METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE HERRAMIENTAS MULTIMEDIALES PARA EL APOYO AL TRATAMIENTO DE LA AMBLIOPÍA

Ing. Héctor David Villazón Villarreal

Universidad Simón Bolívar

Maestría en ingeniería de sistemas y computación

Barranquilla – Colombia

2021

METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE HERRAMIENTAS MULTIMEDIALES PARA EL APOYO AL TRATAMIENTO DE LA AMBLIOPÍA

Ing. Héctor David Villazón Villarreal

Director:

Diana Heredia Vizcaíno

Universidad Simón Bolívar

Maestría en ingeniería de sistemas y computación

Barranquilla – Colombia

2021

METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE HERRAMIENTAS MULTIMEDIALES PARA EL APOYO AL TRATAMIENTO DE LA AMBLIOPÍA

RESUMEN

En este trabajo se propone una metodología para el diseño de herramientas multimediales que sirvan de apoyo para el tratamiento de la ambliopía, la cual responde a la carencia de una metodología estándar que ayude a diseñar este tipo de herramientas. Esta metodología está compuesta por tres secciones: roles, etapas y entregables; las cuales pretenden servir de guía y facilitar la construcción de nuevas herramientas para el apoyo al tratamiento de la ambliopía.

PALABRAS CLAVES

Ambliopía, tratamiento de la ambliopía, metodologías de desarrollo de herramientas multimedia.

ABSTRACT

This work proposes a methodology for design multimedia tools in order to support treatment of amblyopia, which responds to the lack of a standard methodology that helps to design this type of tools. This methodology is composed of three sections: roles, stages and deliverables; which are intended to serve as a guide and facilitate the construction of new tools to support treatment of amblyopia.

KEYWORD

Amblyopia, amblyopia treatment, multimedia development methodologies.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 8
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 9
1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN 10
1.3. JUSTIFICACIÓN 10
2. MARCO TEÓRICO 13
2.1. REVISIÓN DE LA LITERATURA 13
3. OBJETIVOS 16
3.1. OBJETIVO GENERAL 16
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 16
4. METODOLOGÍA 17
4.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN 17
4.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN 17
4.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 18
4.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN 18
4.5. TÉCNICAS PARA LA RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN 19
5. MAPA DEL DOCUMENTO 21
6. CAPITULO 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y EPISTEMOLÓGICOS ASOCIADOS CON EL TRATAMIENTO DE LA AMBLIOPÍA. 22
6.1. TRATAMIENTO BINOCULAR. 22
6.2. ESTIMULACIÓN DICÓPTICA. 23
6.3. APRENDIZAJE PERCEPTIVO. 23
7. CAPITULO 2: PROCESOS Y METODOLOGÍAS ASOCIADAS CON EL DISEÑO DE HERRAMIENTAS MULTIMEDIALES PARA EL APOYO AL TRATAMIENTO DE LA AMBLIOPÍA. 26
7.1. MPIU+A 26
7.2. MARCO DE TRABAJO INGENIERIL PARA EL PROCESO DE DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS. 28
7.3. MULTIMEDIA SOFTWARE ENGINEERING METHODOLOGY: A SYSTEMATIC DISCIPLINE FOR DEVELOPING INTEGRATED MULTIMEDIA AND SOFTWARE PRODUCTS. 30
8. CAPITULO 3: RELACIONES FUNCIONALES ENTRE LOS ELEMENTOS DE DISEÑO DE HERRAMIENTAS MULTIMEDIALES PARA EL APOYO AL TRATAMIENTO DE LA AMBLIOPÍA. 32

8.1. ROLES. 32
8.2. ETAPAS. 35
8.3. ENTREGABLES. 43
9. CONCLUSIONES 46
9.1. RESPUESTA A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN 46
9.2. APORTES DE LOS OBJETIVOS 46
9.3. ALCANCES Y LIMITACIONES 48
9.4. RECOMENDACIONES / TRABAJOS FUTUROS 48
REFERENCIAS 49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de MPIu+a 27
Figura 2 Representación gráfica de la etapa de diseño 29
Figura 3 Ciclo de vida de las etapas de diseño 42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Herramientas multimediales para el tratamiento de la ambliopía 24
Tabla 2 Participación de roles dentro de las etapas de diseño 41

1. INTRODUCCIÓN

La ambliopía es un trastorno del desarrollo visual que altera la agudeza visual. Aunque es una condición tratable, las técnicas tradicionales utilizadas en el tratamiento generan efectos adversos, lo que afecta la adherencia y eficacia del tratamiento. En los últimos años, han surgido herramientas multimediales como apoyo al tratamiento de la ambliopía para reducir los inconvenientes presentados en el tratamiento; sin embargo, las técnicas utilizadas en estas son muy diversas entre sí, demostrando que no hay una metodología estándar para construir este tipo de herramientas.

El objetivo de esta investigación es proponer una metodología para el diseño de herramientas multimediales que sirvan de apoyo para el tratamiento de la ambliopía. Este trabajo está organizado de la siguiente manera: El capítulo 1 explora las técnicas utilizadas por las herramientas multimediales en el tratamiento de la ambliopía. El capítulo 2 describe las metodologías y procesos asociados con la construcción de herramientas multimediales. El capítulo 3 propone una metodología para el diseño de herramientas multimediales para el tratamiento de la ambliopía. Por último, se da respuesta a la pregunta de investigación y se detallan los trabajos futuros.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ambliopía, también conocida como ojo perezoso, es la pérdida de la agudeza visual de uno o ambos ojos, causada por una experiencia visual anormal durante la infancia. Esta condición afecta entre el 3% y el 5% de la población, y es considerada como la principal causa de ceguera monocular en el mundo. Los pacientes con ambliopía suelen presentar problemas en tareas como la percepción del mundo real, la atención visoespacial y el procesamiento del movimiento; lo cual termina afectando el desarrollo social y profesional del individuo (Hashemi, y otros, 2018; Narinesingh, Wan, Goltz, Chandrakumar, & Wong, 2014).

En Colombia para el año 2009, la prevalencia estimada de ambliopía fue de 17,13 por cada 100.000 habitantes y para el año 2014 fue de 19,08; evidenciándose un aumento en el número de casos de esta enfermedad. El departamento del Atlántico no fue ajeno a este aumento, al comparar la prevalencia del año 2009 con la del 2014 se observa que presentó un aumento de 3,6 por cada 100.000 habitantes (MinSalud, 2016).

