounted Display Tethered (dispositivos atados): Estos son los dispositivos encadenados. Las gafas están atadas a un hardware de procesamiento externo, que puede ser un ordenador o una consola de videojuegos.

Existen diferentes tipos de gafas de realidad virtual, a continuación, se explicarán las más relevantes.

Google CardBoard (plataforma de realidad virtual): Es un proyecto de Google que consiste en llevar la realidad virtual al público al menor precio posible. Se trata de una caja donde colocas tu Smartphone con la aplicación CardBoard instalada. Esta caja está hecha de cartón, cuenta con dos lentes y un par de imanes que sirven como interfaz para que el usuario pueda interactuar con los vídeos y aplicaciones.¹³



Imagen 4 Gafas de Realidad Virtual Google CardBoard

Samsung Gear (reloj inteligente): Fueron desarrolladas por Oculus por medio de una colaboración entre las empresas. A pesar de utilizar el Smartphone de la misma manera que Google CardBoard, el Samsung Gear ofrece una usabilidad mucho mejor. Viene con un control en el lateral, lo que hace que la interacción con las aplicaciones sea mucho más fácil en comparación con los imanes de la CardBoard.¹³



Imagen 5 Gafas de Realidad Virtual Samsung Gear

Oculus Rift (cascos de realidad virtual): Es un dispositivo encadenado. Se necesita un buen equipo para ejecutar juegos, vídeos y aplicaciones de realidad virtual.¹³



Imagen 3 Gafas de Realidad Virtual Oculus Rift

HTC Vive (gafas de realidad virtual sin cables ni móviles): Ofrece dos controles de interacción y sensores para que pongas en el medio ambiente. Estos ayudan a realizar un seguimiento de la ubicación y los movimientos del usuario. Además, el HTC Vive tiene una cámara frontal que permite la interacción con el entorno real, o con elementos propios. Este también es un modelo encadenado, que utiliza un ordenador. También puedes descargar una aplicación de Steam (plataforma para jugar a videojuegos desde un ordenador) que comprueba si tu hardware es compatible.¹³



Imagen 7 Gafas de Realidad Virtual HCT Vive

Para la realización del juego virtual es necesario describir la patología en cuestión,

Ambliopía

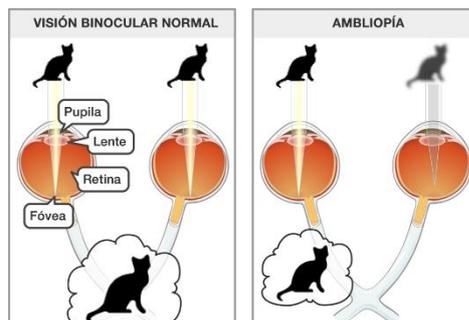


Imagen 4 El cerebro y los ojos funcionan juntos para producir la visión. La ambliopía se produce cuando un ojo tiene visión reducida porque el cerebro y ese ojo no se funcionan juntos de manera adecuada.

Las imágenes visuales que son recibidas a nivel foveal por cada ojo, no son sino estímulos de una variable gama de ondas del espectro lumínico, que activan los elementos fotosensibles de la retina. Estas excitaciones son transformadas en otro tipo de energía eléctrica, la cual es transmitida hacia la corteza visual, a través de la vía óptica. Del procesamiento cortical de esta información, que, en condiciones normales, llega simultáneamente de ambos ojos, surge una percepción final: la visión binocular.¹⁴

Para entender e identificar cabalmente las alteraciones visuales presentes en los niños, es necesario tener un conocimiento general acerca de las etapas del desarrollo normal de la función visual en ellos.¹⁵

Ambliopía es un término que deriva del griego y quiere decir visión vaga o débil. La ambliopía se define como una disminución de la agudeza visual en uno o ambos ojos sin que existan alteraciones orgánicas o patológicas que la justifiquen, su agudeza visual es menos de 20/40 o una diferencia de dos líneas de agudeza visual entre ambos ojos.¹⁵

Las características clínicas de un paciente con ambliopía son: agudeza visual disminuida, fenómeno de Crowding o amontonamiento, agudeza visual angular mejor que la morfoscopica; fijación para y perifoveolar, escotomas de supresión, los movimientos sacádicos serán irregulares y verán mejor en condiciones mesopicas de luz, esteriopsis disminuida, alteración motora, fusión alterada.¹⁶

En general, la ambliopía se cree que es resultado de la falta de uso de la fovea o la estimulación inadecuada la retina periférica y/o anormal que causa la interacción binocular visual de entrada diferente de la fovea.¹⁷

Son 3 los periodos críticos del desarrollo de la agudeza visual humana se han determinado:¹⁸

- El desarrollo de la visual de la gama de 20/200 a 20/20, se produce desde el nacimiento hasta los 3-5 años.:¹⁸
- El periodo de mayor riesgo de ambliopía por privación, desde unos meses a 7 u 8 años.¹⁸

- El periodo durante el cual la recuperación de la ambliopía se puede obtener, a partir del momento de la privación hasta la adolescencia o incluso hasta la edad adulta.¹⁸

En cuanto a la etiología de la ambliopía se han investigado los factores que producen una ambliopía refractiva en estudios experimentales sobre los efectos de la privación visual. En general, el factor principal que produce la ambliopía es un error refractivo no corregido que no permite obtener imágenes retinianas claras de igual tamaño o forma en cada ojo. Estas imágenes no permiten una estimulación adecuada del sistema visual y se desarrolla una ambliopía.

Las causas más frecuentes de ambliopía son, de mejor a peor diagnóstico:

- **Ametropía bilateral:** la ambliopía es más frecuente en las hipermetropías altas mayores a 4 dioptrías y los astigmatismos mayores a 3 dioptrías.
- **Estrabismo:** en esta patología la fovea de un ojo es estimulada por una imagen, y la del otro ojo por una imagen distinta, produciéndose, por ello, mecanismos adaptivos que llevan a la supresión de la imagen del ojo desviado.
- **Anisometropía:** cuando el vicio refractivo está presente en uno o solo ojos o bien en ambos, pero de diferente magnitud, si no lo corregimos adecuadamente con anteojos, se producirá ambliopía del ojo con la ametropía mayor, puesto que el cerebro preferirá el ojo sano.
- **Privación visual:** al privarse al cerebro de la visión nítida de las formas este elige el ojo a través del cual recibe las imágenes más claras, y suprime aquellas que provienen del ojo ambliope.
- **Orgánica:** las anomalías estructurales de la retina o del nervio óptico pueden estar presentes. Ambliopía funcional puede ser supuesta a la pérdida de la visión orgánica.¹⁹

Clasificación de la Ambliopía

La ambliopía tiene una serie de clasificaciones importantes con la cual se va a realizar las debidas descripciones.

Su primera clasificación es la ambliopía semiológica y se subclasifica en:

Ambliopía por defecto refractivo: Se puede desarrollar por causa de un defecto refractivo uni o bilateral. Puede ser:

Anisométrica: Se origina cuando se presenta un defecto refractivo desigual.

Isométrica: ocasiona una reducción de agudeza visual usualmente leve, ocasionada por defectos refractivos elevados en ambos ojos. (igual o similar en ambos ojos)¹⁹

Clasificación de la ambliopía Anisométrica

La ambliopía Anisométrica está dividida en ambliopías profundas mayores a 0.5, ambliopías medias entre 0.3 y 0.5 y las ambliopes leves menores que 0.3.

Clasificación de la ambliopía Isométrica

La ambliopía Isométrica está dividida en ambliopías profundas menores a 0.1, ambliopías medias entre 0.1 y 0.5 y las ambliopes leves menores que 0.5.

La ambliopía por tipo de fijación se divide en central y excéntrica.

Segunda Clasificación de la Ambliopía; es la ambliopía etiológica, esta se subclasifica en:

Estrabica: Se debe a la alteración en el desarrollo visual secundaria a un estrabismo que se produce en el ojo desviado. Es más frecuente en endotropías (estrabismos convergentes) que en exotropías (estrabismos divergentes).²⁰

Exanopsia o falta utilización: La ambliopía se produce por desuso o hipo estimulación de la retina. Puede ser unilateral o bilateral, según la causa afecte a uno o ambos ojos.²⁰

Por nistagmos: Causada por el déficit de AV que presentan estos pacientes como consecuencia los movimientos anormales que impiden una adecuada fijación fóveal.²⁰

Por privación visual: Son todos los casos en los cuales se produce una baja estimulación retiniana como por ejemplo ptosis, opacidad de medios como catarata,

leucomas, hemorragias vítreas, colobomas, Retinocoroidopatias y patologías del nervio óptico

Por intoxicación: Ambliopía conocida como iatrogénica, son poco frecuentes producidas por oclusiones muy prolongadas y no controladas como drogas (Ciclopejias), alcohol, fármacos (antidepresivos) ²⁰

Tratamiento

Los tratamientos de la ambliopía se dividen en las siguientes terapias:

Oclusión: Es una terapia en la cual el paciente no va a recibir los rayos de luz.

