



Dicoptus

Producto digital con enfoque dicóptico para mejorar la experiencia de la terapia tradicional de la Ambliopía en niños de 5 a 7 años

Proyecto de Grado
Stefanny Vásquez Montaña
Aura Lucía Murcia Cuéllar
Kevin Torres Torres

Bogotá, D. C., 2023

Dicoptus

Producto digital con enfoque dicóptico para apoyar la terapia tradicional de la Ambliopía en el campo binocular en niños de 5 a 7 años

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Diseñador Digital y Multimedia

Director (a):

Luis Alberto Lesmes Sáenz

Línea(s) de énfasis:

Diseño - Salud

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Programa de Diseño Digital y Multimedia
Bogotá D. C., 2023

Aval del Proyecto

Firma del Director(a) de proyecto de grado

Firmas de los jurados

Dedicatoria

En dedicación a nuestras familias y parientes que han luchado contra la ambliopía de primera mano. Sus experiencias han sido la fuerza impulsora detrás de nuestra pasión y entusiasmo para encontrar una alternativa y/o apoyo que permita mejorar la condición. Su creencia inquebrantable en nuestras habilidades ha sido una fuente constante de aliento a lo largo de este proceso.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a cada uno de aquellos que fueron pilares fundamentales en la realización de este proyecto, su apoyo inquebrantable y guía constante fueron invaluablemente significativos.

Nuestro profundo agradecimiento a nuestros docentes tutores, Andrés Parra y Daniel Valbuena. Su dedicación, orientación y estímulo fueron vitales en este desafiante pero enriquecedor proyecto. Su apoyo constante nos impulsó a alcanzar metas más allá de nuestras expectativas, brindándonos la confianza y dirección necesarias para superar obstáculos.

Extendemos nuestro agradecimiento especial a Viviana Becerra por su valiosa orientación y apoyo incondicional en la parte clínica de este proyecto de diseño. Su enfoque interdisciplinar fue crucial para fusionar diferentes áreas y enriquecer nuestro trabajo, permitiéndonos alcanzar un resultado integral y completo.

No podríamos pasar por alto el apoyo incondicional brindado por nuestras familias. Su constante respaldo, comprensión y sacrificios han sido la fuerza motriz detrás de nuestro desarrollo tanto profesional como personal. Este proyecto no hubiera sido posible sin su incansable lucha y dedicación hacia nuestra educación. Agradecemos profundamente todo su amor y respaldo.

Su ayuda y contribución ha dejado una huella indeleble en este proyecto y en nuestras vidas. Su generosidad y apoyo nos han inspirado y fortalecido en cada etapa de este proyecto.

Dicoptus

*“No hay cristales de más aumento que los propios ojos del hombre
cuando miran su propia persona”.*

Alexander Pope

Resumen

La ambliopía se define como un problema de desorden visual que afecta la visión de los niños desde temprana edad. Las soluciones que hay para tratar este déficit visual se basan principalmente en la terapia de parches (oclusión ocular), que a pesar de ser un método efectivo para una mejora en la agudeza visual, ha descuidado la experiencia del niño al realizar la terapia.

En este proyecto se informa sobre la situación por la que atraviesa la terapia, dado que se ha encontrado que para los niños es una experiencia aburrida, invasiva y molesta, lo que provoca el abandono de la misma. Según porcentajes brindados por el AAPOS Ophthalmology existe un índice de abandono del 73% a nivel mundial. El no tratar la ambliopía causa efectos negativos irreparables en la salud visual, según informes del ministerio de salud y el Acope.

Se ha empezado a estudiar otro tipo de alternativas que se acoplan mejor para los niños y es una solución que los puede ayudar a completar sus terapias con éxito. La terapia dicóptica se ha impulsado con el tiempo como alternativa de terapia para la ambliopía. Este tipo de terapia se logra con el uso de la gamificación (videojuegos, realidad virtual, videos interactivos, etc.)

Palabras clave: Ambliopía, Terapia, Digital, Niños, Problema visual, Didáctico, Interactividad, Tradicional, Dicóptico,

Gamificación.

Línea(s) de profundización:

El producto digital se desarrolla bajo la línea de profundización de la gamificación, que presenta herramientas didácticas así como elementos de juego como puntos, recompensas y desafíos para motivar a los niños a seguir con el tratamiento.

Abstract

Amblyopia is defined as a visual disorder problem that affects children's vision from an early age. The solutions that exist to treat this visual deficit are mainly based on patch therapy (ocular occlusion), which despite being an effective method for improving visual acuity, has neglected the experience of the child when performing the therapy.

This project reports on the situation that the therapy is going through, since it has been found that for children it is a boring, invasive and annoying experience, which causes them to abandon it. According to percentages provided by the AAPOS Ophthalmology, there is a 73% dropout rate worldwide. Not treating amblyopia causes irreparable negative effects on visual health, according to reports from the Ministry of Health and Acope.

Other types of alternatives have begun to be studied that are better suited for children and are a solution that can help them complete their therapies successfully. Dichoptic therapy has been promoted over time as an alternative therapy for amblyopia. This type of therapy is achieved with the use of gamification (video games, virtual reality, digital problems, interactive videos, etc.)

Keywords: Amblyopia, Therapy, Digital, Vision, Children, Visual problems, Didactic, Interactivity, Technology, Traditional, Dicoptic.

Research lines:

The digital product is developed under the gamification deepening line, which presents didactic tools as well as game elements such as points, rewards, and challenges to motivate children to continue with the treatment.

Tabla de contenido

Aval del Proyecto	5
Dedicatoria	9
Agradecimientos	11
Abstract	16
Tabla de contenido	17
Listado de figuras	20
Listado de tablas	21
Listado de anexos	22
1. Formulación del proyecto	23
1.1 Introducción	23
1.2 Justificación	24
1.3 Definición del problema	25
1.4 Hipótesis de la investigación	27
1.4.1 <i>Hipótesis explicativa</i>	28
1.4.1 <i>Hipótesis propositiva</i>	28
1.5 Objetivos	28
1.5.1 <i>Objetivo general</i>	29
1.5.2 <i>Objetivos específicos</i>	29
1.6 Planteamiento metodológico	30
1.7 Alcances y limitaciones	31
2. Base teórica del proyecto	32
2.1 Marco referencial	34
2.1.1 <i>Antecedentes</i>	34
2.1.2 <i>Marco teórico contextual</i>	37
2.1.3 <i>Marco teórico disciplinar</i>	40

2.1.4 <i>Marco conceptual</i>	42
2.1.5 <i>Marco institucional</i>	44
2.1.6 <i>Marco legal</i>	45
2.2 Estado del arte	45
2.4 Caracterización de usuario	46
3. Desarrollo de la metodología, análisis y presentación de resultados	47
3.1 Criterios de diseño	49
3.1.1 <i>Árbol de objetivos de diseño</i>	50
3.1.2 <i>Requerimientos y determinantes de diseño</i>	50
3.2 Hipótesis de producto	51
3.3 Desarrollo y análisis Etapa X1	51
3.4 Desarrollo y análisis Etapa X2	52
3.5 Desarrollo y análisis Etapa X3	53
3.6 Desarrollo y análisis Etapa X4	53
3.7 Resultados de los testeos	53
3.7.1 <i>Primer testeo</i>	54
3.7.2 <i>Segundo testeo</i>	55
3.7.3 <i>Testeos adicionales</i>	55
3.8 Prestaciones del producto	57
3.8.1 <i>Aspectos morfológicos</i>	57
3.8.2 <i>Aspectos técnico-funcionales</i>	57
3.8.3 <i>Aspectos de usabilidad</i>	58
4. Conclusiones	58
4.1 Conclusiones	59
4.2 Estrategia de mercado	59
4.2.1 <i>Segmentos de cliente</i>	60
4.2.2 <i>Propuesta de valor</i>	61

4.2.3 Canales	61
4.2.4 Relaciones con los clientes	61
4.2.5 Fuentes de ingresos	61
4.2.6 Actividades clave	62
4.2.7 Recursos clave	62
4.2.8 Socios clave	62
4.2.9 Estructura de costes	63
4.3 Consideraciones	63
Referencias	64
Anexos	78

Listado de figuras

Figura 1. Árbol de problemas.....	29
Figura 2. Diagrama de representación del flujo.....	37
Figura 3. Marco referencial.....	42
Figura 4. Línea del tiempo.....	46
Figura 5. Diagrama de torta casos ambliopía.....	48
Figura 6. Juego Binocular “Diplopia Game” para dispositivos de VR.....	69
Figura 7. Juego Binocular “PATHFINDER” para dispositivos móviles y tabletas.....	71
Figura 8. Juego Binocular “Dig rush” para Ipad.....	72
Figura 9. Software Luminopia.....	74
Figura 10. Video para el ojo vago.....	75
Figura 11. Tarjeta persona.....	80
Figura 12. Árbol de objetivos de diseño.....	83
Figura 13. Reunión con experta de la Universidad del Bosque en ortóptica.....	89
Figura 14. Revisión de la estrategia dicoptica.....	90
Figura 15. Evidencias de testeos.....	93
Figura 16. Evidencias de testeos.....	95
Figura 17. Diseño de portada y logo de Dicoptus.....	97
Figura 18. Diseño de personaje “Samu”.....	99
Figura 19. Moodboard escenarios.....	100
Figura 20. Exploración del escenario.....	101
Figura 22. Diseño de personajes frutales.....	103
Figura 23. Diseño de enemigos acuaticos.....	103
Figura 24. Portada del aplicativo “Dicoptus”.....	106
Figura 25. Ventana de configuración “Dicoptus”.....	107
Figura 26. Ventana de espera tiempo “Dicoptus”.....	107

Figura 27. Interfaz principal de niveles “Dicoptus”108
Figura 28. Menú de niveles terminado “Dicoptus” 108
Figura 29. Menú de niveles terminado “Dicoptus” 109

Listado de tablas

Tabla 1. Tabla de edades en la terapia tradicional de ambliopía.....	31
Tabla 2 Marco conceptual.....	62
Tabla 3. Tabla de edades para el éxito del tratamiento.....	78
Tabla 4. Tabla de edades y la relación de agudeza visual infantil....	79
Tabla 5. Tabla de Requerimientos y Determinantes.....	86
Tabla 6. Matriz de hipótesis de producto.....	87
Tabla 7. Estructura de costes (Materiales por 1 año).....	116
Tabla 8. Estructura de costes (Gastos internos infraestructura)....	116
Tabla 9. Recursos Humanos.....	117
Tabla 10. Costos totales y ganancias (Esperadas x 1 año).....	117

Listado de anexos

Anexo A. Portafolio Aura Lucía Murcia Cuéllar.....	123
Anexo B. Portafolio Stefanny Vásquez Montaña.....	123
Anexo C. Portafolio Kevin Santiago Torres.....	123
Anexo D. Árbol de Objetivos de Diseño.....	123
Anexo E.Requerimientos y Determinantes.....	123
Anexo F.Matriz de hipótesis de producto.....	123
Anexo G.Identidad visual.....	124
Anexos H.Protocolo testeos.....	124

Capítulo 1. Formulación del proyecto

1.1 Introducción

El abandono de las terapias que se realizan para tratar la ambliopía se ha convertido en un problema, ya que, en la última década, se han reportado casos de abandono de la terapia con porcentajes mayores al 50% en la población a nivel mundial, según el AAPOS Ophthalmology.

Las razones de estos índices en los últimos años tiene diversos factores, principalmente relacionados con la realización de las terapias por parte de los niños de manera constante, debido a que principalmente las encuentran aburridas e incómodas. A su vez, esta problemática también está fuertemente relacionada con el impacto negativo psicológico y social que causa en los niños que realizan la terapia que los lleva a la deserción de las mismas, esto desencadena en otras problemáticas delicadas relacionadas con la salud como la pérdida parcial o total de la visión.

Son estos motivos los que convierten esta situación en una problemática latente para la salud física y mental de los niños y es por esto que se selecciona como caso de estudio principal en el desarrollo del proyecto para proponer una solución de diseño. Es necesario revisar la problemática desde la perspectiva del diseño, con el fin de encontrar alternativas más amigables, contribuyendo al mejoramiento en la experiencia de la terapia y de esta manera aportar para que se pueda concluir de manera más habitual.

Es por esto que se considera desde el diseño digital y

multimedia la creación de un producto digital que permita una mayor comodidad frente a la realización de las terapias, buscando convertir la terapia en una experiencia más amena, para generar mayor conexión y compromiso con la terapia por parte de los niños de 5 a 7 años.

Para cumplir con el objetivo anterior se da respuesta a la pregunta ¿Cómo desde el diseño digital y multimedia se puede mejorar la experiencia de las terapias de ambliopía para que los niños logren tener una conexión con las mismas?

Para resolver esta pregunta se destaca el uso de las metodologías como la gamificación y el diseño basado en evidencias. Comenzando con la gamificación la podemos dividir en las siguientes fases: definición de objetivos, público objetivo, identificación de elementos, diseño de la experiencia, implementación y análisis. Por otro lado, el diseño de evidencias lo podemos dividir en estas fases: evaluación, formulación de pregunta, búsqueda de evidencia, evaluación de hallazgos, e implementación.

1.2 Justificación

La presente investigación se enfocará en la terapia dicóptica como posible alternativa o apoyo del tratamiento tradicional de la Ambliopía en niños de 5 a 7 años. El desarrollo de un apoyo a manera de terapia digital para esta afección ayudaría a abordar un importante problema en cuestión de salud y mejoraría la calidad de vida de muchos niños. Si bien los tratamientos para la ambliopía, como los parches y las gotas de atropina para los ojos, pueden ser efectivos, también pueden ser incómodos para los niños. Una terapia orientada a la parte digital podría proporcionarles un enfoque más atractivo para el tratamiento, lo que podría y se demuestra que mejora en el cumplimiento y los resultados del paciente.

Hay que tener en cuenta que la terapia visual para los niños es más efectiva que en los adultos, esto porque a partir de una edad determinada el desarrollo visual está completo y puede no dar los resultados esperados con esta terapia. Por lo tanto, es más factible corregir esta enfermedad visual en los primeros años de desarrollo. Con esto, y haciendo los tratamientos completos, es muy posible recuperarse al 100%. (Mañé Rosell, 2020). El tiempo de dedicación es un factor clave para estas terapias, puesto que si no se realizan según lo estipulado, la terapia no tendrá el resultado esperado, el cual es terminar por completo con esta enfermedad (Asociación Española de Optometristas Unidos, 2022).

La Academia Americana de Oftalmología ha revelado que

aproximadamente el 2% de los casos a nivel mundial están relacionados con niños que sufren de ambliopía, una condición visual que afecta la agudeza visual en uno o ambos ojos. Sin embargo, en la región de Latinoamérica, esta cifra se eleva al 4%, lo que indica una mayor prevalencia en comparación con el promedio global (AAO, 2019).

En el caso específico de Colombia, las estadísticas muestran una preocupante realidad, ya que se estima que 7 de cada 10 niños han tenido que repetir al menos un año escolar debido a complicaciones visuales que les dificultan ver adecuadamente el contenido del tablero y, por ende, su rendimiento académico se ve afectado (Alta visión, 2018).

La falta de datos precisos sobre la cantidad exacta de niños que padecen ambliopía dificulta tener una visión completa del alcance de esta enfermedad en la población infantil. No obstante, una consecuencia alarmante de la ambliopía es la cantidad significativa de niños que pierden el año escolar debido a problemas visuales, lo que nos proporciona una aproximación de la gravedad de esta afección (Alta visión, 2018).