El tratamiento para la ambliopía consiste en la estimulación visual del ojo ambliope, esto se logra mediante técnicas como la oclusión por medio de parches o la penalización farmacológica; sin embargo, se han encontrado efectos desfavorables con el uso de estas. Por un lado, el parche puede provocar ambliopía en el ojo con mejor visión, irritabilidad en la piel o dificultades sociales como el *bullying*; así mismo, la atropina, utilizada en la penalización farmacológica, puede provocar fotosensibilidad en niños e irritación conjuntival; estos inconvenientes terminan impactando en la adherencia y la efectividad del tratamiento (MinSalud, 2016; Papageorgiou, Asproudis, Maconachie, Tsironi, & Gottlob, 2019).

Para disminuir estos efectos no deseados han surgido herramientas multimediales, tales como videos y videojuegos, para apoyar en el tratamiento de la ambliopía. Estas herramientas hacen uso de diversas tecnologías para cumplir con su objetivo, entre las que se encuentran realidad virtual, realidad mixta y gafas anaglifas. De igual forma, existe una variedad en las estrategias utilizadas en el tratamiento: la estimulación dicóptica para disminuir la supresión, el desarrollo de la estereopsis en los pacientes e incluso el uso del parche como complemento en las actividades. Esta heterogeneidad entre tecnologías y estrategias, sumado a los pocos estudios clínicos que respaldan su efectividad, evidencia la carencia de una metodología estándar que sirva de guía al construir nuevas herramientas para el apoyo al tratamiento de la ambliopía (Bonfanti & Gargantini, 2015; Nowak, Wozniak, Pieprzowski, & Romanowski, 2018; Papageorgiou, Asproudis, Maconachie, Tsironi, & Gottlob, 2019; Wei, y otros, 2013).

1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿De qué manera favorecer el diseño de herramientas multimediales para el apoyo al tratamiento de la ambliopía?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La ambliopía puede ser revertida si se brinda un tratamiento a tiempo (MinSalud, 2016); teniendo sus mejores resultados antes de que el paciente alcance los 8 años, cuando finaliza el periodo crítico de desarrollo visual (Al-Haddad, Ismail, Kheir, & Keaik, 2019; Hensch & Quinlan, 2018). Por tal motivo es necesario brindar un tratamiento idóneo y oportuno a los pacientes con ambliopía para evitar la ceguera y, por consiguiente, mejorar la relación de quien

lo padece con su entorno físico y social (MinSalud, 2016). El departamento del Atlántico, en su plan de desarrollo 2016-2019, establece que para alcanzar el desarrollo integral de los niños es necesario mejorar las condiciones de vida y el grado de bienestar de estos (Gobernación del Atlántico, 2016).

En la era de la información, han surgido nuevas alternativas, a través de la implementación de herramientas multimediales, para disminuir las posibilidades de que surjan efectos negativos en el tratamiento de la ambliopía (Papageorgiou, Asproudis, Maconachie, Tsironi, & Gottlob, 2019).

Sin embargo, la revisión del estado del arte lleva a pensar que no hay definida una metodología formal en la construcción de herramientas multimediales para el apoyo al tratamiento de la ambliopía. Cada autor revisado propone el desarrollo de una herramienta basada en su propio enfoque, intentando dar solución a los problemas surgidos en las estrategias tradicionales.

La presente investigación se llevará a cabo con el fin de proponer una metodología para el diseño de herramientas multimediales, validada por profesionales de la salud visual, mediante la cual los desarrolladores puedan construir estas herramientas para apoyar en el tratamiento de la ambliopía de forma eficaz.

Se espera que esta investigación impacte en la proliferación de herramientas multimediales que apoyen en el tratamiento de la ambliopía, en la creación de unidades de terapia visual utilizando herramientas multimediales y se abra un nuevo nicho de herramientas multimediales para apoyar tratamientos de la salud en general.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. REVISIÓN DE LA LITERATURA

La ambliopía es la una disminución de la agudeza visual en uno o ambos ojos como consecuencia de una interacción binocular anormal durante el periodo crítico de desarrollo visual, periodo que se extiende hasta los 8 años (Benetti Zagui, 2019; Hensch & Quinlan, 2018).

La causa de esta anomalía no es atribuible a problemas estructurales del ojo o de la vía visual (Papageorgiou, Asproudis, Maconachie, Tsironi, & Gottlob, 2019), por el contrario, se encuentra asociada con errores de refracción (miopía, hipermetropía o astigmatismo), estrabismo y deprivación. En la ambliopía causada por errores de refracción se distinguen dos tipos: ametrópica y anisometrópica; en la primera el error refractivo es similar en ambos ojos, y en la segunda, hay una diferencia en el error refractivo entre ambos ojos (MinSalud, 2016).

Por su parte, en la ambliopía estrábica hay desviación de un ojo, lo que provoca que un ojo se utilice menos que el otro; esta suele ser la causa más frecuente de esta enfermedad. Finalmente, en la ambliopía por deprivación, la visión se ve afectada debido a ptosis palpebral (párpado caído) o cataratas (Cogollo Arrieta, 2015).

Además de disminuir la agudeza visual, esta condición afecta en la percepción del mundo real, la segregación de ruido visual, el procesamiento de movimiento y la atención a múltiples estímulos visuales simultáneos (Narinesingh, Wan, Goltz, Chandrakumar, & Wong, 2014). Otras tareas que resultan afectadas por la ambliopía son la sensibilidad al contraste, la percepción de caras, la percepción de profundidad, el reconocimiento de objetos y la visión binocular; trayendo consecuencias como: baja autoestima, disminución en la calidad de vida, ansiedad o incluso la ceguera (Gayon Muñoz & Baracaldo Benjumea, 2015; Hashemi, y otros, 2018).