- Inversa: se realiza sobre el ojo ambliope
- Directa: se realiza sobre el ojo director
- Total. Se realiza con parches y puede ser:
- Permanente: se realiza las 24 horas del día
- Intermitente: se ocluye solo unas horas al día
- Simétrica: se ocluyen los mismos días uno u otro ojo
- Asimétrica: se ocluye más días el ojo dominante ²¹

Penalización

Consiste en degradar óptica o farmacológicamente la calidad de las imágenes, con la finalidad de imposibilitar selectivamente la visión de lejos, de cerca o ambas.

Penalización óptica: Se coloca al paciente a una distancia que alcance a leer 20/40 con el ojo ambliope y se van adicionando esferas de + 0,25 sobre el ojo director hasta que el paciente solo use el ojo ambliope. ²¹

Penalización farmacológica: se utilizan fármacos ciclopejicos (atropina, ciclopentolato y tropicamida), se instila el fármaco en ojo director para que trabaje el ojo ambliope. ²¹

Tratamiento Activo Pleóptico

Consiste en complementar las terapias pasivas de ambliopía, se pueden encontrar las siguientes:

Sinoptóforo: Es un equipo de rehabilitación muscular y estimulación sensorial, que se emplean en el tratamiento de muchas anomalías visuales, unido a la prescripción óptica.²²

En la terapia de ortóptica, se utilizan un par de brazos móviles que portan un dispositivo para incorporar una serie de tarjetas de fusión visual. Gracias a un espejo y un sistema óptico, se presenta una imagen para cada ojo como si se estuviera viendo en visión lejana.²²

En la terapia de pleóptica, consta de una pantalla polarizada que gira, la cual se sitúa delante del paciente que porta un filtro azul cobalto en el ojo cuya fijación deseamos ejercitar. El paciente observa una pantalla de color azul en la que aparece un haz giratorio que es el haz de Haidinger (fenómeno entóptico que sólo es percibido por la fóvea), de un color más intenso, que se crea en la fóvea y que debe aprender a fijar y controlar durante un determinado tiempo.²²

Esta estimulación visual fortalece las células fotorreceptoras de la retina, promoviendo el mejoramiento de la agudeza visual, con cada terapia.

Junto a la terapia en la Clínica, se debe hacer una “terapia pasiva”, la cual consta de oclusión del ojo sano, por medio de un parche ocular, durante un tiempo determinado diariamente, mientras se estimula la visión del ojo dañado.²²

Terapia Visual Activa

Si a la mejor corrección y oclusión no le añadimos terapia visual el tratamiento no estará completo y sus resultados serán peores. Todos los factores en un ojo ambliope:

Agudeza visual, motilidad ocular, acomodación, fijación, reconocimiento de formas, deben ser tratados en el programa de terapia. Esta se debe realizar diariamente durante un tiempo no demasiado largo.²³

Se realizará en primer lugar terapia visual activa monocular, en la que entrenaremos motilidad ocular, agudeza visual, reconocimiento de formas, acomodación y fijación, luego se realizará, terapia visual binocular, en la que romperemos una posible supresión y mejoraremos las reservas funcionales e incluso nos podemos plantear tratar la CSA (correspondencia sensorial anómala) si existe. ²⁴

Terapia Visual Activa Fase Monocular

Las terapias que se utilizaran en la fase monocular son las siguientes:

Acomodativa

La facilidad acomodativa monocular es el primer paso en el entrenamiento, para desarrollar un adecuado funcionamiento ocular y posteriormente enfatizar

habilidades binoculares. ²⁵

Nombre de la terapia	Entrena
Diana con Letras	Flexibilidad acomodativa, acomodación libre de la convergencia, cambios de fijación de lejos a cerca.
Hart Chart Acomodativo	Restaurar la amplitud y facilidad acomodativa, La velocidad de la respuesta acomodativa es muy importante en esta técnica.
Flippers Acomodativos	Entrenar la flexibilidad acomodativa. Enseñar a diferenciar entre positivos y negativos.
Cartas De Rock	acomodación en especial la flexibilidad mono y binocular.

Motilidad Ocular

Se recomienda iniciar con ejercicios simples y de forma monocular para igualar habilidades de ambos ojos y continuar posteriormente con los mismos ejercicios en forma binocular. ²⁶

Nombre De La Terapia	Entrena
Hart chart	Aumentar la exactitud y velocidad de los movimientos sacádicos.
Ann Arbor	Aumentar la velocidad y precisión de los movimientos sacádicos. Mejorar habilidad de búsqueda de detalles finos y procesamiento de información.
Marcas Con Linterna	Mejorar la precisión y velocidad de los movimientos sacádicos y de seguimiento
Pelota De Marsden	Mejorar velocidad y exactitud de movimientos de seguimiento ocular suave.
Trazo Visual	Mejorar la velocidad y precisión de los seguimientos oculares

Agudeza Visual Etapa Monocular

Las terapias que se usan para mejorar agudeza visual en la etapa monocular son las siguientes: ²⁶

Nombre De La Terapia	Entrena
Laberintos	Habilidades de análisis visual y habilidades visuomotoras.
Pulseras De Cuentas	Fijación y habilidades visuomotoras

Tarjetas Perforadas	Habilidades visuomotoras y Control de supresión
Coser Botones	Fijación y Habilidades visuomotoras
Puntear "B" "D" "Q" "P" En Texto	Habilidades visuoespaciales, habilidades análisis visual, fijación, habilidades visuomotoras y motilidad ocular.
Petit Point	Fijación y Habilidades visuomotoras
Brinker Y Katz	El filtro rojo o técnica de Brinker y Katz estimula conos y favorece la rápida recuperación de localización y agudeza visual.
Rellenar O	Habilidades de análisis visual, fijación, habilidades visuomotoras y motilidad ocular.

FIJACIÓN

Para entrenarla fijación de un paciente ambliope utilizamos las siguientes terapias: ²⁷

Nombre De La Terapia	Entrena
Hacer Pulseras De Cuentas	Fijación: Visión central Habilidades visuomotoras: Coordinación ojo/mano
Cartas McDonald	Fijación: Visión periférica
Puntear "O" En Texto	Habilidades análisis visual: Figura fondo Fijación: Visión central Habilidades visuomotoras: Coordinación ojo/mano Motilidad ocular: Sacádicos

Meter Arroz	Habilidades visuomotoras: Coordinación ojo/mano
En Botella/Pajita	Habilidades visuoespaciales: Lateralidad Fijación: Fijación central
Cartas Arb	Trabajar las fijaciones sacádicas, fijaciones espacio temporales en las que es imprescindible el ritmo marcado por el pie.

DIRECCIÓN VISUAL

Se recomienda realizar ejercicios simples para mejorar la dirección visual del paciente:²⁷

Nombre De La Terapia	Entrena
Figuras Perforadas	Mejorar la dirección visual.

Terapia Binocular

Cheiroscopio

Es un instrumento haploscopico que tiene dos lentes de +5 dpt descentrados y un espejo plano a 45°. Se utiliza para tratar la supresión, la coordinación visuomotoras, fortalecer la percepción simultánea y la fusión, y permite trabajar reservas vergenciales. El paciente debe mirar a través de los lentes y fijar una figura que se ha colocado frente al espejo, con su ojo dominante. Para tratar la supresión el paciente deberá calcar la figura fijando con su ojo no dominante la hoja de papel que previamente se ha colocado en la base. Se supera el ejercicio cuando la realiza igual a la figura observada. El tratamiento de la percepción simultánea se realiza colocando dos figuras diferentes. Por ejemplo, un pollo y una casa. Se coloca al ángulo objetivo y debe ver el pollo dentro de la casa, si no se logra o la suprime se mueve suavemente la lámina que se encuentra en la base, hasta lograr que las vea simultáneamente.²⁸

Para tratar reservas vergenciales, se coloran dos figuras iguales una frente al espejo y la otra en la bandeja, esta última se desplazará a lo largo de la bandeja para trabajar convergencia o divergencia. El objetivo es verlas unidas, nítidas y con todos los controles de supresión presentes.