De acuerdo con estudios realizados por el Banco Mundial, se ha encontrado que el 42% de los alumnos que inician la educación primaria repiten al menos un año. Se estima que 4 de cada 100 niños sufren de ambliopía, lo que podría estar contribuyendo en gran medida a este bajo rendimiento académico

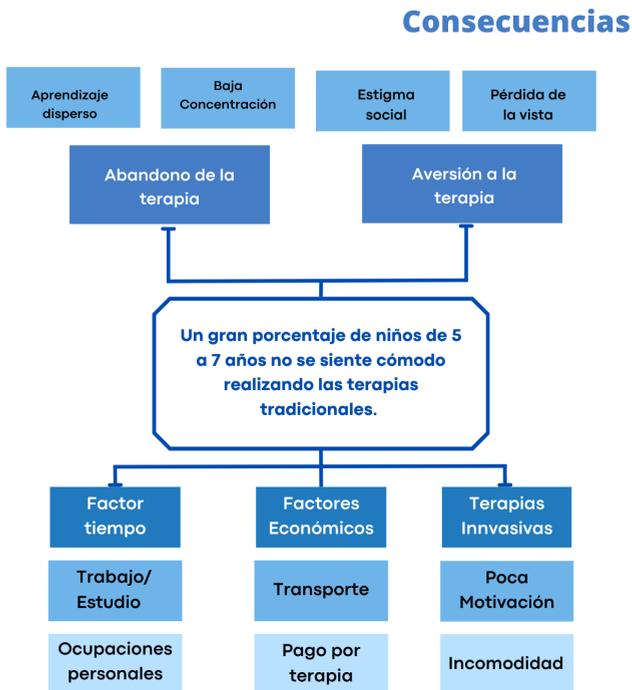
(Alta visión, 2018).

Es evidente que la ambliopía es un problema visual que no solo afecta la salud ocular de los niños, sino que también tiene consecuencias significativas en su desarrollo educativo y personal. Es crucial aumentar la conciencia sobre esta condición y fomentar una detección temprana para brindar un tratamiento oportuno y mejorar la calidad de vida de los niños afectados. Además, es necesario impulsar la recopilación de datos precisos que permitan una mejor comprensión de la magnitud del problema para implementar estrategias efectivas que aborden esta preocupante situación.

Desde el Diseño Digital y Multimedia, la terapia digital tiene un potencial de ayudar a mejorar la experiencia de las terapias en casa, gracias a la versatilidad e interactividad que ofrece el mundo digital. En conclusión, el desarrollo de una herramienta digital como alternativa para tratar la ambliopía en niños en la fase anisométrica tiene el potencial de mejorar la accesibilidad y el compromiso al no resultar aburrida para los niños de esta edad. Esto lo hemos podido identificar gracias a la profesional en ortóptica, Viviana Becerra y docente de la Universidad del Bosque, que nos ha venido acompañando y orientando clínicamente en el proceso de este proyecto.

1.3 Definición del problema

Figura 1. Árbol de problemas.



Causas

En la última década, a nivel global se han reportado cifras de abandono a la terapia de ambliopía de hasta un 70% según la revista *Ophthalmology* (American Academy of Ophthalmology, sep,2022). Cifras que pueden ser explicadas por estudios del AAPOS, que demuestran que usar un parche en el ojo puede ser

socialmente estigmatizante para los niños, especialmente en las primeras edades, donde la apariencia y la convivencia con sus compañeros es vital para su desarrollo como personas. (American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus,s.f.).

Estas incomodidades impuestas causan principalmente que los niños se rehúsen constantemente al uso del parche, pues lo encuentran incómodo, vergonzoso y difícil de emplear. La terapia tradicional de la ambliopía actual es invasiva y extensa, ya que debe realizarse diariamente y puede llegar a durar de 3 a 6 meses dependiendo del caso que se esté tratando. La falta de flexibilidad en las terapias tradicionales provoca en los niños cansancio físico y emocional que desemboca en el abandono de la misma.

La ambliopía es un déficit visual que se desarrolla en la primera infancia y únicamente se puede obtener un tratamiento con mayor efectividad hasta aproximadamente los 7 años. La ambliopía es considerada la mayor causa de pérdida de visión en niños, según la Sociedad Española de Oftalmología. Ambliopía. (2015, abril 27). Oftalmoseo.

Esta afectación a la vista se presenta cuando hay una falla en la información que recibe y procesa el cerebro con respecto a la conexión con uno de los ojos, es decir, el cerebro no puede reconocer la visión de un ojo o la reconoce como deficiente y decide omitirla. (Foundation for Medical Education, 2021).

Es importante la detección temprana desde los 5 a 7 años, ya que, en este rango de edad, si se detecta la ambliopía se podrá realizar la terapia de manera rigurosa y efectiva. Cabe mencionar que, si se procede en edades superiores como los 8 años en adelante, la terapia resultará menos efectiva, así como la recuperación, que no tendrá el éxito esperado y no igualará a los resultados que se pueden obtener si se hace antes. (figura 1)

Tabla 1. Tabla de edades en la terapia tradicional de ambliopía.

Hasta 7 y 8 años	Los tratamientos tradicionales son eficaces hasta esta edad y la recuperación de la agudeza visual suele ser total.
Entre 8 y 12 años	Aunque la mejoría del ojo vago es evidente con la aplicación de los tratamientos es posible que la recuperación no sea total.
Luego de 12 años	Es posible que el ojo vago ya no consiga funcionar nunca a pleno rendimiento.

Nota. En la figura encontramos una tabla que referencia el cómo se comporta el tratamiento de la ambliopía en diferentes edades
Elaboración propia con base en Clínica Baviera.

<https://www.clinicabaviera.com/ojo-vago-ambliopia>.

Este limitado rango de edad para tratar la ambliopía se da debido a que el sistema de la vista se desarrolla en los primeros años de vida, y solo se desarrolla de manera correcta si se cumplen los estímulos normales, es decir, el no contar con ningún factor que afecte la vista.

Así mismo, la ambliopía afecta otros aspectos más allá de la salud física en los niños, puesto que afecta la concentración y la manera en cómo el niño se relaciona con su entorno. Se ha comprobado cómo en las primeras edades los niños dependen casi en su totalidad de la vista, pues por medio de ella aprenden de su entorno, además de que afecta directamente en contextos educativos y sociales.

Se ha encontrado que los niños con deficiencias visuales usualmente suelen rendir menos académicamente o suelen perder la concentración con facilidad.

Esto trae varias desventajas a aquellos que sufran de ambliopía no tratada o no detectada, pues termina por disminuir la calidad de vida de los niños, su manera de relacionarse con iguales, así como su desempeño académico (Velázquez, 2012).

Hay que mencionar que, para el tratamiento de la ambliopía, además de tratar aquello que la esté causando en primer lugar, también se debe hacer uso de la terapia visual constante para rehabilitar el ojo afectado y en especial recuperar la conexión del cerebro con el ojo.

Estas terapias conllevan un tiempo estimado de atención extenso, ya que se deben realizar terapias activas y pasivas durante un tiempo estimado de 6 meses a 1 año, 3 veces a la semana o más, con un rigor y cuidado que, en algunas ocasiones, no se puede proveer por el tutor del niño ya sea por cuestiones económicas para hacer las visitas constantes al oftalmólogo, así como de tiempo, que

le impidan asistir, supervisar y acompañar el tratamiento del niño.(Revista Ophthalmology, 2015)

En cuanto a las terapias tradicionales disponibles se encuentran principalmente el uso del parche o las gotas de atropina, en ambos casos es terapia por oclusión, donde se buscan entorpecer o bloquear la vista del ojo sano para poner más trabajo en el ojo afectado y que de esta manera se recupere la visión normal.

Por lo anterior resulta pertinente abordar la problemática partiendo de la pregunta ¿Cómo desde el diseño digital y multimedia se puede mejorar la experiencia de las terapias de ambliopía para que los niños logren tener una conexión con las mismas?

1.4 Hipótesis de la investigación

1.4.1 Hipótesis explicativa

Las terapias tradicionales de la ambliopía pueden ser muy invasivas e incómodas para los niños, lo que puede provocar que abandonen el tratamiento. Según la AAPOS, la tasa de deserción de los pacientes por la sensación de incomodidad física con la terapia de parches es del 50%

1.4.1 Hipótesis propositiva

Desde el Diseño Digital y Multimedia, se puede reducir el índice de

abandono de las terapias de la ambliopía mediante el desarrollo de un producto digital que sea atractivo y que genere un mayor vínculo e interés con los niños. De esta manera se genera un apoyo a las terapias tradicionales de la ambliopía por medio de la gamificación centrada en estrategias que ayuden a mejorar el vínculo y compromiso con las mismas.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Mejorar la experiencia de niños de edades entre 5 y 7 años con el déficit visual de la ambliopía, a través de la implementación de la terapia dicóptica en contraste con la terapia convencional. Proporcionando un producto digital que apoye a la terapia tradicional.

1.5.2 Objetivos específicos

- Indagar sobre los efectos de la gamificación para su aplicación y posible beneficio en las terapias de la ambliopía.
- Analizar el contenido dirigido a niños que generan un mayor nivel de atracción dentro de la terapia. Con el fin de incorporarlos en el desarrollo del producto digital.

- Desarrollar un prototipo digital acorde a nuestro público objetivo y en cocreación con el experto, que busque mejorar la experiencia de los niños al realizar la terapia de la ambliopía.
- Evaluar el uso del prototipo con nuestro público objetivo para reconocer fallas y aciertos en la usabilidad, diseño y la acogida de la herramienta.

1.6 Planteamiento metodológico

1.6.1 Metodología para la investigación.

Una de las metodologías utilizadas en este proyecto es el **Diseño basado en evidencias** enfocándonos en el **Modelo de Iowa (1994)**, el cual brinda un enfoque de recolección de datos e información sobre las últimas investigaciones y evidencias en el campo de la terapia de la ambliopía.(Figura)

- 1. Formulación de la pregunta:** En esta etapa se pregunta cómo desde el diseño se puede implementar una ayuda o alternativa frente a la problemática del abandono de las terapias de la ambliopía en niños.
- 2. Búsqueda de evidencias:** Se realiza una búsqueda bibliográfica y digital profunda frente al tema, seguida de una revisión exhaustiva de documentos de organismos científicos especializados en la salud visual, contenidos en

las bases de datos de PubMed y AAPOS.

3. **Evaluación de hallazgos:** En esta etapa se evalúan los datos y cifras recolectadas, de manera crítica y objetiva, para aplicarlos al desarrollo del producto. Se limita la investigación a estudios que han sido aplicados a humanos y que se hubieran efectuado en la última década con resultados posteriores al 2010.
4. **Implementación:** Se hace uso del conocimiento aprendido y de la información que se logró recolectar, agregando los hallazgos y avances con respecto a la terapia digital aplicada a la ambliopía para implementarlo en el producto digital.
5. **Evaluación:** Se hace un estudio con el público objetivo para evaluar el producto digital que se desarrolló teniendo en cuenta los puntos anteriores de la metodología, esto con el fin de comprobar su efectividad frente a lo investigado.

1.6.2 Metodología para la creación del producto digital.

Otra de las metodologías que se toma es la **Gamificación basada en la motivación extrínseca**, enfocándonos en la regulación externa, es decir, que esta actividad sea regulada y supervisada por el experto y/o tutor. Se hará mediante la incorporación de elementos de juego, esto con el fin de que la terapia de la ambliopía se vuelva más atractiva y motivadora para los niños.

Esta metodología es aplicada para conseguir un mejor resultado y mayor compromiso con la terapia, teniendo siempre en cuenta el

tiempo en el que se ejecute el producto digital por el niño, la frecuencia en que lo aplica, y su evaluación con respecto al propio sistema.(Universidad Politécnica de Madrid, 2015, p.3,4)

- **Flujo:** Es una teoría de comportamiento de Mihaly Csikszentmihalyi, muy asociada a los juegos y a la gamificación. Oriol (2015) lo entiende como aquel estado mental en el que la persona se encuentra inmersa totalmente en la actividad que ejecuta.



Figura 2. Diagrama de representación del flujo.

Nota: En la figura se representa una representación del concepto del flujo, indicando las relaciones entre las zonas de ansiedad y aburrimiento con relación al desafío y la habilidad de la actividad a realizar.

Elaboración propia con base en: Oriol(2015)

1. **Definición de objetivos:** Este paso ayuda a aclarar el propósito por el cual se va a desarrollar el producto digital, los alcances que se tendrían y los resultados deseados.
2. **Público objetivo:** Teniendo en cuenta las estadísticas y la información recolectada sobre la ambliopía, se encuentra pertinente aplicar el producto digital en niños de 4 a 7 años.
3. **Identificación de elementos:** Recopilar información y puntos de vista de las partes interesadas relevantes, incluidos pacientes, profesionales de la salud, investigadores y expertos en el ámbito de la ambliopía. Comprender sus perspectivas, experiencias y expectativas con respecto al tratamiento de la ambliopía y las intervenciones digitales. Esta evaluación ayuda a identificar brechas y áreas de mejora.
4. **Diseño de la experiencia:** Crear desafíos y actividades atractivas que se alineen con los objetivos y atraigan al público objetivo.
5. **Implementación:** Someter el producto digital a tests con el público objetivo para su posterior evaluación.
6. **Análisis:** Identificar la interacción del público objetivo con el producto final, comprobando aciertos y desaciertos para mejorar en futuras intervenciones.

Para realizar la investigación se hace uso de palabras clave, términos como: terapia visual, dicóptico, ambliopía, déficit visual,

niños, terapia visual, VideoGame AND visión, virtual reality, placebo, amblyopia. Dando prioridad a aquellos artículos que cuenten con las palabras claves antes mencionadas en y/o en los resúmenes de las publicaciones, para obtener una base sólida que atienda el tema a investigar.

Se hace uso de google académico con estrategias de filtrado de la información similares a las ya empleadas en las bases de datos del AAPOS y PubMed (dando prioridad a documentos que hagan uso de las palabras clave en títulos y resúmenes) para encontrar artículos nacionales e internacionales que expandan el conocimiento sobre el tema tratado, gracias a esta revisión de artículos y documentos publicados por sociedades y profesionales del área de la salud visual se encuentran en sus referentes nuevas fuentes a las que consultar que de otra manera no podrían haber encontrado tan fácilmente.

Paralelo a esto, se emplea la web convencional para encontrar noticias y artículos que puedan aportar o ser relevantes para la presente investigación, tanto en contenidos como en conexiones bibliográficas.

1.7 Alcances y limitaciones

Alcances

- Desarrollar un producto mínimo viable.
- El alcance del proyecto se extiende hasta la verificación de los resultados parciales del producto frente a la satisfacción

y adherencia al tratamiento por parte del público objetivo.

- Nuestros alcances pretenden también llegar a conocer el nivel de compromiso de los niños al realizar la terapia con ejercicios dicópticos.