Para tratar la ambliopía, se sigue una serie de estrategias para mejorar la agudeza visual: primero se abordan las causas de la deprivación visual, luego se corrigen los errores refractivos y por último se promueve el uso del ojo ambliope mediante la penalización del ojo sano. Existen diversas técnicas para promover el uso del ojo ambliope, entre las principales se encuentran la oclusión, en la cual se cubre el ojo sano del paciente con parches; y la penalización farmacológica, que consiste en aplicar atropina solución al 1% sobre el ojo sano, provocando una imagen borrosa y obligando a trabajar al otro ojo. Otras alternativas utilizadas incluyen la corrección óptica, la penalización óptica, los filtros de Bangerter, la acupuntura y la cirugía (MinSalud, 2016).

Sin embargo, estas técnicas traen consigo algunos inconvenientes: por un lado, el parche puede provocar ambliopía en el ojo sano, reacciones alérgicas, incomodidad para el paciente o estigma social; y por otro, la atropina produce una dilatación de la pupila, lo que ocasiona fotosensibilidad en niños e irritación conjuntival (MinSalud, 2016; Tison & Nicklas, 2017).

Entre las tendencias emergentes para el tratamiento de la ambliopía están las gafas con lentes de cristal líquido, las cuales proporcionan una oclusión electrónica y controlada del ojo no ambliope; y las herramientas multimediales que utilizan tecnologías como la realidad virtual o la realidad mixta. Estas herramientas multimediales, conformadas principalmente por videos y videojuegos, utilizan diversas estrategias para la estimulación del ojo ambliope. Por un lado, está la estimulación dicóptica, en esta se utilizan ambos ojos en el tratamiento y consiste en presentarle el mismo fondo a estos con un primer plano enriquecido que solo es mostrado al ojo perezoso; esta estrategia tiene variantes, pero siempre intentan estimular ambos ojos para disminuir la supresión. Otra estrategia utilizada es la combinación de herramientas multimediales

con técnicas tradicionales, como la oclusión por medio de parches (Bonfanti & Gargantini, 2015; Eastgate, y otros, 2006; Papageorgiou, Asproudis, Maconachie, Tsironi, & Gottlob, 2019).

En la literatura revisada no se encontró una metodología estándar para la construcción de estas herramientas multimediales; entendiéndose por metodología como "la ciencia que nos enseña a dirigir determinado proceso de manera eficiente y eficaz para alcanzar los resultados deseados y tiene como objetivo darnos la estrategia a seguir en el proceso" (Cortés Cortés & Iglesias León, 2004, pág. 8). Sin embargo, para esta investigación la definición de metodología más adecuada sería "la ciencia que se encarga del estudio, desarrollo, valoración y crítica de métodos existentes, así como del diseño, puesta a prueba y seguimiento de nuevos métodos" (Hurtado de Barrera, 2010, pág. 109). Para complementar esta definición, se hace pertinente aclarar que método es "el modo o manera de proceder o de hacer algo para alcanzar un objetivo y comprende el conjunto de pasos o etapas generales que guían la acción" (Hurtado de Barrera, 2010, pág. 110).

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Proponer una metodología para el diseño de herramientas multimediales para el apoyo al tratamiento de la ambliopía.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los fundamentos teóricos y epistemológicos asociados con el tratamiento de la ambliopía.
- Describir los procesos y metodologías asociadas con el diseño de herramientas multimediales para el apoyo al tratamiento de la ambliopía.
- Caracterizar las relaciones funcionales entre los elementos de diseño de herramientas multimediales para el apoyo al tratamiento de la ambliopía.

4. METODOLOGÍA

4.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Se pretende alcanzar los objetivos mediante la realización de una investigación en sitio. El modelo de investigación será sistémico estructural, y a su vez un enfoque holístico en investigación que surge como respuesta a la necesidad integradora de los diversos enfoques, métodos y técnicas, que desde diversas disciplinas científicas han permeado el desarrollo del conocimiento científico, buscando analizar las mejores estrategias de estimulación visual, partiendo desde la situación actual de las herramientas multimediales para el apoyo al tratamiento de la ambliopía que ya se hayan puesto en marcha y que se tomarán como casos exitosos.

4.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

En el vigente trabajo se utilizará un tipo de investigación proyectiva. Según Hurtado de Barrera (2010):

Consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa, un procedimiento, un aparato..., como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, de una institución, o de una región geográfica, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, de los procesos explicativos involucrados y de las tendencias futuras. (pág. 567).

La investigación proyectiva propone soluciones a problemas determinados sin la necesidad de ejecutar la propuesta (Hurtado de Barrera, 2010).

4.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Estudios que incluyen la investigación holística han validado que dichas investigaciones permitan desarrollar una clasificación coherente de los diseños de investigación. El diseño hace referencia a las decisiones que se toman en cuanto al proceso de recolección de datos, lo que garantiza la validez interna de la investigación, es decir, tener un alto grado de confianza de que las conclusiones son correctas (Hurtado de Barrera, 2010).

4.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación que se utilizará para el desarrollo del objetivo central será sistémico estructural dando un enfoque holístico que conlleva a contemplar el eje problemático como un todo.

El método sistémico estructural expresa la lógica o sucesión de procedimientos seguidos por el investigador en la construcción del conocimiento, a través del esquema de categorías, definiciones y relaciones asociadas con las herramientas multimediales para el apoyo al tratamiento de la ambliopía. Por otra parte, el modelo holístico proporciona una visión compleja para el desarrollo de la investigación, con un proceso global, integrador, evolutivo, concatenado y organizado reforzando el primer método ya mencionado (Hurtado de Barrera, 2010).

Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de cuáles serían las mejores estrategias de estimulación visual que se amoldarían al entorno socio cultural de nuestra región, para lograr alcanzar cada uno de los objetivos.

Se recogerán datos sobre la base de los paradigmas investigativos y problemáticas planteadas previamente, se expondrá y resumirá la información de manera cuidadosa y luego se analizarán minuciosamente los resultados, a fin de proponer la metodología más propicia (Van Dalen & Meyer, 1971).

Estudios que incluyen la investigación holística han validado que dichas investigaciones permitan desarrollar una clasificación coherente de los diseños de investigación. El diseño hace referencia a las decisiones que se toman en cuanto al proceso de recolección de datos, lo que garantiza la validez interna de la investigación, es decir, tener un alto grado de confianza de que las conclusiones son correctas (Hurtado de Barrera, 2010).

