



Desarrollo de prototipo de juego serio para ejercitación ocular basado en tracking de mirada.

Modalidad: Desarrollo Tecnológico

Universidad Militar Nueva Granada Facultad de Ingeniería
Ingeniería en Multimedia
Bogotá D.C., Colombia
2014

Desarrollo de prototipo de juego serio para ejercitación ocular basado en tracking de mirada.

Estudiante:
Mauricio Navia Ávila

Código:
1201154

Director
Alvaro Uribe Eng.D.

Universidad Militar Nueva Granada Facultad de Ingeniería
Ingeniería en Multimedia
Bogotá D.C., Colombia
2014

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todas aquellas personas que a lo largo de la carrera me ayudaron y guiaron, para lograr una de mis metas que es ser profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por todo el apoyo que recibí de ellos durante la carrera, a mis abuelos los cuales fueron la base para que mis metas y logros personales, tomen el camino que es debido y a mis hermanos y amigos que siempre estuvieron a mi lado apoyándome y brindándome su tiempo para que este proyecto de vida se cumpla.

RESUMEN

Las enfermedades visuales se presentan en un alto porcentaje en el mundo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) reporta que la mayor cantidad de personas que presenta alguna discapacidad visual se encuentran en países en vía de desarrollo por la falta de prevención y atención oportuna a los pacientes con problemas de visión.

En la actualidad el uso de múltiples tecnologías de cómputo proveen facilidad de acceso a distintas tareas que mejoran la calidad de vida de las personas, sin embargo, estas mismas generan en la población problemas de salud visual que afectan los músculos del ojo, por la gran cantidad de tiempo que una persona permanece frente a estos aparatos ya sean computadores, dispositivos móviles, televisores, entre otros. Esta situación presenta un escenario de salud ocupacional donde la falta de pausas activas que son recomendadas para la prevención puede resultar en enfermedades como la ambliopía, el astigmatismo, la miopía y problemas de refracción.

Una de las razones de no realizar ejercicios oculares es la falta de conocimiento de éstos durante el uso de las tecnologías de cómputo. A partir de esta problemática, en la actualidad se encuentran aplicativos y páginas web informativas sobre la anatomía del ojo, sus patologías y cuidados que dejan a interpretación y responsabilidad del usuario su uso.

Se realizó un exergame que basado en una mecánica de juego serio, ayuda a fortalecer los músculos del ojo a partir de ejercicios de seguimiento de objetos donde se toma como referencia la mirada del usuario. El sistema se ajustó con un equipo de cómputo y un sensor infrarrojo, con éstos el usuario interactúa mediante la interfaz de usuario del programa desarrollado. Se realizó la validación del aplicativo mediante una encuesta a personas que pasan varias horas del día frente al computador y de la oficina de Salud Ocupacional de la UMNG. De la implementación realizada fue posible concluir que esta tecnología presenta potencial en este tipo de escenarios resultando llamativa, motivante y educativa, según lo manifestado por los usuarios.

Palabras clave: Ejercicios oculares, *Eye-Tracking*, juego serio, enfermedades visuales.

ABSTRACT

Ocular diseases are present in a larger percentage of the global population according to the World Health Organization, and most of them live in development countries. Currently, the technology advances in several fields such as electronics, mechanics and computer science have provided mobile computing devices that are altering how people accomplish several daily activities. The massive use of technologies such as tablets, smartphones and laptops is also providing a scenario where ocular diseases are increasing. Some of the most common affections are amblyopia, astigmatism and myopia among others. A crucial factor for preventing some of these affections is found in the form of exercises to keep in shape the eye's muscles and while there are guides, websites and recommendations their use depends on the person, who may not have all the information at hand.

This work presents the development of a serious game that provides an entertainment scenario to exercise the eye's muscle, while obtaining feedback through eye tracking and relevant information about the eye, its anatomy, healthcare and exercises. The system is composed of a standard computer with an eye tracking device using infrared sensors. The game was validated with the help of users that are spending most of the time in front of a computer and the help of the Occupational Health division of the Militar Nueva Granada University.

Keywords: Diseases eye exercises, tracking

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Presentación del problema.....	11
1.2 Justificación.....	13
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo General	13
1.3.2 Objetivo Específicos.....	13
1.4. Metodología	14
CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE	16
2.1 Rehabilitación muscular del ojo.....	16
2.2 Juegos en la rehabilitación muscular del ojo.....	17
2.3 Tracking de ojos, para la rehabilitación ocular.	18
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.....	19
3.1 ESTEREOPSIS	21
3.2 Ejercicios Oculares.....	22
3.3 BENEFICIOS EJERCICIOS OCULARES:	24
3.4 AMBLIOPIA.....	24
3.5 ESTRUCTURA JUEGOS SERIOS	25
3.6 JUEGOS SERIOS	26
CAPÍTULO 4: DESARROLLO	27
4.1 Caracterización del ojo y sus ejercicios	27
4.2 Arquitectura del sistema.....	27
4.3 Diseño del juego.....	30
4.3.1 Contexto del juego.	30
4.3.2 Definición del Juego.....	30
4.3.3 Elementos del Juego.....	30
4.4 Ingeniería de software	31
4.4.1. Historias de Uso:	31
4.4.2. Casos de Uso	32
4.5 Diseño de la interfaz (audio-visual)	37

CAPÍTULO 5: RESULTADOS	42
5.1 Resultados prototipo.....	42
5.1.1 Nivel1 Ejercicio Músculos Rectos Superior e Inferior.....	45
5.1.2 Nivel2 Ejercicio Músculos Recto Lateral Izquierdo y Lateral Derecho	46
5.1.3 Nivel 3 Ejercicios Diagonales	47
5.2 Resultados Encuesta.....	48
5.2.1 Análisis Resultado Encuesta	55
5.3 Datos obtenidos durante la experiencia.....	57
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	60
BIBLIOGRAFÍA.....	61
APÉNDICES	65
Trabajo en congresos	¡Error! Marcador no definido.
Manual de Usuario	65
ANEXOS	68
Anexo 1. Ejercicios para relajación ocular [41].	68
Alternate eye movements	68
Anexo 2. Ejercicios para relajación ocular [42].	68
Improve Visual Focus	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación músculos extraoculares [36].	19
Figura 2 Origen músculos oculares [37].	20
Figura 3 Simples ejercicios para fortalecimiento de los músculos. [40]	22
Figura 4 Ejercicios a realizar en cualquier lugar	23
Figura 5 Ejercicios en casa	23
Figura 6 Arquitectura general del sistema.	28
Figura 7 Diagrama caso de uso Calibración.	34
Figura 8 Diagrama interacción del usuario con los niveles del juego	35
Figura 9 Diagrama interacción usuario-menú	35
Figura 10 Diagrama interacción del usuario-instrucciones	35
Figura 11 Diagrama de flujo del juego.	36
Figura 12 Diagrama de clases	37
Figura 13 Diseño combinación colores para alerta	37
Figura 14 Logo Visual Gym.	38
Figura 15 Diseños de botones	38
Figura 16 Boceto Nivel 1	39
Figura 17 Boceto Nivel 2	40
Figura 18 Boceto Nivel 3	40
Figura 19 Medalla o estrella del juego.	41
Figura 20 Escalas de colores.	41
Figura 21 GazePoint Control activado.	42
Figura 22 GazeCalibration con 9 puntos.	43
Figura 23 Advertencia.	43
Figura 24 Menú inicio	44
Figura 25 Instrucciones (a) Nivel1 (b) Nivel2 (c) Nivel3	44
Figura 26 Nivel 1 (Ejercicios Horizontales)	45
Figura 27 Nivel 1 Objeto parte superior.	45
Figura 28 Nivel1 Objeto en el centro.	46
Figura 29 Nivel1 Objeto en parte inferior.	46
Figura 30 Nivel 2 (Ejercicios Horizontales)	47
Figura 31 Nivel 3 (Ejercicios Diagonales)	47
Figura 32 Menú Pausa.	48
Figura 33 Datos Nivel 1	57
Figura 34 Datos Nivel 2	58
Figura 35 Datos Nivel 3	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Caso de uso N°1 Activación GazePoint.....	32
Tabla 2 Caso de uso N°2 Movimientos Verticales.....	32
Tabla 3 Caso de uso N°3 Movimientos Horizontales	33
Tabla 4 Caso de uso N° 4 Movimientos en Diagonal.....	33
Tabla 5 Caso de uso N° 5 Pausar Juego	33
Tabla 6 Caso de uso N° 6 Tiempo	34
Tabla 7 Caso de uso N° 7 Movimientos Horizontales.....	34

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Según la OMS “En el mundo hay aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual, de las cuales 39 millones son ciegas y 246 millones presentan baja visión. Aproximadamente un 90 % de la carga mundial de discapacidad visual se concentra en los países en desarrollo. En términos mundiales, los errores de refracción no corregidos constituyen la causa más importante de discapacidad visual, pero en los países de ingresos medios y bajos las cataratas siguen siendo la principal causa de ceguera” [1].

Según la organización mundial de la salud (OMS), hay 285 millones de personas en el mundo que presentan baja visión (“Alteración en las funciones sensoriales visuales o estructuras del ojo o del sistema nervioso que limitan al individuo principalmente en la ejecución y participación en actividades que impliquen el uso de la visión.”[2]).

Según el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) en colaboración con *Colombiaestad* (Colombia estadística) “En Colombia de cada 100 colombianos con alguna limitación el 43,4% tienen limitación permanentemente para ver, la mayoría de estas personas son mayores 46,7% y el 40,1% son hombres. Los departamentos con mayor número de invidentes son Vaupés, Caquetá, Arauca y San Andrés.”[3].

“Bogotá, 1 nov 2013.- Colombia tiene registrados 1.143.992 casos de personas con algún grado de discapacidad visual, que representan el 43,5% del total de discapacitados del país, según datos divulgados hoy en un seminario internacional que se celebra en Bogotá. De ese grupo, aproximadamente 18.952 son menores de cinco años de edad y 83.212 son niños entre los 5 y los 11 años, según datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) citados hoy en el Seminario Internacional de Investigación e Innovación en Ciencias de la Visión.”[4] entre estas dificultades visuales se pueden encontrar enfermedades en niños como ambliopía, estrabismo y errores de refracción lo cuales conllevan miopía, hipermetropía y astigmatismo [5].

En Colombia 102.164 niños menores de 11 años según el DANE poseen ceguera total o presentan baja visión [2], debido a las pocas actividades que realizan sin que sus ojos tengan ejercicio o se muevan para enfocar o desenfocar ciertos objetos. Entre estas dificultades visuales se pueden encontrar enfermedades en los niños como ambliopía, estrabismo y errores de refracción, los cuales conllevan a la miopía, hipermetropía y astigmatismo [5].

1.1 Presentación del problema

El Ministerio de Trabajo en el Artículo 161 del Código Sustantivo del trabajo establece que los empleados permanezcan al día mínimo ocho (8) horas en sus lugares de trabajo, muchas personas realizan sus labores en diferentes oficinas y su actividades las llevan a cabo frente a los medios de

información masiva, pasar demasiado tiempo frente a sistemas de cómputo, por las actividades que realizan, sin un ejercicio correcto de los músculos oculares aumenta el riesgo de las enfermedades asociadas a la visión [6]. La falta de ejercicio por la poca lectura que realiza la población colombiana ya sea por analfabetismo (El analfabetismo de personas mayores a 15 años es del 5.7% a nivel nacional según el DANE [7]), por desinterés, falta de motivación, o una educación deficiente que no facilita el gusto por la misma desde que se es niño, y por lo tanto el desarrollo de unos músculos oculares sanos [8].

En el contexto de la salud ocupacional, la ciencia médica ha creado un término para las enfermedades causadas por largas horas de trabajo frente a un sistema de cómputo, “*El síndrome del computador*”, este se compone de diferentes afecciones a lo largo del cuerpo en lugares como la columna y espalda, en la cabeza y en los brazos y muñecas. En el aspecto visual la persona acusa Visión borrosa, cambios en la percepción de colores, omisión de letras o renglones, dificultad de enfoque, molestia de resplandor periférico, sensación de destello, desenfoque del monitor, en el globo ocular inmovilización y esfuerzo continuo los cuales generan tensión visual [9]. Este síndrome del computador puede ser una de las causas de defectos visuales. Como consecuencia de esto los médicos recomiendan “Fijar la mirada en un objeto distante al monitor cada media hora para ejercitar los ojos y mejorar el enfoque. La distancia entre el usuario y el monitor debe superar los 40 centímetros y deber ser inferior a los 70 centímetros. Utilizar filtros antirreflejos para bloquear la radiación de la pantalla y reducir así la fatiga visual (los filtros de pantalla anulan los reflejos de la luz ambiente y las emisiones de radiación)” [10].

En la actualidad los tratamientos se realizan en su mayoría a través de ejercicios en centros especializados y luego, con guías para desarrollo autónomo en casa, el paciente los realiza bajo su propia responsabilidad y en muchas ocasiones no lo hace [11].

Existe un gran interés en las soluciones basadas en *eHealth* [12] cuya finalidad es mejorar la calidad de vida a través de desarrollos con tecnologías de la información y las comunicaciones. Algunos de los ejemplos de *eHealth* en el campo de la rehabilitación visual son 100% *Visión*, el cual se considera ayuda a aliviar la tensión ocular, causada por la falta de movimiento del ojo, debida a las largas horas de trabajo frente a dispositivos de cómputo. Es una aplicación para IOS (*iPad, iPhone, iPod, etc*) [13].

Otra aplicación es *Ejercicios oculares*, indica 12 diferentes ejercicios de recuperación, terapia para visión y recuerda al usuario realizarlos con una periodicidad constante. Es una aplicación móvil para Android [14].

La *Ejercitación del ojo*, pone al usuario a seguir diferentes puntos en la pantalla con diferentes niveles y guarda un historial del tiempo y días en los cuales ha realizado el ejercicio, busca evitar el cansancio y mejorar la visión. Aplicación para *Android* [15].

Debido a que el Ortopista, no puede estar presente diariamente en las actividades que realiza el paciente para ejercitar sus ojos, un método efectivo y sencillo será aquel donde se pueda acceder a un registro de las actividades que desarrolla el paciente fuera del consultorio y evidenciar así, los avances en la siguiente consulta.

1.2 Justificación

Las diferentes enfermedades relacionadas con la salud visual traen como consecuencia, desde baja visión [2], hasta la pérdida total de la visión, se dificulta por lo tanto, realizar las labores del diario vivir, la consecución de trabajo, y se afecta la calidad de vida de las personas [16]. Además, el uso masivo de dispositivos de cómputo, tanto de escritorio como móviles, ha cambiado la forma como se interactúa con la información ya que, se invierten grandes periodos de tiempo frente a estos aparatos. Lo anterior, es motivo de preocupación y se busca promover hábitos de visión preventivos o correctivos según el caso para minimizar los efectos de largas jornadas de trabajo frente a los equipos de cómputo [17].

De forma general, las afecciones más comunes son la ambliopía, fatiga visual (astenopia) estas enfermedades llegan a ser causadas por malos hábitos cuando se es niño, al no desarrollar de forma óptima el nervio ocular o por problemas de refracción en el ojo, cuyas consecuencias pueden resultar en baja visión [18]. Su tratamiento hoy día en su mayoría sigue siendo realizado de forma tradicional donde el paciente es guiado por el especialista en su lugar de trabajo con una serie de ejercicios dependiendo la afección que presente el paciente, los pacientes también pueden realizar algunos de estos ejercicios en casa como apoyo a la rehabilitación [19]. Los ejercicios de fortalecimiento de los músculos oculares o de pausas activas en los trabajos [20], pueden ayudar a prevenir y/o curar la diferentes afecciones visuales, para ello las aplicaciones que se están desarrollando han servido de gran ayuda aunque no es fácil verificar si la persona si está o no realizando el ejercicio de forma correcta.

Por esta razón, se presenta una oportunidad de desarrollo de herramientas complementarias que saquen provecho de las actuales tendencias tecnológicas, donde los usuarios pueden encontrar mayor motivación a cuidar su salud ocular a través de aplicativos que les permitan ver su progreso, compartirlo con amigos, familiares o especialistas de la salud, para mantener una mejora continua y monitoreada.

Los desarrollos de software y hardware de seguimiento de mirada se están empezando a utilizar para evaluar la usabilidad y los aspectos visuales de los diferentes aplicaciones de computo, estos tipos de herramientas podrían llegar a ser útiles en el momento de pensar en ideas para *eHealth* pues se puede dar un paso para realizar diferentes avances con esta tecnología en el campo de la salud visual como herramientas de apoyo para los especialistas en estas áreas o en pausas activas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Desarrollar un prototipo de un aplicativo basado en Tracking de mirada para ejercitación de los músculos oculares.

1.3.2 Objetivo Específicos

- Analizar y caracterizar la anatomía funcional del ojo para diseñar las mecánicas de interacción del juego

- Estructurar los subsistemas de tracking, interacción e inmersión para diseñar la arquitectura del sistema
- Identificar las metas, reglas, realimentación y participación del usuario para el diseño del juego según guías de ejercitación ocular
- Desarrollar el prototipo y validar los datos obtenidos para mejorar el aplicativo

1.4. Metodología

El desarrollo se dividió en cuatro (4) etapas, las cuales, integradas dieron como resultado el prototipo de juego serio para la ejercitación de los músculos del ojo. Estas etapas fueron:

- Caracterización del ojo
- Estudio del dispositivo *Eye-Tracking* (captura por infrarrojo de la mirada del usuario).
- Diseño del juego
- Resultados

A continuación mencionaremos el método de cada uno de las actividades realizadas en cada etapa.