Filtros

Un filtro de color elimina de la luz blanca todas las radiaciones excepto las que dan lugar a la sensación del mismo. Después de desestabilizada la fijación se utiliza filtros de diferentes longitudes de ondas. Durante media hora se estimula la fijación central con filtros rojos. Puede usarse en forma permanente el amarillo y de una a dos horas diarias el filtro azul. Los filtros son útiles en el tratamiento de ambliopía, supresión y alteraciones de la estabilidad de fijación. El filtro azul estimula la retina periférica y los conos azules que se encuentran en la retina paracentral.²⁹

El filtro rojo estimula los conos que tienen alta sensibilidad a la luz roja. Estimula fotoreceptores específicos tanto de la periferia de la retina como de la retina central.

Para tratar la supresión se usan filtros complementarios como el rojo-verde y el rojo-azul, haciendo consciente al paciente de la supresión. Se realiza apoyo con centelleo luminoso y parpadeo.²⁹

Luces Más Filtros

Con una linterna puntual, el consultorio en oscuridad, ocluido el ojo bueno y con filtro azul en el ojo de fijación excéntrica, mover lentamente la luz hasta lograr que la siga y la toque con precisión. Después se realiza lo mismo, pero con la luz del consultorio encendida y luego con filtro rojo.²⁹

Anteojos Rojo-Verdes

Se usan al ángulo objetivo una hora diaria con el filtro rojo en el ojo que suprime y buscan erradicar la supresión. Puede diferirse y realizarse por periodos cortos de tiempo para favorecer la atención. ²⁹

Vectogramas De Flexibilidad Acomodativa Y Vergencial

Los vectogramas son láminas y anteojos polarizados con indicadores de supresión que facilitan la fusión estereoscópica mediante el uso de lentes flippers o prismáticos. Tratan la flexibilidad acomodativa binocular y vergencia ²⁹

Juegos Virtuales Para Mejorar Ambliopía

Dig Rush

Ubisoft (compañías desarrolladoras de videojuegos) y Amblyotech (compañía desarrolladora de videojuegos de terapia visual) han aplicado esta terapia al videojuego Dig Rush. (videojuego de terapia visual).

El médico debe ajustar los niveles de contraste del juego, en función de cada paciente en particular. ³⁰

La clave es que con Dig Rush no sólo se trabaja el ojo vago, sino que el usuario tiene que utilizar los dos ojos de forma estereoscópica. Así se consigue que el cerebro mejore la agudeza visual. Agudeza que se comprueba usando niveles de contraste rojo y azul que se ven con unas gafas 3D. Y, en medio de todo esto, lo que hay que hacer es controlar a un personaje que debe buscar oro. ³⁰

Dig Rush ha dado resultados positivos en las pruebas, así que ahora está siendo revisado por la FDA americana y las agencias de control europeas, como paso previo para aprobar su comercialización ³¹

Diplopía:

Es un juego en 3D para ejercitar ambliopía y corregir estrabismo. Las nuevas tecnologías han hecho posible que un videojuego ayude a algunas personas a restaurar la percepción de profundidad.³²

Diplopía es un juego que, además de entretener al jugador, trata el estrabismo y la ambliopía. Consiste en un software en 3D de realidad virtual que, recomendado por un especialista en terapia visual, hace que el paciente ejercite su ojo débil.³³

Utiliza Oculus Rift (gafas de realidad virtual) y sigue la mecánica clásica de romper ladrillos para desbloquear potenciadores. Mediante la manipulación del contraste de los elementos del juego (ladrillos, bolas y raquetas), se obliga al cerebro a integrar las dos imágenes. La ‘gracia’ está en que, al mostrar ciertos elementos sólo a uno de los ojos, el videojuego fuerza a que el paciente incorpore la información de ambos ojos para poder ganar.³⁴

Esta herramienta destinada a mejorar el funcionamiento de los ojos de personas con estrabismo ya está dando frutos en un afectado que empieza a notar una importante mejoría en su coordinación ocular jugando una o dos horas al día durante dos o tres semanas.³⁴

Terapia En 3d

La neuro-estimulación a través de los circuitos de activación del movimiento permiten trabajar directamente sobre las causales físicas que impiden el desarrollo adecuado.³⁵

La integración sensorial es un proceso que organiza las entradas sensoriales para que el cerebro produzca una respuesta corporal útil, además selecciona, ordena y une las entradas sensoriales en una sola función cerebral.³⁵

AmblyoPlay

Es una terapia de visión para niños con dificultades en el sistema de visión, como insuficiencia de convergencia, ojo vago, estrabismo y muchos otros. La terapia se lleva a cabo a través de juegos diferentes que estimulan el ojo más débil, así como también alientan la buena cooperación de ambos ojos.

La terapia de la vista se realiza en una computadora o tableta durante 30 minutos al día. Cada sesión de entrenamiento se compone de juegos divertidos y atractivos con ejercicios desafiantes para fortalecer los músculos oculares y la coordinación ojo-cerebro.

Hasta el 5 % de los niños tienen ambliopía, y hasta el 15 % de los niños que padecen disfunciones graves del sistema de visión pueden afectar gravemente su calidad de vida. Los estudios comparativos de métodos para corregir estos problemas demostraron que la terapia de la visión es el enfoque más exitoso. Hay innumerables instituciones públicas y privadas que ofrecen sesiones y programas de terapia de la vista, pero esto es solo una parte de la historia.

El éxito de la terapia de la vista depende en gran medida de los ejercicios que realizan los niños en el hogar, así como de cuán comprometidos estén con la realización regular y correcta de los ejercicios. AmblyoPlay (Es una terapia de visión para niños con dificultades en el sistema de visión) no es una sustitución de los ejercicios actuales realizados en las clínicas y las prácticas, sino un complemento para ayudar a los especialistas y padres con niños a lograr los mejores resultados lo más rápido posible. AmblyoPlay NO es un dispositivo médico, sino una herramienta que ayuda a los padres y los niños a realizar la terapia de la visión en su hogar.³⁶

2.2 VARIABLES

2.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Terapia virtual para ambliopía

2.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Juego virtual

2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable: juego virtual

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Técnicas
Es un software creado para el entretenimiento en	Sistemas Operativos	IDE	UNITY

general y basado en la interacción entre una o varias personas y un aparato electrónico que ejecuta dicho Videojuego.		Lenguaje de programación	C SHARP
---	--	--------------------------	---------

Variable: Terapia Virtual

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Técnicas
<p>Es un sistema tecnológico, basado en el empleo de ordenadores y otros dispositivos, cuyo fin es producir una apariencia de realidad que permita al usuario tener la sensación de estar presente en ella. Se consigue mediante la generación por ordenador de un conjunto de imágenes que son contempladas por el usuario a través de un casco provisto de un visor especia..</p>	<p>Procesamiento de imágenes</p>	<p>Visión artificial</p>	<p>Tomar en cuenta y analizar las necesidades requeridas del paciente.</p>

CAPÍTULO III

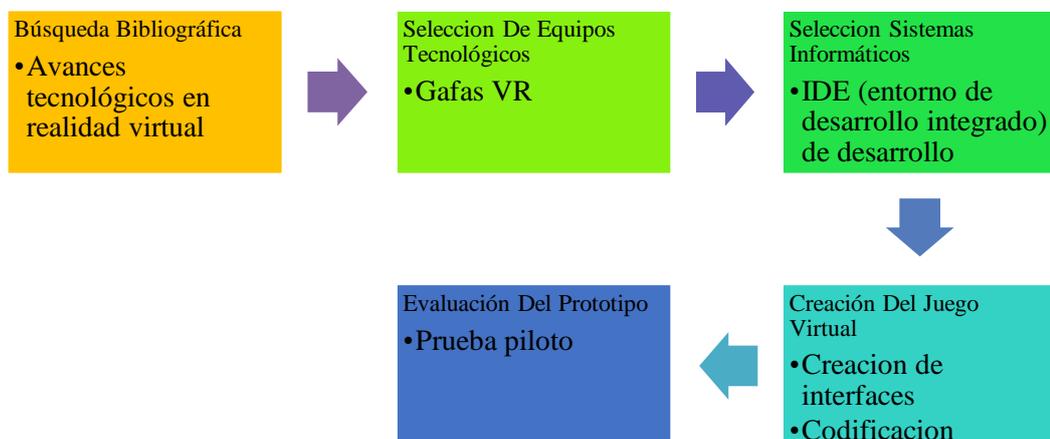
3.1 DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología que se empleó en el trabajo de innovación es el modelo design thinking, el cual es un diseño que se presenta como una metodología para desarrollar la innovación centrada en las personas, ofreciendo una lente a través de la cual se pueden observar los retos, detectar necesidades y, finalmente, solucionarlas. En otras palabras, el “design thinking” (pensamiento de diseño) es un enfoque que se sirve de la sensibilidad del diseñador y su método de resolución de problemas para satisfacer las necesidades de las personas de una forma que sea tecnológicamente factible y comercialmente viable para generar ideas innovadoras que respondan a las necesidades de los usuarios,³⁷ y el modelo CANVAS el cual se empleará para determinar la propuesta de valor, y ver la relación existente entre los usuarios, los profesionales de la salud visual, los canales de socialización y el trabajo colaborativo mediante el desarrollo juego virtual como terapia de ambliopía, compatible con sistemas operativos Android y Windows.