4.5. TÉCNICAS PARA LA RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Inicialmente se acudió a las técnicas de observación (recolección de datos) que permitan formar una idea sólida del estudio de la investigación que se está planteando, de allí la necesidad de utilizar la técnica de clasificación, la cual nos permitirá agrupar las estrategias de estimulación visual que mejor se amolden a nuestros objetivos. Por último, la técnica de definiciones nos proporcionará las estructuras finales de nuestro objetivo principal.

No está de más dejar en claro que al utilizar la metodología científica holística, esta se centra en los objetivos como logros sucesivos de procesos continuos más que como un resultado final. Según Hurtado de Barrera (2010) el fijarse en los objetivos hace que los paradigmas de la investigación desaparezcan. La investigación holística normalmente usa las técnicas de investigación positivista, que a su vez pueden requerir técnicas como lo “cualitativo” y

“cuantitativo” para el análisis; pero como se tienen los objetivos claros, las técnicas se utilizarán de manera pertinente, apropiada y en concordancia con la naturaleza de la investigación.

Esto quiere señalar que a medida que corre el tiempo, en la metodología se pueden llegar a manipular técnicas que no se especifiquen en este momento de la investigación.

5. MAPA DEL DOCUMENTO

El documento estará dividido en cinco secciones cada una de los cuales se describe brevemente a continuación:

CAPITULO 1: Presenta el desarrollo del objetivo específico número 1 que incluye la identificación de los fundamentos teóricos y epistemológicos asociados con el tratamiento de la ambliopía.

CAPITULO 2: Presenta los resultados del desarrollo del objetivo específico número 2, que incluye la descripción de los procesos y metodologías asociadas con el diseño de herramientas multimediales para el apoyo al tratamiento de la ambliopía.

CAPITULO 3: Presenta los resultados del desarrollo del objetivo específico número 3, el cual consiste en la caracterización de las relaciones funcionales entre los elementos de diseño de herramientas multimediales para el apoyo al tratamiento de la ambliopía.

CONCLUSIONES: Este ítem recoge las conclusiones generales del trabajo de investigación, respuestas a las preguntas de investigación y trabajos futuros.

REFERENCIAS: Se presentan las referencias bibliográficas utilizadas para la construcción del trabajo de investigación.

6. CAPITULO 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y EPISTEMOLÓGICOS ASOCIADOS CON EL TRATAMIENTO DE LA AMBLIOPÍA.

A continuación, se presentan los fundamentos teóricos y epistemológicos más relevantes relacionados con el tratamiento de la ambliopía, los cuales fueron la base para la construcción de este proyecto de investigación.

La ambliopía es un trastorno del desarrollo visual que puede ser revertido mediante un tratamiento, cuya eficacia aumenta si se brinda a temprana edad, durante el periodo de mayor plasticidad cerebral. (Benetti Zagui, 2019).

El tratamiento tradicional de la ambliopía consiste principalmente en la corrección de algún error refractivo y la estimulación visual del ojo ambliope mientras se disminuye el uso del ojo sano, esto último a través de la oclusión por medio de parches, la penalización farmacológica o los filtros de Bangerter (Papageorgiou, Asproudis, Maconachie, Tsironi, & Gottlob, 2019).

Recientemente, se han propuesto nuevas estrategias para el tratamiento de la ambliopía con muy buenos resultados. Entre estas técnicas se encuentran el aprendizaje perceptivo, la terapia binocular y la estimulación dicóptica (Hernández-Rodríguez & Piñero, 2020).

6.1. TRATAMIENTO BINOCULAR.

Esta estrategia está sustentada en estudios que indican que la ambliopía es un problema binocular. El tratamiento binocular promueve la utilización de ambos ojos, asignando tareas específicas al ojo ambliope (Díaz Núñez & Díaz Núñez, 2016; Pineles, y otros, 2020). Además de mejorar la agudeza visual del ojo ambliope, promueve la función binocular y la agudeza

estereoscópica. Esta técnica se ha utilizado generalmente en videos y videojuegos, ya que estos pueden captar la atención de los niños e impactar positivamente en la adherencia al tratamiento (Papageorgiou, Asproudis, Maconachie, Tsironi, & Gottlob, 2019).

6.2. ESTIMULACIÓN DICÓPTICA.

La estimulación dicóptica es un tipo de tratamiento binocular, y a su vez, un enfoque prometedor para tratar la ambliopía a través de tecnologías de realidad virtual y realidad mixta (Pineles, y otros, 2020). Esta presenta estímulos diferentes a ambos ojos, mostrando al ojo perezoso la parte más interesante, dinámica y controlable de la escena; mientras al ojo sano se le presenta la parte menos interesante por medio de elementos estáticos. Esta técnica intenta que el ojo ambliope trabaje más, y a su vez, evitar la oclusión. (Wei, y otros, 2013; Žiak, Holm, Halička, Mojžiš, & Piñero, 2017).

6.3. APRENDIZAJE PERCEPTIVO.

En neurociencia, el aprendizaje perceptivo se utiliza para mejorar la capacidad de los sentidos en percibir lo que rodea al individuo. Esta mejora se consigue a través de la práctica y la experiencia, y puede llegar a ser permanente (Fortenbacher, Bartolini, Dornbos, & Tran, 2018; Muñoz Baena, 2017).

Dentro del tratamiento de la ambliopía, esta técnica busca la estimulación de la vía visual por medio de la repetición de tareas visuales perceptivas favoreciendo a una mejora en la

agudeza visual y la sensibilidad al contraste del ojo ambliope (Hernández-Rodríguez & Piñero, 2020).

En los últimos años han surgido diversas investigaciones sobre herramientas multimediales para el tratamiento de la ambliopía que incorporan las estrategias anteriormente descritas. En la Tabla 1 se describen las más destacadas.