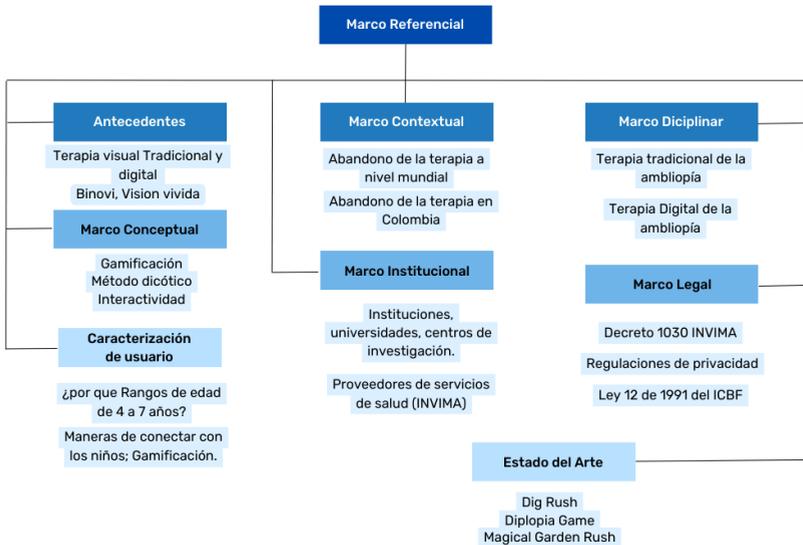
Limitaciones

- Existen límites en la falta de presupuesto para una mejor investigación, poder tener constantemente citas pagas con expertos en el tema para seguir avanzando de la mano de un grupo de profesionales que nos proporcionen guía para poder hacer el producto digital de apoyo para mejorar la terapia tradicional.
- Entre otras de las limitaciones se encuentran también el acceso limitado de muestra, desconocimiento científico del tema, ya que en el grupo de trabajo no somos expertos en el área de salud, y el poco tiempo con el que contamos para comprobar cuantitativa y cualitativamente la implementación y éxito del producto digital en su totalidad.
- La capacidad para verificar los resultados se encuentra restringida por el tiempo estipulado para la duración de las terapias de la ambliopía, lo que nos permite únicamente evaluar una fracción específica de este proceso (Fase 2, Anisométrica).
- La evaluación del progreso y la efectividad de la terapia dicóptica únicamente puede llevarse a cabo bajo la supervisión de profesionales expertos.

Capítulo 2. Base teórica del proyecto

2.1 Marco referencial

Figura 3. Marco referencial



Nota: Mapa conceptual de los temas del capítulo 2.

Elaboración propia.

2.1.1 Antecedentes

Dentro de la investigación se revisa la terapia tradicional de la Ambliopía como punto de partida para explorar en qué ámbitos se encuentra la oportunidad de diseño y cómo a partir de lo digital se

puede trabajar para hacer de esta más atractiva para los niños para que así puedan culminarla con éxito.

El tratamiento tradicional para la ambliopía implica tapar el ojo más fuerte con un parche para alentar al ojo más débil a trabajar más. Sin embargo, este tratamiento puede ser un desafío, especialmente para los niños pequeños, y a menudo requiere una participación, tiempo y un cumplimiento significativo de los padres.

La terapia digital para la ambliopía es un campo emergente que ofrece una alternativa prometedora a los tratamientos tradicionales (American Academy of Ophthalmology, sep 2022). La terapia digital implica el uso de programas de computadora especialmente diseñados o aplicaciones móviles que usan estímulos visuales para entrenar al cerebro para que use mejor ambos ojos a la vez. La terapia digital se puede administrar de forma remota y puede ser más atractiva para los niños que los métodos tradicionales de oclusión ocular. Se han realizado diversos estudios de los cuales nos hemos basado para la construcción de nuestra investigación, estos estudios los hemos tomado de artículos en su mayoría de Estados Unidos.

Empezamos con Binovi Vision Therapy, este es una plataforma de terapia visual digital que ofrece programas personalizados para niños y adultos con ambliopía. La plataforma utiliza una variedad de estímulos visuales, incluidos juegos y acertijos, buscando entrenar el cerebro para que emplee ambos ojos

a la vez. Se puede acceder al programa de forma remota.^{1°} Vivid Vision es otra plataforma de terapia visual digital que ofrece programas personalizados para niños y adultos con ambliopía. El programa emplea tecnología de realidad virtual para crear experiencias visuales atractivas e inmersivas que ayudan a entrenar el cerebro para usar ambos ojos a la vez. El programa está disponible en las clínicas y también se puede acceder de forma remota. Parches para la ambliopía: los parches son un tratamiento tradicional para la ambliopía que consiste en cubrir el ojo más fuerte para alentar al ojo más débil a trabajar más. Se han desarrollado varios dispositivos de oclusión ocular digital, como las gafas de oclusión Amblyz y el I-Patch, que proporcionan una alternativa más cómoda y discreta a los parches tradicionales.

Un estudio publicado en el Diario de la Asociación Estadounidense de Oftalmología Pediátrica y Estrabismo (AAPOS) en 2018 encontró que una terapia digital llamada "Juego de iPad binocular" fue efectiva para mejorar la agudeza visual en niños con ambliopía. El estudio incluyó a 28 niños con ambliopía y la terapia digital se utilizó en combinación con la terapia de parches tradicional. El estudio encontró que los niños que usaron el Juego Binocular para iPad tuvieron una mejora significativamente mayor en la agudeza visual en comparación con aquellos que recibieron solo la terapia con parches.

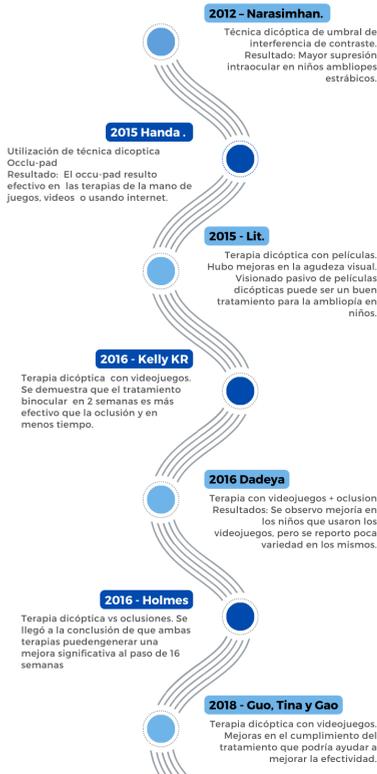
Otro estudio publicado en la revista *Ophthalmology* en 2016 comparó la efectividad de una terapia digital llamada "terapia

dicóptica en el hogar" con la terapia tradicional de parches para el tratamiento de la ambliopía. El estudio incluyó a 216 niños con ambliopía y los resultados mostraron que la terapia dicóptica en el hogar fue tan efectiva como la terapia con parches para mejorar la agudeza visual. El estudio también encontró que la terapia en el hogar se asoció con una mayor tasa de adherencia al tratamiento en comparación con la terapia con parches.

Estos antecedentes han demostrado la eficacia potencial de la terapia digital como alternativa u apoyo para tratar la ambliopía y han proporcionado información sobre el diseño y la implementación de dichos programas. Con esto hemos recopilado la información para seguir construyendo y poder llegar al mejor resultado en la implementación final.

2.1.1.1 Línea del tiempo.

Figura 4. Línea del tiempo



Nota: En este gráfico se representan los distintos estudios de la última década presentados para tratar la ambliopía desde un enfoque digital y dicóptico.

Fuente: Elaboración propia.

2.1.2 Marco teórico contextual

La primera descripción conocida propiamente de la ambliopía fue realizada por el médico griego Galeno, en el siglo II d.C. Galen la nombró "ambliopía" porque logró ver que esta se caracterizaba por una falta de nitidez de la visión (Ambly del griego que significa débil y Ops que significa ojo). Galen creía que la ambliopía era causada por una debilidad en el nervio óptico.

En el siglo XVIII, el oftalmólogo escocés John Taylor describió la ambliopía como una condición en la que el cerebro suprime la visión de un ojo. La llamó "ambliopía ex anopsia" porque era causada por la falta de uso del ojo.

En el siglo XIX, el oftalmólogo alemán Hermann von Helmholtz desarrolló la teoría de la visión binocular. Demostró que el cerebro usa las imágenes de ambos ojos para crear una sola imagen tridimensional. También demostró que la ambliopía puede ser causada por una desalineación de los ojos o por una diferencia en los errores de refracción de los ojos.

2.1.2.1 Ambliopía

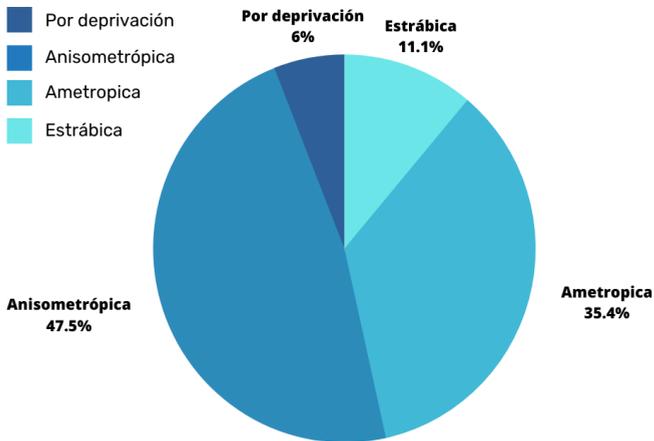
La ambliopía, también conocida como ojo vago, es una condición en la que el cerebro favorece un ojo sobre el otro, usualmente ignorando parcial o totalmente la información recibida por un ojo y causando serios problemas visuales. Esto puede suceder si hay una diferencia de agudeza visual como en refracción (ambliopía ex anisometropía), si un ojo está desalineado

(estrabismo) o si un ojo está cubierto durante un período prolongado (ambliopía ex oclusión).

Cuando el cerebro favorece un ojo, no desarrolla la capacidad de ver bien con el otro. Esto puede conducir a una visión reducida en el ojo ambliópico, incluso si el ojo es estructuralmente normal.

2.1.2.2 Tipos de ambliopía

Figura 5. Diagrama de torta casos ambliopía



Nota: En la figura está la distribución porcentual según el número de casos de ambliopía basada en otros factores.

Elaboración propia.

Ambliopía estrábica: Este es el tipo más común de ambliopía y ocurre cuando hay una desalineación de los ojos, conocida como estrabismo. Un ojo puede girar hacia adentro (esotropía) o hacia afuera (exotropía), lo que hace que el cerebro favorezca la entrada del ojo no alineado y provoca una reducción de la visión en el ojo desalineado.

Ambliopía refractiva: Este tipo de ambliopía es causado por diferencias significativas en el error de refracción entre los dos ojos. El ojo con el error de refracción más significativo generalmente desarrolla una visión deficiente, ya que el cerebro depende más del ojo con una visión más clara.

Ambliopía por privación: La ambliopía por privación ocurre cuando la visión en un ojo está obstruida o significativamente afectada debido a un bloqueo físico, como una catarata congénita, opacidad de la córnea u otras anomalías estructurales. La falta de información visual clara durante el desarrollo de la primera infancia puede provocar ambliopía en el ojo afectado.

Ambliopía por privación de estímulo: Similar a la ambliopía por privación, este tipo es causado por la falta de estimulación visual adecuada en un ojo durante la primera

infancia. Puede deberse a afecciones como párpado caído, o cualquier otro factor que impida que la información visual clara llegue al ojo.

Ambliopía anisométrica: La ambliopía anisométrica ocurre cuando hay una diferencia significativa en el error de refracción entre los dos ojos, pero sin la presencia de estrabismo. El ojo con el error de refracción más alto tiende a tener una visión más pobre y puede desarrollar ambliopía si no se corrige.

2.1.2.3 Binocular

La visión binocular se refiere a la capacidad del sistema visual para combinar la información visual recibida de ambos ojos en una sola imagen unificada. Nos permite percibir profundidad, juzgar distancias y tener una percepción tridimensional del mundo visual.

La visión binocular se basa en varios procesos clave. Primero, cada ojo capta una imagen ligeramente diferente del mismo objeto o escena debido a la separación de los ojos. Este fenómeno se conoce como disparidad binocular. La diferencia de perspectiva entre los dos ojos proporciona importantes pistas de profundidad que el cerebro utiliza para calcular las distancias relativas de los objetos.

La corteza visual en el cerebro luego integra las dos imágenes ligeramente diferentes recibidas de cada ojo, alineándose

y fusionándose. Esta fusión crea una sensación de profundidad y permite la percepción de objetos en tres dimensiones (APPA Ophthalmology, 2018).

2.1.2.3 Fases de la ambliopía

Fase 1 Etapa monocular: La terapia involucra varios aspectos, incluida la motilidad ocular (como fijaciones, movimientos sacádicos y movimientos de seguimiento) y la acomodación (amplitud y flexibilidad de enfoque). Los ejercicios también incorporan la visión periférica y la coordinación ojo-mano para mejorar la fijación, la agudeza visual y el reconocimiento de formas, que normalmente se reducen en la ambliopía. En estos ejercicios se pueden combinar técnicas pasivas como la oclusión del ojo no ambliópico o la penalización.

Los ejercicios de motilidad monocular se centran en mejorar la fijación, los movimientos sacádicos (movimientos oculares rápidos entre elementos) y los movimientos de seguimiento (movimientos oculares más lentos para una visualización continua de elementos en movimiento). El objetivo es que estos movimientos sean más suaves, más precisos y sin necesidad de movimientos de cabeza.

Las fijaciones son periodos cortos durante los cuales la visión es nítida y clara, lo que permite extraer información de los objetos observados. Los movimientos sacádicos permiten cambios rápidos de visión de un elemento a otro, mientras que los movimientos de seguimiento facilitan una visión continua y clara de

los objetos en movimiento.

En resumen, la primera fase de la terapia visual para la ambliopía implica ejercicios monoculares para mejorar la motilidad ocular, la coordinación ojo-mano y varias habilidades visuales, con el objetivo final de mejorar la agudeza visual y la fusión de imágenes de ambos ojos. (Mi mundo visual, 2023, Fases de la terapia visual para tratar la ambliopía)

Fase 2 Fijación monocular en campo binocular: Esta fase sirve como transición entre las fases monocular y binocular de la terapia. Ambos ojos están abiertos, pero solo el ojo ambliópico recibe estimulación central.

Los ejercicios de esta fase implica el uso de un filtro rojo. Por ejemplo, se puede colocar un filtro rojo en la pantalla del televisor, o se puede incorporar un filtro rojo en unas gafas o un parche. Este filtro rojo restringe ciertos colores (como naranja, rosa o amarillo), que se pueden usar para actividades como escribir, pintar o dibujar. Al participar en estas actividades, se ejercita el ojo ambliópico mientras se utilizan ambos ojos.

Las gafas de anaglifo también se emplean durante esta fase. Estos anteojos suelen consistir en anteojos de cartón con un filtro rojo para un ojo (generalmente el ojo ambliópico) y un filtro verde o azul para el otro ojo. El propósito de emplear estas gafas es desarrollar una conciencia de percepción simultánea con ambos ojos, ya que cada ojo percibe cosas diferentes. Al cubrir un ojo y

luego el otro, las personas pueden volverse más conscientes de lo que ven con cada ojo.

En general, la segunda fase de la terapia visual para la ambliopía, la fase FMCB, se enfoca en entrenar al ojo ambliópico para que perciba detalles, mientras que el ojo no ambliópico percibe el fondo. Se utilizan filtros rojos, anteojos, anaglifos y actividades que involucran colores bloqueados para promover la percepción simultánea y mejorar la función visual (Mi mundo visual, 2023, Fases de la terapia visual para tratar la ambliopía).

Fase 3 etapa biocular: En esta etapa, cada ojo tiene su propio campo de visión y las imágenes que ve cada ojo están separadas y no se superponen. La terapia se enfoca específicamente en el problema de la supresión, que es la tendencia del cerebro a ignorar o suprimir la imagen del ojo ambliópico y priorizar la imagen del ojo dominante.

La fase biocular sirve como etapa de transición entre las fases monocular y binocular, donde ambos ojos trabajan juntos pero por separado. Cada ojo recibe estímulos diferentes, y el objetivo es combinar las funciones de percepción simultánea de ambos ojos para desarrollar la binocularidad y la estereopsis (percepción de profundidad).