1.4.1 Caracterización del ojo

- Se realizó una búsqueda de las enfermedades más comunes, desencadenadas por largas horas de exposición a los diferentes sistemas de cómputo, para identificar y comprender los diferentes tratamientos que existen y tener como punto de partida los ejercicios para los músculos del ojo que ayudan a prevenir y/o curar alguna enfermedad específica. Estos tratamientos son realizados por especialistas de la salud visual como oftalmólogos, ortoptistas, optómetras, entre otros en los diferentes centros de salud visual.
- Se conoció la anatomía muscular del ojo y como son sus respectivos movimientos (contracción, relajación ocular) al momento de enfocar o desenfocar objetos en diferentes posiciones. Estos músculos funcionan igual que cualquier músculo del cuerpo, si no se trabaja o ejercita empieza a perder su fuerza. Si el músculo se torna débil, desencadena enfermedades que se podrían prevenir, si la gente conociera los ejercicios y los practicara en intervalos de tiempo durante sus actividades cotidianas no se debilitaría. Si el músculo es fuerte, podrá evitar enfermedades de corto o largo plazo.
- Se investigó sobre los diferentes movimientos o ejercicios que se pueden realizar para fortalecer los músculos oculares. Estos ejercicios deben tener como beneficio prevenir alguna enfermedad desencadenada por el uso excesivo de sistemas de cómputo o alguna otra patología que pueda ser de ayuda para una buena salud ocular.

1.4.2 Estudio del dispositivo *Eye-Tracking*

- Se identificaron las características de uso del dispositivo como la distancia del usuario con respecto al sensor, la ubicación del sensor respecto a la pantalla (parte superior o inferior). Con el fin de elaborar un sistema que interactúe de forma adecuada con el dispositivo para el desarrollo del prototipo, se tuvo en cuenta los resultados de la caracterización del ojo.

- Se observó el funcionamiento del dispositivo, sus beneficios y contras en el momento de trabajar con la mirada, la aplicación de usabilidad o su implementación en juegos como *Ninja Fruit* [20].
- Se creó un ambiente de realidad virtual donde el usuario interactúa para navegar o jugar en ambientes de Realidad Aumentada (RA), con la cual se le enseña a la persona una dinámica de juego agradable para realizar sus ejercicios.

1.4.3 Diseño del juego serio

- Se seleccionaron los ejercicios a realizar, para con base en ellos facilitar un contexto a la dinámica de juego y del mismo modo plantear la meta del juego que es intrínseca a ejercitar los músculos oculares.
- El aplicativo se dividió en una parte instructiva donde el usuario se familiariza con la información del ojo y de los músculos que ejercita de acuerdo a los juegos presentados, seguida de los resultados del juego y las preguntas para validar la comprensión y asociación de la información presentada.
- La jugabilidad se controló en su mayoría por medio del sensor infrarrojo (*Eye-Tracking*).
- Se diseñó la interfaz del juego, relacionada a la ejercitación de ojos y el contexto que se le dé a cada ejercicio.

1.4.4 Resultados

Se procedió a realizar las diferentes validaciones del aplicativo por medio de la aplicación de una encuesta después de jugar el prototipo, se preguntaron los aspectos más generales como las enfermedades oculares que tiene, hasta los aspectos del juego y si aprendió la importancia de los ejercicios.

La metodología que se trabajo fue XP (*Xtrem Programing*), es una metodología versátil y de rápida elaboración de software que está en constante cambio o actualización, donde se plantean unas historias de uso (Requerimientos) y se procede a realizar toda la parte de caracterización del ojo, estudio del dispositivo y diseño del juego por cada historia, donde se le puede dar un peso a cada historia y realizar las de mayor peso al menor.

CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE

Según la OMS “Actualmente, sólo el 15% de los trabajadores de todo el mundo tengan acceso a servicios de salud ocupacional especializados que llevan a cabo la prevención de riesgos laborales, vigilancia de la salud, la capacitación en métodos de trabajo seguros, primeros auxilios y asesoran a los empresarios en materia de salud y seguridad ocupacional.”[20] Como se evidencia en los datos de la OMS, las empresas que implementan en sus estatutos la prevención de riesgos profesionales, son muy pocas.

2.1 Rehabilitación muscular del ojo

En Colombia se han planteado programas para la prevención de riesgos profesionales como lo es esta iniciativa del estado de Colombia que inicia el 2008-2012 el cual nos indica. “La Salud Ocupacional debe mantener la herramienta de gestión que le permite articular el trabajo y las acciones de los diferentes actores que integran el Sistema General de Riesgos Profesionales, con el fin de sumar esfuerzos y estrategias para alcanzar la promoción de la seguridad y salud en el trabajo, fomentar una cultura del autocuidado, de la prevención de los riesgos profesionales y ocupacionales, ampliar la cobertura e impulsar el desarrollo técnico, tecnológico y científico del Sistema y garantizar su viabilidad financiera, entre otros” [22].

En la actualidad las empresas o personas están tomando conciencia sobre los problemas que se pueden generar en sus trabajadores y/o amigos por largas horas de trabajo frente a sistemas de cómputo debido a la falta de movimiento que realizan sus ojos mientras laboran, para ello diferentes empresas están empezando a implementar sistemas *eHealth* [12] o el departamento de salud ocupacional, con el fin de fomentar las nuevas tecnologías para la disminución de estos factores de riesgo laboral [22].

Los ejercicios oculares se han usado para actividades motrices finas en niños, para fomentar la lectura y mejorar su salud visual, tanto, para la lectura como para la salud visual del niño [8]. Los ejercicios de enfoque y desenfoco, por medio de objetos de diferentes tamaños y colores ayudan a potenciar la eficiencia visual de las personas, mediante la localización, exploración y seguimientos de los objetos. Estos ejercicios también pueden ayudar al paciente a realizar análisis de percepción y atención del paciente. También se puede potenciar las habilidades compensatorias, con la ayuda del enfoque delante o por detrás de la zona de fluctuación. Las tareas a realizar son de fijación y seguimiento de objetos a diferentes distancias, para estas tareas se pueden usar gafas 3D para realizar enfoque a distancias y observar los objetos 3D [23].

“Como otros sistemas del cuerpo humano, muscular, respiratorio, cardiovascular etc., el sistema visual también puede mejorar sus rendimientos de funcionamiento si es sometido a entrenamiento, es decir, a la práctica reglada y programada de actividades.”[24] Se tienen diferentes fases en el entrenamiento visual como la fase monocular, fase biocular, fase binocular y para ambliopía se añade otra fase que es monocular en campo binocular. Los cuales se trabajan con artificios donde se tapa o se ayuda a un ojo para facilitar el ejercicio o donde no hay ninguno para realizar los diferentes ejercicios de estereopsis o de las vergencias [25].

2.2 Juegos en la rehabilitación muscular del ojo

A lo largo del tiempo se han desarrollado diferentes investigaciones en el campo de la optometría, en relación a cómo los videojuegos pueden ayudar a una persona con una deficiencia ocular como la ambliopía (“proviene del griego *Amblyos*, “ciego” y *opia*), la cual es una anomalía espacial de la visión [23]. Por medio de terapia visual aplicada se puede revertir la ambliopía ya que no es ceguera total del paciente, sino el procesamiento de una sola imagen por parte de un ojo, esto quiere decir, que tiene “pereza” para ver por el otro. Una forma de tratar para esto se usa técnicas donde se usan filtros en los ojos o parches en el ojo bueno y así se obliga a que el paciente entrene su cerebro para que el paciente empiece a identificar de forma correcta la imagen que debe percibir normalmente.

Se ha encontrado que las técnicas de visión 3D, que están en auge también nos ayudan para el ejercicio visual. Esto se debe a que el paciente, por no lograr ver correctamente la imagen que se le muestra, fuerza su ojo y a la vez su cerebro, para que empiece a observar la imagen de forma correcta. Para esto, al paciente se le dan a jugar con diferentes tipos de juegos, como de aventura o de carreras. Con la ayuda de filtros rojos y azules que se pone, ya sea en el aparato donde funciona el juego o en uno de los ojos del paciente, se logra entrenar el cerebro para que empiece a ver por el ojo afectado. Si el paciente está jugando y no logra ver un enemigo o a dónde se dirige su personaje con su ojo afectado, va a perder la partida, por eso el paciente se esfuerza más en ver, fortaleciendo su ojo y a la vez, su entrenando su cerebro para interpretar de forma correcta la imagen [26].

Dado a que las investigaciones de cómo los videojuegos ayudan a recuperar la visión de personas que sufren ambliopía se están desarrollando diferentes aplicaciones o juegos que combinan la visión 3D. Como sabemos nuestro cerebro al ver dos imágenes por separado no tiene la sensación del 3D, al unir estas dos imágenes en una sola y con ayuda de gafas de visualización 3D (análogo, pasivas o activas), se logra percibir el 3D. De este modo si el ojo ambliope ya está entrenado vamos a observar la imagen con todo detalle pero si el ojo hasta ahora está empezando a ejercitarse lo va a ver sólo con el detalle del ojo bueno. Es por eso que estas técnicas son de mucha dedicación y no sólo se deben hacer en consulta médica sino también en el hogar. Un método donde se implementa esta técnica es el que está desarrollando el equipo 3D4amb donde se tiene una imagen para visualización 3D, donde el juego se configura de tal forma que el ojo bueno reciba la imagen con la menor cantidad de detalle y el ojo ambliope reciba la misma imagen pero con mayor cantidad de detalle. Debido a los dispositivos que contengan visualización 3D como televisores o computadoras con tarjeta gráfica con 3D [27].

Nintendo lanza al mercado *Flash Focus: Vision Training in Minutes a Day*, el cual, es un juego para el Nintendo 3DS donde se el aplicativo tiene como meta él trabaja de la agudeza visual dinámica, visión momentánea, movimiento del ojo, visión periférica y coordinación mano ojo [27].

Otras aplicaciones son *Ejercicios oculares*, indica 12 diferentes ejercicios de recuperación, terapia para visión y recuerda al usuario realizarlos con una periodicidad constante. Es una aplicación móvil para Android [14]. *100% Visión*, el cual se considera ayuda a aliviar la tensión ocular, causada por la falta de movimiento del ojo, debida a las largas horas de trabajo frente a dispositivos de cómputo. Es una aplicación para IOS (*iPad*, *iPhone*, *iPod*, etc) [13]. *La Ejercitación del ojo*, pone al usuario a seguir diferentes puntos en la pantalla con diferentes niveles y guarda un historial

del tiempo y días en los cuales ha realizado el ejercicio, busca evitar el cansancio y mejorar la visión. Aplicación para *Android* [15].

2.3 Tracking de ojos, para la rehabilitación ocular.

Los sistemas de seguimiento de mirada se pueden implementar con una simple cámara web que incorpore cualquier computador o como accesorio [28], donde existen diferentes librerías de código abierto (OpenCV) que detectan el movimiento del ojo y así realizar las diferentes acciones con la mirada con cualquier dispositivo de captura de movimiento como las cámaras web [29]. Los diferentes desarrollos que se realizan con ayuda de las cámaras web también ayudan a reconocer ciertos gestos como el parpadeo de los ojos, para realizar alguna acción deseada [30].

Una nueva noticia que saca el estudio de juegos Umoove es la interacción de los ojos con los videojuegos, donde se da por primera vez una facilidad para que los usuarios no tengan que depender de sus manos para interactuar con un sistema de realidad virtual, como los videojuegos. Este desarrollo está siendo trabajado para implementar en iOS el cual modificaría el estilo de uso de las aplicaciones y de los dispositivos móviles por medio de seguimiento de ojos o *Eye Tracking* [31].

Los avances que se están realizando en los dispositivos para tracking de ojos como es el caso de *tobbi* [32], la cual es una empresa desarrolladora y manufacturera de estas tecnologías, ayudan a los usuarios y consumidores a generar nuevas metas para el desarrollo de algún aplicativo o videojuego, pues estos aparatos nos ayudan a generar un tipo de interacción diferente en los usuarios, donde se pueden sentir más cómodos a la hora de jugar. Un ejemplo de videojuego que nos presenta tobii es la selección del mini mapa de *StarCraft*, el cual tiene diferentes finalidades tanto medicas como de entretenimiento [33]. También nos trae una interacción con los videojuegos para el manejo de interfaz y de usabilidad como en el *Killzone 3* [34].

Los *Eye tracking* no son nuevos, llevan varios años en el mercado y han sido usado con diferentes finalidades como psicología, evaluación de usabilidad y como ayuda para personas con discapacidad. Aunque posee limitaciones de espacio y ambiente.

Para probar si los *Eye Tracking* han servido o son impactantes en los juegos se han desarrollaron tres pruebas con diferentes clases de juegos, el primero fue un Shooter, y los otros dos prototipos se desarrollaron con *Half Life software Development kid*, donde en uno controla un arma y el otro controla la cámara. Todo esto con la mirada. Obteniendo diferentes resultados de usabilidad por medio de cuestionarios y entrevistas a los usuarios. [35].

Los nuevos avances que se realizan en los *eye tracking*, son una ventaja ya que puede llegar a ser un nuevo sistema de interacción con las interfaces de los dispositivos tecnológicos que nos rodean. Por esto es importante incursionar en campos como la medicina con estos aparatos. Pues como se puede observar las terapias que realiza un ortóptico se pueden complementar por medio de un aplicativo, donde los ejercicios que proponga el doctor, puedan realizarse en casa o como herramienta de apoyo en el consultorio con ayuda del seguimiento de mirada (*Eye Tracking*).

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

El ojo humano se componen de seis músculos extraoculares sobre el globo ocular que se dividen en dos tipos de músculos: rectos y oblicuos. Estos músculos se contraen y relajan trabajando coordinadamente en ambos ojos.

En la Figura 1. Podemos observar la ubicación de los seis músculos extraoculares.

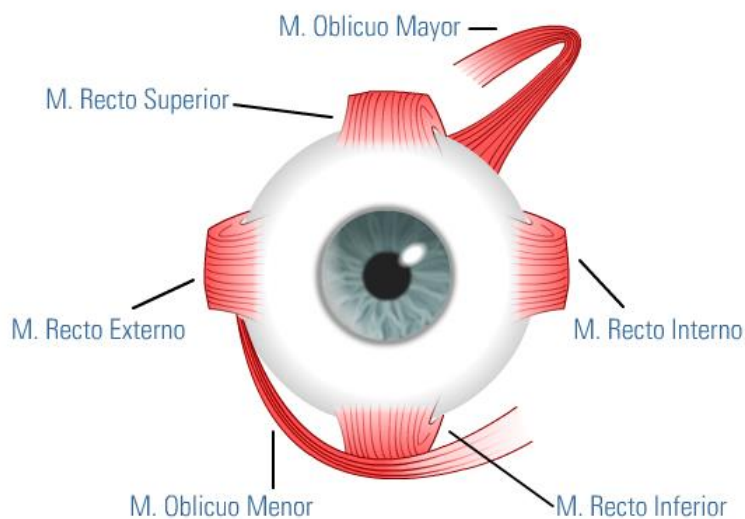


Figura 1 Ubicación músculos extraoculares [36].

Los músculos rectos se componen de:

- Recto Interno. Permite el movimiento de aducción (hacia la nariz).
- Músculo Recto Externo. Permite el movimiento de abducción (hacia fuera).
- Recto Superior. Permite un movimiento de elevación con ligera aducción.
- Recto Inferior. Permite un movimiento de depresión con ligera aducción.

Los músculos oblicuos se componen de:

- Oblicuo Mayor. Es el músculo más largo y permite un movimiento de depresión con ligera abducción.
- Oblicuo Menor. Permite un movimiento de elevación con ligera abducción.

“Cinco de los músculos tienen su origen en el vértice de la órbita y sólo el oblicuo inferior se origina en el ángulo inferior e interno de la misma. Los seis músculos se insertan en la esclera.” [36]
Como se puede observar en la Figura. 2.

Los cuatro rectos alcanzan el globo insertándose en él desde atrás hacia delante, por lo que al contraerse desplazan al globo en la dirección que indica su nombre. Los oblicuos por el contrario, lo alcanzan de delante hacia atrás, desplazándolo al contraerse en sentido contrario a su nombre [36].