Se investigó y analizó los softwares que participarían en la creación del prototipo, basándose en videojuegos de realidad virtual que ya han sido creados anteriormente.

La metodología se describe en el siguiente esquema:

MODELO DESIGN THINKING



MODELO CANVAS

Propuesta de Valor: Este trabajo será pionero en el Ecuador en la creación de un videojuego virtual para terapia visual de ambliopía, a pesar de que ya se han creado otros prototipos de juegos virtuales, sus costos son muy elevados y de difícil adquisición, este videojuego ofrecerá a un bajo costo para la fácil adquisición del profesional en salud visual y el usuario, resaltando que es un prototipo innovador que incorpora la realidad virtual, vinculando al profesional en salud visual y al cliente con la tecnología.

Segmentos de Clientes: La aplicación está destinada para el área de terapia visual, directamente con los optómetras que incursionan en ópticas, siendo el usuario un cliente indirecto.

Canales: Los canales de difusión que darán a conocer el manejo, costo, función, y ventajas del prototipo, serán directamente, el encuentro de semilleros de la UTM, congresos y asociaciones científicas.

Relaciones con clientes: La aplicación tendrá vinculación directa con el cliente puesto que es un juego virtual creado para realizar terapias visuales a pacientes ambliopes.

Fuentes de Ingreso: Este parámetro va relacionado con los socios claves que deseen invertir y adquirir en su negocio de óptica o fundaciones este tipo de videojuego virtual innovador para que se implemente una nueva herramienta de terapia visual en su negocio.

Recursos Claves: Los recursos claves utilizados para el desarrollo de esta aplicación son los siguientes: Wifi, ordenador o computadora, gafas de realidad virtual, dispositivos móviles.

Socios Claves: Los socios claves que deseen adquirir esta aplicación innovadora son los optómetras, oftalmólogos y las compañías de innovación tecnológica que pretendan comprar la aplicación para un nuevo ajuste y remodelación

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Aplicada con una modalidad de investigación del tipo cualitativo.

Propuesta de valor: Juego virtual para sistemas operativos Android y Windows.

El desarrollo del juego virtual se manejó con la línea de investigación de nuevas tecnologías en salud visual, bajo el núcleo temático de terapias virtuales en salud visual, siendo este un proyecto de innovación tecnológica, incorporándolo en el campo de la optometría, ofreciendo a los pacientes ambliopes nuevas terapias que serán más entretenidas para que los pacientes sobre todo los niños puedan manejar y divertirse con el juego virtual de tal manera que no lo vean como una terapia y así utilizando la realidad virtual, se podrá mejorar la calidad visual de cada paciente.

3.1.2 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es cuali-cuantitativa, puesto que se creó el objeto de estudio y se desarrolló la recopilación de información mediante encuesta.

3.1.3 MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Método

El método empleado para la realización del proyecto es el Design Thinking y Modelo Canvas que son usados en proyectos de innovación y emprendimiento.

Técnicas de recolección de información

Se empleó como técnica la realización de encuestas a lcdos en optometría para conocer la opinión de profesionales sobre este trabajo.

HERAMIENTAS TECNOLÓGICAS	FUNCIÓN
C Sharp	Lenguaje de programación para la codificación de la aplicación.
Unity	IDE para el desarrollo de la aplicación.
Blender y AutoCAD	Programas de diseño para el diseño de figuras del videojuego.

3.1.4 FUENTES DE INFORMACION

Se obtuvo información de las siguientes fuentes:

Páginas web, artículos académicos, artículos científicos, entre otros.

3.1.5 RECURSOS

3.1.6 Recursos Humanos

Doctora Patricia Duran Ospina (Tutora)

Estudiantes de Ingeniería en Sistema Jorge Alejandro Egas y Henrie Luiggy Mendoza

Estudiantes encargados del trabajo investigativo

 Mendoza Hidrovo Jonathan Andrés

 Saltos Caicedo Gema Jossenka

3.1.7 Recursos Institucionales

Universidad Técnica de Manabí

3.1.8 Recursos Físicos

Impresiones

Internet

Filtros rojo-azul

Gafas de realidad virtual

3.2. ASPECTOS ÉTICOS Y LEGALES

Se necesita los cambios tecnológicos y estos avances virtuales ayudaran a mejorar la calidad visual en diferentes aspectos como ya se ha realizado en otros proyectos.

El desarrollo tecnológico del juego virtual no se va a requerir de un consentimiento informado, debido a que no trabajamos con personas.

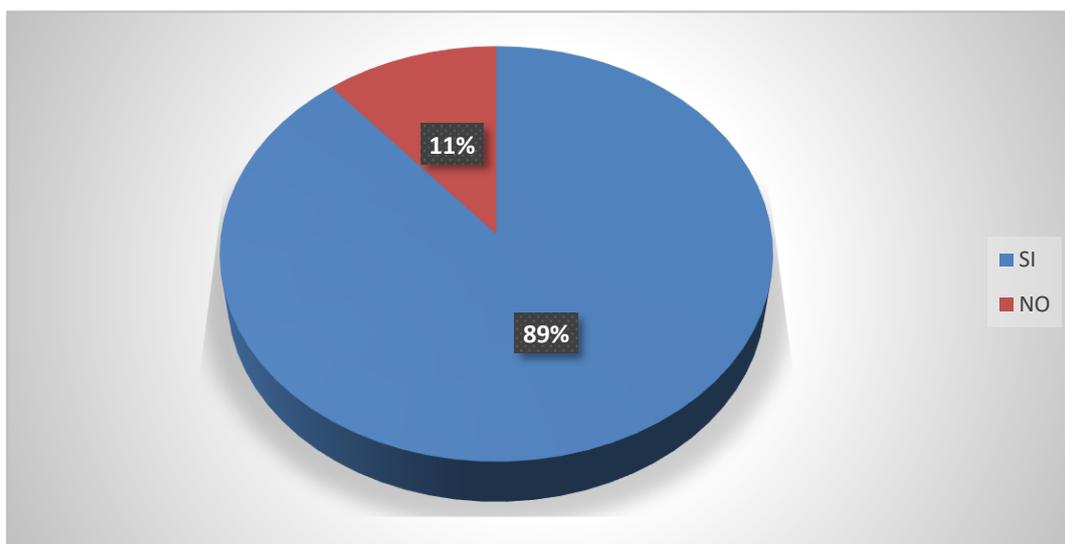
No se va a necesitar resultados confidenciales ya que en el presente proyecto no existe ningún riesgo para los usuarios, más bien hay beneficios en cuanto a la calidad visual de estos.

Este proyecto no presenta ningún conflicto de interés con los profesionales de la salud ni con los pacientes.

CAPÍTULO IV.

3.2.1 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de las encuestas realizadas a los profesionales de la salud visual que conocen sobre terapias visuales y trabajan con pacientes pediátricos, cabe recalcar que 8 de las 9 personas encuestadas, llenaron el cuestionario por correo electrónico debido a que estos profesionales ejercen fuera de la ciudad. En el gráfico 1 se muestran los resultados obtenidos de la pregunta 1 que trata sobre tecnologías de realidad virtual asociadas a terapias de realidad virtual.



Fuente: Encuesta realizada a profesionales de la salud visual que manejan terapias visuales
Elaboración: Gema Saltos Jonathan Mendoza

Gráfico 1. Tecnologías de realidad virtual asociadas a terapias de realidad virtual.

Los resultados obtenidos en la encuesta, demuestran que 8 de los profesionales en salud visual, conocen sobre tecnologías de realidad virtual empleadas como terapias visuales, mientras que una persona respondió que no conoce acerca del tema. Los optómetras especializados en terapia visual deberían contar con este tipo de tecnologías innovadoras, en la tabla 1 se mostrarán los resultados de algunas de las preguntas de la encuesta.