Para lograr esto, se realizan ejercicios para mejorar el ojo ambliópico y acercar sus habilidades a las del ojo no ambliópico. La conciencia de la fijación con ambos ojos y el desarrollo de cierto

grado de estereopsis son aspectos clave de esta fase.

En la fase biocular, se agrega un filtro verde al ojo no ambliópico además del filtro rojo que se usa para el ojo ambliópico. Además, se pueden aplicar filtros verdes y rojos a la pantalla del televisor o del ordenador durante actividades como ver películas o series.

Durante esta fase también se pueden emplear filtros polarizados, similares a los anaglifos pero con gafas y tarjetas polarizadas. Durante la fase biocular también se realizan ejercicios de acomodación (capacidad de enfoque) y motilidad ocular similares a los de la fase monocular.

En general, la fase 3 de la terapia visual tiene como objetivo lograr la binocularidad y mejorar la coordinación y el funcionamiento de ambos ojos. A través de ejercicios dirigidos y el uso de filtros y estímulos, el objetivo es mejorar el ojo ambliópico y desarrollar la percepción simultánea y la percepción de profundidad.

Fase 4 binocular: La etapa binocular, que es la cuarta y última fase de la terapia visual para la ambliopía, se centra en lograr la binocularidad, la antipresión y la fusión de imágenes. El objetivo es integrar el ojo ambliópico con el otro ojo, permitiendo la percepción simultánea de ambos ojos y la fusión de sus imágenes.

En la etapa binocular se reconocen tres grados de visión binocular:

- Primer Grado de la Etapa Binocular: Visión Simultánea Este grado involucra la percepción de información de ambos ojos simultáneamente. El cerebro recibe y procesa las dos imágenes de cada ojo.
- Segundo Grado de la Etapa Binocular: Fusión Planar En este grado, el cerebro es capaz de unificar las dos imágenes recibidas de cada ojo en una sola imagen fusionada. Las imágenes bidimensionales se fusionan, creando una percepción de un solo plano.
- Tercer Grado de la Etapa Binocular: Estereopsis La estereopsis es el grado más alto de la visión binocular. Se refiere a la percepción de profundidad y tridimensionalidad. En este grado, la imagen unificada parece tener profundidad, volumen y un efecto 3D. El cerebro es capaz de interpretar las ligeras diferencias en las imágenes recibidas por cada ojo para crear una percepción de profundidad y distancia.

La etapa binocular de la terapia visual tiene como objetivo desarrollar estos grados de visión binocular, comenzando desde la visión simultánea, progresando hasta la fusión planar y finalmente logrando la estereopsis. Al integrar el ojo ambliópico con el otro ojo, la terapia tiene como objetivo mejorar la percepción de profundidad y la capacidad de percibir el mundo visual en tres dimensiones. (Mi mundo visual, 2023, Fases de la terapia visual para tratar la ambliopía).

2.1.2.4 Terapia Dicóptica

La terapia dicóptica es un enfoque de tratamiento visual que consiste en presentar diferentes estímulos visuales a cada ojo por separado, generalmente con la ayuda de equipos especializados como gafas o dispositivos de realidad virtual, también en dado caso de estímulos visuales mediante juegos interactivos. El objetivo de la terapia dicóptica es abordar los trastornos o condiciones visuales, como la ambliopía (ojo vago) o los problemas de visión binocular, al promover la integración visual y la coordinación entre los dos ojos. Al presentar diferentes imágenes o estímulos a cada ojo simultáneamente, la terapia dicóptica tiene como objetivo estimular el ojo más débil y alentar a ambos ojos a trabajar juntos de manera efectiva. A menudo se utiliza como parte de un programa integral de rehabilitación de la visión bajo la supervisión de un profesional de la visión.

2.1.2.5 Terapia tradicional

La terapia tradicional para la ambliopía, implica la terapia de oclusión, en la que el ojo más fuerte se cubre con un parche mientras se estimula el desarrollo del ojo más débil. Esto estimula la vía visual del ojo más débil y promueve la mejora visual. Además, las gotas oftálmicas de atropina se pueden usar para nublar temporalmente la visión en el ojo más fuerte. También se pueden emplear otras intervenciones, como terapia de la vista, lentes correctivos o una combinación de enfoques, sin importar la técnica,

la terapia para la ambliopía se hace de manera integral, muchas veces combinando más de una técnica para alcanzar los resultados esperados.

El plan de tratamiento específico depende de factores como la edad, la gravedad de la ambliopía y las condiciones visuales asociadas. Se recomienda consultar con un profesional de la visión para determinar el enfoque de tratamiento más adecuado.

2.1.2.6 Abandono de la terapia de ambliopía a nivel mundial

La ambliopía es catalogada como una de las causas más frecuentes de pérdida de visión prevenible en niños, con una población que sufre de ella del 2% al 4% a escala mundial.

La ambliopía figura como una de las causas más comunes de pérdida de visión prevenible en los niños, y entre el 2% y el 4% de la población mundial la padece. Algunas investigaciones sugieren que los niños con ambliopía pueden tener dificultades para seguir las terapias tradicionales, como la oclusión ocular. Aquí algunos ejemplos:

Un estudio publicado en el *Journal of Pediatric Ophthalmology and Strabismus* encontró que la adherencia al tratamiento con parches era deficiente en niños con ambliopía, con solo el 28 % de los niños completando la duración recomendada del tratamiento. Otro estudio publicado en el *British Journal of Ophthalmology* encontró que la adherencia al tratamiento con parches en niños pequeños (menores de 4 años) fue

significativamente menor que en niños mayores.

El estudio también encontró que el cumplimiento fue menor en los niños con ambliopía más severa. Una revisión sistemática y un metanálisis publicados en la revista *Eye* encontraron que la adherencia al tratamiento con parches era generalmente deficiente, con solo alrededor del 50 % de los niños completando la duración recomendada del tratamiento.

El estudio también encontró que una edad más joven, una pérdida de visión más severa y una mayor duración del tratamiento se asociaron con tasas de cumplimiento más bajas. Estos estudios sugieren que los tratamientos tradicionales para la ambliopía pueden ser difíciles para algunos niños, especialmente los niños pequeños o aquellos con una pérdida de visión más severa. La terapia digital puede ofrecer una opción de tratamiento alternativa más atractiva y fácil de implementar, que puede conducir a mejores resultados del tratamiento. Sin embargo, se necesita más investigación para establecer la efectividad de la terapia digital para la ambliopía en niños.

2.1.2.7 Ambliopía en Colombia

En el 2009 Colombia reportó una cantidad de personas estimada que padece en déficit visual de Ambliopía del 17,13 % por cada 100.000 habitantes, y en el 2014 aumentó a un 19,08 %, por esta razón se presenta como una problemática de salud pública que

puede ser intervenida con estrategias de promoción, prevención, diagnóstico y tratamiento oportuno que modifiquen la carga y el costo de la enfermedad.

Se descubrió que la ambliopía es más frecuente en el grupo de edad de 5 a 9 años, sin una distinción de género significativa, con una prevalencia estimada de 46,42 casos por cada 100.000 habitantes (967, casos en mujeres y 1011 casos en hombres), una estadística que va acorde con los orígenes de la afectación, que principalmente, se dan en la infancia. La tasa de la ambliopía en los departamentos colombianos se ha mantenido constante en territorios que cuentan con casos más altos, aquí se incluye Bogotá (40.73), Nariño (18.09), Risaralda (17.71) 16.23, y Norte de Santander (15.58) de 2009-2014. Por el contrario, Chocó (0.98) y Vaupés (0.44) tuvieron tasas más bajas durante el mismo período. Al comparar los casos en 2009 con los del 2014, se observó un aumento de 27,32 casos por cada 100.000 habitantes en Nariño, y se observó un aumento de 26.18 casos por cada 100.000 habitantes en Quindío.

2.1.3 Marco teórico disciplinar

2.1.3.1 Min.de Salud. Para la prevención, la detección temprana, el diagnóstico, el tratamiento y el seguimiento de la ambliopía en menores de 18 años.(2016)

Este es un texto realizado por el ministerio de salud y protección social de Colombia en 2016 en alianza con el FUCS(Fundación universitaria de las ciencias de la salud), el

ACOPE, la sociedad de oftalmología colombiana y el FEDOPTO (Federación colombiana de optometría).

En este podemos encontrar una recopilación sumamente detallada de la detección, prevención, tratamiento, pronóstico y seguimiento de la afectación. Al tratarse de un texto enfocado a la salud, mucha de la información, aunque es relevante para la presente investigación, no puede ser propiamente aplicada al proyecto debido a su naturaleza médica (esto en casos como la detección de la ambliopía y el diagnóstico para el tratamiento). Aun así, es útil para el presente proyecto debido a que presenta estrategias para identificar poblaciones y sus intereses. Además, define los actores clave involucrados en el tratamiento de la ambliopía.

2.1.3.2 Un tratamiento domiciliario dicóptico basado en el seguimiento ocular para la ambliopía (2022).

Este estudio fue un ensayo controlado aleatorizado que comparó la efectividad de un tratamiento domiciliario dicóptico basado en seguimiento ocular con parches para el tratamiento de la ambliopía en niños de 4 a 9 años. El estudio encontró que el estudio no fue inferior al parche en términos de mejora de la agudeza visual en el ojo ambliópico a las 16 semanas. El tratamiento dicóptico también se asoció con menos eventos adversos que el parche.

2.1.3.3 Entrenamiento dicóptico para la ambliopía. (2016).

Este estudio fue una serie de casos retrospectiva que evaluó

la efectividad del entrenamiento dicóptico para la ambliopía en adultos. El estudio encontró que el entrenamiento dicóptico se asoció con mejoras significativas en la agudeza visual en el ojo ambliópico.

2.1.3.4 Entrenamiento dicóptico con casco de realidad virtual en adultos con ambliopía (2018).

Este estudio fue un ensayo controlado aleatorizado que comparó la efectividad del entrenamiento dicóptico con un casco de realidad virtual (Dichoptic VR) con parches para el tratamiento de la ambliopía en adultos. El estudio encontró que Dichoptic VR se asoció con mejoras significativas en la agudeza visual en el ojo ambliópico, en comparación con el parche.

2.1.3.5 El entrenamiento dicoptico con un dispositivo manual mejora la agudeza visual en niños con ambliopía (2019).

Este estudio fue un ensayo controlado aleatorizado que comparó la efectividad del entrenamiento dicóptico usando un dispositivo portátil (Dichoptic HD) con parches para el tratamiento de la ambliopía en niños. El estudio encontró que Dichoptic HD se asoció con mejoras significativas en la agudeza visual en el ojo ambliópico, en comparación con el parche.

2.1.3.6 Un ensayo controlado aleatorio de entrenamiento dicóptico basado en computadora para la ambliopía (2019).

Este estudio fue un ensayo controlado aleatorizado que comparó la efectividad del entrenamiento dicóptico basado en computadora (TCC dicóptica) con el parche para el tratamiento de la ambliopía en niños. El estudio encontró que la TCC dicóptica se asoció con mejoras significativas en la agudeza visual en el ojo ambliópico, en comparación con el parche.

2.1.4 Marco conceptual

Tabla 2 Marco conceptual

Terapia visual (Russel, 2020)	Se entiende como la ciencia para mejorar la agudeza en niños, para mejorar en aspectos como la lectura, el aprendizaje, la concentración y la atención. Esta terapia es personalizada y busca enfocarse en mejorar las habilidades visuales.
Ambliopía (AAPOS, 2018)	Es una afectación y pérdida parcial de la vista, que se desarrolla en uno u ambos ojos causado por condiciones que afecten el normal desarrollo del canal visual en las etapas del desarrollo de la vista.

Método Dicóptico (Llorens, 2019)	Se basan en presentar estímulos visuales (imágenes) con contraste reducido para el ojo sano y máximo para el ambliope. Es una forma de entrenar la visión binocular que permite la Utilización de actividades como juegos y videojuegos.
Estigma social (Goffman, 1989)	El estigma social hace referencia a las actitudes y creencias que conducen a las personas a rechazar, evitar y temer a aquellos a quienes perciben como diferentes, es un rasgo general de la sociedad, un proceso que se produce dondequiera que existan normas de identidad
Interactividad (Peña frade, s.f)	Es la capacidad de un ordenador, un programa o un contenido de responder a las acciones de la persona que lo está utilizando. Se puede encontrar en una variedad de medios y tecnologías, como en sitios web, videojuegos, aplicaciones móviles, entre otros. En todos estos casos, la interactividad se emplea para proporcionar una experiencia más rica y satisfactoria al usuario al permitirles realizar acciones y recibir respuestas inmediatas.
Gamificación (Zichermann & Cunningham, 2011)	La gamificación consiste en el uso de mecánicas, elementos y técnicas de diseño de juegos en contexto que no son juegos para involucrar a los usuarios y resolver problemas.

Herramientas digitales (Universidad Autónoma del Caribe, s.f)	Son todos aquellos software o programas intangibles que se encuentran en las computadoras o dispositivos, donde le damos uso y realizamos todo tipo de actividades y una de las grandes ventajas que tiene el manejo de estas herramientas, es que pueden ayudar a interactuar más con la tecnología de hoy en día, nos ayuda a comunicarnos y hacer otro tipo de cosas por medio de ella, con el fin de desarrollar competencias y habilidades.
---	--

Nota. Fuente: Russel, 2020; AAPOS, 2018; Llorens, 2019; Goffman, 1989; Peña frade, s.f; Zichermann & Cunningham, 2011; Werbach & Hunter, 2012; Universidad Autónoma del Caribe, s.f.

2.1.5 Marco institucional

2.1.5.1 Videojuegos con un enfoque binocular: una nueva tendencia para el tratamiento de la ambliopía(2019)

La universidad del Sinú es una extensión de La universidad de Córdoba, que cuenta con un programa de Optometría, el cual se encargó de estudiar e indagar el método binocular para el tratamiento de la ambliopía aplicando la terapia dicóptica.

Este artículo escrito por María José Navas Fernández bajo la supervisión de la coordinadora de investigaciones de la escuela de optometría contextualiza sobre la visión binocular y su relación

directa con la ambliopía. Este artículo tiene como objetivo examinar y comparar los hallazgos de varios estudios reportados en la literatura, utilizando fuentes primarias y secundarias, sobre el uso del enfoque binocular y la estimulación dicóptica con videojuegos para el tratamiento de la ambliopía. El análisis explorará la información disponible sobre este método de tratamiento y sus resultados para proporcionar una comprensión integral de su eficacia.

En el artículo María José resalta los estudios realizados por Hubel y Wiesel en sus investigaciones sobre el cerebro y su interacción con el nervio óptico, en estos se menciona sobre cómo se puede inducir la ambliopía en cerebros sanos, así como los estímulos necesarios para corregir esta afectación. Es con estos estudios que se propone una relación con las capacidades de la realidad virtual y los videojuegos para activar las zonas en el cerebro es responsable de enviar información a través del nervio óptico.

La autora menciona como estas alternativas pueden causar suficientes estímulos para convertirse en un tratamiento viable de la ambliopía.

2.1.6 Marco legal

En Europa, la Agencia Europea de Medicamentos (EMA) ha aprobado un dispositivo de terapia digital dicóptica para el tratamiento de la ambliopía. Este dispositivo, llamado Eye-Patching Simulator (EPS), es un programa computarizado que usa

estimulación dicóptica para entrenar al cerebro para usar el ojo ambliópico. El EPS ha demostrado ser efectivo para mejorar la agudeza visual en niños con ambliopía.