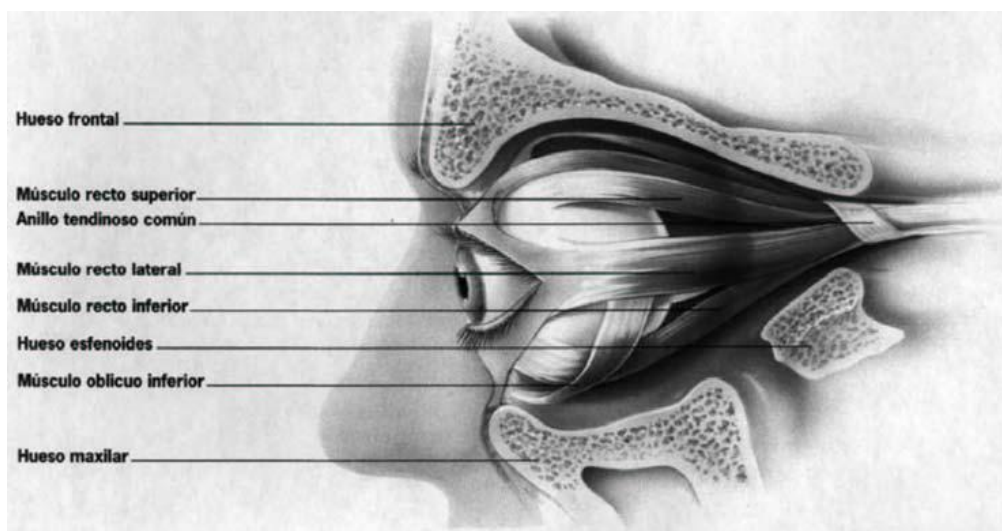


Figura 2 Origen músculos oculares [37].

Movimientos oculares.

Cuando dos o más músculos se mueven en la misma dirección, tienen un movimiento sinergista. Cuando un músculo tiene un movimiento opuesto al otro, se le llama movimiento antagonista. Son ocho los movimientos oculares, son cuatro simples y cuatro de torsión [37].

Los movimientos simples son:

- Aducción (hacia dentro)
Utiliza el músculo Recto Interno.
- Abducción (hacia fuera)
Utiliza el músculo Recto Externo.

- Elevación (arriba)
Utiliza los músculos Recto Superior y Oblicuo Menor.
- Depresión (abajo)
Utiliza los músculos Recto Inferior y Oblicuo Mayor.

En los movimientos de torsión intervienen tres músculos como se presenta a continuación:

- Torsión elevación-aducción
Utiliza los músculos Recto Superior, Oblicuo Menor y Recto Interno.
- Torsión elevación-abducción
Utiliza los músculos Recto Superior, Oblicuo Menor y Recto Externo.
- Torsión depresión-aducción
Utiliza los músculos Recto Inferior, Oblicuo Mayor y Recto Interno.
- Torsión depresión-abducción
Utiliza los músculos Recto Inferior, Oblicuo Mayor y Recto Externo [36].

3.1 ESTEREOPSIS

Los humanos tienen por naturaleza la visión tridimensional, es decir, se puede apreciar alto, ancho y además la información de profundidad de lo que nos rodea. Esta percepción espacial se debe a diversos motivos, pero principalmente, a la disposición binocular de los ojos, la cual permite a cada ojo observar campos ligeramente diferentes. Por esta disparidad es que los objetos son posteriormente interpretados por el cerebro permite la percepción del estado espacial en el que se encuentra el objeto.

La actividad en conjunto de todos estos procesos y sentidos es llamada estereopsis. Por otra parte, el paralelaje de los ejes ópticos de los ojos, la separación intraocular, la acomodación y el enfoque son mecanismos, que en conjunción con la estereopsis, se conoce como fusión [38].

Aquellas personas que sufren de estrabismo, aniseiconia o catarata uniocular en edades tempranas, sufren también ambliopía en un ojo y pérdida de la monocularidad. En general, se observa que los pacientes con estrabismo severo fallan en los tests de estereopsis tanto si presentan ambliopía como si no, por lo que el factor principal de la pérdida de la estereopsis sería el estrabismo y no la ambliopía. Todas las pérdidas de estereopsis se dan cuando los estímulos son de altas frecuencias espaciales. En la ambliopía estrobica, la estereopsis permanece normal para bajas frecuencias espaciales [39].

3.2 Ejercicios Oculares

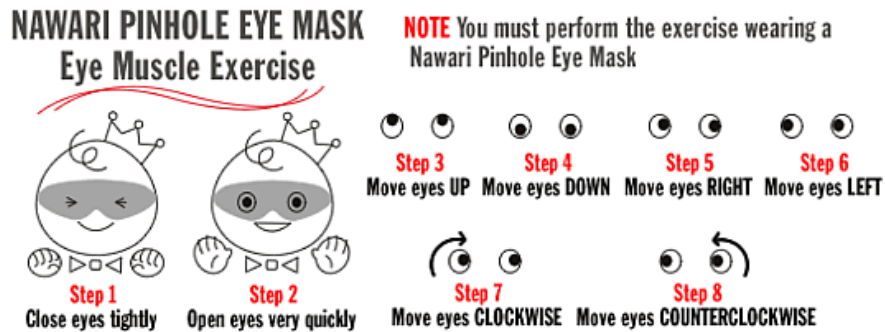


Figura 3 Simples ejercicios para fortalecimiento de los músculos. [40]

Cada movimiento que se realice con los ojos, debe demorar al menos entre 1-2 segundos. Como podemos observar en la Fig. 3. En el paso 4 los ojos, deben estar en esta posición durante 1-2 segundos y luego ir al paso 5.

En la Figura 4. Encontramos una secuencia de ejercicios que se pueden realizar en cualquier lugar y momento de las actividades diarias que se realicen. Estos ejercicios se deben repetir entre 2-3 veces sin superar los 2 minutos cada uno.

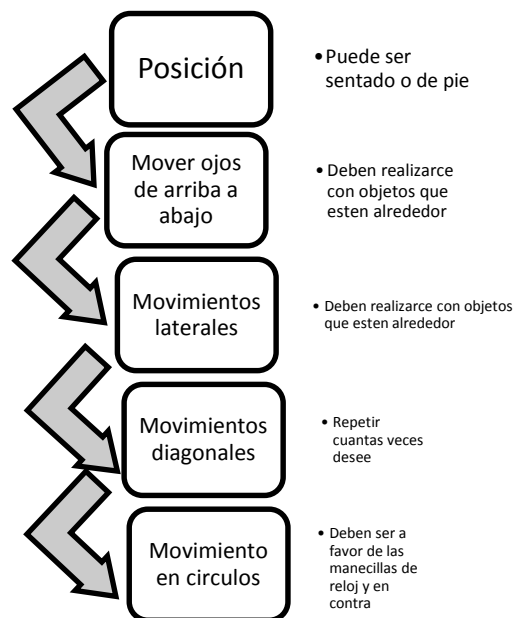


Figura 4 Ejercicios a realizar en cualquier lugar

También se encontró otro tipo de ejercicios que sirven para la relajación como se ve en el Anexo 1. Estos ejercicios simples que se pueden practicar en cualquier momento, hacen que los músculos oculares se estiren y contraigan y se fortalezcan.

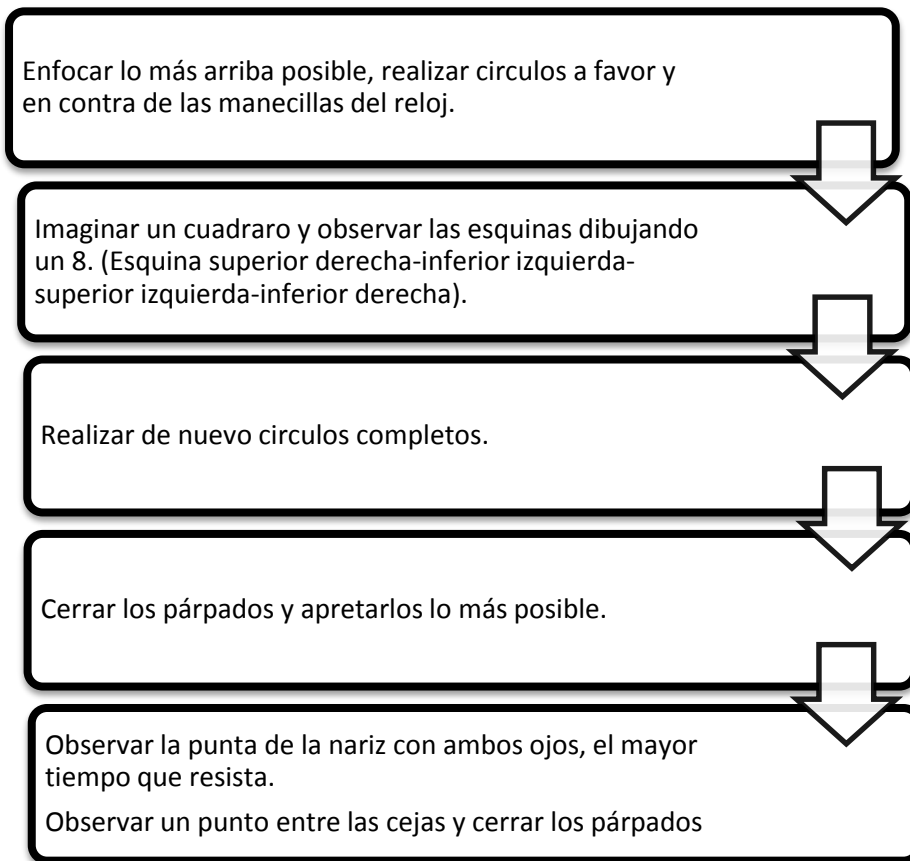


Figura 5 Ejercicios en casa

En la Figura 5. Se observan otros ejercicios que se pueden realizar para el fortalecimiento de los músculos oculares Ver Anexo 2. Se recomienda realizar entre 10 a 15 repeticiones de cada ejercicio durante no más de cinco (5) minutos.

3.3 BENEFICIOS EJERCICIOS OCULARES:

“Se activan los músculos tanto externos (recto interno y externo, superior e inferior; oblicuo superior e inferior; elevador del párpado) como internos (dilatador y constrictor del iris, músculos ciliares) y los ligamentos suspensorios.

Se estimula la glándula lagrimal, además se activa la circulación de los líquidos que irrigan las diferentes partes del ojo (humor acuoso y vítreo) y líquido interno del cristalino.

Se incrementa la elasticidad del cristalino, mejorando su proceso de acomodación de la imagen en la retina, así como también se aumenta la elasticidad de todo el globo ocular, lo que coopera en el buen enfoque de la imagen.

La gimnasia ocular, puede ayudar a prevenir o corregir las siguientes enfermedades:

- Miopía o presbitismo: gracias a una mejor elasticidad del ojo en general y del cristalino en particular
- Hipermetropías: fortaleciendo los músculos ciliares.
- Glaucoma: aliviando la presión de los diferentes líquidos, humores, sangre, gracias a una mejor circulación de ellos.
- Catarata: gracias a una mejor irrigación de los líquidos del cristalino.
- Conjuntivitis: por una limpieza o irrigación y humectación constante de la conjuntiva.
- Enrojecimiento: mejorando la circulación de la sangre en general.
Arrugas: quitando tensión de los músculos externos.” [19]

3.4 AMBLIOPIA

La ambliopía es la mala visión en un ojo que no desarrolla su visión normal durante la primera infancia. Ocasionalmente, es llamada "ojo perezoso" [43]. La ambliopía ocurre cuando la ruta nerviosa desde un ojo hasta el cerebro no se desarrolla durante la infancia. Esto sucede debido a que el ojo anormal envía una imagen borrosa o equivocada al cerebro. Esto confunde al cerebro y éste puede aprender a ignorar la imagen proveniente del ojo más débil. El estrabismo es la causa más común de ambliopía y, con frecuencia, hay un antecedente familiar de esta afección.

El término "ojo perezoso" se refiere a la ambliopía que a menudo ocurre junto con el estrabismo. Sin embargo, la ambliopía puede ocurrir sin el estrabismo y las personas pueden tener estrabismo sin ambliopía.

Es importante resaltar las causas por las cuales se genera una ambliopía:

- Ametropía bilateral: Hipermetropía o astigmatismo
- Estrabismo: es un problema en la fovea el cual obliga al ojo a realizar correcciones visuales para poder visualizar la imagen.
- Anisometropía: cuando el vicio refractivo está presente en un solo ojo, o bien en ambos, pero de diferente magnitud
- Deprivación visual: es generado por cataratas, opacificaciones corneales y hemorragias en el vítreo, entre otras. [44].

3.5 ESTRUCTURA JUEGOS SERIOS

Que define un juego

Meta: Que se quiere que el usuario logre u objetivo del juego.

Reglas: Que obstáculos debe sobrepasar para lograr la meta del juego.

Realimentación: Como el juego proporciona información al usuario (auditiva, visual o táctil).

Participación voluntaria: Que motiva al usuario a usar el aplicativo.

- Elementos Formales

Son los elementos que dan la estructura al juego donde no siempre el tener un objetivo y unos reglas significa que sea un juego.

Los elementos formales generan una experiencia por la que se reconoce el juego.

- Jugadores: Capacidad de hacer las cosas.
- Invitación a jugar: El preámbulo, incitar.
- ¿Cómo estructurar la participación de los jugadores?
- ¿Cuántos jugadores hay?
- ¿Cuántos jugadores soporta el juego?
- ¿Qué roles tienen los jugadores?
- ¿Esta estructura soporta las metas del juego?
- Objetivos: meta que se debe cumplir.
- Procedimientos
- Reglas
- Recursos
- Conflicto

- Dramáticos

Les da un contexto para jugar superponiendo los elementos formales del sistema dentro de una experiencia del usuario. Los elementos dramáticos como los desafíos dentro del juego hacen que las personas empiecen a tomar ciertas habilidades para luego empezar a aumentar el nivel de dificultad y generando un compromiso como puede ser el no votar basura o algún otro escenario.

Características del juego

- Recompensas intrínsecas
- Falta de desafíos genera poca experiencia y desagrado por el tema a tratar
- Participación Voluntaria
- Pretende ser el mundo real.
- Llamativo. [45]

3.6 JUEGOS SERIOS

Un juego serio es aquel donde la enseñanza es el primer objetivo o meta antes que el entretenimiento. Debe cumplir ciertas reglas o normas para lograr un objetivo. Durante la trama del juego, el usuario se divierte o interactúa voluntariamente frente a los escenarios que se le presentan para así lograr que la persona aprenda sobre la información que se le está presentando mientras que se sumerge en un ambiente de realidad aumentada.

La diversión es un factor de importancia durante el juego, ya que esto es lo que cautiva al usuario el volver a repetir el ejercicio para aumentar su conocimiento sobre el tema que se esté trabajando.

Los juegos serios no tienen ninguna restricción frente a qué se debe enseñar, lo que difiere es la dinámica que el desarrollador presente para que los usuarios entiendan el objetivo principal del juego ya sea de forma instructiva en una empresa o información que se da en las aulas de clase como refuerzo para exámenes u otras actividades educativas que se realicen. Un simple ejemplo de esto son los escenarios de realidad aumentada que se le presentan a los soldados para preparación de un combate y evaluar las acciones que toma para así poder retroalimentarse de posibles errores que cometa y en la vida real saber afrontarlos llegado el momento.

Otro ejemplo de juegos serios para mejorar la salud de las personas es el juego de baile de *Dance Revolution* donde personas que sufrían de obesidad pasaban varias horas jugando y gracias a esto las personas lograron bajar de peso sin estar bajo el rigor de dietas o rutinas de ejercicios gracias a que se divertían mientras que realizaban ejercicio [46].

CAPÍTULO 4: DESARROLLO

Durante el desarrollo del prototipo, se exploraron las siguientes patologías miopía, hipermetropía, astigmatismo, estrabismo y cansancio ocular que son causadas por largos tiempos de exposición a sistemas de cómputo y son capaces de desencadenar ambliopía en las personas. Con base a estas enfermedades se realizó una búsqueda de los ejercicios para fortalecer los músculos de los ojos y prevenir las enfermedades mencionadas. Con la selección de los ejercicios se procede a realizar la parte instructiva y a plantear una dinámica para que el usuario se divierta mientras ejercita sus ojos y aprenda la importancia de realizar ejercicios oculares.

4.1 Caracterización del ojo y sus ejercicios

En la búsqueda de enfermedades causadas por los sistemas de cómputo encontramos “el síndrome del computador” donde por largas horas de trabajo se desencadenan diferentes enfermedades como astigmatismo, miopía los cuales son desencadenantes de la ambliopía y problemas visuales como ojo seco, enrojecimiento, visión borrosa entre otros. Los cuales se pueden prevenir con ejercicios o pausas activas durante el trabajo como observamos en el Capítulo 3.

Como se puede observar en el Capítulo 3. Ya conocemos los seis (6) músculos del globo ocular los cuales son los responsables de la movilidad de ojo y quienes se ven seriamente afectados por estar tanto tiempo inmóviles observando un mismo punto. También los explicamos algunos ejercicios para el fortalecimiento de nuestros músculos oculares. Con base a esta información recopilada para iniciar nuestro desarrollo se logran separar algunos ejercicios que fortalecen específicamente por pares nuestros músculos como:

- **Movimientos verticales (Recto superior e inferior).**
- **Movimientos horizontales (Recto izquierdo y derecho).**
- **Movimientos diagonales (Oblicuo superior e inferior).**

Estos tres ejercicios son los más básicos como se observó en el Capítulo 3. Al realizar estos ejercicios una vez por día, los beneficios para la salud ocular de cualquier persona son a corto o largo plazo.