TITULO	SI	NO
2. Importancia de vincular a los pacientes con el campo tecnológico en el área de ambliopía.	100%	-
3. Importancia del software para el tratamiento de Ambliopía.	100%	-
4. Conocimiento del Software de realidad virtual para terapia de ambliopía creado en América Latina.	-	100%
5. Importancia de invertir en una herramienta tecnológica que mejore la calidad visual del paciente.	100%	-
6. Apoyar e invertir en una herramienta tecnológica innovadora.	100%	-

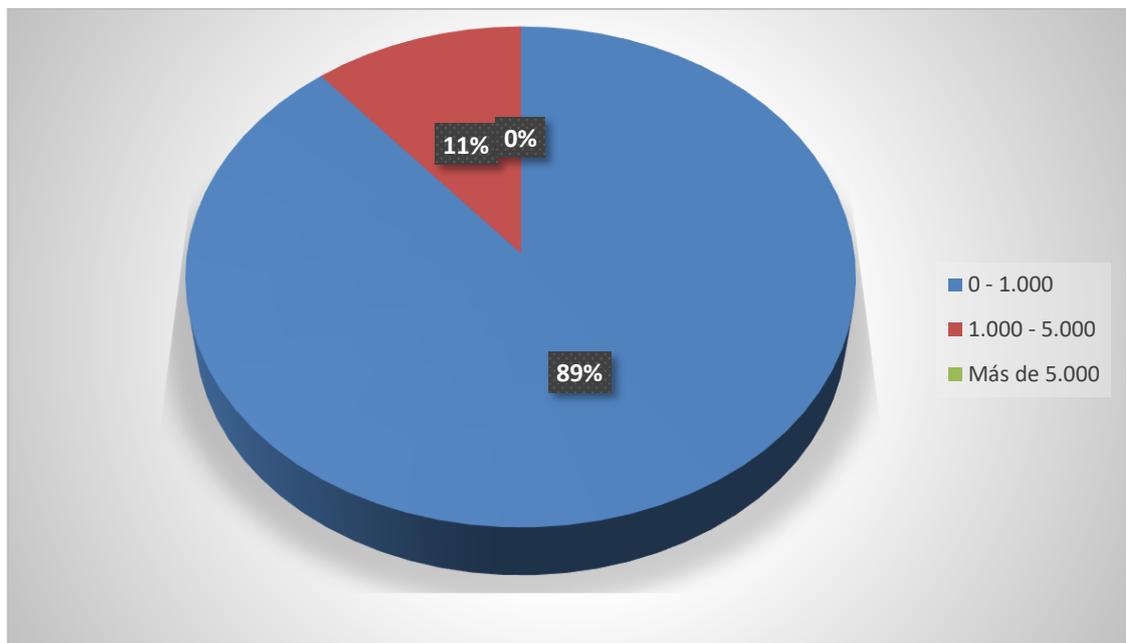
Tabla n°2 Agrupación de preguntas de la encuesta

En la tabla 2 se agrupó ciertas preguntas de la encuesta en la que los profesionales respondieron de la siguiente manera, de 9 profesionales equivalente al 100% consideran que es importante vincular al paciente en el campo tecnológico permitiendo la interacción con la realidad virtual. En la actualidad, la ciencia y la tecnología han dado grandes avances en el mundo, vinculando a las personas con la tecnología. Además, también creen importante que se realicen avances tecnológicos en el campo de la salud visual y están de acuerdo con la creación de un prototipo de juego virtual como tratamiento para la ambliopía. Los profesionales manifestaron total desconocimiento de la creación de un software de realidad virtual que este diseñado y creado en América Latina, en Ecuador no se ha desarrollado ningún juego virtual como terapia para ambliopía. Los resultados de esta encuesta demuestran que el 100% de los profesionales en salud visual, consideran relevante invertir en una herramienta tecnológica innovadora que le permita mejorar la calidad visual del paciente. Muchos profesionales cuentan con terapias en físico de diferentes tipos para realizar las terapias a los pacientes lo cual implica una gran inversión para poder tener las terapias y tratar a dichos pacientes, por ello los profesionales manifiestan

que la idea de invertir en esta herramienta es adecuada porque se disminuyen costos en inversión, y además es al ser videojuego virtual será mucho más llamativo para los pacientes. También se consideró una buena decisión apoyar, invertir y adquirir una herramienta tecnológica que será utilizada con fines médicos y que permitirá mejorar la calidad visual de los pacientes ambliopes.

Un factor importante es que el software este desarrollado por ecuatorianos y será de fácil manejo y adquisición para el profesional en salud visual por el bajo costo que presentará.

Los resultados reflejados en la encuesta a los profesionales en salud visual, demostraron que están dispuestos e interesados en adquirir este tipo de terapia.



Fuente: Encuesta realizada a profesionales de la salud visual que manejan terapias visuales
Elaboración: Gema Saltos Jonathan Mendoza

Grafico 3. Inversión en software para terapia visual de ambliopía.

Según los resultados de la encuesta 8 (89%) de los profesionales considera que puede llegar a invertir hasta 1.000 dólares en la creación del software mientras que un profesional (11%) considero importante invertir hasta 5.000 dólares en el videojuego terapéutico para ambliopía. Hoy en día la tecnología se está acoplado a la salud visual, por esto es importante invertir en un proyecto que será pionero en Ecuador.

Desarrollo del Juego Virtual

Para la elaboración del juego virtual se empezó por la investigación de otros videojuegos para guiarnos con el tipo de plataformas que usaron en dichos juegos y así poder seleccionar el entorno de desarrollo ideal para nuestro prototipo que en este caso fue la plataforma Unity (motor de videojuego), en el cual se codificaron los objetos en tercera dimensión que serán parte de las escenas de cada nivel del videojuego, para que estos objetos creados en Unity puedan tener movimiento se utilizó Visual Studio que es un IDE (entorno de desarrollo) en otros términos se puede decir que es un programa en el cual se escriben los códigos para que dichos objetos tengan movimiento. Este tipo de plataformas trabajan con diferentes tipos de lenguajes de programación como el Java, C++ o el C Sharp que fue el lenguaje idóneo para el desarrollo del videojuego.

La primera fase consistió en diseñar los parámetros del videojuego creado para sistemas operativos Windows, para ello se utilizaron los métodos que nos proporciona Unity, las herramientas que utilizamos fueron un cubo, una esfera y un plano, mediante estos tres objetos se fue dando forma a los primeros niveles del juego.

La segunda fase fue darle funcionalidad a dicho juego mediante la programación, se requirió codificar cada objeto para darle movilidad. Para darle más interacción al juego se creó un código que permite ganar puntos cada vez que la esfera toque los cubos y estos desaparezcan.

Los colores empleados en el juego fueron Cian (celeste) y magenta (rosado) debido que estos colores son adecuados para tratar la ambliopía usando filtros rojo y azul. El prototipo se realizó sobre un fondo blanco puesto que al mirar mediante los filtros los objetos se tornan de color blanco si solo se trabaja monocularmente por ello se debe trabajar con los dos ojos para que la escena del videojuego este completa. Se realizaron algunos niveles para que el juego sea más dinámico.

En cuanto la creación del segundo prototipo desarrollado para sistemas operativos Android se utilizó un SDK CardBoard (Kid Desarrollo de Software) para que

la plataforma Unity se adapte a la realidad virtual, se empleó el mismo procedimiento que el prototipo anterior en cuanto a los colores.

Se importó el SDK mencionado anteriormente que proporciona escenas y funcionalidades predeterminadas, dentro de cada escena se crearon y se codificaron diferentes objetos, el objetivo que va ser disparado y desaparecerá, un mirador para que el paciente se fije en el objetivo y además de esto se codificó el prototipo para que el paciente pueda disparar con la mirada cuando este se fije por 3 segundos en la imagen.

Además de la creación de estos juegos se virtualizó la terapia de Mardens (terapia manual de ambliopía) con el mismo principio de los prototipos ya mencionados, se desarrolló en Unity y se dio movilidad a la pelota con Visual Studio, para el diseño de cada pelota trabajamos en plataformas de diseño de imágenes como son Blender y Autocad.

Este proyecto es innovador ya que se creó un juego virtual como terapia para ambliopía utilizando realidad virtual, imágenes en 3D y filtros rojo azul con el objetivo de innovar con nuevas tecnologías en el ámbito de la salud visual y de esta manera se pretende mejorar el ejercicio profesional y la calidad de vida de estos pacientes.

Se optimizaron gastos en la creación del videojuego, para esto primero se realizó la investigación de otros juegos virtuales para determinar las plataformas de desarrollo adecuadas para él video y poder trabajar en plataformas de desarrollo gratuito, obteniendo como resultado un software de alta tecnología, además de esto se adquirieron gafas de realidad virtual, económicas y fáciles de usar por los usuarios.

La creación de este videojuego consiguió grandes avances en la ciencia, siendo pioneros en el Ecuador al desarrollar este prototipo, como una herramienta innovadora de fácil manejo y bajo costo vinculando al usuario y al profesional en salud visual en el campo tecnológico y científico. Las encuestas realizadas a los optómetras especializados en terapia visual comentan estar de acuerdo en el desarrollo del videojuego como terapia virtual para ambliopía puesto que el diseño del juego es de fácil manejo y de bajo costo.