El marco legal para la terapia digital de la ambliopía puede variar según la jurisdicción y el país en cuestión. Sin embargo, en general, la terapia digital de la Ambliopía se encuentra bajo la supervisión regulatoria de los dispositivos médicos y puede estar sujeta a regulaciones con respecto a su seguridad, efectividad y comercialización.

En Colombia es importante contar con el Registro por parte del Invima para comercializar cualquier producto médico, ya sea físico o digital, esto porque a través del Registro Sanitario o el permiso de comercialización, ya que este le garantiza al Invima que la introducción de los dispositivos médicos y equipos biomédicos, cumplan con los requerimientos establecidos, como su eficacia, seguridad y desempeño, todo esto para que puedan ser usados en el país. (Invima, S.F.).

En los Estados Unidos, la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) regula los dispositivos médicos, incluidos los dispositivos de terapia digital. Según la FDA, los dispositivos de terapia digital para el tratamiento de la ambliopía entrarían en la categoría de dispositivo médico Clase 1, el cual requiere una notificación previa de comercialización, para establecer que el dispositivo es sustancialmente equivalente a un dispositivo previo

comercializado legalmente. Este también debe estar sujeto a advertencias, precauciones y contraindicaciones (FDA, S.F).

Decreto 1030 de 2007 Invima: En este decreto se comenta sobre la autorización para realizar cualquier consulta externa o terapia visual, ya sea de optometría u oftalmología, estos deberán cumplir con el Sistema Único de Habilitación de acuerdo a las normas vigentes sobre la materia o aquellas que lo modifique, se adicione algún elemento o se sustituya cualquier objeto, estará sujeto a una inspección, vigilancia y control por parte de las entidades territoriales de salud. (Invima, 2007).

Además de los requisitos reglamentarios, la terapia digital de la ambliopía también debería cumplir con las leyes y reglamentos pertinentes en materia de privacidad y protección de datos, especialmente cuando se trabaja con niños. En el artículo 33 del ICBF se comenta que los niños y niñas tienen derecho a la intimidad personal, mediante la protección de sus datos y toda injerencia arbitraria o ilegal en su cuidado de datos y protección. Así mismo, los niños deberán ser protegidos de toda acción, conducta o circunstancia que afecte su dignidad. Con esto podemos juntarlo con el artículo 16 también compartido por el ICBF que hace referencia a que ningún niño debe ser objeto de ataques ilegales, a su honra o a su reputación. (ICBF, Ley 12 de 1991).

2.2 Estado del arte

2.2.1 Diplopia Game

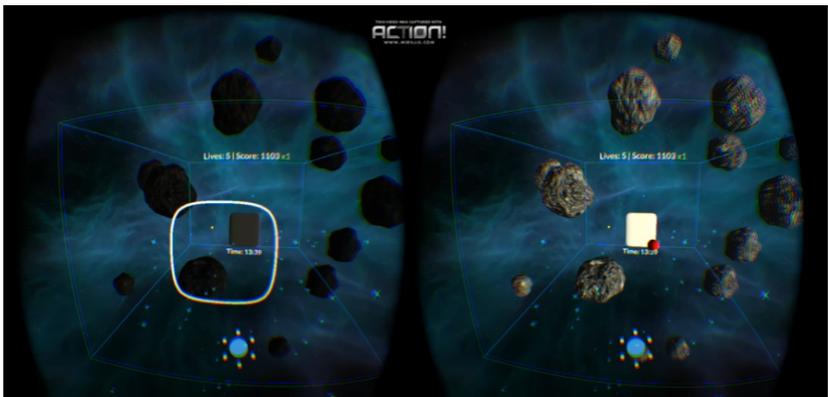
“Diplopía Game” creado por Vivid Vision, es un aplicativo del oculus rift que cuenta con distintos niveles para tratar la ambliopía, este que permite el aplicar la estrategia dicóptica para mostrar imágenes distintas en cada ojo. Diplopía Game fue utilizado para distintos experimentos con adultos ambliopes, donde los resultados fueron en su mayoría satisfactorios, pues los pacientes mostraron mejoras leves esperadas, donde aquellas personas menores a 30 años mostraron los mayores avances luego de unas cuantas sesiones, y donde aquellos mayores a 30 mostraron poca o ninguna mejoría, las teorías sobre esto se deben a la “flexibilidad del cerebro” y como parece haber una edad donde ya no es posible modificar la desconexión del ojo afectado con el cerebro.

“Diplopía Game” ha sido comercializado para vender a optometrías, buscando mejorar la experiencia de las terapias.

Un punto a resaltar desde el diseño es que sus aplicativos son altamente personalizables en cuanto a colores, formas y tamaños, donde en los ejercicios se hace un uso de la aleatoriedad para evitar que el cerebro al realizar las terapias se acostumbre o memorice una ruta específica para realizar las tareas y se estanque en el progreso, es decir se busca que el cerebro no memorice la

solución del juego en vez de buscar activamente el resolver las dificultades que se presentan.

Figura 6. Juego Binocular “Diplopia Game” para dispositivos de VR.



Nota: En la figura se muestra una imagen del juego Diplopía Game, donde a la derecha observamos una pelota roja que debe romper los cuadrados blancos, a la izquierda se encuentra un recuadro blanco que funciona como raqueta para golpear la pelota que solo es visible en la pantalla derecha.

Fuente: Vivid Vision.

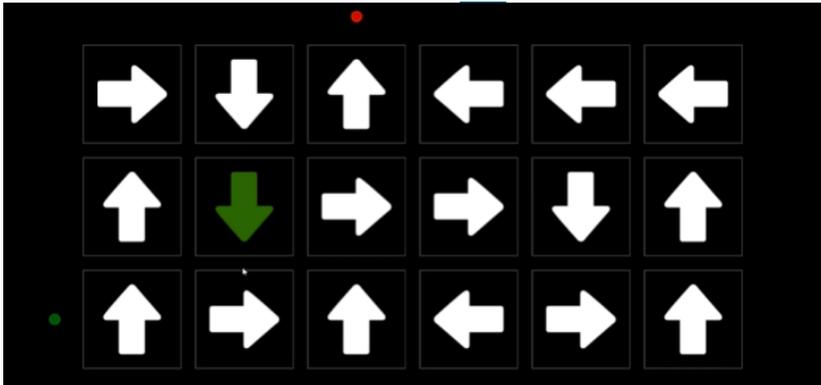
2.2.2 Pathfinder

Vivid vision luego de sus observaciones con Diplopia Game deciden sacar al mercado PATHFINDER un aplicativo para tratar la ambliopía, vivid vision hace uso de estrategias similares a las de diplopía game para este nuevo acercamiento, pero decide darle un enfoque desde el diseño mucho más simple y serio, puesto que este producto se enfoca en tratar la ambliopía en personas adultas.

Este juego no requiere de un oculus rift, pues se desarrolló para poder utilizarse en cualquier pantalla, sin embargo requiere de lentes tintados para poder jugarlo y que sea efectivo el tratamiento.

PATHFINDER consiste en seguir un camino simple (personalizable) sin equivocarse, el inicio y el final del camino es siempre aleatorio, así como el recorrido intermedio.

Figura 7. Juego Binocular "PATHFINDER" para dispositivos móviles y tabletas.



Nota: En la figura se muestra una imagen del juego pathfinder en el cual observamos un camino de flechas, donde se inicia en el punto verde y se debe llegar al rojo al recorrer correctamente por las flechas.

Fuente: Vivid Vision.

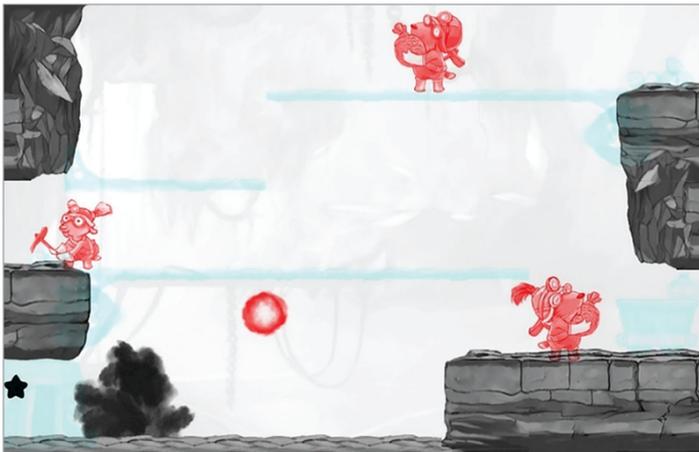
2.2.3 Dig Rush

Este es un juego binocular desarrollado por ubisoft en alianza con el JAMA ophthalmology para buscar alternativas a la terapia de parches, este juego resalta principalmente al utilizar la estrategia

binocular de contraste, en donde cada ojo es expuesto a imágenes con distintos colores y saturaciones que al utilizar gafas tintadas obligan a los ojos a trabajar en conjunto y formar una imagen entera.

Para nuestro proyecto Dig rush nos aporta referentes visuales y metodológicos para aplicar en el producto digital a desarrollar, siendo que el aplicativo empleado para este experimento fue un juego dicóptico de aventuras, cuyo propósito era el entrenar a los ojos para trabajar en conjunto por medio de estrategias como diferencias de contraste y color.

Figura 8. Juego Binocular “Dig rush” para Ipad.



Nota: En la figura se muestra una imagen del juego aplicado para la

terapia, donde los mineros y explosiones(rojos) tienen alto contraste y las plataformas(celestes) tienen bajo contraste para trabajar ambos ojos de manera simultánea.

Fuente:JAMA Ophthalmology.

2.2.4 Luminopia

Luminopia es el primer software certificado clínicamente para tratar la ambliopía sin el uso de parches que trabaja de la mano con entidades como la Universidad Estatal de Ohio, el Hospital para Niños de Boston y la Clínica de Cleveland.

Esta busca tratar la ambliopía desde la comodidad de casa, usando lentes de VR luminopia presenta programas de TV y aplica un filtro sobre ellos que obliga a los ojos a trabajar en conjunto para así erradicar la ambliopía.

Figura 9. Software Luminopia.



Nota: Ejemplo del funcionamiento del software de Luminopia.

Fuente: Luminopia.

Luminopia se presenta como una alternativa flexible, divertida y atractiva para tratar la ambliopía en los niños, para su programación televisiva se encuentra asociada con canales reconocidos como Nickelodeon y PBS Kids.

2.2.5 Voka.vy

Voka.vy es un canal Ruso que publica videos en youtube para ayudar con problemas visuales leves. Su principal objetivo es tratar los ojos cansados suministrando videos educativos simples a seguir.

Estos ejercicios consisten en seguir figuras con la vista, así como imágenes que por su composición y colores relajan los músculos de la vista. Voka.vy cuenta con videos en español, inglés,

ruso y japonés.

Figura 10. Video para el ojo vago.



Nota: Video para tratar el cansancio visual y el ojo vago.

Fuente: Voka.by

2.4 Caracterización de usuario

El rango de edad objetivo identificado para el proyecto son niños entre 5 y 7 años afectados por el déficit visual de la ambliopía y que se encuentren realizando las terapias (Preferiblemente aquellos que se encuentren en la fase 2: Fijación monocular en campo binocular). Se seleccionó este grupo tan específico a partir de las entrevistas realizadas con expertos en el tema, así como de

revisión bibliografía médica relevante.

Este grupo tan limitado de edad se da debido a que el tratamiento de la ambliopía es altamente exigente en cuanto a la edad del tratamiento. Ya que según diversas fuentes consultadas, en Pubmed así como con nuestros expertos ortoptistas, la terapia debe realizarse de preferencia durante el transcurso la primera infancia (siendo mencionado el tratar a los pacientes lo antes posible, incluso en edades menores a los 5 años) cuando las habilidades visuales del niño aún está en proceso de desarrollo, donde la terapia tiene mayor efectividad para corregir la ambliopía, esta discriminación en la edad puede encontrarse en el sitio web del ACOPE (Asociación Colombiana de Oftalmología Pediátrica y Estrabismo) donde una vez más se recalca la importancia del pronto descubrimiento y tratamiento frente a la afección.

Los primeros años en la vida de un niño son conocidos como la etapa de “plasticidad” del cerebro (José Mas, 2013), ya que es precisamente en estos años que el cerebro de los niños se encuentra “moldeándose” y recibiendo gran cantidad de estímulos de aprendizaje que no son alcanzables de manera tan efectiva en edades posteriores y prácticamente imposibles de obtener en edades adultas. Esta característica biológica afecta directamente a las terapias, pues si no son realizadas en estos momentos claves para el cerebro, la efectividad del tratamiento y la recuperación disminuye dramáticamente.

Este rango de edad también se eligió bajo la revisión del documento “Problemas de usabilidad al diseñar para personas jóvenes” realizado por Nielsen en 2019. Texto que ahonda en cuestiones de usabilidad al diseñar para niños y jóvenes de 3 a 12 años.

La Información presente en este documento es relevante para nuestro proyecto, siendo que se puede rescatar varios factores tratados, como es el caso de que al diseñar para estas edades se debe hacer una discriminación o segmentación de edades cercanas. En el texto el autor recomienda principalmente grupos de edad de la siguiente manera; de 3 a 5 años, 6 a 8 y de 9 a 12. Esta segmentación se da porque los niños son muy perceptivos a los cambios en la edad y los tonos de comunicación, Es decir un diseño realizado con las especificaciones para un niño de 3 años será percibido de manera negativa por un niño de 8 años, ya que aunque ambos se encuentren en la etapa de la infancia, los años que los separan generan una gran brecha en la forma en la que se perciben así mismos y al contenido que consumen.

También se rescata información sobre las habilidades de los niños al operar elementos web y distintos dispositivos tecnológicos. Principalmente en el uso de botones los identifican en su mayoría (como Inicio, pausa, retroceso, salida) y con los cuales tienen gran habilidad. Aunque cabe recalcar que estas habilidades de manipulación y reconocimiento de los elementos varían dependiendo los rangos de edad.

Algunos requerimientos a rescatar es la interactividad y retroalimentación que se debe usar para el diseño en estas edades, pues los niños buscan constantemente respuestas sonoras o visuales a sus interacciones con el sitio que se encuentren usando.

Los estudios también muestran una gran preferencia y dominio de los niños sobre dispositivos móviles y tabletas frente a dispositivos como computadores.

Tabla 3. Tabla de edades para el éxito del tratamiento

Edad	Tasa de Exito.
6 mes a 3 Años	80%
3 a 6 Años	60%
6 a 9 Años	40%
9 a 12 Años	20%
12 Años +	10%

Nota: Estadísticas de éxito para el tratamiento de la ambliopía según un estudio publicado en la revista *Ophthalmology* en 2018.

Elaboración propia con base en AAPOS *Ophthalmology*.

Tabla 4. Tabla de edades y la relación de agudeza visual infantil.

Edad	Agudeza Visual
1 Años	$20/140 = 0.1$
2 Años	$20/48 = 0.41$
3 Años	$20/46 = 0.43$
4 Años	$20/40 = 0.5$
5 Años	$20/33 = 0.6$
6 Años	$20/27 = 0.7$
7-8 Años	$20/20 = 1$

Nota: Tabla de visión de la agudeza visual según las edades, se representa el desarrollo de la visión hasta llegar al punto de una agudeza visual desarrollada hasta los 7-8 años de edad en los niños.

Elaboración propia con base en Óptica de Mariano,
<https://www.laopticademariano.site/index.php/salud-visual/>

Según lo revisado por el CIGNA en 2023 La psicología misma de los pacientes en este rango de edad es muy específica y afecta en gran medida a la forma en la que se comunican e interactúan con el mundo, ya que buscan agradar a sus amigos y ser aceptados, suelen ser obedientes la mayor parte del tiempo y manifiestan independencia.