4.2 Arquitectura del sistema

Dentro del sistema del *GazePoint* encontramos dos subsistemas, estos sistemas son necesarios para el uso eficiente de nuestro prototipo ya que por medio de la información que este nos envía a nuestro sistema se lograra que el usuario interactúe y se verifique según la dinámica si está o no realizando el ejercicio que se le plantea. La calibración del dispositivo es necesaria para la precisión durante y fuera del juego ya que dependiendo las características del usuario como estatura y distancia que se encuentre del dispositivo puede generar demasiada desviación respecto al punto que está enfocando, con base a esto se puede ejecutar el sistema de seguimiento de mouse por mirada que es el medio por el que vamos a verificar si realizo o no el ejercicio dependiendo donde se encuentre el puntero en pantalla.

Visual Gym consta de una interfaz donde se encuentra un sistema que puede ser nuestro menú de inicio donde podrá elegir las instrucciones o jugar.

En las instrucciones se explicara la dinámica de cada nivel para que el usuario sepa cómo se debe jugar y los músculos que este trabaja para que el usuario aprenda la anatomía y la importancia de estos ejercicios.

Cuando se elige jugar se le enviara a los tres niveles propuestos para ejercitar los diferentes músculos de los ojos y estos reciben como parámetro la posición del mouse en pantalla como X, Y. Y una vez terminados se le mostrara su progreso por medio de estrellas y anuncios de motivación.

En la Figura 6. Se puede observar el diagrama general de la arquitectura que se trabajó para este sistema.

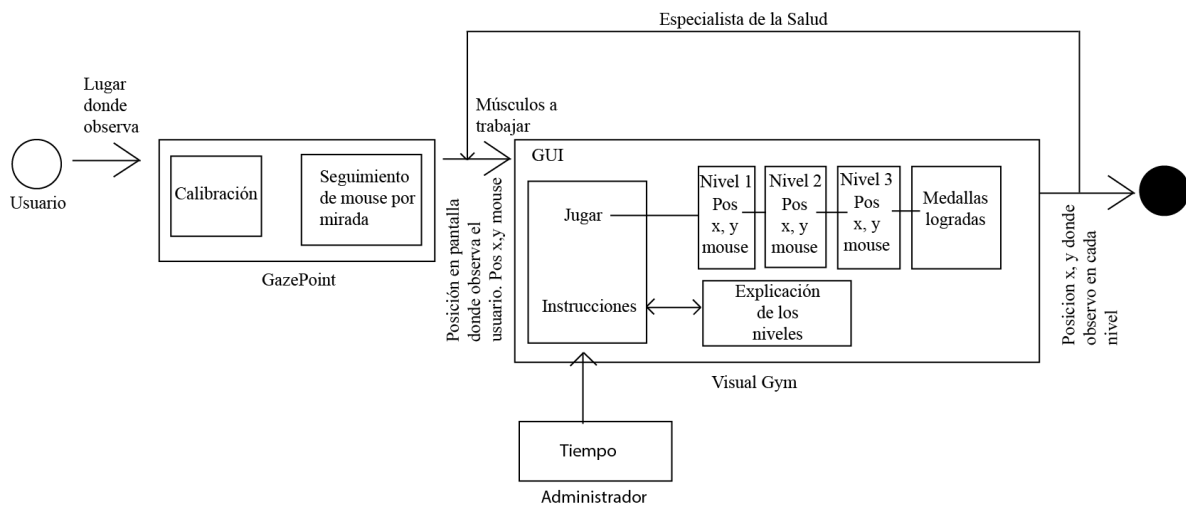


Figura 6 Arquitectura general del sistema.

- **Entrada**

1. Mirada del usuario en pantalla
2. Calibración del dispositivo

3. Posición X, Y donde el usuario mira dada por el sensor
 4. Ejercicios para mejorar la movilidad de nuestros ojos.
- **Juego**
 1. Menú de Usuario (Jugar, Instrucciones).
 2. Niveles.
 3. Información posiciones de observación.
 - **Salida**
 1. Estrellas
 2. Tiempo general de juego
 3. Reporte de los datos donde fijo su mirada el usuario en los niveles
 - **Retroalimentación**
 1. Médico especializado Observando su trabajo.
- **GAZEPOINT**

La GP3 permite a los desarrolladores a dar rienda suelta a sus aplicaciones creativas de las masas. Aquí está una lista de las aplicaciones que ya se han demostrado con *Eye-tracking*:

- Cursor *Eye-Following*
- Control del juego de manos libres *Fruit Ninja*
- Ojeada de la foto
- Desplazamiento automático con los ojos

Estos son las características del dispositivo:

- Precisión 0.5 – 1 grados del ángulo visual
- 60Hz velocidad
- Calibración por 5 o 9 puntos
- 25cm x 11cm (horizontal x vertical) movimiento
- ±15 cm rango de movimiento
- Portatil 320 x 45 x 40 mm (250g)
- Trabaja con pantallas de máximo 24 pulgadas.

Seguimiento de los ojos puede proporcionar a las personas con discapacidad nuevas oportunidades para interactuar con el mundo. Con la mirada se puede controlar el puntero del ratón o escribir en un teclado en pantalla, lo que permite un acceso completo a las aplicaciones informáticas. La GP3 se puede utilizar en ordenadores portátiles y computadoras de escritorio y toma unos minutos para configurar ya que posee un control donde se puede verificar la distancia, realizar la calibración y activar el *Gaze Cursor* [47].

4.3 Diseño del juego

Con base a la arquitectura planteada se empiezan a dividir los diferentes ejercicios en cada uno de los niveles donde con ayuda del dispositivo infrarrojo se va a capturar la posición que enfoca el usuario. Con base a los tres ejercicios a trabajar se plantea seguir la dinámica mostrándole al usuario, diferentes objetos donde le usuario tenga que fijar su mirada y verificar que el usuario si este realizando el ejercicio con ayuda de la puntuación, que se refleja en el número de estrellas que gane y por la toma de los datos de donde fijo la mirada para facilitar la verificación del ejercicio y la precisión del dispositivo infrarrojo.

4.3.1 Contexto del juego.

Primer Nivel: Las maravillas del mundo están siendo robadas por extraterrestres no dejes que se las lleven.

Segundo Nivel: Ahora nuestras maravillas están regresando a su lugar de origen ubicarlas en su respectiva ubicación es nuestra tarea.

Tercer Nivel: A nuestra abuela se le ha soltado el perro en el centro de la ciudad y está yendo de esquina a esquina, intenta atraparlo parando la abuela sobre él.

Recibe tu recompensa cuando acabes del todo el juego.

4.3.2 Definición del Juego

Meta: Lograr la mayor puntuación para conseguir una estrella por cada nivel.

Reglas: Observar los objetos que se indican a lo largo del juego.

Realimentación: Puntuación y tiempo de juego.

Participación Voluntaria: Parte de la implementación de nuevos dispositivos para el desarrollo de juegos, mejorar nuestra salud ocular.

4.3.3 Elementos del Juego

- Formales

- Jugadores: Personas con limitaciones visuales como poca visión o que sufran de estrabismo no podrán efectuar los ejercicios de forma óptima y personas que padezcan vértigo o epilepsia deberán jugar bajo su responsabilidad y cuidado.
- Invitación a jugar: La prevención de enfermedades oculares a largo o corto plazo, con el uso de nuevas tecnologías para aumentar la experiencia de juego.
- ¿Cómo estructurar la participación de los jugadores?
 - Por medio del contexto involucro al jugador a realizar diferentes movimientos donde el usuario ejercitara los músculos oculares de su ojo.
- Cuantos jugadores: Solo puede realizar el ejercicio una persona a la vez.
- Cuantos jugadores soporta el juego: El número de personas que deseen realizar la actividad.
- Que roles tienen los jugadores: Paciente si el medico es quien recomienda el aplicativo, trabajador se implementa como pausa activa o de video jugador si lo realiza por diversión.
- Objetivos: Lograr la mayor puntuación para conseguir una estrella por cada nivel.

4.4 Ingeniería de software

Para la identificación de las historias de uso se plantearon las necesidades que el juego debía de cumplir y como el usuario debería interactuar con cada una de estas, para lograr como resultado el prototipo de juego serio para la ejercitación de músculos oculares por medio del *tracking* de mirada.

A continuación se plantearan las historias de uso, los casos de uso y los diferentes diagramas de interacción del usuario y del sistema para el respectivo desarrollo.

4.4.1. Historias de Uso:

R1. Fortalecer el músculo recto superior e inferior.

R2. Fortalecer los músculos rectos laterales.

R3. Fortalecer los músculos oblicuos.

R4. Tomar el tiempo total de juego.

R5. Calibrar el GazePoint con 9 puntos.

R6. Manejo de puntuación para el usuario.

R7. Detener el ejercicio en el momento que se desee.

R8. Anuncios cuando pase cierta puntuación.

R9. Advertir al usuario que los ejercicios planteados no sustituyen a los planteados por los especialistas.

R10. Figura objetivo cambie cada tres segundos.

4.4.2. Casos de Uso

Nombre	Activación GazePoint
Autor	Mauricio Navia Ávila
Fecha	30-09-2014
Descripción	Realizar la instalación y conexión del <i>Eye Tracker</i> (GazePoint) de ser necesario, iniciar la calibración del dispositivo por medio de 9 puntos y activar el seguimiento del mouse por mirada.
Actores	Usuario, GazePoint
Precondiciones	Ninguna
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none">1. Conectar dispositivo GazePoint.2. Calibrar GazePoint con 9 puntos.3. Activar el seguimiento del mouse por medio de la mirada.
Flujo Alternativo	<ol style="list-style-type: none">1. Conectar dispositivo GazePoint.2. Instalar el software del GazePoint.3. Calibrar GazePoint con 9 puntos.4. Activar el seguimiento del mouse por medio de la mirada.
Poscondiciones	Iniciar Juego interacción.

Tabla 1 Caso de uso N°1 Activación GazePoint

Nombre	Movimientos Verticales
Autor	Mauricio Navia Ávila
Fecha	30-09-2014
Descripción	Son los diferentes movimientos oculares que se plantean para que el usuario ejercite los músculos rectos superior e inferior del globo ocular.
Actores	Usuario, GazePoint
Precondiciones	Activación GazePoint.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none">1. Seguir la dinámica que presenta el nivel.
Flujo Alternativo	<ol style="list-style-type: none">1. Seguir la dinámica del nivel.2. Pausar el ejercicio si lo desea
Poscondiciones	Aumentar la puntuación y su diferencia de tiempo en volver a observar el objeto.

Tabla 2 Caso de uso N°2 Movimientos Verticales

Nombre	Movimientos Horizontales
Autor	Mauricio Navia Ávila
Fecha	30-09-2014
Descripción	Son los diferentes movimientos oculares que se plantean para que el usuario ejercite los músculos rectos izquierdos y derecho del globo ocular.
Actores	Usuario, GazePoint
Precondiciones	Movimientos Verticales
Flujo Normal	1. Seguir la dinámica que presenta el nivel.
Flujo Alternativo	2. Seguir la dinámica del nivel. 3. Pausar el ejercicio si lo desea
Poscondiciones	Aumentar la puntuación y su diferencia de tiempo en volver a observar el objeto.

Tabla 3 Caso de uso N°3 Movimientos Horizontales

Nombre	Movimientos en Diagonal
Autor	Mauricio Navia Ávila
Fecha	30-09-2014
Descripción	Son los diferentes movimientos oculares que se plantean para que el usuario ejercite todos los músculos oculares especialmente los oblicuos.
Actores	Usuario, GazePoint
Precondiciones	Movimientos Verticales
Flujo Normal	1. Seguir la dinámica que presenta el nivel.
Flujo Alternativo	1. Seguir la dinámica del nivel. 2. Pausar el ejercicio si lo desea
Poscondiciones	Aumentar la puntuación y su diferencia de tiempo en volver a observar el objeto.

Tabla 4 Caso de uso N° 4 Movimientos en Diagonal

Nombre	Pausar Juego
Autor	Mauricio Navia Ávila
Fecha	7-11-2014
Descripción	Pausar el juego en cualquier momento durante la ejercitación, sea para terminar o continuar en otro momento.
Actores	Usuario
Precondiciones	
Flujo Normal	1. Pulsar tecla Escape. 2. Elegir una de las opciones del menú.
Flujo Alternativo	1. Pulsar tecla P. 2. Elegir una de las opciones del menú.
Poscondiciones	Salir o seguir jugando

Tabla 5 Caso de uso N° 5 Pausar Juego

Nombre	Tiempo
---------------	---------------

Autor	Mauricio Navia Ávila
Fecha	30-09-2014
Descripción	Tiempo que el juego estuvo en ejecución tras el paso de los niveles.
Actores	Sistema
Precondiciones	Ninguna
Flujo Normal	1. Mostrar el tiempo que lleva en ejecución el juego
Flujo Alternativo	Ninguno
Poscondiciones	Mostrar el tiempo total.

Tabla 6 Caso de uso N° 6 Tiempo

Nombre	Puntuación
Autor	Mauricio Navia Ávila
Fecha	30-09-2014
Descripción	Hace parte de la recompensa que el usuario recibe al realizar los diferentes ejercicios o el cumplir la meta de cada nivel.
Actores	Usuario, Sistema
Precondiciones	Estar en ejecución alguno de los niveles del juego.
Flujo Normal	1. Sumar o restar dependiendo la acción del usuario.
Flujo Alternativo	
Poscondiciones	Anuncios dependiendo la puntuación