Los usuarios tendrán la facilidad de descargar el juego por internet de manera gratuita, siendo este un juego dinámico y a la vez terapéutico. El desarrollo del prototipo trae ventajas favorables como poder utilizar la tecnología con fines biomédicos lo cual es favorable para los profesionales del área de salud visual.

Los pacientes podrán realizar las terapias desde casa ya que una de las ventajas del juego es que esta desarrollado para sistemas Android y Windows disminuyendo costos, lo que permite brindarle al usuario y al profesional en salud visual una nueva terapia para ambliopía basada en realidad virtual y tercera dimensión.

CAPÍTULO V

3.2.3 CONCLUSIONES

- En cuanto a la investigación sobre los diferentes softwares virtuales para terapia de ambliopía, se encontró información sobre distintos juegos virtuales que fueron de ayuda para poder trabajar con la plataforma de desarrollo y el lenguaje de programación adecuado para el juego virtual, la investigación sobre estos juegos virtuales que ya han sido creados sirvió para la selección de los equipos tecnológicos que se usó en el juego.
- La propuesta de juego virtual que se ofreció a los profesionales de la salud visual consistió en implementar una nueva terapia visual para los pacientes con ambliopía, lo cual es muy bien aceptada, puesto que la mayoría de ópticas no cuentan con herramientas necesarias para realizar terapias visuales a pacientes ambliopes, la implementación del juego sería de gran ayuda para empezar a realizar terapias visuales proyectadas en realidad virtual y en tercera dimensión con el uso de los filtros rojo y azul, además de esto será una herramienta innovadora y tecnológica que permitirá que los pacientes se acoplen a las nuevas tecnologías en salud visual.
- Las elaboraciones de estas aplicaciones se diseñaron con diferentes comandos. Uno de los juegos está diseñado con comandos que permitan al paciente mediante la mirada interactuar con el software de realidad virtual lo que hace que esta herramienta sea innovadora y entretenida. El diseño del otro juego, se usaron objetos e imágenes en tercera dimensión y con distintos contrastes y colores adecuados para el tratamiento de la ambliopía y así vincular a los pacientes con la tecnología.
- Mediante la evaluación del prototipo realizada con un paciente ambliope podemos concluir que el juego creado es interactivo y entretenido para el paciente, ya que no tuvo dificultad alguna para jugar el videojuego podemos determinar que se logra establecer una nueva terapia virtual con fines terapéuticos que permite que el paciente interactúe con la realidad virtual invasiva y no invasiva.

3.2.4 RECOMENDACIONES

- Para mejorar el juego virtual se podría trabajar con un software de mayor desarrollo virtual y utilizar otro tipo de gafas de realidad virtual que tengan más resolución y un campo visual más amplio de manera que le permita al paciente interactuar con la realidad virtual.
- Ejecutar charlas informativas sobre terapias de ambliopía para los profesionales y dar a conocer el prototipo de juego virtual diseñado para de esta forma promover el trabajo realizado con el fin de que los profesionales de salud visual conozcan una nueva herramienta de terapia virtual para así mejorar la calidad visual del paciente, es importante proponer este proyecto innovador en diferentes exposiciones, talleres o congresos para que se conozca el funcionamiento y beneficio del videojuego virtual.
- Para mejorar el prototipo del juego virtual es recomendable mejorar la calidad de este usando otro tipo de equipos tecnológicos de gama alta y ejecutar otro tipo de terapias virtuales y además de usar realidad virtual podemos emplear las terapias también basadas en realidad aumentada.
- Se recomienda seguir mejorando el prototipo, para que este pueda ser más interactivo y dinámico, es necesario seguir creando diferentes prototipos y probarlos con pacientes ambliopes para determinar la funcionalidad del juego, antes de empezar con la terapia debemos realizar una prueba de color para determinar si el paciente no tiene ninguna alteración al color y si este fuera el caso poder adaptar el juego con distintas formas para que el paciente pueda guiarse.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anders Rustand Holm. (12 de 09 de 2017). Tratamiento de ambliopía con realidad virtual: nuevo método de la clínica UVEA en Martin. Buenos días Eslovaquia. Recuperado el 21 de 07 de 2018, de <http://www.buenosdiaseslovaquia.sk/tratamiento-de-ambliopia-con-realidad-virtual-nuevo-metodo-de-la-clinica-uvea-en-martin/>
2. ConfortVision Centro de Optometria Avanzada . (18 de 05 de 2018). La herramienta Visionary llega a Confort Visión. ConfortVision. Recuperado el 1 de 08 de 2018, de <https://confortvision.com/blog/terapia-visual-2/visionary-herramienta-terapi-visual-confort-vision/>
3. Molina, J. F. (4 de 03 de 2015). GamerFocus. Obtenido de Dig Rush, el juego capaz de curar el “ojo perezoso: <https://www.gamerfocus.co/juegos/ubisoft-amblyotech-universidad-mcgill-canada-tratamiento-ojo-perezoso-ambliopia-videojuego/>
4. (08 de enero de 2018). Recuperado el 3 de agosto de 2018, de <https://www.mef.gob.pe/es/aplicaciones-informaticas>
5. García, J. G. (4 de 12 de 2017). Retina. Obtenido de Tecnología Realidad virtual: objetivo, convertirse en el nuevo teléfono móvil: https://retina.elpais.com/retina/2017/12/04/tendencias/1512370026_725266.html#cabecera
6. Revista informatica. (2015). LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN C#. Recuperado el 6 de 08 de 2018, de <http://www.larevistainformatica.com/C1.htm>
7. Mejier, L. (2015). UNITY. Is Unity Engine written in Mono/C#? or C++. Obtenido de <http://www.unity3d.com/>
8. Alegsa, L. (4 de 07 de 2016). DICCIONARIO DE INFORMÁTICA Y TECNOLOGÍA. Obtenido de http://www.alegsa.com.ar/Dic/visual_basic.php/
9. GUILLEN. (MAYO de 2018). Recuperado el SEPTIEMBRE, de <https://sistemas.com/autocad.php>
10. Foundation, B. (21 de JULIO de 2015). STEAN. Recuperado el 27 de 09 de 2018, de <https://store.steampowered.com/app/365670/Blender>
11. David Holz, M. B. (2018). LEAP MOTION. Obtenido de <https://www.leapmotion.com/technology/>
12. Andrades, F. (23 de 04 de 2013). Leap Motion: la tecnología en los gesto. Diario Turing. Obtenido de https://www.eldiario.es/turing/Leap-Motion-interfaz-futurista_0_124937895.html
13. Navas, M. A. (29 de 10 de 2016). Gafas Realidad Virtual: todo lo que necesitas saber y los mejores modelos. Obtenido de <https://www.profesionalreview.com/2016/10/29/gafas-realidad-virtual/>
14. Browling, J. K. (2016). Oftalmlogia clinica. Barcelona, España: 8va.

15. (2005). In V. N. GK, Ambliopia a multisciplinary approach (pp. 4-10).
16. (2013). In A. RJ, A visually related learning disabilities syndrome (pp. 25-30).
17. (2013). In A. M. Vargas, Ambliopia Bilateral o Síndrome de Streff (pp. 6-18). 1.
18. (2013). In H. Burian, Binocular Vision and Ocular motility (pp. 609-610). 6th.
19. Am J Ophthalmol. (2013). In Y. ER, Hysterical amblyopia (pp. 570-578).
20. Electro diagnostic and clinical evaluation . (2013). In B. MS, Hysterical Amblyopia (pp. 3-19).
21. Malingering syndrome . (2013). In B. JC, J Optom Vis Des (pp. 1-2).
22. NW, D. (2013). Arch Ophthalmol . In D. NW, Critical periods and amblyopia (pp. 55-65). 4.
23. Optom Arch Acad . (2013). In G. GD, Hysterical amblyopia and social deprivation (pp. 10-35).
24. Optom Wkly. (2013). In S. JW, Preliminary observations on nonmalingering syndrome (pp. 20-44).
25. Preschool vision screening. (2013). In S. K, Surv Ophthalmol (pp. 3-30).
26. Fernando Rubio, R. I. (2016). VirtuaVision . Obtenido de <http://www.vvision.eu/#next>
27. Maiztegui, D. I. (7 de septiembre de 2017). *Centro de Oftalmología Barraquer*.
28. Peñafiel, R. (07 de 05 de 2018). Obtenido de La tecnología de seguimiento ocular usada en la Realidad Virtual servirá para tratar dolencias en los ojos: <https://elchapuzasinformatico.com/2018/05/la-tecnologia-de-seguimiento-ocular-usada-en-la-realidad-virtual-servira-para-tratar-dolencias-en-los-ojos/>
29. Barrera, D. Z. (2013). *Universidad de Galileo* . Obtenido de <http://biblioteca.galileo.edu/tesario/bitstream/123456789/602/1/Tesis%20Dra.%20Z.%20Barrera%20%2C013.pdf>
30. Mediklinik, U. (12 de 09 de 2017). *Tratamiento de ambliopía con realidad virtual: nuevo método de la clínica UVEA en Martín*. Obtenido de <http://buenosdiaslovaquia.sk/tratamiento-de-ambliopia-con-realidad-virtual-nuevo-metodo-de-la-clinica-uvea-en-martin/>
31. Hess RF, Mansouri B, Thompson B. A new binocular approach to the treatment of Amblyopia in adults well beyond the critical period of visual development. Restor Neurol Neurosci. 2010;28(6):793-802.
32. Núñez, Y. C. (12 de 2016). *Revista Cubana de Oftalmología*. Obtenido de Tratamiento binocular de la ambliopía basado en la realidad virtual: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762016000400009