Estas experiencias son vitales para el desarrollo normal de los niños, como menciona Jose Mas en “Plasticidad cerebral y aprendizaje” estos primeros años son de gran interacción de los niños con su entorno para aprender. Las sensaciones, sonidos, imágenes y juegos toman papel en el día a día de los niños que identifican y viven el mundo desde la creatividad propia de estas edades.

Figura 11. Tarjeta persona.

Samuel





ARQUETIPO: EL EXPLORADOR

METAS

- Entablar amistades.
- Divertirse.
- Explorar.
- Aprender y crecer.

CARACTERÍSTICAS

- Alegre.
- Hambriento de conocimiento.
- Soñador.

PERSONAL

Edad: 6 años
Sexo: Masculino.
Depende de su familia para sobrevivir.

MIEDOS

- Aburrimiento.
- Situaciones mas allá de sus habilidades.
- Castigos.

Compulsión Reflexión

Esparcimiento Responsabilidad

Cambio Estático



UNIVERSIDAD COLEGIO
MAYOR DE CUNDINAMARCA



Diseño
Digital y
Multimedia

Nota: Tarjeta descriptiva del usuario. Elaboración propia

Capítulo 3. Desarrollo de la metodología, análisis y presentación de resultados

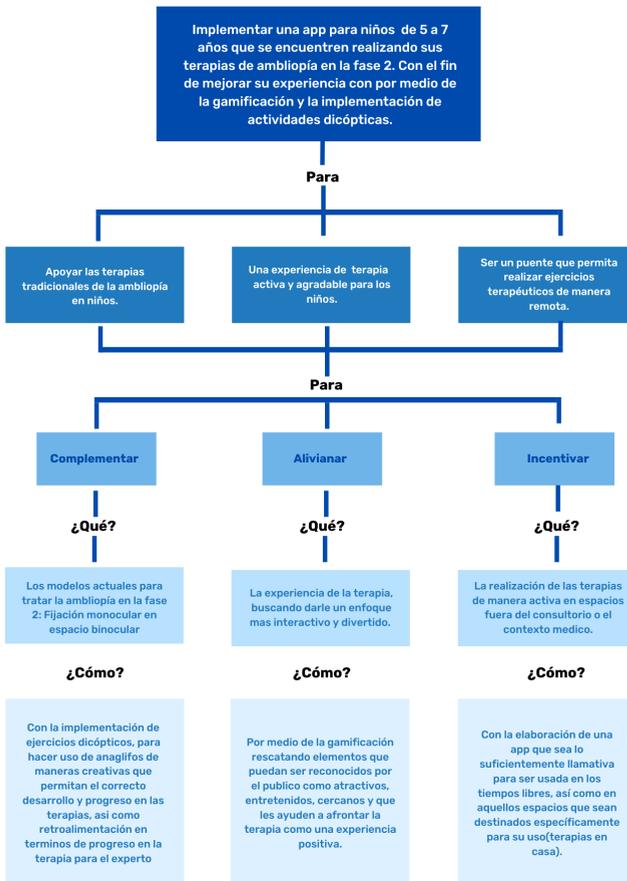
3.1 Criterios de diseño

Como criterio de diseño se propone un producto digital dirigido a niños de 5 a 7 años en la ciudad de Bogotá que padezcan de ambliopía y se encuentren activamente tratamiento. Dicoptus tiene como fundamento la terapia dicóptica aplicada como tratamiento en la fase dos de la ambliopía, se busca principalmente el convertir la experiencia de la terapia en casa a una actividad activa y emocionante para los pacientes como manera de mejorar el apego hacia la terapia.

Los tratamientos actuales que se realizan en casa se limitan al uso del parche, el cual llega a ser invasivo e incómodo, con el uso de la terapia dicóptica por medio de un producto digital se propone el convertir la actividad de la terapia en una más placentera, donde se dé importancia a la experiencia de los niños al realizarla, a la vez que se pueda obtener un seguimiento de la misma de manera efectiva.

3.1.1 Árbol de objetivos de diseño

Figura 12. Árbol de objetivos de diseño



Nota: En este esquema se plasman los objetivos de diseño planteados para realizar en el presente proyecto.

Elaboración propia

3.1.2 Requerimientos y determinantes de diseño

Debido al público objetivo que se maneja, el producto a desarrollar debe contar con ciertos requerimientos que se adapten a las necesidades de los niños, como su naturaleza exploradora, los periodos de atención o sus habilidades lecto-escritoras acordes a su corta edad. Asimismo, y siguiendo los objetivos del proyecto, el producto a realizar debe ser atractivo para los niños y generar la menor incomodidad posible al usar la aplicación, para que se sientan cómodos en su proceso de terapia.

Frente a estas situaciones se plantearon los siguientes requerimientos.

Uso de lenguaje y símbolos simples: El discurso usado debe ser lo suficientemente sencillo como para ser entendible por los niños, esto será apoyado con símbolos, tipografías sin serifas, textos alternativos u audios descriptivos, así como caracteres de tamaños legibles.

Atractivo e Interés: El producto debe adaptarse a los contenidos que consume el público objetivo y rescatar características que ayudan a mantener el interés de los niños, como formas llamativas, texturas y sonidos, todo esto para dar estímulos que incentiven el uso de la app.

No se tendrá en cuenta el factor del color, debido a que un requerimiento para el correcto tratamiento de la ambliopía limita los colores a escalas grises, así como algunos tonos saturados de rojo, naranja, verde y cian.

Límites y seguimiento: Debido a su naturaleza médica, el producto a desarrollar debe contar con herramientas que permitan recopilar información sobre el uso de la aplicación para su posterior análisis del experto. Algunos de estos datos o valores a tener en cuenta serían el tiempo invertido, niveles pasados o tareas completadas, así como ejercicios más jugados. A su vez, el producto debe contar con algún límite o control, esto para evitar un sobre uso y causar un efecto contraproducente en el público.

Tabla 5. Tabla de Requerimientos y Determinantes

Problema	Factor	Sub.Problema	Requerimiento	Parametros
Desarrollar un producto digital que apoye la terapia tradicional de la ambliopía en la fase dos, con el fin de mejorar la experiencia al realizarla en niños de 4 a 7 años mediante el uso de la gamificación basada en la motivación extrínseca enfocada en la regulación externa	Usos	<p>En esta etapa de su vida los niños no han desarrollado totalmente sus habilidades lectoras</p> <p>Por su naturaleza uso inadecuado del producto podría generar resultados adversos para el paciente</p> <p>Generar una recopilación de datos para dar seguimiento a la evolución del paciente</p>	<p>Uso de lenguaje y símbolos simples, que sean acordes a las habilidades de los niños</p> <p>Contar con límites dentro del producto, que no permitan una sobreexposición negativa.</p> <p>El producto debe contar con un apartado que permita registrar el progreso.</p>	<p>Uso de términos simples, tipografías sin serifas, texto alternativo, tamaño de caracteres legibles.</p> <p>Límite de tiempo, supervisión del cuidador. Distancia adecuada para evitar complicaciones</p> <p>Conteo de niveles completados para su posterior análisis por parte del experto.</p>
	Funcionamiento	<p>El producto debe ser de fácil manejo para las edades de los pacientes (Simple e intuitivo)</p> <p>El producto debe usualmente atractivo para que los niños logren tener mayor conexión con la terapia</p>	<p>Se debe hacer un estudio del usuario para conocer sus gustos y necesidades para ser aplicados al producto en términos digitales</p>	<p>Debe manejarse una estética que apele a el gusto de los niños.</p> <p>Hacer utilización de texturas, formas y colores llamativos pero que no distraigan del producto principal.</p>
	Contexto	<p>Los niños se sienten incómodos al realizar sus terapias, especialmente aquellas que usan parche.</p> <p>La terapia tradicional de la ambliopía es extensa y el producto solo atiende a una fase de la misma.</p> <p>La atención de los niños en esta etapa se pierde rápidamente en ejercicios extensos.</p>	<p>Se debe lograr un producto que genere una conexión con los niños, debe convertirse en un lugar seguro y divertido</p> <p>El producto a realizar debe ser específico en su funcionamiento, acorde a los requerimientos de la fase 2.</p> <p>El producto debe mantener la atención de los niños en la realización de las terapias.</p>	<p>Se usara una estrategia narrativa para conectar con los niños, y hacer mas amena la terapia.</p> <p>Se debe hacer uso de anejillos para la utilización de la vista binocular en campo monocular.</p> <p>El producto debe contar con algún tipo de aleatoriedad para no volverse repetitiva y mantener la atención de los niños.</p>

Nota: En esta tabla se expresan los requerimientos y determinantes para el producto de Dicoptus bajo tres factores, Usos, funcionamiento y contexto.

Elaboración propia

3.2 Hipótesis de producto

Tabla 6. Matriz de hipótesis de producto

Hipotesis	Prototipo	+	-
<p>1 Hipotesis</p> <p>Si se usa la gamificación se puede generar mas interés de los niños con la terapia.</p>	App que use herramientas de gamificación e incorpore anaglifos para la realización de ejercicios terapéuticos.	<ul style="list-style-type: none"> • Mesurable • Portable • Adaptable • Actualizable • Función Offline 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede llegar a ser excluyente. • Genérico. • Repetitivo.
<p>2 Hipotesis</p> <p>Los juego de realidad virtual, por sus características pueden ser un apoyo de la terapia.</p>	un videojuego inmersivo que haga uso de la realidad virtual para realizar ejercicios visuales dicóticos.	<ul style="list-style-type: none"> • Llamativo • inmersivo • control de estimulo • mesurable 	<ul style="list-style-type: none"> • Costoso • Excluyente • Puede llegar a ser sobre-estimulante
<p>3 Hipotesis</p> <p>Si se adaptan los contenidos infantiles de streaming a un ambiente amblopie se lograra estimular el ojo de manera pasiva.</p>	Una plataforma web que recopile/genere/ adapte contenidos audiovisuales para ser consumidos por niños amblopies.	<ul style="list-style-type: none"> • Personalizable • Gran variedad de contenido • Terapia pasiva entretenida 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere conexión a internet • Requiere de tecnología especializada • No hay limites en su uso • Costos altos de producción y adquisición.
<p>4 Hipotesis</p> <p>Si se hace uso de las redes sociales para generar un contenido de anaglifos se puede generar una terapia pasiva.</p>	Contenido audiovisual con narrativas y ejercicios simples para estimular la vista pasivamente,	<ul style="list-style-type: none"> • Entrenenido • Accesible • Asequible • Actualizable 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitado por las especificaciones de cada red • Mo puede controlarse su consumo • No se puede dar un seguimiento medico

Nota: En esta tabla se expresan las distintas hipótesis de producto.

Elaboración propia

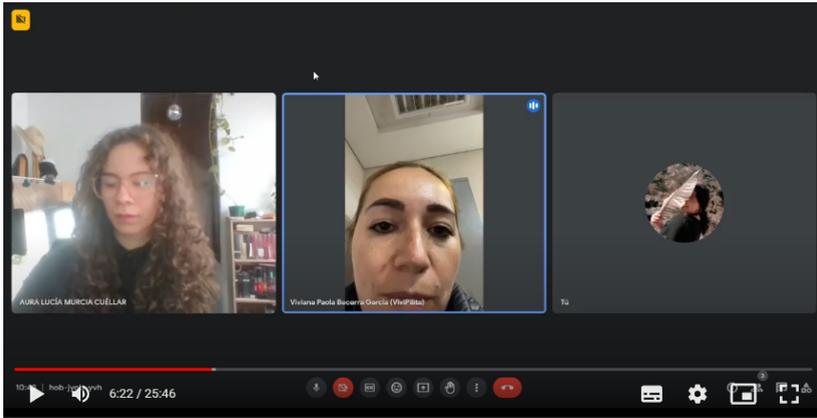
3.3 Etapa de Indagación

Inicialmente, se hace una investigación exhaustiva en bases de datos como PubMed para conocer información relevante a nivel de contexto sobre el tema de la ambliopía, tanto como a nivel internacional como nacional, para conocer estadísticas, investigaciones, proyectos que se han llevado a cabo relacionados con el tema, resultados, manejo de la terapia de la ambliopía a nivel nacional e internacional, medios tecnológicos que han sido aplicados para esta dificultad visual, estudios de tratamientos aplicados a diferentes edades, embarazo según la edad, factores de éxito y factores de deserción.

3.4 Etapa de Análisis y Síntesis

Luego de esta extensa investigación para conocer sobre el tema, y gracias al apoyo de una profesional y docente en el campo de la ambliopía de la Universidad del Bosque, se descubrieron factores que moldearon el enfoque del proyecto, principalmente frente a las distintas etapas de la terapia y los distintos tipos de ambliopía, debido a que ante este nuevo enfoque más específico fue necesario acotar el alcance del proyecto, así como a qué fase de la terapia sería enfocado, y destinar los recursos disponibles para la propuesta de diseño requerida.

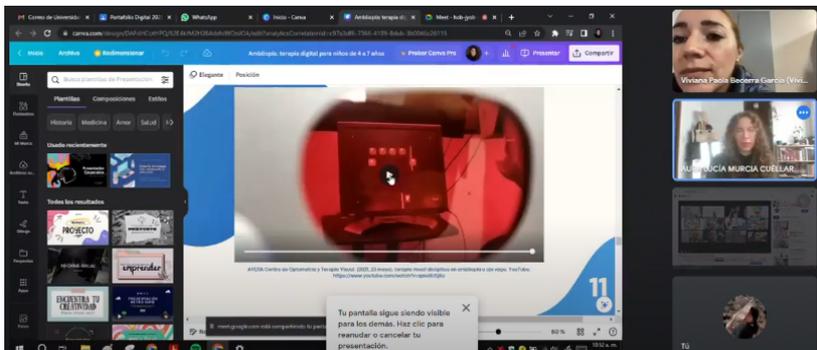
Figura 13. Reunión con experta de la Universidad del Bosque en ortóptica.



Nota: Fragmento de la reunión realizada. Fuente: autoría propia

Teniendo en cuenta estos factores, y gracias a la investigación hecha y las reuniones realizadas con la especialista en el tema, se concluye que la fase más idónea a trabajar sería la “fase 2” Etapa monocular en campo binocular, caracterizada por el tratamiento con anaglifos.

Figura 14. Revisión de la estrategia dicóptica.



Nota: Fragmento de la reunión realizada. Fuente: autoría propia

Asimismo, se inició la exploración de la terapia dicóptica que se especializa en el uso de imágenes distintas en cada ojo, para dar un estímulo fuerte al ojo afectado, y que se usa especialmente en pantallas.

Esta terapia nos ayudó a enfocar el proyecto en la utilización de juegos o elementos de gamificación para la terapia, ya que estos resultan más atractivos para los pacientes en este rango de edad, según lo mencionado por Jose Mas (2013). Haciendo uso de elementos como los enemigos, objetivos y obstáculos, para ser traducidos a los anaglifs y posteriormente implementados en una terapia digital dicóptica.

3.5 Etapa desarrollo

Una vez planteado y decidido la realización de un aplicativo con juegos o elementos de gamificación, se empezaron a explorar los distintos elementos necesarios que debía poseer el producto.

Siendo estos “Enemigos, obstáculos y recompensas” que deben cumplir con ciertas características especiales en temas de colores (para el contraste en el uso de anaglifos), tamaños, formas, cantidades y frecuencia de aparición.