Tabla 7 Caso de uso N° 7 Movimientos Horizontales

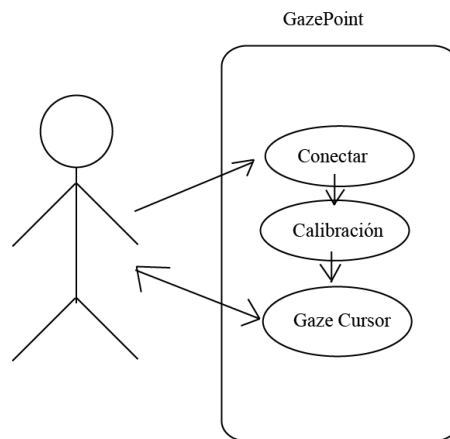


Figura 7 Diagrama caso de uso Calibración

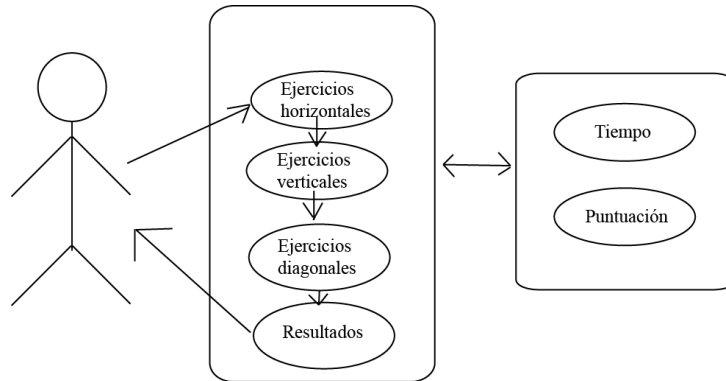


Figura 8 Diagrama interacción del usuario con los niveles del juego

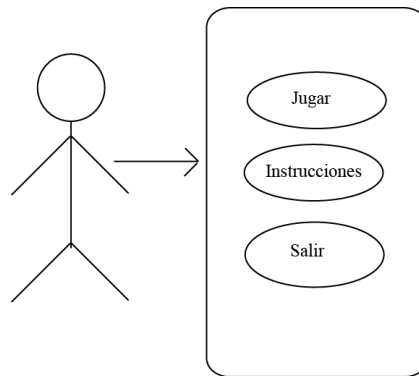


Figura 9 Diagrama interacción usuario-menú

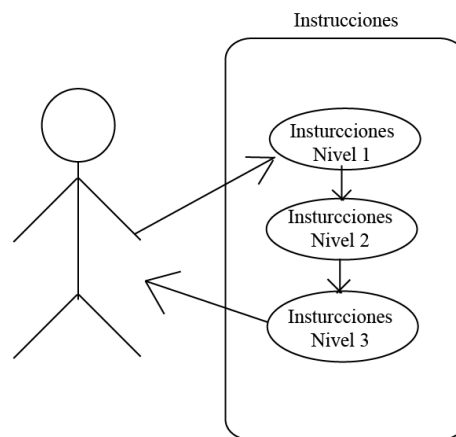


Figura 10 Diagrama interacción del usuario-instrucciones

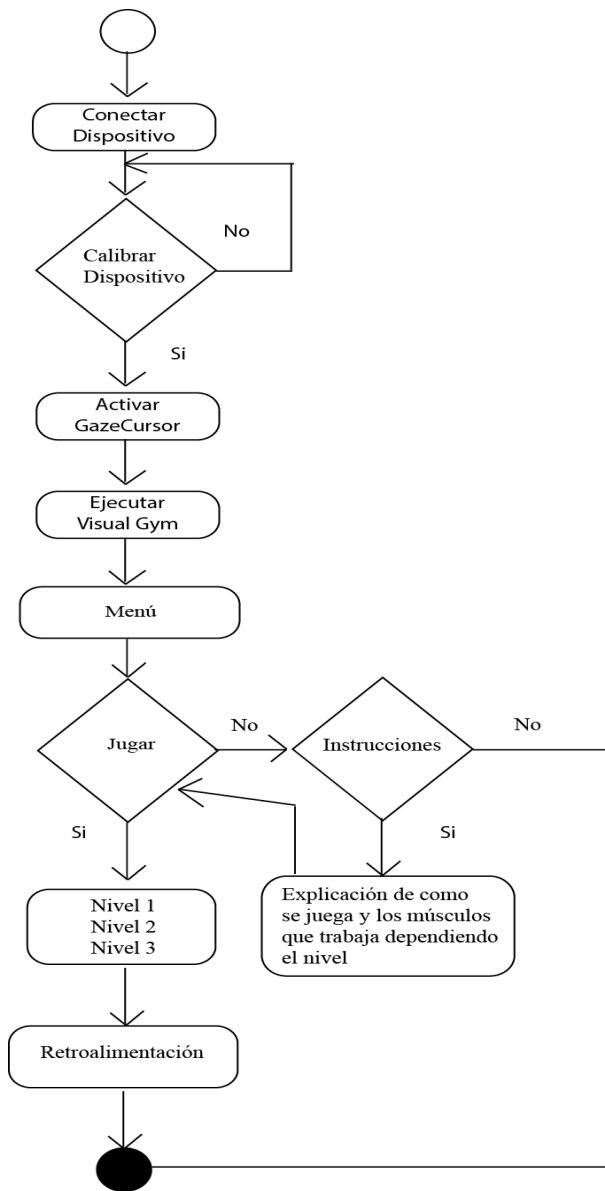


Figura 11 Diagrama de flujo del juego

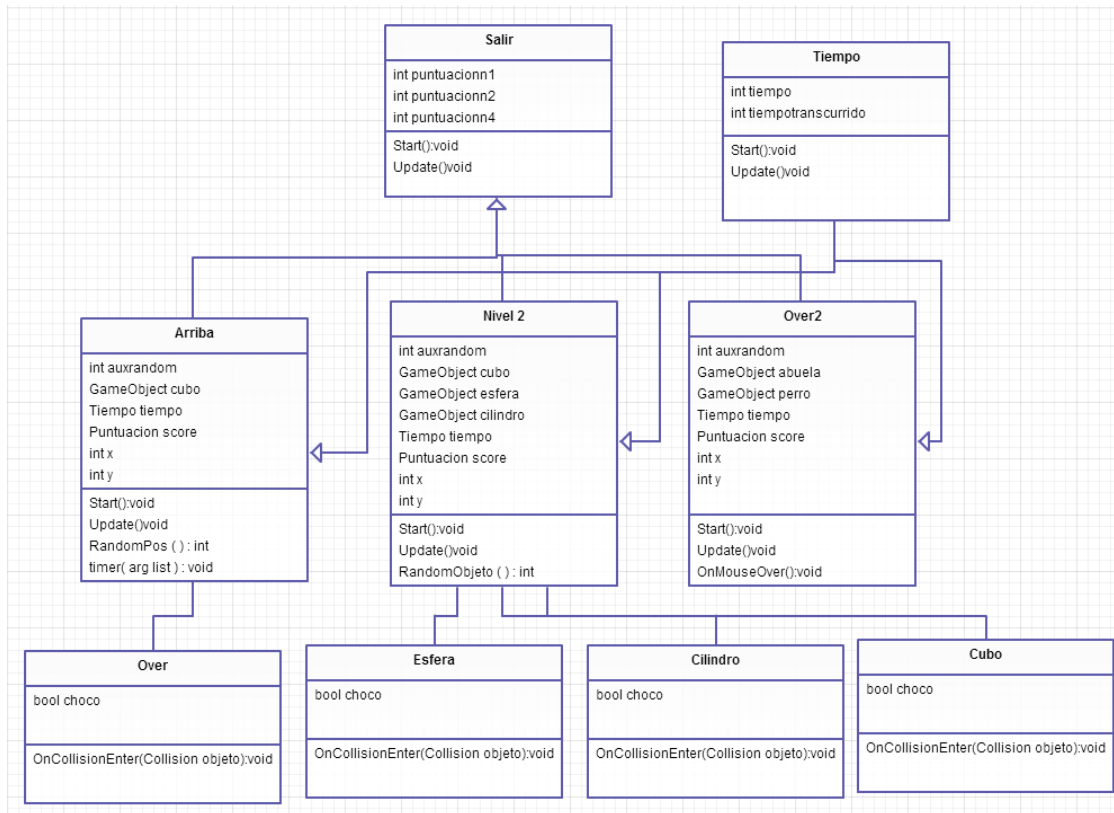


Figura 12 Diagrama de clases

4.5 Diseño de la interfaz (audio-visual)

Con el contexto del juego se procede a buscar todo el material visual que se requiere para el desarrollo visual del prototipo.

Es importante que los usuarios sepan que estos ejercicios son de ayuda para mejorar la salud ocular pero que no sustituyen los ejercicios que un especialista de la salud visual realiza en el consultorio. Con base a esto es necesario informar ciertas enfermedades en las que el usuario debe tener precaución al uso del prototipo. Se crea una pantalla de advertencia al inicio del juego para que los usuarios conozcan los riesgos e información que es necesaria antes de empezar el juego. Los colores deben ser llamativos para captar la atención del usuario como se presenta en la Figura 13.



Figura 13 Diseño combinación colores para alerta

Es de gran importancia darle una imagen a nuestro prototipo como un logo que lo identifique. Con base a esto se diseñó un logo que tuviera relación entre ojos y el ejercicio, para esto es útil usar elementos que se identifiquen fácilmente como elementos de ejercicio (pesas) y los ojos. En la Figura 14. Podemos observar que el logo no solo se compone de las pesas y los ojos que son una representación del cuerpo de estos se extienden los brazos que sostienen las pesas.

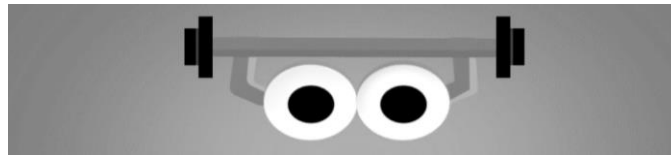


Figura 14 Logo Visual Gym

Nuestros botones deben contener un especial trabajo ya que deben ser claros y tener un diseño cuando el mouse se pose sobre él, pues el usuario no sabría si esta sobre o fuera del botón y así seguir el flujo del juego de forma correcta. Estos botones también deben ser grandes ya que el dispositivo de *Tracking* posee un desfase de $\pm 0.5-1$ cm cuando se mira en un mismo punto. Debe contener un texto claro y grande que contraste con el fondo. En la Figura 15. Los tonos se trabaja un fondo blanco con texto en gris con un borde de profundidad para identificarlo cuando el mouse esta fuera del campo de acción del botón y cambia de fondo blanco a gris y la letra a blanco cuando esta sobre el botón. O cualquier otro color donde el contraste de la imagen sea notorio entre una y otra, eligiendo la primera opción que se presenta. Pues un factor importante es el cansancio visual y colores muy oscuros o brillantes pueden cansar los ojos y esto podría ser un factor negativo.



Figura 15 Diseños de botones

4.5.1 Nivel 1. Ejercicios Verticales, evitar que la nave logre robar alguna de las maravillas del mundo.

El ejercicio que se planteó requiere que el usuario fije su mirada en tres diferentes posiciones, la parte superior central, la inferior central y en el centro de la pantalla, teniendo clara la ubicación donde el usuario debe observar, se planteó un escenario como se observa en la Figura 16. En el cual los extraterrestres intentan robar las maravillas del mundo. Saliendo una maravilla durante tres segundos que es el tiempo que se recomienda que la persona dure en la posición que está observando. Mientras que el usuario se fija en la maravilla durante el tiempo y la posición estipulada lograra realizar el ejercicio y a la vez evitar que las maravillas sean robadas.

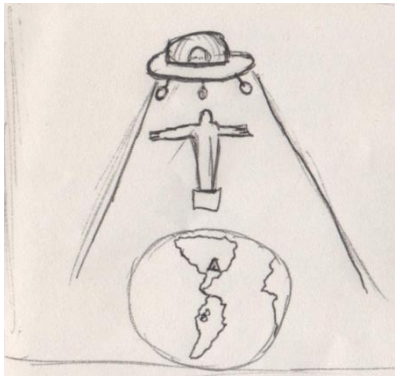


Figura 16 Boceto Nivel 1

4.5.2 Nivel 2. Ejercicios Horizontales, posicionar el objeto que cae en su respectivo contenedor.

Para fortalecer los músculos laterales de los ojos, el ejercicio propuesto plantea mirar lo más a la derecha, a la izquierda y en relajar los músculos mirando una posición central. Como se observa en la Figura 17. Se ubicaron tres objetos en la parte inferior de la pantalla y el objeto que se encuentra en la parte superior varía cada tres segundos y tiene la misma forma o figura de uno de los objetos que se encuentra en la parte inferior. El usuario debe posar su mirada en el objeto que corresponda para aumentar la puntuación y realizar el ejercicio como es debido.

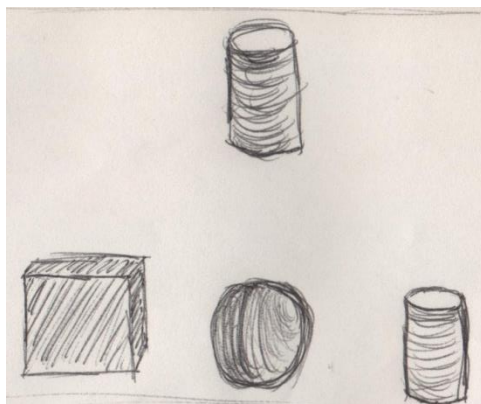


Figura 17 Boceto Nivel 2

4.5.3 Nivel 3. Movimientos Diagonales, evitar que el perro se escape en el centro de la ciudad.

En el ejercicio de movimientos diagonales se hace necesario que el usuario dibuje una línea imaginaria esquina a otra en forma diagonal de una pantalla o de cualquier otro objeto resultando un ∞ . Como se ve en la Figura 18. El escenario que se presentó al usuario es un cruce, donde hay cuatro esquinas y vías que la dividen, el objeto que el usuario debe perseguir es un perro, el cual sigue la trayectoria que se desea que es ir de la esquina inferior izquierda-superior derecha-inferior derecha y regresa a su punto de origen esta trayectoria se repite durante 30 segundos.

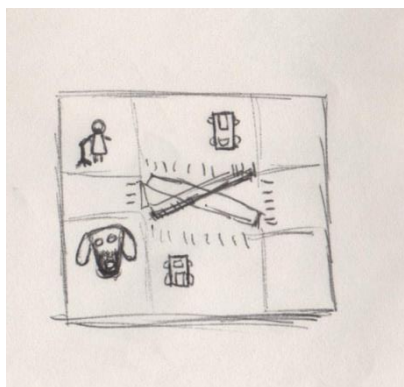


Figura 18 Boceto Nivel 3

Si el usuario completa los tres minutos de ejercitación se presenta una imagen donde se observan las estrellas logradas (Ver Figura 19, esta estrella o medalla debe tener relación con los ojos ya que es el contexto principal del juego) y una frase motivacional, si el usuario le hizo falta lograr alguna o

de felicitación si las logro todas según la puntuación con las mismos tonos que se trabaje la interfaz de menú de inicio para recordar que se encuentra en el Visual Gym y los resultados del ejercicio.



Figura 19 Medalla o estrella del juego.

La parte sonora del juego se creó gracias un programa gratuito de voz llamado “loquendo” [48] donde se escribe el mensaje que se desea comunicar y este lo reproduce, se eligió una voz femenina y lo que esta dice es una breve explicación del juego para que las personas que no leen las instrucciones sepan cómo es la dinámica de cada nivel y no se pierdan a lo largo del juego.

La escala de colores que se deseó trabajar dependiendo el nivel en el que se encuentre el usuario cambia en la Figura 20. Se puede observar los colores que se usaron para el diseño.

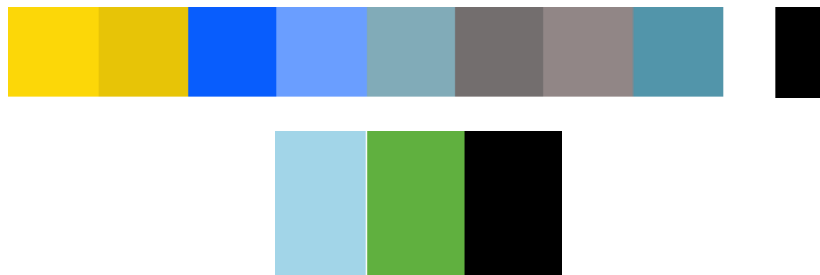


Figura 20 Escalas de colores.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

Se obtuvo un prototipo, el cual, plantea tres diferentes ejercicios visuales en tres diferentes niveles que ayudan a prevenir y/o curar enfermedades como hipermetropía, astigmatismo y otras enfermedades desencadenadas por largas horas de trabajo frente a un sistema de cómputo. Los tres ejercicios elegidos para fortalecer los seis músculos de los ojos, se lograron implementar y contextualizar con ayuda del dispositivo infrarrojo de seguimiento de la mirada para interactuar con la dinámica propuesta para entretener al usuario mientras que ejercita sus ojos.

El desarrollo se basó con las interacciones usuario-máquina que se propusieron en la ingeniería de software con base a las necesidades del usuario. Con el fin de aumentar la experiencia del usuario para que ejercite sus ojos y se sienta en un ambiente agradable donde logre divertirse mientras que se ejercite.

5.1 Resultados prototipo

Antes de iniciar el prototipo se debe conectar e inicializar el programa del *GazePoint*, en este programa como se ve en la Figura 21 hay un punto verde entre la imagen que está tomando el dispositivo el panel superior este indica si la distancia a la que se encuentra el usuario es muy cerca o muy lejos del dispositivo. Teniendo la distancia correcta se procede a la calibración del dispositivo, el cual permite mejorar la precisión del foco de visión del usuario, en la Figura 22 se puede ver el resultado luego de la calibración de un usuario la cual se espera lo más similar en cada uno de las personas que lo probaron. El dispositivo puede captar la mirada del usuario si este posee gafas, disminuyendo la precisión del infrarrojo, para esto se recomienda no usar las gafas si estas tienen algún filtro reflectivo.

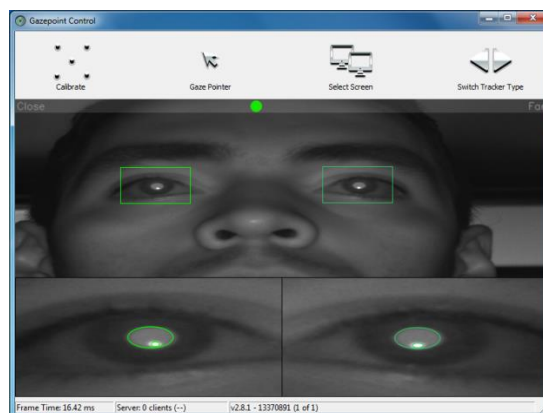


Figura 21 GazePoint Control activado.

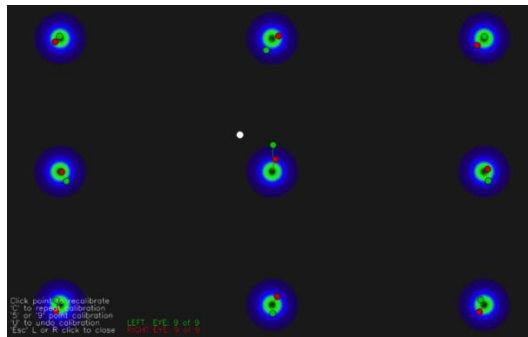


Figura 22 GazeCalibration con 9 puntos.

El usuario al iniciar el prototipo lo primero que sale en pantalla es la ventana de advertencia como se ven en la Figura 23. Donde se recomienda que personas con ciertas enfermedades usen con precaución la aplicación y que los ejercicios presentes no sustituyen los realizados por los especialistas de la salud ocular. Durando un tiempo predeterminado para que el usuario logre leer la información presentada.

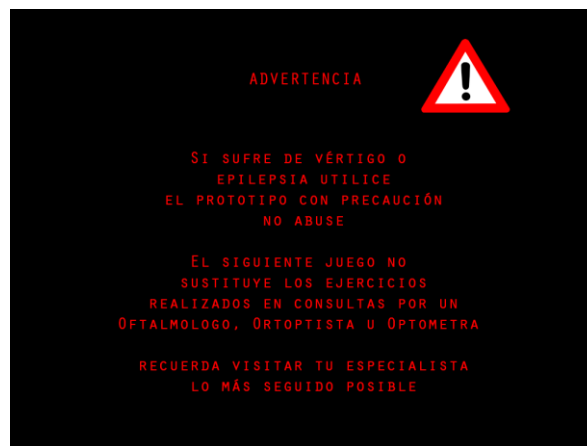


Figura 23 Advertencia

La siguiente ventana que se presenta luego de la advertencia es el menú donde el usuario podrá realizar la acción que desee como jugar, ir a las instrucciones del juego o salir, como se puede ver en la Figura 24. También se encuentra el logo de la aplicación y en la parte superior el nombre del prototipo Visual Gym y en la parte inferior los botones de navegación con sus respectivos nombres.