33. López, S. S. (2018). *Posibilidades de la Realidad Virtual para mejorar la*. Obtenido de https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/33862/TFG_Sanchez_Lopez_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
34. Hess, R. (20 de 03 de 2018). *New Medical Life Scienses*. Obtenido de [https://www.news-medical.net/health/New-hope-for-adults-with-amblyopia-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/health/New-hope-for-adults-with-amblyopia-(Spanish).aspx)
35. Criollo, F. (6 de 07 de 2018). El diario norte. *La ambliopía se puede corregir si es tratada a tiempo*. Obtenido de <http://www.elnorte.ec/tendencias/la-ambliopia-se-puede-corregir-si-es-tratada-a-tiempo-HJ88143>
36. Amblyoplay. (2018). Recuperado el noviembre de 2018, de https://www.amblyoplay.com/partners?utm_source
37. Innovation Factory Institute. (1 de 10 de 2013). *que es el desing thinking*. Obtenido de <https://www.innovationfactoryinstitute.com/blog/que-es-el-design-thinking/>

ANEXOS



Imagen 1 Primer nivel del Protipo diseñado en la plataforma de desarrollo Unity que sera compatible con sistemas Operativos Windows

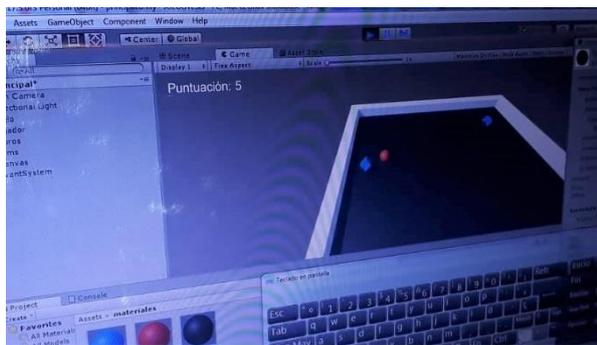


Imagen 2 El paciente debe direccionar la pelota roja hacia las cuadradas azules para que estos vayan desapareciendo, una vez todos allan desaparecido el nivel será completado y pasaran al segundo nivel.

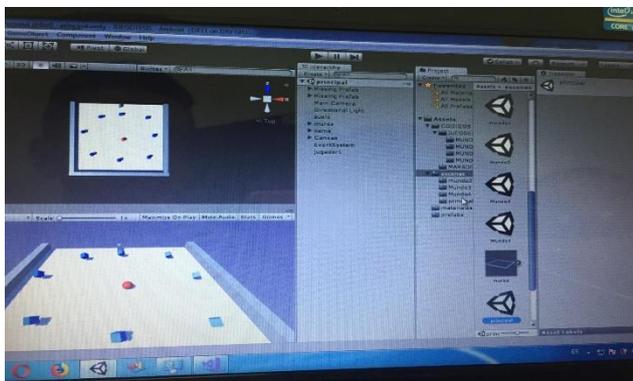


Imagen 3 Se eligió el fondo blanco para que los pacientes amblíopes puedan percibir el color rojo y azul de los objetos

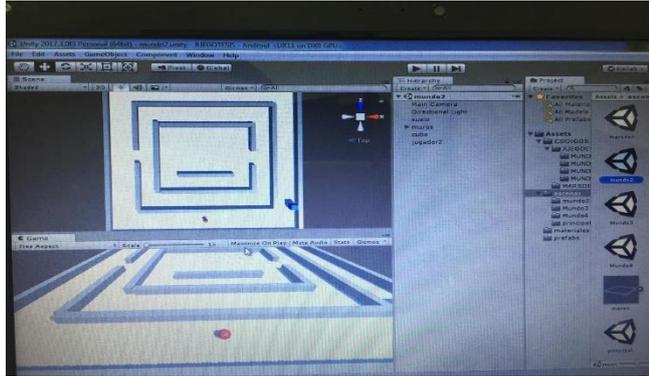


Imagen 4 El objetivo de este nivel es que el paciente complete el laberinto para poder pasar de nivel entrenando las habilidades de análisis visual y visuomotoras

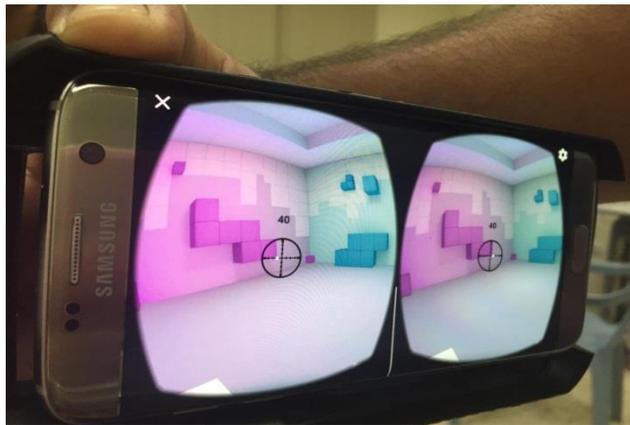


Imagen 5 Prototipo de juego virtual desarrollado para dispositivos Android. El paciente usa las gafas de realidad virtual y debe buscar el objetivo que serán de color azul o rojo.

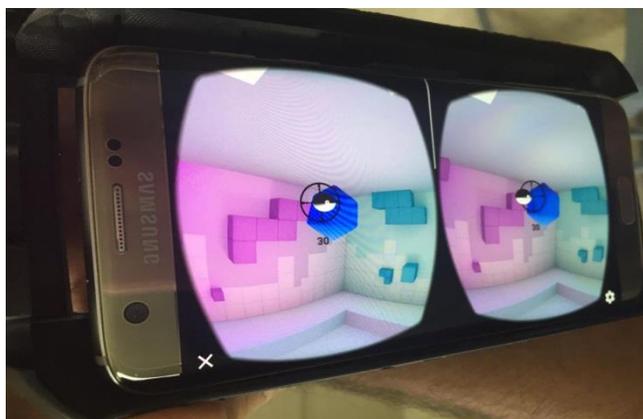


Imagen 6 Solo el ojo ambliope podrá encontrar el objetivo mientras que el ojo sano solo percibirá los detalles de la escena.

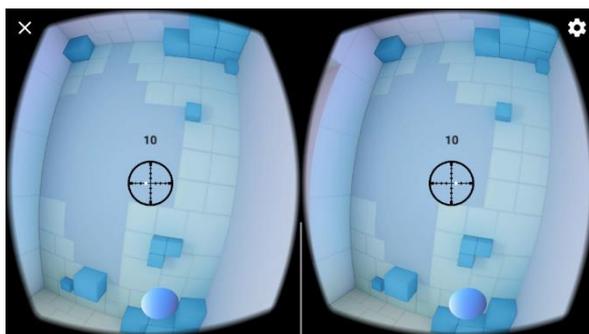


Imagen 7 El ojo ambliope será el encargado de buscar el objetivo (pelota azul) y el ojo sano solo vera la escena, al encontrar el objetivo ambos ojos dispararan con la mirada y el objetivo desaparecerá.