Tabla 1

Herramientas multimediales para el tratamiento de la ambliopía

Trabajo	Autor (Año)	Estrategia	Descripción
Amblyopia Rehabilitation by Games for low-cost Virtual Reality Visors.	Bonfanti y Gargantini (2015).	Tratamiento binocular.	Este trabajo presenta dos videojuegos móviles para el tratamiento de la ambliopía utilizando las Google Cardboard, unas gafas de realidad virtual de bajo costo. Durante el videojuego, al ojo sano se le presenta la escena con objetos semitransparentes mientras al ojo ambliope una escena inalterada.
Amblyopia treatment of adults with dichoptic training using the virtual reality oculus rift head mounted display: preliminary results.	Žiak, Holm, Halička, Mojžiš y Piñero (2017).	Entrenamiento dicóptico.	Este trabajo presunta resultados preliminares sobre el efecto del entrenamiento dicóptico en adultos. En el estudio se utiliza el videojuego Diplopia ejecutándose sobre un Oculus Rift, un casco de realidad virtual para PC. Como resultado de esta investigación, se presenta al entrenamiento dicóptico como una opción eficaz en el tratamiento de la ambliopía, aunque son necesarios ensayos clínicos para verificar esta

Trabajo	Autor (Año)	Estrategia	Descripción
			evidencia preliminar.
Aprendizaje perceptivo y videojuegos en el tratamiento de la ambliopía.	Zarzuelo Vega (2016).	Aprendizaje perceptivo.	Este trabajo presenta una revisión sobre la utilización del aprendizaje perceptivo en los videojuegos. Además, afirma que esta terapia puede mejorar las capacidades tanto en niños como adultos con ambliopía y puede ser un complemento de las terapias tradicionales.
Design and Development of a Virtual-Reality Based System for Improving Vision in Children with Amblyopia.	Waddingham, Eastgate y Cobb (2011).	Entrenamiento dicóptico.	Este trabajo describe el diseño y desarrollo del sistema I-BiT para el tratamiento de la ambliopía. Este sistema utiliza clips y videojuegos mediante realidad virtual para enseñar distintas imágenes a cada ojo. Los estudios preliminares demostraron una mejora en la visión de los pacientes y el potencial de esta tecnología en la evaluación y el tratamiento de la visión.
Towards Amblyopia Therapy Using Mixed Reality Technology.	Nowak, Wozniak, Pieprzowski y Romanowski (2018).	Entrenamiento dicóptico.	Este trabajo presenta un videojuego que incorpora entrenamiento dicóptico a través de un dispositivo de realidad mixta llamado Microsoft Hololens. Los elementos de la escena son divididos en dos grupos, enseñando al ojo ambliope los que tengan más importancia.

Nota. Elaboración propia.

7. CAPITULO 2: PROCESOS Y METODOLOGÍAS ASOCIADAS CON EL DISEÑO DE HERRAMIENTAS MULTIMEDIALES PARA EL APOYO AL TRATAMIENTO DE LA AMBLIOPÍA.

En este capítulo se describe cada uno de los procesos y metodologías asociadas con el diseño de herramientas multimediales, que fueron de utilidad para el desarrollo de este proyecto de investigación.

En la revisión de la literatura realizada sobre las herramientas multimediales que tratan la ambliopía, no se encontró registro alguno sobre la metodología utilizada en el desarrollo de estas. A raíz de esto, se procedió a investigar sobre metodologías utilizadas en el desarrollo de software multimedia, hallándose un número limitado de estas, en su mayoría desactualizadas con relación a las tecnologías y prácticas actuales de la industria del software. Esta situación ha llevado a los desarrolladores a adaptar metodologías de desarrollo de software interactivo para guiar el desarrollo de software multimedia, dejando lagunas en el proceso de diseño (Peláez, Solano, Granollers, & Collazos, 2019).

En la presente investigación se consultaron procesos y metodologías de software interactivo, de herramientas multimedia y de videojuegos para la construcción de la metodología propuesta; los cuales serán descritos a continuación.

7.1. MPIU+A

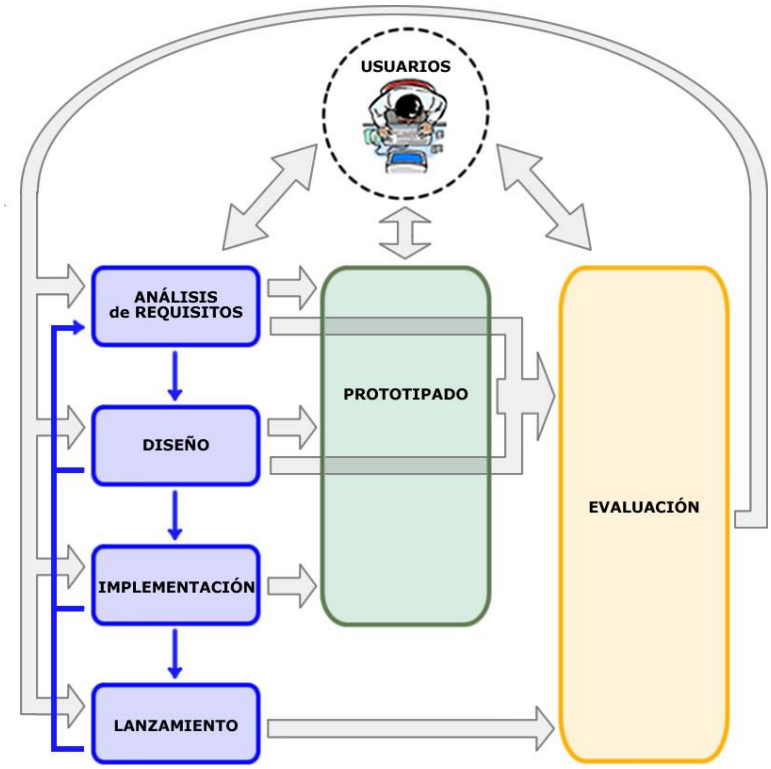
Una de las metodologías de software interactivo que resultó útil para esta investigación es MPIu+a (Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y de la Accesibilidad), la cual es centrada en el usuario, tecnológicamente independiente, adaptable a equipos multidisciplinares y

con prácticas de usabilidad y accesibilidad aplicadas durante todo el desarrollo, características que van acorde a esta investigación (Granollers i Saltiveri, 2004).

MPIu+a se preocupa tanto de los aspectos tecnológicos como por los aspectos humanos, por tal razón, establece que el usuario sea partícipe durante todo el proceso, tal como se presenta en la Figura 1. Además, cuenta con 3 pilares básicos: la ingeniería del software (representada por un proceso de desarrollo iterativo e incremental), el prototipado y la evaluación (Granollers i Saltiveri, 2004).