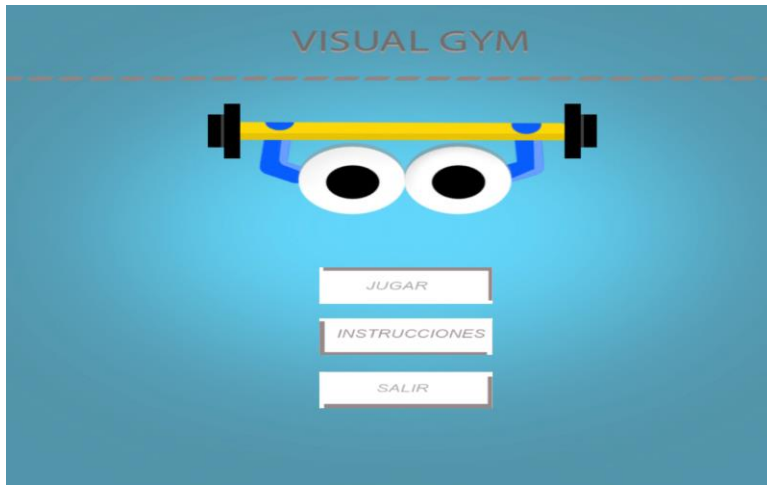


Figura 24 Menú inicio

En la Figura 25, se presenta un video del nivel y su explicación en texto, con su respectiva información de que músculos se involucran en cada ejercicio.

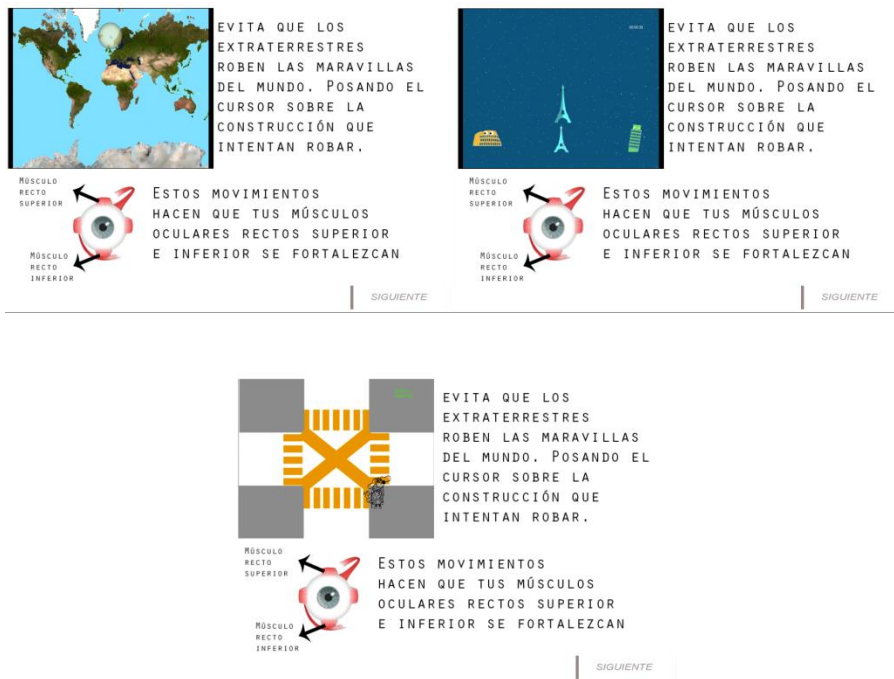


Figura 25 Instrucciones (a) Nivel1 (b) Nivel2 (c) Nivel3

5.1.1 Nivel1 Ejercicio Músculos Rectos Superior e Inferior

En la Figura 26. Podemos observar la implementación del ejercicio que sirve para el fortalecimiento de los músculos rectos con su diseño. El cubo posee texturas de 3 maravillas del mundo que aparecen en las tres posiciones cambiando su posición y textura cada 3 segundos:



Figura 26 Nivel 1 (Ejercicios Horizontales).

- En la Figura 27 se puede observar la posición más alta que toma la maravilla.

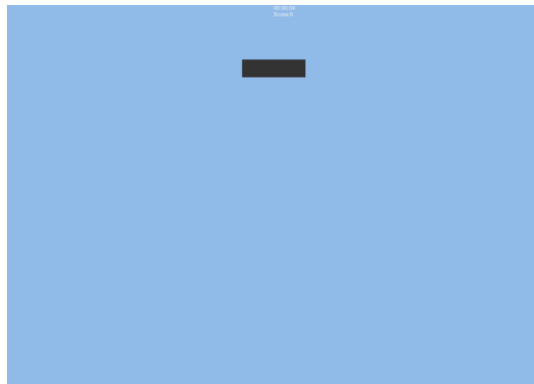


Figura 27 Nivel 1 Objeto parte superior.

- La maravilla sale en la parte central de la pantalla con el fin de que los músculos se relajen como se ve en la Figura 28.

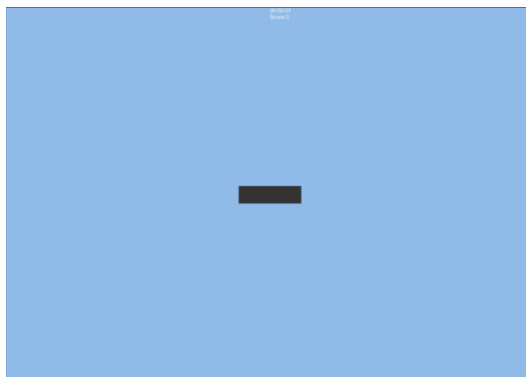


Figura 28 Nivel1 Objeto en el centro.

- Esta es la última posición que toma alguna maravilla que es la parte inferior central de la pantalla como se ve en la Figura 29.

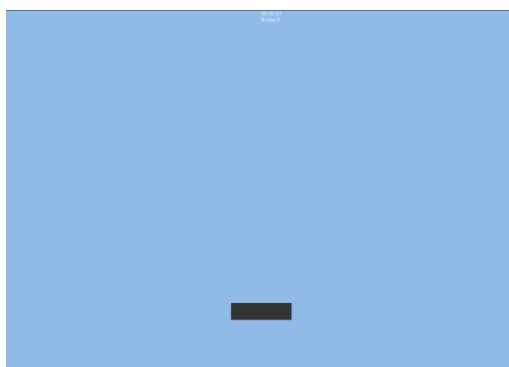


Figura 29 Nivel1 Objeto en parte inferior.

La puntuación aumenta mientras que el objeto que salga se dirija a la parte inferior de la pantalla de lo contrario la puntuación mermara, si el usuario fija su mirada a el objeto que aparece en alguna de estas tres posiciones este empezara a bajar de lo contrario siempre se dirigirá a la parte superior. Se guardan las diferentes posiciones del mouse durante el nivel del juego, para luego verificar si realiza o no el ejercicio. Y esta información sirve de guía para realizar diferentes estudios como de usabilidad u verificación del ejercicio.

5.1.2 Nivel2 Ejercicio Músculos Recto Lateral Izquierdo y Lateral Derecho

Como se puede observar en la Fig 30. Se trata de simular como si el objeto que callera estuviera en el espacio, con el fin de que el usuario ubique donde corresponde la maravilla que cae, la cual es la representación en 3D de la imagen inferior para que sea fácil de ubicar en su posición.

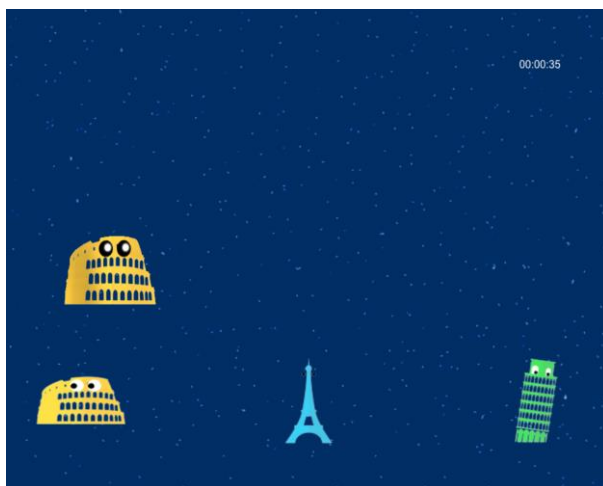


Figura 30 Nivel 2 (Ejercicios Horizontales)

5.1.3 Nivel 3 Ejercicios Diagonales

En la Figura 31. Vemos el resultado del nivel 3, con diferentes componentes como vehículos y los personajes del nivel el cual, es el perro y la abuela, para dar un entorno más realista para el usuario mientras juega.

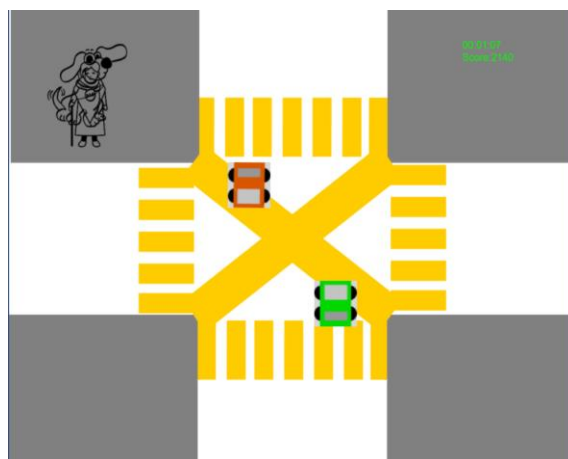


Figura 31 Nivel 3 (Ejercicios Diagonales)

Es necesario que durante la experiencia de juego el usuario pueda pausar el juego ya sea por algún malestar o porque tiene que realizar alguna otra actividad, para esto se creó el menú de pausa el cual

se puede activar con la tecla P o Esc en cualquier nivel del juego. Eligiendo si desea continuar o si desea salir del juego como se ve en la Figura 32.

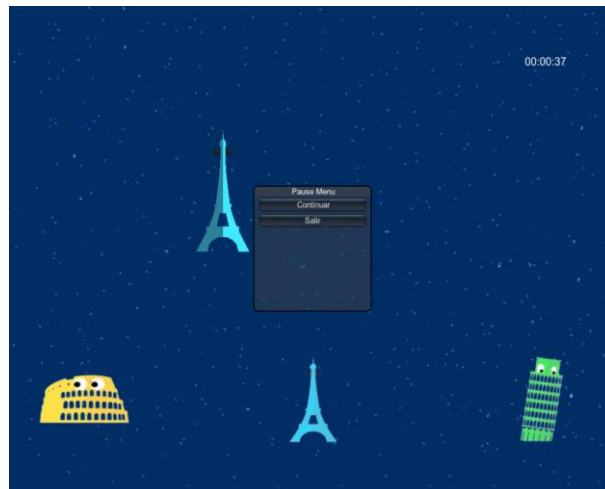


Figura 32 Menú Pausa

5.2 Resultados Encuesta

Se realizó una encuesta con el fin de valorar si el prototipo cumple o no las normas de un juego serio. Un grupo de 23 personas probaron el prototipo y respondieron la encuesta, de los cuales solo 11 personas respondieron la última pregunta ¿Qué aprendió del juego? A continuación observaremos las preguntas y las respuestas que se obtuvieron.

¿Conoce los efectos de trabajar por periodos prolongados frente una pantalla de computador, teléfono inteligente o algún otro dispositivo de computación móvil?



No 13%

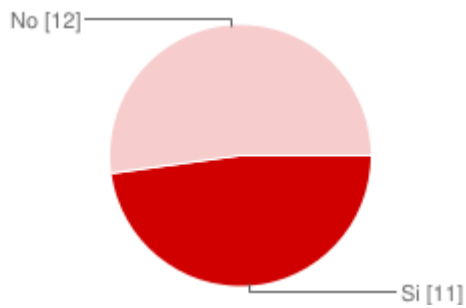
Evaluar si los usuarios conocen los problemas por el uso excesivo de sistemas de cómputo para sus ojos.

¿Qué medios conoce para prevenir o corregir estos efectos?

Gafas	74%	Cirugía	39%
Ejercicios	30%	Lentes de contacto	35%
Terapias	22%	Other	0%
Pausas activas	74%		

Identificar si las personas tienen algún conocimiento sobre los diferentes sistemas de prevención de enfermedades.

Sufre de alguna enfermedad ocular



Si 48% No 52%

¿Cuál?

desviacion del ojo

Hipermetropia - Miopia

Miopia y astigmatismo

hipermetropia y astigmatismo

Miopía/astigmatismo

Miopía/astigmatismo ojo izquierdo (menor grado)

queratocono

astigmatismo

Miopia

Con el fin de conocer la salud visual de los usuarios para luego lograr un avance y conocer las enfermedades que padecen para luego retroalimentar que este prototipo podría ayudarle a prevenir que su enfermedad continúe.

De cuáles medios hace uso para minimizar los efectos del uso prolongado de pantallas:

Gafas	57%	Cirugía	9%
Ejercicios	17%	Lentes de contacto	4%
Terapias	0%	Ninguno	0%
Pausas activas	61%	Other	9%

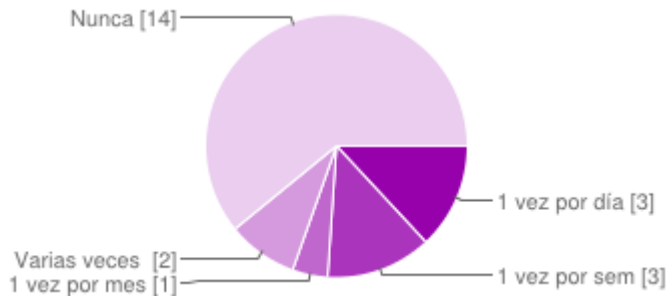
Con el fin de identificar si los usuarios utilizan algún tipo de protección mientras que realizan alguna actividad frente a algún sistema de cómputo para evitar algún problema visual.

La razón para hacer uso de estos medios es:

Prescripción médica	39%	Autocuidado	39%
Prevención	43%	Other	9%
Corrección	13%		

Conocer si el usuario utiliza algún medio para la prevención de problemas visuales por autocuidado o por recomendación medica.

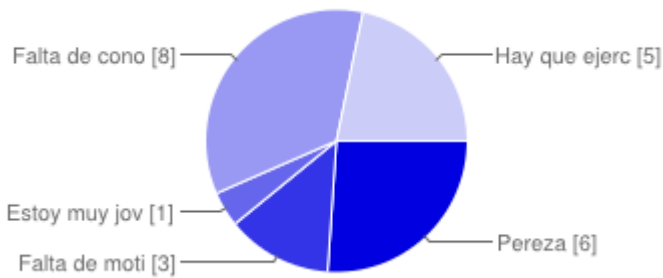
¿Con qué frecuencia ejercita sus músculos oculares?



1 vez por día	13%	Varias veces por día	9%
1 vez por semana	13%	Nunca	61%
1 vez por mes	4%		

Determinar si el usuario realiza algún tipo de ejercicio ocular y con qué frecuencia los realiza.

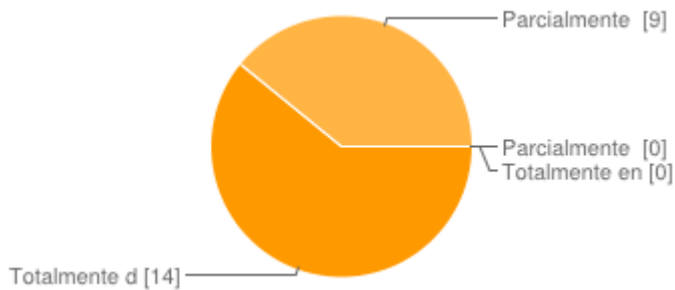
La razón para no ejercitar los músculos oculares es:



Pereza	26%	preocuparme por eso	
Falta de motivación	13%	Falta de conocimiento	35%
Estoy muy joven para	4%	¿Hay que ejercitarlos?	22%

Determinar si el usuario conoce que se pueden ejercitar los ojos como cualquier otro músculo del cuerpo.

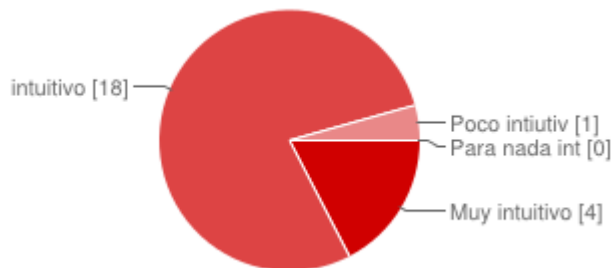
Considera que un juego puede proveerle un escenario apto para aprender y ejercitar sus músculos oculares



Totalmente de acuerdo	61%	Parcialmente en desacuerdo	0%
Parcialmente de acuerdo	39%	Totalmente en desacuerdo	0%

Determinar si el usuario puede conocer o creer que un juego le puede ayudar a realizar ejercicios oculares.

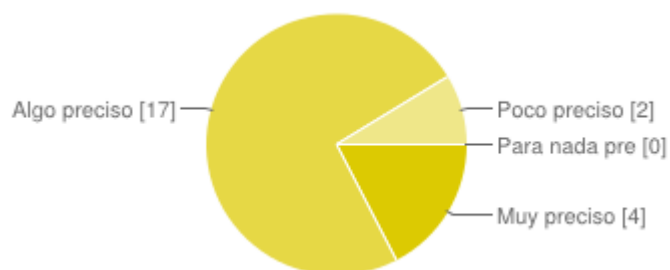
Después de haber utilizado el aplicativo considera que fue:



Muy intuitivo	17%	Poco intuitivo	4%
intuitivo	78%	Para nada intuitivo	0%

Determinar si la dinámica de juego es fácil de entender y si todo el material disponible dentro del prototipo, que explique cómo se realiza la actividad en cada nivel es fácil de entender.