El principal objetivo de estos elementos es formar suficiente información y estimulación visual que ponga a trabajar al ojo afectado mucho más que el ojo sin dificultad. Estos elementos deben ser usados de maneras estratégicas porque deben cumplir objetivos de estímulo bajo parámetros muy específicos de contraste.

Se realizaron pruebas en cocreación con la experta para analizar escenarios y elementos en las cuales se hicieron hallazgos como el uso de fondos grises y blancos para la correcta implementación de los anaglifos con las estrategias de juego buscadas.

3.6 Etapa de implementación

Esta etapa se realizará mediante el prototipo final puesto a disposición de un grupo de aproximadamente 6 pacientes que hacen parte del público objetivo. Cabe recalcar que los puntos a evaluar en esta implementación del producto son aspectos como la aprobación

y gusto frente al producto, así como para comprobar la usabilidad y viabilidad del mismo con respecto a la fase de la terapia en cuestión.

Factores como el índice de éxito de las terapias o la culminación de las mismas son valores que no se pueden tomar en el actual proyecto, debido a las especificaciones temporales, estructurales y de recursos humanos que conlleva el conocerlas y que escapan a los objetivos del actual proyecto.

3.7 Resultados de los testeos

3.7.1 Primer testeo

3.7.1.1 A los niños se les brindó un conjunto de herramientas creativas que incluía hojas de papel en blanco y lápices de colores en los tonos de rojo, verde y azul. El desafío planteado ante ellos consistía en dar vida a un personaje ficticio, teniendo en cuenta que este proyecto se centraría en la utilización de estos tres colores primarios (rojo, verde y azul) para la creación de imágenes llamadas anaglifos. La pregunta esencial que se les formuló fue la siguiente: "¿Puedes diseñar al héroe de nuestra historia?"

El propósito detrás de esta actividad iba más allá de familiarizar a los niños con los colores clave del proyecto. También se buscaba estimular su imaginación y creatividad al permitirles crear un personaje principal que ocuparía un lugar destacado en la narrativa

que estábamos desarrollando.

Figura 15. Evidencias de testeos.



Nota: Captura de testeos realizados. Fuente: autoría propia

3.7.1.2 Objetivos del Testeo 1

- Evaluar la capacidad de los niños para utilizar los colores rojo, verde y azul en el contexto de la creación de personajes análogos.
- Fomentar la creatividad y la imaginación de los niños al diseñar un personaje protagonista.

3.7.1.3 Resultados del Testeo 1

Durante el proceso de testeo, se obtuvieron los siguientes resultados clave:

- **Creatividad y Originalidad:** Los niños demostraron una notable creatividad al diseñar sus personajes ficticios. Cada dibujo reflejó la singularidad de su imaginación, lo que sugiere un fuerte potencial creativo en el grupo de participantes.
- **Comprensión de los Colores Anaglifo:** Los niños demostraron una comprensión básica pero sólida de la importancia de los colores rojo, verde y azul en la creación de anaglifos. Esta comprensión se manifestó en la elección estratégica de estos colores en sus dibujos.
- **Diversidad en los Personajes:** Se observó una diversidad significativa en los personajes creados, lo que demuestra la versatilidad de los colores primarios y la capacidad de los niños para adaptarlos a diferentes escenarios y conceptos de personajes.

3.7.2 Segundo testeo

3.7.2.1 La evaluación se llevó a cabo en un grupo de 6 niños, compuesto por 2 niñas y 4 niños, y se destinaron 15 minutos para completar el proceso. Durante la segunda parte del procedimiento, se presentaron a los niños varios ejemplos de

dibujos animados con el propósito de evaluar sus preferencias en cuanto a ilustración y animaciones. Cada niño tuvo a su disposición cuatro opciones para elegir su dibujo animado favorito.

Esta fase del estudio tenía como objetivo identificar de manera precisa los gustos de los niños, lo que permitiría orientar la creación de personajes, escenarios y el estilo que deseábamos destacar en nuestro proyecto.

Figura 16. Evidencias de testeos.



Nota: Ilustraciones de personajes icónicos. Fuente: Google.

3.7.2.2 Objetivo del Testeo 2

El objetivo del testeo fue evaluar las preferencias de un grupo de 6 niños (2 niñas y 4 niños) en cuanto a dibujos animados con el propósito de orientar la creación de personajes, escenarios y el estilo a destacar en Dicoptus.

3.7.2.3 Resultados del Testeo 2

En general, los resultados del testeo indicaron que los niños participantes mostraron una preferencia por el estilo de dibujo clásico, similar a los personajes icónicos como Mickey Mouse y Cuphead. Esta preferencia se traduce en un interés marcado por dibujos animados con un enfoque en el estilo de animación tradicional, lo cual influirá en la creación de personajes, escenarios y el estilo a destacar en Dicoptus.

3.8 Prestaciones del producto

3.8.1 Aspectos morfológicos diseño de marca y aplicación

Nombre: Dicoptus nace como resultado de la evolución del proyecto terapéutico para la ambliopía hacia el enfoque dicóptico. Decidimos destacar esta área específica, ya que en ella incorporaremos elementos de diseño digital y multimedia, haciendo uso de anaglifos. Nuestra intención es infundir un toque de dinamismo y juego en el proyecto, dado que nuestro público objetivo son niños de 5 a 7 años.

El nombre "Dicoptus" fusiona la parte "Dicop" de dicóptico con "tus" y agrega un elemento adicional inspirado en "optopus," creando así una fusión entre el enfoque dicóptico y la optometría con un toque retro.

En el diseño del logo de Dicoptus, nuestra intención fue destacar la temática de la visión, especialmente considerando su enfoque en el tratamiento de la ambliopía. Para lograr esto, creamos una representación visual juguetona utilizando las letras 'O' y 'P,' las cuales combinamos para formar una imagen de unos ojos que semejan gafas.

Figura 17. Diseño de portada y logo de Dicoptus.



Nota: Ilustraciones de representación de personajes y línea gráfica. Autoría propia.

En cuanto a la realización de la aplicación nos enfrentamos inicialmente a un reto, los colores, debido a la característica medica del proyecto teniamos como requerimiento el uso de colores muy especificos, siendo estos blancos, negros, grises, y tonalidades de cian, rojo, naranja y verde.

Estos colores por requerimiento del tratamiento debian ser usados de la siguiente manera: Grises, blancos y negros para fondos y algunos personajes, y colores cian y rojo para los obstaculos y enemigos. Frente a esta situación y de acuerdo a los hallazgos encontrados en los testeos decidimos el tomar una grafica retro, tomando como referencia los dibujos animados de los años 30 caracterizados por esos tonos en blanco y negro, asi como referentes contemporaneos como cuphead que utilizan este mismo valor grafico. Fue así que se llegó a la construcción del personaje principal “Samu”

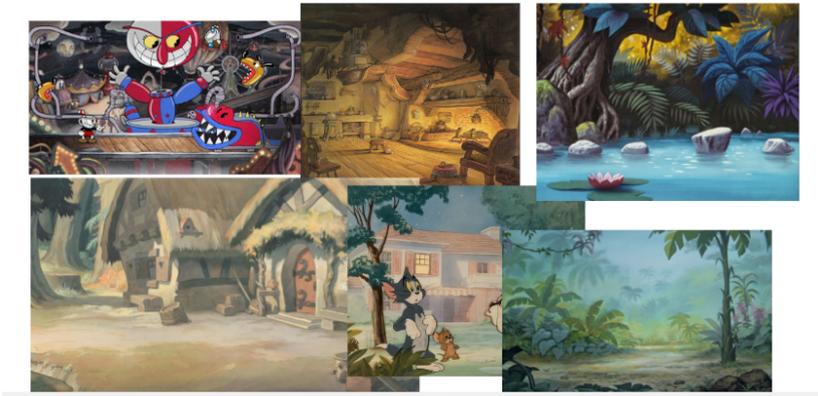
Figura 18. Diseño de personaje “Samu”.



Nota: Ilustraciones de representación de personajes. Autoría propia.

En cuanto a los escenarios también se usó uso de las escalas de gris, esto ya que los escenarios deben tener poco contraste con los demás elementos para no generar ruido visual y entorpecer el proceso de la terapia. Para la realización de estos se realizaron diversos moodboards para analizar el estilo y la técnica utilizada en estas épocas.

Figura 19. Moodboard escenarios



Nota: Moodboard de exploración gráfica. Autoría propia.

Con la realización de estos moodboards se identificó el uso de técnicas mixtas con acuarelas y espacios que parecen sacados de un libro de cuentos, que transmiten un ambiente de ensueño. Para la realización de estos escenarios se utilizaron programas compatibles con mapas de bits, ya que aunque los vectores permiten un formato flexible y adaptable a distintos tamaños, no logran transmitir la sensibilidad artística propia de los escenarios estudiados, finalmente se llegó al siguiente resultado.

Figura 20. Exploración del escenario.



Nota: Exploraciones del escenario. Autoría propia.

Pasando a los enemigos se tenían varios factores a tener en cuenta, ya que debido a que sus colores tenían que ser estrictamente saturados y en tonalidades de rojo y cian, se debía encontrar una manera en que fuera reconocible por su forma y su silueta.

Frente al reconocimiento, se exploró en el uso de animales que son fácilmente reconocibles por los niños, en este caso encontramos dos de los animales más usados al momento de enseñar el alfabeto, siendo los elegidos el oso y la abeja. Y en cuanto a su silueta, se intentó el hacer uso de figuras geométricas

simples, siendo el círculo usado en el oso y el triángulo en la abeja.

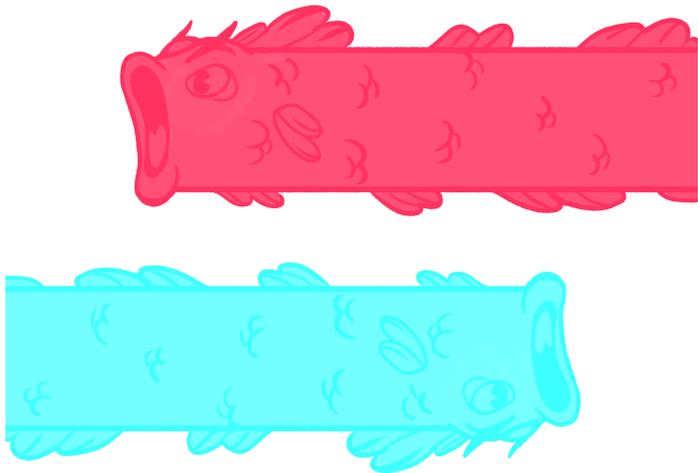
Figura 21. Diseño de Enemigos



Figura 22. Diseño de personajes frutales



Figura 23. Diseño de enemigos acuaticos



Nota: Diseño de los enemigos. Autoría propia.

3.8.2 Aspectos técnico-funcionales

Dicoptus es una aplicación que ha sido desarrollada utilizando Unity, una plataforma ampliamente reconocida y elegida debido a su versatilidad y capacidad de adaptación a diversos entornos. La construcción y desarrollo de Dicoptus se llevaron a cabo en esta plataforma para aprovechar al máximo sus herramientas y recursos de vanguardia.

Este proyecto se ha programado utilizando el lenguaje de programación C#, una elección que ha permitido crear una aplicación robusta y eficiente. Cabe destacar que Dicoptus se plantea como una aplicación altamente flexible y compatible con múltiples plataformas, lo que la convierte en una solución versátil para llegar a un público amplio.

Dicoptus se proyecta para funcionar en una variedad de dispositivos, incluyendo computadoras personales, tablets y dispositivos Android, asegurando así que los usuarios puedan acceder a la aplicación de manera conveniente en una amplia gama de dispositivos. Esta accesibilidad multidispositivo es esencial para cumplir con el objetivo de proporcionar un enfoque eficaz y accesible en el tratamiento de la ambliopía, llegando a un público diverso y

facilitando la terapia visual para quienes lo necesiten.

3.8.3 Aspectos de usabilidad

En cuanto a la usabilidad, la aplicación Dicoptus se ha diseñado con una estructura basada en niveles, cada uno de los cuales incorpora el uso de anaglifos, creando así una experiencia de juego progresiva y desafiante. Estos niveles varían en términos de escenario y aumentan en complejidad a medida que los usuarios avanzan en el juego.

La plataforma registra y guarda el progreso de los jugadores a lo largo de los niveles, lo que les permite rastrear su evolución en el tratamiento de la ambliopía. Además, se ha incorporado un temporizador en cada nivel, lo que garantiza que los usuarios no excedan el tiempo recomendado para la terapia, manteniendo la integridad del tratamiento.

Un aspecto fundamental es que Dicoptus se presenta en formato anaglifo, lo que significa que se requieren gafas especializadas para una visualización óptima de cada nivel. Esta característica contribuye a la efectividad del tratamiento, ya que fomenta la percepción tridimensional y la mejora de la visión.

La interfaz de la plataforma ha sido diseñada de manera intuitiva, teniendo en cuenta el grupo demográfico objetivo, que comprende niños de 5 a 7 años. Esto garantiza que los pequeños usuarios

puedan interactuar con la aplicación de manera sencilla y sin complicaciones, lo que contribuye a una experiencia de juego inmersiva.

Dicoptus, al enfocarse en el tratamiento de la ambliopía, ofrece una experiencia de juego estructurada y accesible, respaldada por su diseño de niveles, seguimiento de progreso y características específicas de visualización anaglífica, lo que lo convierte en una herramienta valiosa en el campo de la terapia visual.

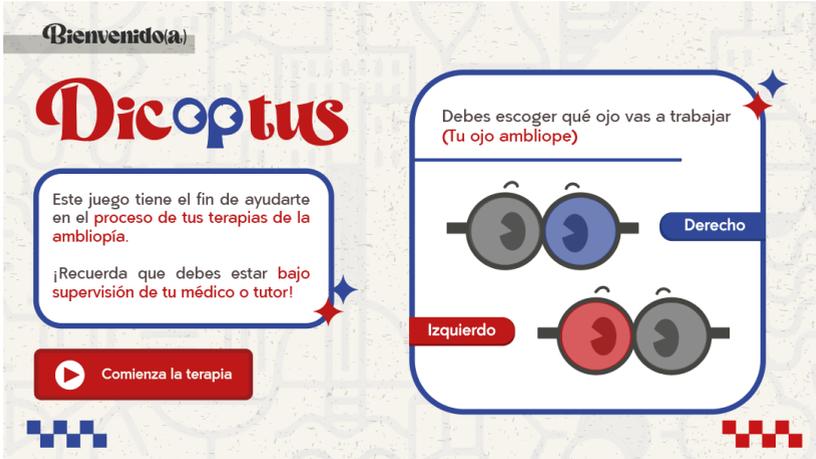
3.8.4 Elementos gráficos finales Producto

Figura 24. Portada del aplicativo “Dicoptus”



Nota. Fragmento aplicativo “Dicoptus” Fuente: Autoría propia.

Figura 25. Ventana de configuración “Dicoptus”



Nota. Fragmento aplicativo “Dicoptus” Fuente: Autoría propia.

Figura 26. Ventana de espera tiempo “Dicoptus”



Nota. Fragmento aplicativo “Dicoptus” Fuente: Autoría propia.

Figura 27. Interfaz principal de niveles “Dicoptus”



Nota. Fragmento aplicativo “Dicoptus” Fuente: Autoría propia.

Figura 28. Menú de niveles terminado “Dicoptus”



Nota. Fragmento aplicativo "Dicoptus" Fuente: Autoría propia.

Figura 29. Menú de niveles terminado "Dicoptus"



Nota. Fragmento aplicativo "Dicoptus" Fuente: Autoría propia.