Figura 1

Esquema de MPIu+a



Nota. Obtenido de Granollers i Saltiveri *(2004)*.

La fase de prototipado y evaluación juegan un papel relevante dentro de MPIu+a, ya que permiten evaluar el producto durante las primeras fases del desarrollo; esto con el fin de verificar funcionalidades, validar aspectos de la interfaz del sistema, validar la navegación o probar nuevas posibilidades técnicas; además la fase de evaluación sirve de retroalimentación para hacer mejoras (Granollers i Saltiveri, 2004).

7.2. MARCO DE TRABAJO INGENIERIL PARA EL PROCESO DE DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS.

Esta investigación propone cinco etapas para el proceso de desarrollo de videojuegos: conceptualización, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento. Cada una de estas con una serie de elementos para su descripción, entre los cuales se encuentran (Hernández P., Pérez T., & Correa M., 2017):

- Objetivos de la etapa.
- Entradas.
- Técnicas y herramientas a utilizar.
- Salidas o entregables.
- Roles.
- Actividades.
- Representación gráfica.

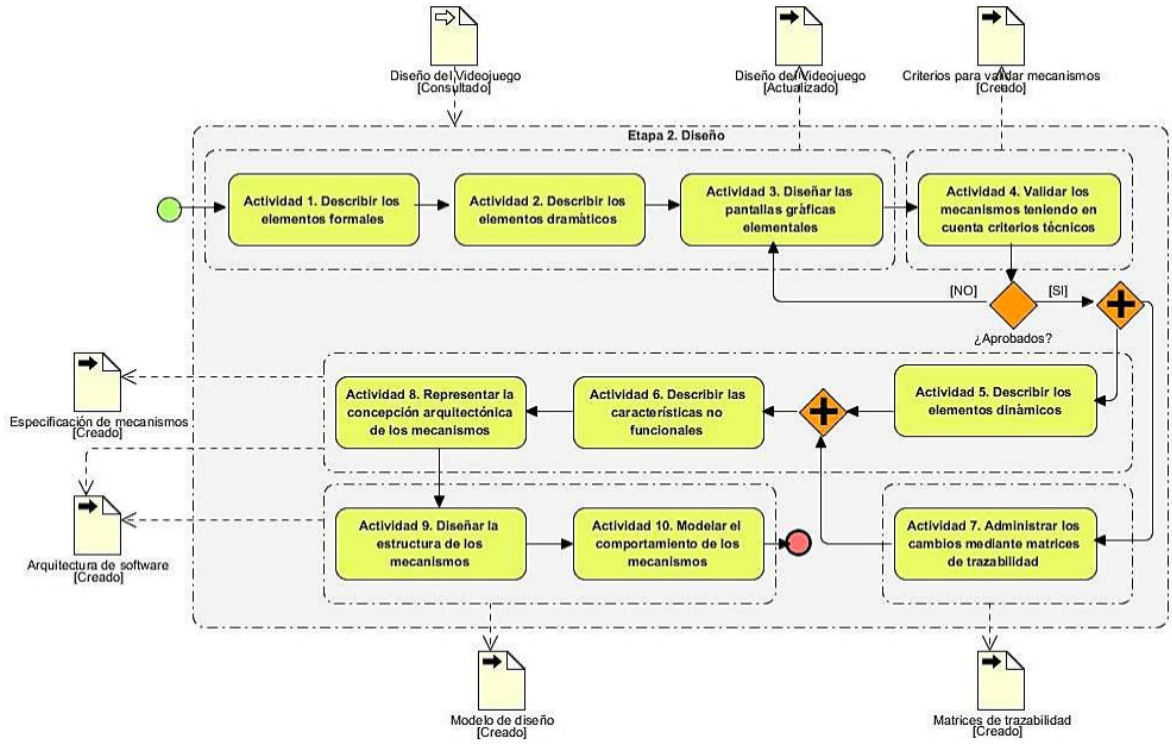
Con respecto a la etapa de diseño, tiene como objetivos especificar y representar las características de diseño y lógicas del videojuego; a través de los roles de diseñador del juego y

analista de sistema. Así mismo, cuenta con una entrada (proveniente de la etapa de conceptualización), seis salidas y diez actividades; como se muestra en la Figura 2.

Por otra parte, este marco de trabajo recomienda utilizar un modelo de desarrollo iterativo e incremental, definir claramente los roles y responsabilidades de los miembros del equipo e implementar una arquitectura de software basada en componentes, esto último para facilitar la reutilización de software (Hernández P., Pérez T., & Correa M., 2017).

Figura 2

Representación gráfica de la etapa de diseño



Nota. Representación gráfica de la etapa de diseño del Marco de trabajo ingenieril para el proceso de desarrollo de videojuegos. Obtenido de Hernández P., Pérez T. y Correa M. *(2017)*.

7.3. MULTIMEDIA SOFTWARE ENGINEERING METHODOLOGY: A SYSTEMATIC DISCIPLINE FOR DEVELOPING INTEGRATED MULTIMEDIA AND SOFTWARE PRODUCTS.

Este trabajo propone una metodología de ingeniería de software multimedia que pueda describir las etapas de producción de productos multimedia e integrarlas con el ciclo de vida del desarrollo de software (Al-Jabari, Tamimi, & Ramadan, 2019).

Para empezar, cabe aclarar que los productos multimedia se clasifican en dos tipos: interactivos y no interactivos. Los no interactivos hacen referencia a carteles, logotipos, folletos, animaciones, anuncios multimedia, etc. Por su parte, los productos multimedia interactivos están conformados por videojuegos, materiales de aprendizaje interactivos o aplicaciones web multimedia (Al-Jabari, Tamimi, & Ramadan, 2019).

Esta metodología plantea cuatro fases: requisitos y preproducción, diseño y producción, validación y postproducción, y evolución; cada una conformada por un conjunto de actividades. En relación a la etapa de diseño y producción, se debe responder al cómo transformar la idea y la especificación del producto en un producto real basado en un conjunto de reglas de diseño y producción. Para esto se deben desarrollar las siguientes cuatro actividades (Al-Jabari, Tamimi, & Ramadan, 2019):

- Selección de la estrategia de diseño: Esta actividad define cómo se desarrollará el producto y sus componentes. La estrategia de diseño puede ser Top-down o Bottom-up, todo depende de las necesidades.
- Diseño y desarrollo de componentes multimedia: Esta actividad contempla lo relacionado con lo artístico, como puede ser el modelado de componentes, el mapeo de texturas, animaciones, etc.