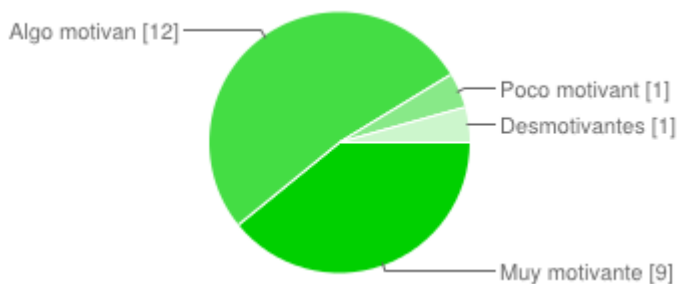
Considera que el tracking fue:



Muy preciso	17%	Poco preciso	9%
Algo preciso	74%	Para nada preciso	0%

Comprobar que el dispositivo infrarrojo que se usó para realizar la actividad tiene la precisión necesaria para que el usuario pueda cumplir a cometido con el objetivo del juego.

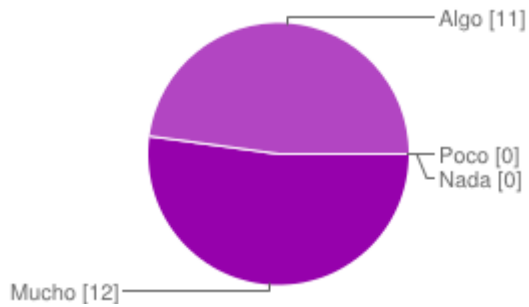
Considera que los juegos son:



Muy motivantes	39%	Poco motivantes	4%
Algo motivantes	52%	Desmotivantes	4%

Comprobar si los juegos que se le presentaron al usuario son llamativos y determinar si lo volverían a jugar.

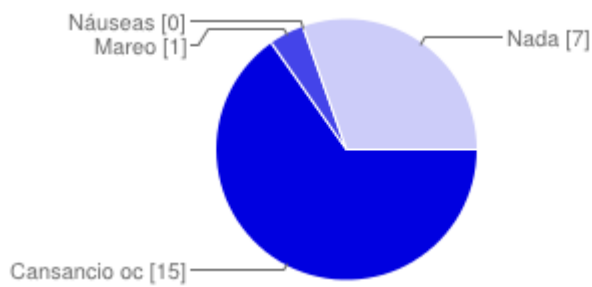
Considera que durante la experiencia se ejercitó:



Mucho	52%	Poco	0%
Algo	48%	Nada	0%

Conocer si el usuario logro sentir durante el juego algún efecto en sus ojos, como si estuviera ejercitándolos.

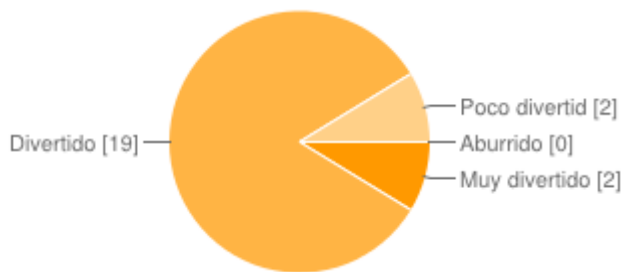
Durante la experiencia sintió:



Cansancio ocular	15	65%	Náuseas	0	0%
Mareo	1	4%	Nada	7	30%

Saber si el usuario por el uso del infrarrojo sintió algún malestar que lo pueda obligar a salir o tomar alguna pausa durante el juego.

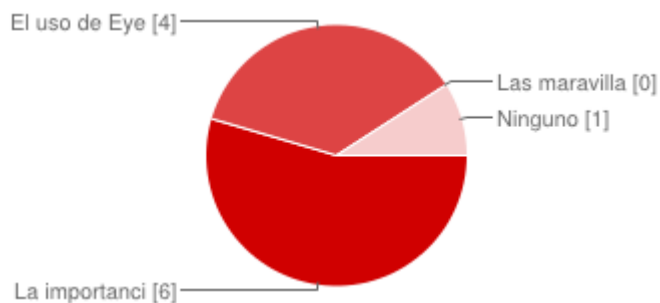
Considera que el juego fue:



Muy divertido	9%	Poco divertido	9%
Divertido	83%	Aburrido	0%

Sirve para identificar si el usuario podría volver a jugar, teniendo en cuenta que tan a gusto se sintió durante la experiencia de juego.

¿Qué aprendizaje te deja el juego?



La importancia de ejercitar los ojos	26%	Las maravillas del mundo	0%
El uso de <i>Eye-Tracking</i>	17%	Ninguno	4%

Conocer si el objetivo de juego se está cumpliendo, o si toca realizar alguna modificación para que el usuario aprenda la importancia de los ejercicios.

5.2.1 Análisis Resultado Encuesta

Durante la búsqueda de las diferentes enfermedades que se desencadenan por pasar demasiado tiempo frente a un sistema de cómputo, encontramos diferentes enfermedades como ambliopía, astigmatismo, miopía, entre otras. Gracias a la encuesta realizada se les pregunto a los usuarios si padecía de alguna enfermedad y cual, donde el 48% de las personas que respondieron padecían de

alguna enfermedad. Nombrado específicamente las enfermedades mencionadas sin importar si fueron o no desencadenadas por largas horas frente a un computador donde el 13% de los encuestados desconocen los problemas por la exposición a estos sistemas. El 74% de los usuarios conocen las pausas activas y usan gafas para prevenir cansancio ocular o alguna enfermedad por lo tanto, si conocen las pausas activas deben estar relacionadas con la ejercitan de ojos donde solo el 30% de los usuarios los conocen, ayudando a disminuir el riesgo de sufrir en un tiempo lejano una enfermedad más grave que los podría llevar a perder la visión o prevenir la enfermedad.

Existe un problema y es la falta de conocimiento sobre los ejercicios oculares y sus beneficios. El 35% de los encuestados desconocen los ejercicios oculares y el 22% no tiene ninguna idea de que el ojo se mueve gracias a los músculos que lo componen y como cualquier otra parte del cuerpo es necesario fortalecer para evitar enfermedades oculares sumando un 57% que no ejercitan sus ojos. Esto también se puede notar en que el 61% de los usuarios no realizan ningún ejercicio y el 13% los ejercita diariamente o una vez por semana.

Al lograr ubicar la persona e interactuar con el dispositivo lo valoraron como algo preciso con un 74%, por ende, se puede decir que el dispositivo si ayuda a verificar donde está observando el usuario y de este modo proponer en un futuro más aplicaciones y usos más interactivos que solo como dispositivo de usabilidad frente a interfaces graficas u otros objetos.

Es importante saber si los usuarios creen que un juego donde se le presente un escenario donde tiene que realizar diferentes actividades con los ojos, a esto el 61% las personas estaban totalmente de acuerdo y el restante están algo de acuerdo. Se puede concluir que los juegos sirven para presentar escenarios donde las personas se puedan divertir mientras que se ejercitan.

Los diferentes dinámicas de juegos (correspondientes al fortalecimiento del músculo ocular) que se plantearon con sus respectivos escenarios fueron intuitivos con un 78% de usuarios encuestados. Esto ayuda a que el usuario sin necesidad de que una persona esté presente para explicar el manejo del dispositivo y desarrollo del prototipo, cumpliendo una meta, donde el usuario pueda realizar en cualquier lugar donde se encuentre sin la supervisión médica o especialista los ejercicios y jugar. Otros factores de importancia para verificar si el prototipo si cumplió las expectativas es la motivación de los diferentes niveles y si el usuario desea volver a jugar, un 91% de los usuario que jugaron se sintieron muy motivados o algo motivados durante el transcurso de cada uno de los niveles que se le presentaron, el 83% se divirtió siendo un factor importante dentro de los juegos serios ya que si no se divierte ni se siente motivado no volverá a utilizar el prototipo, por ende no volverá a ejercitar sus ojos por este medio.

Durante la experiencia del juego el 65% de las personas experimentaron cansancio ocular; el 58% de los usuarios sintió que estaba ejercitando los ojos. Solo el especialista de la salud visual

(ortoptista) verificaría que la persona si está fortaleciendo los músculos oculares con un examen médico.

5.3 Datos obtenidos durante la experiencia

Durante que el usuario jugaba en cada nivel el programa capturo los datos donde el fijo la mirada con estos datos se puede entregar un reporte a un especialista para que se realice una investigación más profunda estos datos son capturados cada 3 milisegundos o mayor dependiendo el rendimiento del computador. A continuación vamos a ver la gráfica de los datos que se capturaron por cada nivel o ejercicio.

En los ejercicios verticales y primer nivel donde hay que evitar que las maravillas sean robadas, es importante que en la gráfica se logre dibujar una línea en todo el centro como se ve en la Figura 33. Donde hay pocos puntos donde el usuario voltea a mirar donde la estrella sale indicando que logro la puntuación necesaria para obtenerla o la última posición que estaba en la pantalla anterior del aplicativo. La posición (0,0) de la gráfica es el centro de la pantalla donde se realizó el ejercicio, siendo el eje Y el alto y eje X el ancho de la pantalla.

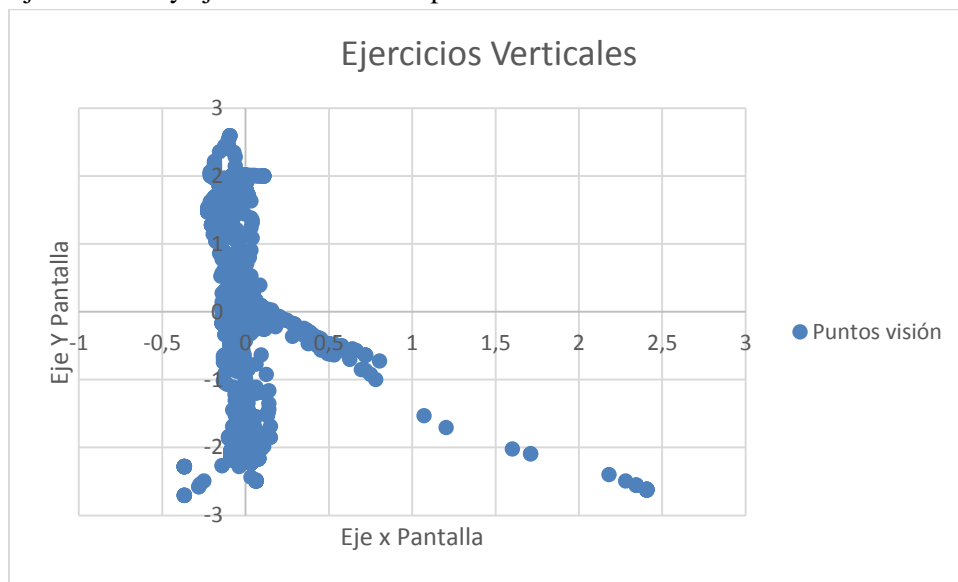


Figura 33 Datos Nivel 1

En el segundo nivel donde se tiene que ubicar la maravilla que cae en el respectivo lugar podemos observar que se encuentran varios puntos arriba de la línea horizontal esto se debe a que los usuario miran el objeto que va a caer y luego hacen el recorrido hasta la ubicación que corresponde como se ve en la Figura 34. Sin embargo la mayoría de puntos se ubican en las tres posiciones donde el

usuario debe observar para realizar el respectivo ejercicio. La posición (0,0) de la gráfica es el centro de la pantalla donde se realizó el ejercicio, siendo el eje Y el alto y eje X el ancho de la pantalla.

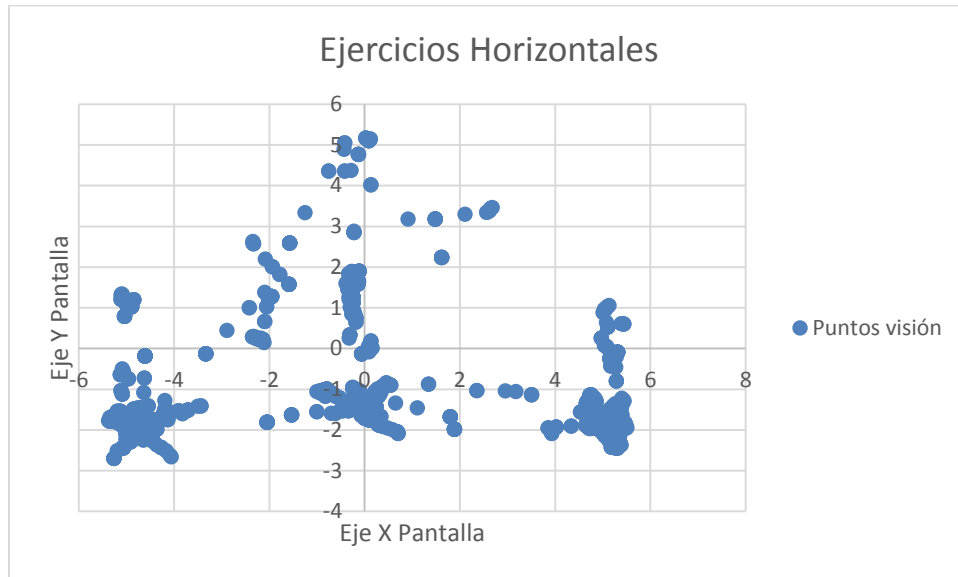


Figura 34 Datos Nivel 2

En el tercer nivel donde el objetivo es fortalecer los músculos oblicuos del ojo, se planteó el seguir el trayecto de un perro, el cual se ve en la Figura 35. De color rojo y en color azul los datos que se obtuvieron donde el usuario fija la mirada. Como se puede ver el usuario trata de seguir la trayectoria dibujándola en algunos sectores como las diagonales casi perfecto, otros puntos el usuario deja de seguir el trayecto o por causa de la precisión del dispositivo infrarrojo que tiene un desfase de precisión de +- 0.5 a 1 de donde el usuario fija su mirada los puntos se distancian del recorrido.

Hay que recordar que el recorrido que se presenta en rojo es de la posición del perro en pantalla sin tener en cuenta el tamaño el cual también es un factor para la puntuación, teniendo en cuenta el error de precisión del dispositivo. La posición (0,0) de la gráfica es el centro de la pantalla donde se realizó el ejercicio, siendo el eje Y el alto y eje X el ancho de la pantalla.

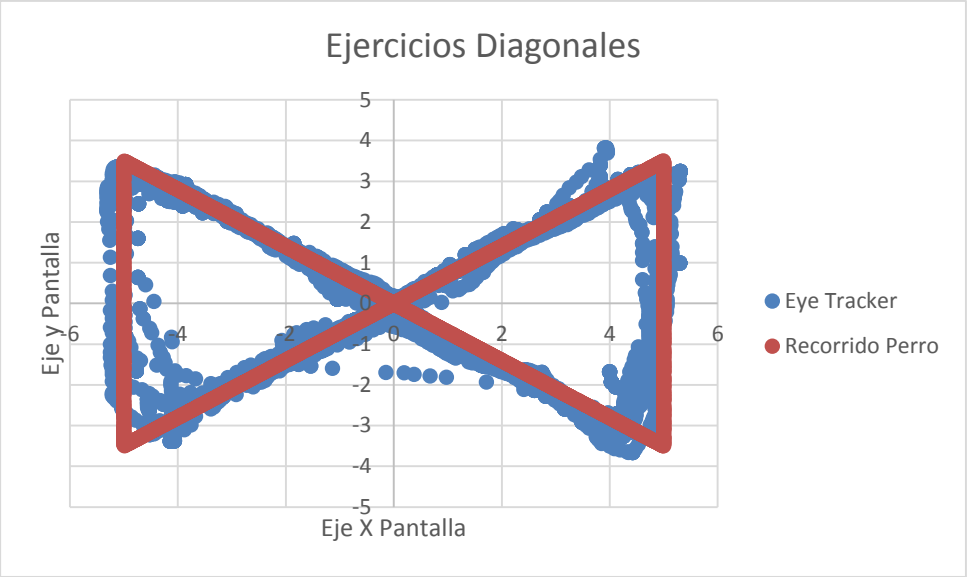


Figura 35 Datos Nivel 3

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

Se logra establecer que los músculos oculares cumplen una gran función para una buena visión. Se encuentran diferentes técnicas para fortalecerlos y prevenir algunas enfermedades que son causantes de observar un mismo punto durante tiempos excesivos. Con los diferentes ejercicios que se encontraron se logra crear escenarios donde la persona juegue y pueda ejercitar sus músculos jugando.

Los sistemas de Eye Tracking en la actualidad son usados para comprobar la usabilidad de interfaces en programas, juegos, imágenes, entre otros. La capacidad de estos sistemas es que se puede grabar la información más detallada de lo que el usuario ve según las coordenadas de la pantalla, ofreciendo oportunidades de desarrollo e investigación no solo en el campo eHealth si no también en nuevas interacciones para juegos o elementos de aprendizaje. El uso de estos dispositivos en las personas genera una mayor inmersión en cualquier actividad incentivando al usuario al uso de la aplicación o de cualquier otra actividad. Estos dispositivos poseen también problemas de captura del usuario ya que el ambiente donde el usuario se encuentre afecta la precisión del dispositivo cuando está en uso.