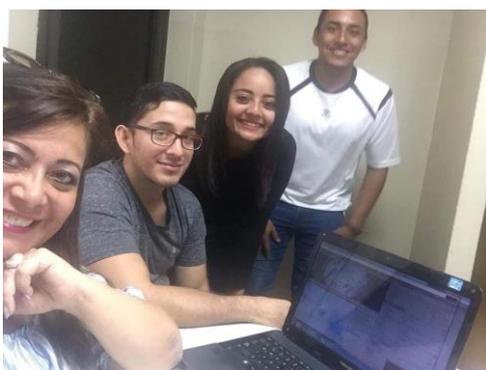


Imagen 8 Presentando avances del juego



Imagen 9 Encuesta a la Doctora Yazmin Álvarez Uribe

```
16 // inicialización
17 private void Awake()
18 {
19     rb = GetComponent<Rigidbody>();
20     contador = 0;
21     actualizar_marcador();
22     // sirve para desactivar el objeto text, es decir no se vera el texto
23     //ganaste.gameObject.SetActive(false);
24 }
25 // collider marcados con trigger son los cuadrados
26
27 private void actualizar_marcador ()
28 {
29     puntuacion.text = "Puntuación: " + contador;
30 }
31
32 private void OnTriggerEnter(Collider other)
33 {
34     Destroy(other.gameObject);
35     contador = contador + 1;
36     actualizar_marcador();
37     if (contador >= 8)
38     {
39         SceneManager.LoadScene("mundos3cartero");
40         //ganaste.gameObject.SetActive(true);
41     }
42 }
43
44
45
46
47 private void Update()
48 {
49 }
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
```

Imagen 10 Códigos desarrollados en Visual Studio para darle movilidad a la esfera

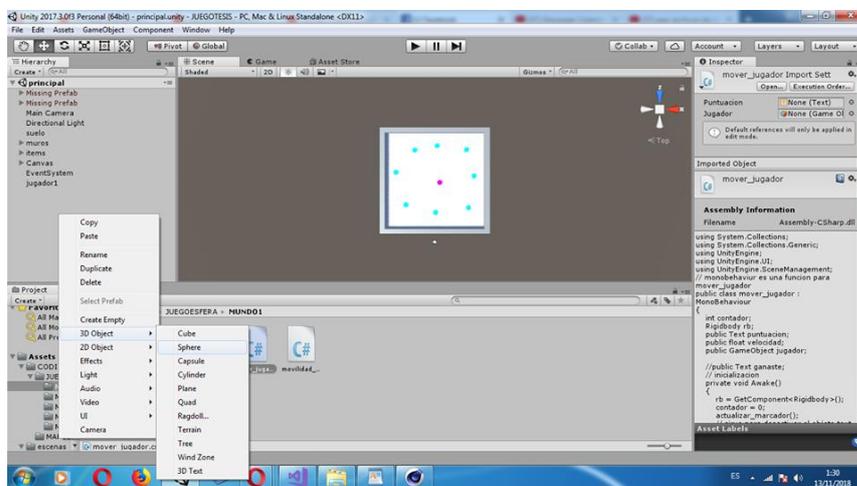


Imagen 11 Proceso para crear objetos en Unity

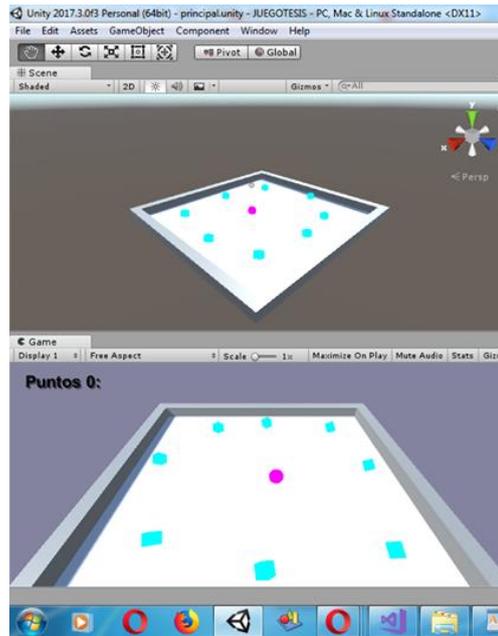


Imagen 12 Nivel 1 del prototipo con colores Cian y Magenta

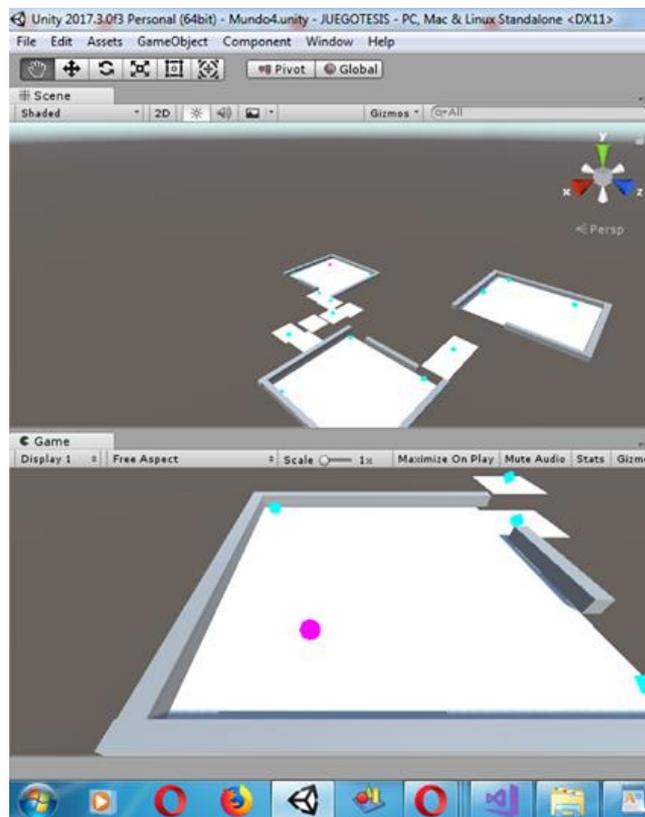
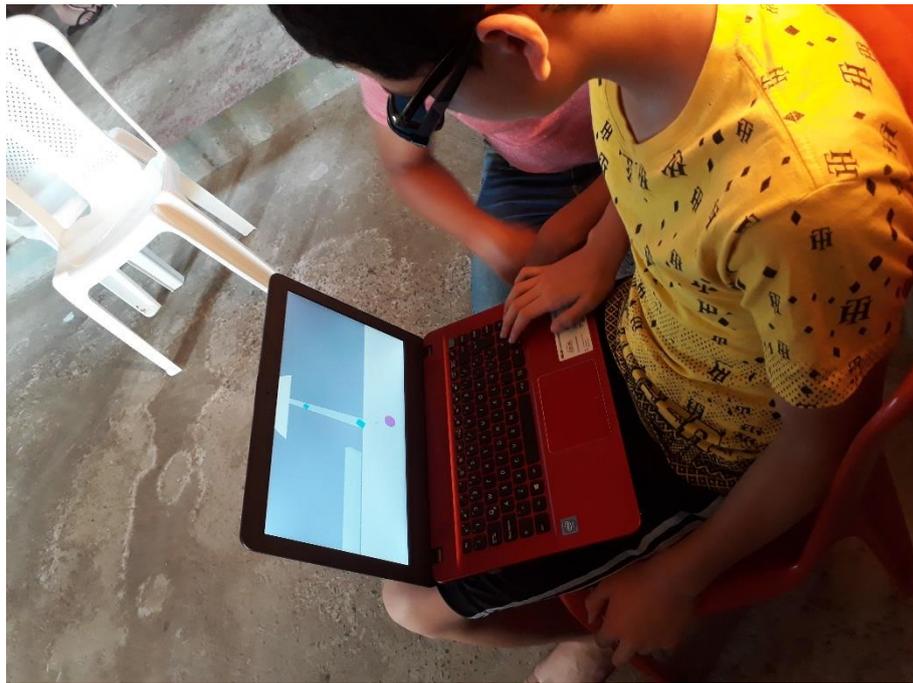


Imagen 13 niveles del prototipo

EVALUACION DEL PROTOTIPO





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE OPTOMETRÍA
ENCUESTA PARA TRABAJO DE TITULACIÓN

A continuación, encontrará una serie de preguntas, las cuales responderá cada una de ellas con una "X".
Sus respuestas son confidenciales y serán reunidas junto a las respuestas de muchas personas que están contestando esta encuesta. Muchas gracias.

1. ¿Conoce ud tecnologías de realidad virtual asociadas a las terapias de Ambliopía?
Sí No
2. ¿Cree usted que es importante vincular a los pacientes con el campo tecnológico en el área de ambliopía?
Sí No
3. ¿Cree usted que un software podría ser importante en el tratamiento de terapias visuales para los pacientes con ambliopía?
Sí No
4. ¿Conoce usted algún software de realidad virtual para terapia de ambliopía, que este o que allá sido diseñado y creado aquí en América Latina?
Sí No
5. ¿Considera usted importante invertir en una herramienta tecnológica que permita mejorar la calidad visual del paciente?
Sí No
6. ¿Cuánto considera usted que sería un valor razonable para invertir en un software para el tratamiento de ambliopía?
 0-1.000 1.000-5.000 más de 5.000
7. ¿Considera una buena decisión el apoyar e invertir en una herramienta tecnológica innovadora, de fácil manejo, y de bajo costo, que mejora la calidad visual utilizando la realidad virtual?
Sí No