- Diseño y desarrollo de componentes de software: Esta actividad contempla el diseño arquitectónico, el diseño de interfaz, el diseño estático y dinámico, etc.
- Integración de componentes del producto: Esta actividad integra y configura los componentes desarrollados en las actividades anteriores, contempla integración de unidades y componentes, configuración de luces y cámaras, renderizado, etc.

8. CAPITULO 3: RELACIONES FUNCIONALES ENTRE LOS ELEMENTOS DE DISEÑO DE HERRAMIENTAS MULTIMEDIALES PARA EL APOYO AL TRATAMIENTO DE LA AMBLIOPÍA.

Este capítulo describe las relaciones entre los elementos pertenecientes a la metodología propuesta. Primero se describirán los roles que intervendrán, luego las etapas que contendrá la metodología y por último los entregables resultantes de la fase de diseño.

8.1. ROLES.

A continuación, se describen los diferentes roles que deben ser asumidos por los miembros del equipo para ejecutar las actividades y tareas dentro de la metodología de diseño propuesta.

8.1.1. Diseñador del videojuego.

Es el responsable de planificar todo lo necesario para crear una experiencia de juego convincente, desde la concepción hasta la finalización del producto; por lo cual colabora constantemente con casi todos los miembros del equipo. Es uno de los roles más importantes, similar al de un guionista en una película o al de un arquitecto en una construcción (Fullerton, 2018).

Se encarga de crear el concepto, los personajes, la historia, las reglas y los objetivos del juego. Entre sus funciones están diseñar y validar prototipos, mantener actualizados los documentos de concepto y diseño, y comunicar la visión del juego al equipo (Bueno Gutiérrez, 2018; Fullerton, 2018).

8.1.2. Arquitecto de software.

Es el encargado de elegir la arquitectura y tecnologías adecuadas para construir el videojuego, gestionar adecuadamente los requisitos cambiantes y satisfacer los atributos de calidad propuestos, como pueden ser rendimiento, portabilidad, seguridad, disponibilidad, etc. (Wang & Nordmark, 2015).

8.1.3. Programador de videojuegos.

Su principal función en la fase de diseño consiste en implementar prototipos para validar lo propuesto en la etapa de diseño (Fullerton, 2018).

8.1.4. Artista visual.

Es el encargado de diseñar los aspectos visuales del videojuego, entre los cuales se encuentran personajes, objetos, interfaces y animaciones. El rol de artista visual se puede subdividir en (Bueno Gutiérrez, 2018; Cevallos Peláez, 2017; Salimi Beni, 2014):

- Diseñador de personajes: su tarea es construir la representación visual de los personajes que harán parte del videojuego, dotándolos de personalidad y coherencia con el entorno para que estos sean convincentes para el espectador.
- Diseñador de interfaces: su función es diseñar los menús y elementos de pantalla que faciliten la comunicación entre el jugador y el videojuego.
- Diseñador de escenarios: es el encargado de diseñar las escenas y los objetos que la conforman, de tal forma que transmitan a los jugadores las sensaciones que se desean.

8.1.5. Ortoptista.

Es el profesional de la salud encargado de diagnosticar y tratar movimientos anormales de los ojos y problemas relacionados con la visión binocular. Estos defectos pueden ser causados por problemas con los músculos alrededor del ojo o imperfecciones en los nervios que comunican a los ojos con el cerebro. El ortoptista está capacitado para tratar con problemas como ambliopía, estrabismo o visión borrosa; y cuenta con una variedad de técnicas para el tratamiento, que incluye parches, ejercicios para los ojos o anteojos (British and Irish Orthoptic Society, 2020).

Dentro de la fase de diseño, será el encargado de definir el programa de terapia visual sobre el que se sostendrá el diseño del videojuego. Este programa consiste en una serie de ejercicios visuales que ayudarán a mejorar la condición del paciente (Hernández Santos, y otros, 2019).

Adicionalmente, de acuerdo a la complejidad del proyecto, se puede necesitar de los siguientes roles en la etapa de diseño:

8.1.6. Diseñador de sonidos.

Su tarea consiste en crear los efectos especiales y la música dentro del videojuego (Fullerton, 2018).

8.1.7. Escritor.

Su tarea consiste en desarrollar la historia y escribir los diálogos dentro del videojuego (Fullerton, 2018).

8.2. ETAPAS.

A continuación, se describen las etapas que deben cumplir los miembros del equipo en la metodología propuesta.

8.2.1. Definir el programa de terapia visual.

El programa de terapia visual contiene el tratamiento clínico sobre el cual se apoyan las siguientes etapas de la metodología propuesta. Este apartado describe en detalle los ejercicios para la estimulación visual del paciente, esto incluye movimientos, colores, formas, contrastes, duración de las sesiones y demás que el ortoptista considere adecuados (Hernández Santos, y otros, 2019).

En la literatura consultada, destaca el uso de la terapia visual dicóptica en las herramientas que apoyan el tratamiento de la ambliopía. Esta técnica consiste en utilizar ambos ojos y enseñar imágenes diferentes a cada uno durante los ejercicios de estimulación visual, presentando al ojo ambliope los elementos más interactivos y al ojo sano los elementos estáticos (Žiak, Holm, Halička, Mojžiš, & Piñero, 2017).

8.2.2. Describir la idea general del videojuego.

Debe ser un resumen de solo una página que permita comprender la esencia del videojuego. Es importante que contenga los puntos más atractivos sin profundizar demasiado.

Algunos elementos para considerar son el género, público objetivo y la(s) plataforma(s) en la que se ejecutará. El género es la categoría en la que se clasifica el videojuego y describe el estilo de juego. Algunos ejemplos de géneros son acción, aventura, deporte, estrategia y simulación (Fullerton, 2018).

Por su parte, el público objetivo hace referencia a los jugadores a los que va dirigido el videojuego. Para definirlo se debe tener en cuenta el género de la persona, su rango de edad y el tipo de jugador. Esta delimitación es útil para definir las necesidades y habilidades de los jugadores (Bueno Gutiérrez, 2018; Fullerton, 2018).