El prototipo fue visto por las personas de salud ocupacional de la Universidad Militar Nueva Granada, les pareció que el juego cumple las características para implementar en los lugares de trabajo para que las personas realicen sus pausas activas durante sus horas de trabajo y empezar a prevenir enfermedades oculares. También dieron algunas sugerencias donde se pueden realizar más niveles y los ejercicios no se tengan que repetir como lo hace el prototipo para cumplir un mínimo de cinco (5) minutos de pausa activa.

El prototipo que se realizó cumple con el objetivo de dar a conocer la importancia que es ejercitar los ojos según la opinión de los usuarios en la encuesta realizada. Por medio de elementos como la experiencia y la diversión que son aspectos importantes en los juegos serios donde los usuarios se sienten a gusto. Los cuales sumergen al usuario en dinámicas donde se distrae mientras que se ejercita. Sirviendo como herramienta de apoyo para pausas activas y futuras investigaciones en el uso de dispositivos de *Eye Tracking* para *eHealth* en ojos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1](OMS) Organización Mundial de la Salud (Agosto 2014) [online]
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>
- [2] ColombiaEstad, Discapacidad sensorial visual (2011) [online]
http://www.colombiastad.gov.co/index.php?option=com_glossary&func=view&Itemid=25&catid=115&term=DISCAPACIDAD+SENSORIAL+VISUAL
- [3] ColombiaEstad, Discapacidad visual (2011) [online]
http://www.colombiastad.gov.co/index.php?option=com_content&task=view&id=545&Itemid=90
- [4] Colombia tiene 1,14 Millones de personas con discapacidad visual. (1 Noviembre del 2013) Lainformación.com. [online] http://noticias.lainformacion.com/salud/enfermedades/colombia-tiene-1-14-millones-de-personas-con-discapacidad-visual_o4nUgCP3NYx6cQRfA2ecv1/
- [5] Las principales enfermedades oculares que afectan a los niños (25 marzo del 2013) Revisado el 20 de Mayo del 2014 desde internet. <http://saludalavista.com/2013/03/las-principales-enfermedades-oculares-que-afectan-a-los-ninos/>
- [6] Ministerio de la protección social (2011) Código sustantivo del trabajo. Artc 138
- [7] DANE. (2013) Encuesta Nacional de Calidad de vida. Marzo 2014. Revisado desde internet.
- [8] Mendez Sibaje. J. Areas de corrección para niños con problemas de aprendizaje y su control. Seg. Edición Universidad Estatal a Distancia San Jose, Costa Rica 1988
- [9] Computer vision syndrome Saman Wimalasundera Senior Lecturer in Community Medicine and Ophthalmologist, Community Ophthalmology Centre, Faculty of Medicine, University of Ruhuna, Galle. Vol 11: No. 1, September 2006
- [10] Dr. Avilio Méndez Flores (Octubre 2010) El síndrome del computador. [online]
<http://blog.ciencias-medicas.com/archives/961>
- [11] Clínica de Ojos Rafaela, Ortópticos. [online]
<http://clinicadeojosrafaela.com/index.php/especialidades/ejercicios-ortopticos?showall=1&limitstart=>
- [12](OMS) Organización Mundial de la Salud. *eHealth* [online]
<http://www.who.int/topics/ehealth/en/>

- [13] 100% Visión (Junio 2013) [online] <https://itunes.apple.com/us/app/100-vision/id566332810?mt=8>
- [14] Ejercicios oculares (Agosto 2013) [online] <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.remind4u2.eye.training.program&hl=es>
- [15] Ejercitación del ojo (junio 2013) [online] <https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.Neosarchizo.EyeTraining&hl=es>
- [16] Juan Felipe Pinzón García (Julio 2011) [online] http://www.elemplo.com/colombia/investigacion_laboral/enfermedades-mnes-frecuentes-en-el-trabajo-/7502189
- [17] Fundación Colombiana para la discapacidad visual. Obtenido de: <http://www.bajavisioncolombia.com/BajaVision/acerca%20de%20la%20baja%20vision.html>
- [18] Clínica Oftalmológica de Cartagena (Mayo 2014) Tratamiento Ortopático. [online] https://www.youtube.com/watch?v=E0k_fAtlHIo
- [19] Luis Espinosa. [online] <http://www.human.ula.ve/ejercicioparalasalud/ocular.html>
- [20] Halfbrick Studios, (2014), [online] https://play.google.com/store/apps/details?id=com.halfbrick.fruitninjafree&hl=es_419
- [21] (OMS) Organización Mundial de la Salud [online] http://www.who.int/occupational_health/activities/universal_health_coverage/en/
- [22] Ministerio Salud Colombia. (2008). Plan nacional de salud ocupacional. [online] <http://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/Plan%20nacional%20de%20salud%20ocupacional.pdf>
- [23] López, B. P. Terapia ocupacional en discapacitados físicos: teoría y práctica. Ed. Médica Panamericana. 2004.
- [24] Isabel Berrojo Domínguez, M. Cristina Escolar de la Torre, Edurne Gómez Barranco, Francisco Ronda García (Junio 2002). La terapia visual en la escuela. Revisado desde Internet. [online] <http://www.fundacionvisioncoi.es/TRABAJOS%20INVESTIGACION%20COI/1/terapia%20visual%20en%20la%20escuela.pdf>

- [25] Nieto Paños M. Implementación de video juegos en la terapia visual aplicada en la recuperación de la ambliopía. Trabajo Fin de Master COI 2008 Junio.
- [26] A. Gargantini, (2010), 3D4amb [Online] <http://3d4amb.unibg.it/principles.html>.
- [27] Nintendo 3Ds, Flash Focus: Vision Training in Minutes a Day, 15 October 2007, [online] <http://www.nintendo.com/games/detail/jzDLc7ECGsrBaBRV9Ujs06hEWV-wJsj7>.
- [28] O. Ferhat, Eye-Tracking with Webcam-Based Setups: Implementation of a Real-Time System and an Analysis of Factors Affecting Performance, (2012), [online] <http://refbase.cvc.uab.es/files/Fer2012.pdf>.
- [29] Nash, Eye Detection and Tracking, 21 December 2012, [online] <http://opencv-code.com/tutorials/eye-detection-and-tracking/>.
- [30] M. Chau- M. Betke. Real Time Eye Tracking and Blink Detection with USB Cameras, 12 May 2005, [online], <http://www.cs.bu.edu/techreports/pdf/2005-012-blink-detection.pdf>.
- [31] Hodapp Eli (14 de Enero de 2014) Free face and eye tracking game 'Umoove experience' is pretty magical. [online] <http://toucharcade.com/2014/01/14/free-face-and-eye-tracking-game-umoove-experience/>
- [32] tobii Technology (2014) [online] <http://www.tobii.com/>
- [33] tobii Gaze Control Starcraft 2 (2013) [online] <http://www.dvice.com/2013-3-28/tobii-demos-gaze-control-starcraft-ii>
- [34] tobii User Experience for with eye tracking for Gerrilla Games' Kill Zone 3 [online] http://www.tobii.com/Global/Analysis/Marketing/Customercases/Tobii_CustomerCase_Valsplat_GuerrillaGames.pdf?epslanguage=en
- [35] Jonsson Erika (2005) If looks could kill- An evaluation of eye tracking in computer games. Department of numerical analysis and computer science. Revisado desde Internet. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.219.1981&rep=rep1&type=pdf>
- [36] Salud Visual, [online], <http://saludvisual.info/anatomia-y-fisiologia/musculos-extraoculares/>.
- [37] Galeon hispavista [online] <http://musculosxtraoculare.galeon.com/>
- [38] Folgueras. J. IFMBE Proceedings "V Latin American Congress on Biomedical Engineering CLAIB 2011 May 16-21Habana, Cuba. Springer Volumen 33, 1

- [39] Pons Moreno A. Martínez Verdú F. Fundamentos de visión binocular. Editorial Universidad de Valencia 2004.
- [40] NAWARI Trading Co., Ltd. (2008). [online] http://www.nawari.co.jp/nawari_english_site/eye_exercises.html
- [41] Bates Eyes Exercises, Vision exercises in practical, (2010) [online], <http://www.bateseyexercises.com>
- [42] ehow How to Exercise the eye muscles [online], http://www.ehow.com/how_2077740_exercise-eye-muscles.html
- [43] Academia Americana de Oftalmologia. (2014). Ambliopía: ¿Qué Es el Ojo Perezoso?. Revisado desde Internet. [online] <http://www.geteyesmart.org/eyesmart/diseases-es/ambliopia.cfm>
- [44] Dr. Cristian Salgado, Ambliopía y Estrabismo, Boletín de la Escuela de Medicina, Volumen 30 N°2, 2005.
- [45] Tracy Fullerton, Game Design Workshop, A playcentric approach to creating innovative games, Editorial CRC, Second Edition.
- [46] David Michael and Sande Chen, Serious Games, Editorial Thomson.
- [47] GazePoint, 2014,[online] <http://www.gazept.com/>, accessed on October 2014.
- [48] Sodelscot [online] <http://www.sodels.com/loquendo.htm>

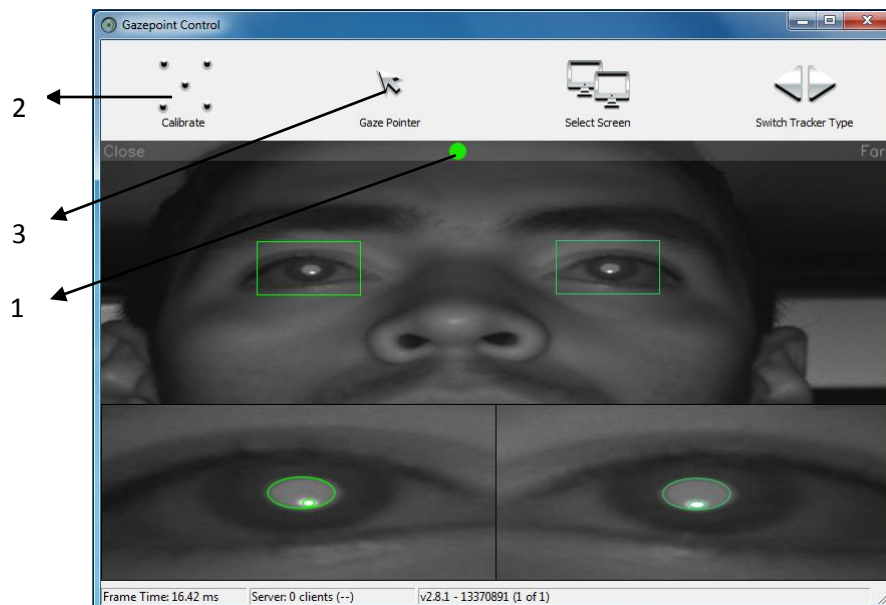
APÉNDICES

Manual de Usuario

Hardware y Software para el desarrollo

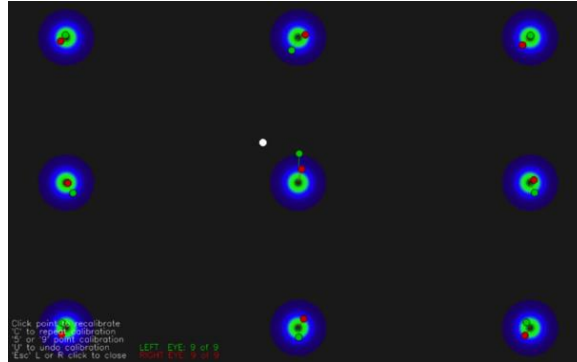
- GazePoint
- Unity
- Photoshop
- Maya
- Gaze Pointer
- Calibración GazePoint
- Requerimientos de sistema: Intel Core i5 o mayor, 4 GB RAM, Windows 7 (también Windows 8, XP, Vista); Mac and Linux no soportados

Descargue e instale el software de GazeController desde el sitio web de GazePoint desde la siguiente url: <http://www.gazept.com/downloads/> ingresando el código que se encuentra en su producto. Y el ejecutable de Visual Gym que se adquiere con el desarrollador.



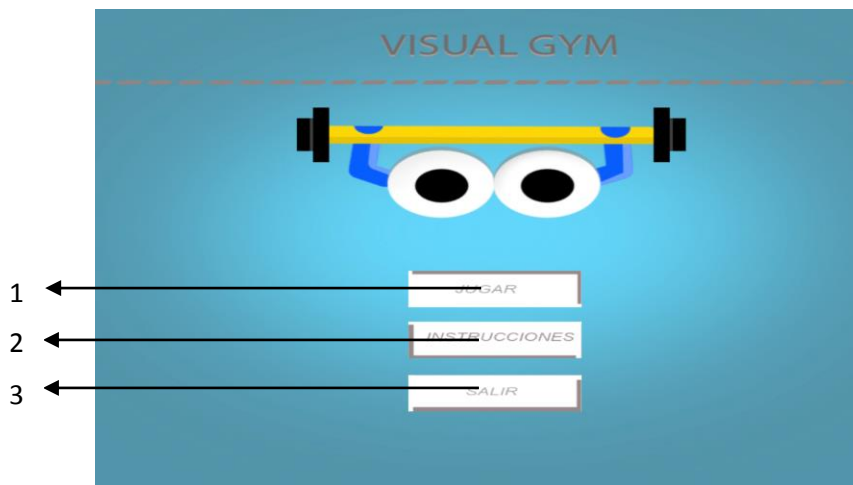
1. Este punto indica si se encuentra muy cerca o lejos del dispositivo, cuando el punto se encuentre en color verde la distancia es la correcta.

2. Calibre el dispositivo siguiendo los puntos que indican en pantalla con tu mirada si desea realizar con 5 puntos de calibración oprima el número 5 en teclado o el 9 para mayor precisión.



3. Active el seguimiento de mouse por medio del dispositivo.
4. Ubique el ejecutable que se llama VG en la carpeta donde descargo el juego y ejecute.

Advertencia: Si sufre de vértigo o epilepsia utilice el prototipo con precaución no abuse. El siguiente juego no sustituye los ejercicios realizados en consulta por un oftalmólogo, ortoptista u optómetra. Recuerda visitar tu especialista lo más seguido posible.



1. Este botón te conducirá al juego, se recomienda por primera vez iniciar con el paso 2.
2. Le guía a las instrucciones de los respectivos niveles para que aprenda a realizar las actividades de forma correcta.
3. Si no desea continuar puede salir del juego.

Si por algún motivo durante el juego desea tomar una pausa oprima la tecla Esc del teclado y puede elegir continuar o salir según sea su decisión.

Al terminar el juego puede observar los archivos de texto con su respectivo nombre nivel1, nivel 2 y nivel 3 en la carpeta VG_data que se encuentra donde descargo el juego. Con el fin que pueda analizar por medio de graficas de dispersión o algún otro tipo de grafica según sea su gusto.

ANEXOS

Anexo 1. Ejercicios para relajación ocular [41].

Alternate eye movements

It is one of the basic and simple exercises that stretches the eye muscles, a kind of a “warm-up” before further practice. We can perform it in any place.

1. It can be performed while standing or sitting.
2. Perform several eye movements from up to down keeping your head still. The vision should be engaged in gentle movements and unconcerned with the objects around.
3. Now, perform similar movements, but from left to right and vice versa this time. Repeat this procedure several times.
4. Next, the movements should be performed diagonally, from bottom-left to top-right.
5. Now, perform the diagonal movements from top-left to bottom-right.
6. Next, perform several circular clockwise and anticlockwise movements.
7. The eye movement should be within the maximum visual range for a particular plane;

Anexo 2. Ejercicios para relajación ocular [42].

- 1. Face straight ahead, and without turning your head, look up as far as possible. Look in a circle by looking right as far as possible, then circle your eyes down and to the left. Close your eyes and relax for a few seconds. Repeat the exercise in the opposite direction, looking up first and then circling to the left. Repeat the entire exercise 10 to 15 times.
- 2. Imagine that you're looking at a square. Look up to the right corner of the imaginary square, then down to the left corner, up to the upper left corner and down to the lower right corner. Repeat the exercise in the opposite direction. Repeat the entire exercise 10 to 15 times.
- 3. Roll your eyes in complete circles, up, right, down and left. Repeat in the other direction. Continue until your eyes begin to feel slightly tired.
- 4. Shut your eyes and squeeze them together as tightly as possible. Open your eyes. Repeat the entire exercise 10 to 15 times.
- 5. Cross your eyes and stare at the tip of your nose. Hold the position as long as you can and then close and relax your eyes. Begin with two or three repetitions and work up to at least 10 repetitions.
- 6. Focus your eyes on the spot between your eyebrows for a few seconds. Close your eyes and relax for a few seconds. Repeat this exercise 10 more times.

Improve Visual Focus

- 7. Go outside and look at something in the far distance, at least a mile away. It doesn't matter if you can really "see" it, but looking at objects in the far distance is a good way to work on the muscles that help with eye focus. Hold this position for five seconds.
- 8. Choose something about 25 feet away and try to focus on it as clearly as possible. Hold this position for five seconds.
- 9. Look at something mid-range, or about a block away. Try to focus as clearly as possible. Hold this position for five seconds.
- 10. Pick a point as far away as possible and try to focus as much as you can. Hold this position for five seconds.
- 11. Cycle through the exercises several times a day.