Figura 30. Menú de niveles terminado "Dicoptus"



Nota. Fragmento aplicativo "Dicoptus" Fuente: Autoría propia.

4. Conclusiones

4.1 Conclusiones

La incorporación del diseño digital y multimedia en el tratamiento de la ambliopía representa una oportunidad significativa para mejorar la experiencia de los niños que participan en este proceso. Al hacer uso de dispositivos digitales y terapia dicóptica con anaglifos, podemos ofrecer un enfoque enriquecedor para la Fase 2 de la terapia, particularmente en la etapa monocular en campo binocular. Esta combinación de enfoques resulta especialmente efectiva en la mejora de la visión en casos de ambliopía.

La investigación y el procedimiento que se ha llevado a cabo respaldan la eficacia de esta metodología, y se ha corroborado en los hallazgos con experiencias similares en otros proyectos realizados en países europeos. La aplicación exitosa de estos enfoques en diversas ubicaciones geográficas subraya su validez y su potencial para mejorar la salud visual de los pacientes.

El proyecto se motiva en gran medida por la creciente digitalización de múltiples campos, incluido el ámbito de la salud visual. En Colombia, aún observamos un desarrollo incipiente en esta área, y consideramos que es esencial adaptarnos a los avances digitales para garantizar el acceso a terapias de vanguardia y, en última instancia, mejorar la calidad de vida de los pacientes con ambliopía.

4.2 Estrategia de mercado

4.2.1 Segmentos de cliente

Padres de Pacientes con Ambliopía:

Los padres de niños con ambliopía son un segmento crucial para la adopción del producto. Son quienes toman decisiones sobre el tratamiento de sus hijos y desean lo mejor para su salud visual. La terapia dicóptica digital podría aliviar sus preocupaciones y proporcionarles una herramienta que mejore la experiencia de los niños al realizar la terapia. Los padres también pueden beneficiarse del seguimiento proporcionado por el producto para comprender mejor el progreso de sus hijos en el tratamiento y brindar el apoyo necesario.

Instituciones de Salud y Hospitales:

Las instituciones de salud y hospitales, especialmente los departamentos de oftalmología y pediatría pueden considerar la adopción de la terapia dicóptica digital como parte integral de sus servicios de atención médica pediátrica. Este segmento busca mejorar la calidad de atención que ofrecen y proporcionar soluciones inmersivas para tratar trastornos visuales en niños. La terapia dicóptica digital puede ser una extensión valiosa de sus servicios, ofreciendo a los pacientes mejorar su experiencia en el tratamiento.

Centros Privados de Optometría:

Los centros privados de optometría se centran en ofrecer servicios especializados de atención visual. Para ellos, la terapia dicóptica digital puede representar una oportunidad de diferenciación y expansión de su cartera de servicios. Al adoptar esta tecnología, pueden atraer a pacientes con ambliopía y otros trastornos visuales, brindando una mejor experiencia en sus tratamientos. Estos centros también pueden ofrecer un seguimiento personalizado

4.2.2 Propuesta de valor

Este enfoque se apoya en la sinergia entre la gamificación y las estrategias dicópticas digitales altamente atractivas, ofreciendo a los usuarios una vivencia lúdica y activa durante su terapia. La clave radica en su habilidad para sumergir a los usuarios en un entorno cautivador y motivador, fundamental para fomentar la participación activa y la concentración en las tareas terapéuticas. Además, se destaca por su personalización y el especial énfasis en el público infantil, al considerar la naturaleza lúdica y la capacidad de aprendizaje a través del juego. Esto garantiza que los niños se involucren de forma activa en su proceso terapéutico, percibiéndolo como una experiencia placentera y enriquecedora.

4.2.3 Canales

En cuanto a los canales para llegar a los clientes encontramos redes sociales como Tik Tok e Instagram, principalmente elegidas por la comodidad, alcance y practicidad que proveen los videos cortos para publicitar productos y dar a conocer Dicoptus a poblaciones que tal vez no conocen sobre la ambliopía.

Así mismo páginas especializadas en campos como el de la optometría, oftalmología y ortóptica como la página web del Acope, El Socol y el Min. Salud aportan espacios para la distribución de proyectos y noticias relevantes frente a las problemáticas de la ambliopía.

Finalmente, si el producto es distribuido masivamente, sitios como la play store y la play store también servirán como canales de distribución directos del aplicativo.

4.2.4 Relaciones con los clientes

La relación con los clientes será a través del seguimiento del proceso, la posibilidad de que sea una aplicación a la que tendrán acceso sin conexión a internet y que puedan tener la opción de personalizar

No se debe dejar espacio extra entre los párrafos. En vez de esto,

se utiliza sangría al inicio (de 1,27 cm) desde el segundo párrafo de cada apartado. Este texto es sólo un ejemplo del tipo de letra que se debe utilizar, la justificación de las márgenes y el interlineado. Se debe reemplazar con el texto referente al proyecto.

4.2.5 Fuentes de ingresos

Para los ingresos del proyecto y el aplicativo a desarrollar se plantean tres principales fuentes de sustento siendo estas los recursos que pueden ser recaudados en convocatorias de proyectos que se interesen en apoyar la elaboración del producto.

Las Microtransacciones dentro de la app, estas en caso de que el producto se distribuya de manera masiva y de forma gratuita, siguiendo el ejemplo de otras empresas que han aplicado esta estrategia. Donde el aplicativo sería gratis, pero algunos elementos decorativos, niveles extra u otras funciones adicionales podrían ser desbloqueadas mediante la microtransacción.

Por último, la venta del producto a Centros privados de optometría, esto si el aplicativo solo se distribuye en sitios especializados para su posterior uso, se buscaría el vender el producto para ser usado por estos centros con sus pacientes.

4.2.6 Actividades clave

Métodos Dicópticos:

Los métodos dicópticos son técnicas visuales que implican el uso de imágenes ligeramente diferentes en cada ojo para mejorar la coordinación y la percepción visual. Esto ayuda a los ojos a trabajar juntos de manera más efectiva. Es como un "entrenamiento visual" para mejorar la visión y la percepción espacial.

Anaglifos: Los anaglifos son imágenes que se ven en 3D cuando se observan con gafas especiales que tienen lentes de colores diferentes como rojo y azul. Estas gafas permiten que cada ojo vea una imagen ligeramente diferente, lo que crea una ilusión tridimensional.

Conexión Off-line: Esta se refiere a la capacidad de utilizar la aplicación sin necesidad de estar conectado a internet en todo momento. Esto significa que se puede acceder y usar el producto incluso cuando no se tiene conexión Wi-Fi o datos móviles.

4.2.7 Recursos clave

Tecnológicos: Esto se refiere a herramientas y dispositivos electrónicos que se utilizan para realizar las distintas actividades. Estos recursos pueden incluir las aplicaciones móviles, el software y otras tecnologías.

Supervisión de expertos: Este implica la orientación y evaluación por parte de profesionales altamente capacitados en el campo de la salud visual, como oftalmólogos, optometristas o terapeutas visuales.

Dispositivos digitales: Estos funcionan a través de tecnología digital y pueden incluir smartphones y tabletas, sino también computadoras, pantallas de visualización, gafas de realidad virtual, y otros dispositivos electrónicos que permiten la interacción con contenido digital.

4.2.8 Socios clave

Estos socios clave fueron elegidos frente a su relevancia frente a los temas tratados, así como su cercanía al proyecto.

Acope(Asociación colombiana de oftalmología pediátrica y estrabismo) es la asociación que reúne oftalmólogos especializados en pediatría que busca brindar una mejor atención a las personas que sufren de ambliopía en Colombia. Entre sus actividades se destacan el congreso del Acope donde se comparten avances en la tecnología y técnicas de terapia para la recuperación de la salud visual infantil. Es un socio clave debido a su experiencia en el área además de proveer un espacio para distribuir y probar el producto.

Universidad del bosque (Área de pediatría y oftalmología). Uno

de los principales socios clave, debido al apoyo por parte de la misma con el proyecto, ofrece un espacio para interactuar con los pacientes y probar el producto.

Ministerio de Salud. Que provee de noticias, documentos e informes sobre la salud, entre ellos informes sobre la salud visual e innovación.

Socol(Sociedad colombiana de oftalmología) Similar al socope, el Socol provee su experiencia en los tratamientos, así como espacios para exponer el proyecto.

4.2.9 Estructura de costes

El recurso humano es el principal costo en el proyecto, debido a los límites de conocimiento presentes en las áreas de la programación, así como en el tratamiento profesional de la ambliopía. Factores claves para la realización del proyecto y que plantean la distribución de recursos como salarios a programadores, Diseñadores y Profesionales especializados en oftalmología, pediatría y ortóptica que serán necesarios para la correcta realización del proyecto.

Otro lugar donde se destinarán recursos será en publicidad redes sociales, para posicionar a dicoptus en el mercado y que logre tener una ventaja en el algoritmo de los canales para su visualización.

Tabla 7. Estructura de costes (Materiales por 1 año)

Costos de producción	Costos por unidad	Unidades esperadas de venta en 3 consultorios (1 año)	Total gasto
Gafas anaglifos	7.500	300 unidades	2.250.000
Cajas (Packaging)	2.000	300 unidades	600.000
Tarjetas de instructivo y código	2.000	30 unidades	60.000
		Total	2.910.000

Tabla 8. Estructura de costes (Gastos internos infraestructura)

Recursos	Por mes	12 meses
Servicio de luz	100.000	1.200.000
Mantenimiento de equipos	Cada 6 meses 100.000	200.000
Licencias Adobe	x mes 113.600	1.363.200
Licencia softwares	x mes 83.900	1.006.800
	Total	3.770.000

Tabla 9. Recursos Humanos

Salarios	x Mes	12 meses
Diseñador gráfico	x Total aplicación	6.000.000
Programadores	x Total aplicación	10.000.000
Transporte producto	150.000	x 4 meses 600.000
	Total	16.600.000

Tabla 10. Costos totales y ganancias (Esperadas x 1 año)

Gastos totales	Valor
Producción (Materiales)	2.910.000
Gastos internos Infraestructura	3.770.000
Recursos Humanos	16.600.000
Total	23.280.000

Ganancias Totales	Valor
Costo producto	150.000
300 cajas(3 consultorios)	135.000.000
Gastos	-23.280.000

Total de ganancias	111.120.000
--------------------	--------------------

4.3 Consideraciones

Para futuras áreas de investigación, sugerimos un enfoque integral y colaborativo que involucre la colaboración activa de expertos en el campo de la terapia de ambliopía. Estos expertos pueden aportar un valioso conocimiento clínico y técnico que permitirá perfeccionar aún más el tratamiento y su eficacia. La incorporación de profesionales médicos y oftalmólogos garantizará un enfoque basado en evidencia que se traducirá en mejores resultados para los pacientes.

Además, es esencial considerar la expansión de la investigación a otras fases de la terapia. Aunque nos hemos centrado en la Fase 2 y la etapa monocular en campo binocular en este proyecto, existen oportunidades para explorar y mejorar las terapias en otras etapas del tratamiento de la ambliopía. Cada fase presenta desafíos y oportunidades únicas, y la investigación continua en estas áreas beneficiará a un espectro más amplio de pacientes.

También recomendamos la evaluación de la eficacia del tratamiento en un grupo de pacientes más grande y diverso. Esto permitirá una comprensión más sólida de cómo nuestros enfoques de diseño digital y multimedia influyen en una variedad de casos de ambliopía. La recopilación de datos adicionales y la realización de estudios clínicos a gran escala son pasos cruciales para respaldar la

aplicación clínica de estos métodos.

Referencias

Adamovich, S. V., Fluet, G. G., Tunik, E., & Merians, A. S. (2009). Sensorimotor training in virtual reality: a review. *NeuroRehabilitation*, 25(1), 29-44.

<https://content.iospress.com/download/neurorehabilitation/nre00497?id=neurorehabilitation%2Fnr00497>

Binovi Technologies - Vision Performance and Vision Therapy. (2022b, September 30). Binovi Technologies - Vision Performance and Vision Therapy.

<https://binovi.com/>

Bosquet Nuño, Piñero Llorens. (2019). *Terapia visual dicóptica para la ambliopía en niños*: Rua.ua.es.

https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/90147/1/2019_Bosquet_Pinero_GOOO.pdf

Chapter 9: Office-based placebo vision therapy. (s/f): Osu.edu.

https://optometry.osu.edu/sites/default/files/PDFs/Research/CITT/MOP_Chapter09.pdf

Hernando, A. S. C. (s/f). APPS E INFANCIA. ESTUDIO DE LAS APPS EDUCATIVAS PARA DISPOSITIVOS MÓVILES ORIENTADAS A LA ENSEÑANZA INFANTIL. Uned.es.

http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:masterComEdred-Scomin/Comin_Hernando_Silvia_TFM.pdf

Holmes JM, Manh VM, Lazar ÉI, et al. Effect of a Binocular iPad Game vs Part-time Patching in Children Aged 5 to 12 Years With Amblyopia: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmol.* 2016; 134(12):1391–1400.

<https://jamanetwork.com/journals/jamaophthalmology/fullarticle/2578715>

Kelly, K. R., Jost, R. M., Dao, L., Beauchamp, C. L., Leffler, J. N., & Birch, E. E. (2016). Binocular iPad game vs patching for treatment of amblyopia in children: A randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmology*, 134(12), 1402–1408.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27832248/>

Lam Díaz, R. M., & Hernández Ramírez, P. (2014). El placebo y el efecto placebo. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*, 30(3), 214-222.

<http://scielo.sld.cu/pdf/hih/v30n3/hih04314.pdf>

Lyon, D. W., Hopkins, K., Chu, R. H., & Pediatric Eye Disease

Investigator Group. (2013). Feasibility of a clinical trial of vision therapy for treatment of amblyopia. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 90(5), 475–481.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3662294/>

Navas Fernández MJ y Ramírez Arcos DP. Videojuegos con un enfoque binocular: una nueva tendencia para el tratamiento de la ambliopía. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul*. 2019; (1): 71-79.

<https://ciencia.lasalle.edu.co/svo/vol17/iss1/6/>

Žiak, P., Holm, A., Halička, J., Mojžiš, P., & Piñero, D. P. (2017). Amblyopia treatment of adults with dichoptic training using the virtual reality oculus rift head mounted display: preliminary results. *BMC Ophthalmology*, 17(1), 105.

<https://bmcophthalmol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12886-017-0501-8>

Vivid Vision vision training for lazy eye, crossed eye, and convergence insufficiency. (n.d.). Vivid Vision.

<https://www.seevividly.com/>

Anexos

Anexo A. Portafolio Aura Lucía Murcia Cuéllar

[Anexo A. Portafolio Aura Lucía Murcia_Youtube](#)

Anexo B. Portafolio Stefanny Vásquez Montaña

[Anexo B.Portafolio Stefanny Vásquez Montaña](#)

Anexo C. Portafolio Kevin Santiago Torres

[Anexo C. Portafolio Kevin Torres_Behance](#)

Anexo D. Árbol de Objetivos de Diseño

[ANEXO D.ÁRBOL_OBJETIVOS_DE_DISEÑO](#)

Anexo E.Requerimientos y Determinantes

[ANEXO E. REQUERIMIENTOS Y DETERMINANTES](#)

Anexo F.Matriz de hipótesis de producto

[ANEXO F.MATRIZ_DE_HIPOTESIS_DE_PRODUCTO](#)

Anexo G. Identidad visual

ANEXO G. IDENTIDAD VISUAL

Anexos H. Protocolo testeos

ANEXOS H. PROTOCOLO TESTEOS