8.2.3. Describir los elementos formales y dramáticos del juego.

Un juego es un sistema dinámico compuesto por elementos formales y dramáticos que trabajan juntos para formar un todo (Fullerton, 2018).

Los elementos formales son aquellos que definen la estructura del juego. Entre estos se encuentran los siguientes (Fullerton, 2018; Hernández P., Pérez T., & Correa M., 2017; Suter, Kocher, & Bauer, 2018):

- Jugadores: son quienes tienen contacto directo con el juego, aceptando las limitaciones y reglas interpuestas por el mismo. Este apartado debe contemplar la cantidad de jugadores que requiere el juego, la existencia de roles, el patrón de interacción entre los jugadores (competitivo o cooperativo) y la manera de invitar jugadores para que se interesen en el juego. En esta investigación, los jugadores hacen referencia a los pacientes con ambliopía.

- Objetivos: son las metas que los jugadores deben alcanzar dentro del juego. Estos deben ser un reto, pero a su vez ser alcanzables, para mantener al jugador dentro del juego.
- Procedimientos: son los métodos y acciones que realiza el jugador, a través de los controles y botones, para alcanzar los objetivos del juego. Estos deben detallar quién puede usar el procedimiento, qué debe hacer el jugador para activarlo, cómo se accede a él, dónde ocurre o si tiene un límite de uso.
- Reglas: son los límites a las acciones de los jugadores y establecen condiciones justas para todos los jugadores. Deben ser claras e intuitivas para no crear confusión y frustración.
- Recursos: hace referencia a los activos que el jugador puede utilizar para lograr los objetivos; estos pueden ser vidas, monedas, potenciadores, tiempo, etc. La escasez y utilidad dentro del juego son atributos de los recursos.
- Conflicto: se manifiesta cuando las reglas, procedimientos y situaciones no permiten al jugador cumplir con los objetivos. Los obstáculos, oponentes y dilemas son elementos clásicos que generan conflictos.
- Frontera: es el límite que separa lo que sucede en el juego de la vida real. Aunque la mayoría de los juegos son sistemas cerrados, pueden presentarse situaciones en las que acciones del juego tienen repercusión en la vida real o elementos externos puedan interactuar con el juego.
- Resultado: es la condición para ganar o terminar el juego; este debe ser incierto para mantener la atención del jugador. Cabe resaltar que no todos los juegos cuentan con este elemento.

Por otro lado, están los elementos dramáticos, los cuales dan contexto al juego e involucran emocionalmente a los jugadores con los elementos formales. Estos elementos serán dados a conocer a continuación (Fullerton, 2018; MasterClass, 2020):

- Desafíos: son tareas que dan al jugador una sensación de satisfacción cuando las termina. La dificultad del desafío debe ser proporcional al nivel de habilidad que va adquiriendo el jugador, para evitar que este se frustre o se aburra.
- Juego: es la libertad que tiene el jugador para actuar, condicionada por las reglas y procedimientos definidos. El juego es una aproximación a actividades de la vida real, en el que se puede aprender habilidades, adquirir conocimientos y solucionar problemas.
- Premisa: es la que da contexto a los elementos formales. Debe establecer el tiempo y lugar, las relaciones entre personajes y la introducción a la historia.
- Personajes: son elementos a través de los cuales se cuenta una historia, estos son usados para generar un apego con el jugador por medio de las situaciones y conflictos a los que se enfrentan. Al momento de crear un personaje se debe plantear qué quiere este, qué necesita, qué espera el jugador y a qué le teme el jugador.
- Historia: describe el curso de los eventos y establece el contexto y escenario donde se desarrollará el juego.
- Arco dramático: es el camino que sigue la historia y describe la tensión generada en las diferentes etapas del juego. Comúnmente el arco dramático se compone de cinco etapas: exposición, aumento de la acción, clímax, caída de la acción y resolución.

8.2.4. Definir la arquitectura de software.

La arquitectura de software describe los componentes estructurales del sistema y las relaciones entre ellos (Alemm, Capretz, & Ahmed, 2016). Un buen diseño de esta permite gestionar adecuadamente la complejidad del proyecto, los requisitos cambiantes y alcanzar atributos de calidad aceptables (Wang & Nordmark, 2015).

El diseño resultante de esta etapa puede ser expresado mediante diagramas utilizando el lenguaje UML. Aunque estos pueden variar de acuerdo a la complejidad del proyecto, siempre se debe contar con el diagrama de clases, el diagrama de componentes, los diagramas de secuencia y los diagramas de actividades.

Algunos ejemplos de arquitecturas utilizadas en el diseño de videojuegos son la arquitectura multinivel o multicapas y la arquitectura basada en componentes (Hernández Paez, Domínguez Falcón, & Pi Cruz, 2018).

8.2.5. Elegir las tecnologías y herramientas para construir el videojuego.

Luego de definir la(s) plataforma(s) donde se ejecutará el videojuego y la arquitectura de software, se procede a explorar las tecnologías y herramientas que se ajusten a lo requerido. Esta sección describe aspectos técnicos como la utilización de motores gráficos, frameworks o librerías; los lenguajes de programación, la integración con servicios externos, la infraestructura tecnológica; así como el motivo de su elección.

8.2.6. Crear bocetos y guiones gráficos del videojuego.

Un guion gráfico o storyboard es un conjunto de dibujos que indican una secuencia visual (Fullerton, 2018). Junto con el boceto, son herramientas utilizadas por los artistas visuales para

plasmar sus ideas, y a su vez, enseñar al equipo cómo lucirá el arte dentro del videojuego (Bueno Gutiérrez, 2018; Rouse III, 2004).

Esta etapa de la metodología permite a los artistas explorar estilos o paletas de colores en personajes, entornos, interfaz de usuario y otros elementos visuales; siguiendo las indicaciones dadas en el programa de terapia visual (Fullerton, 2018).

8.2.7. Construir prototipos de música y efectos especiales.

La música y los efectos especiales son elementos importantes dentro del videojuego, ya que pueden mejorar la experiencia de usuario. En esta etapa se construyen propuestas que se puedan integrar perfectamente con los personajes, escenarios, interfaces e interacción del jugador (Fullerton, 2018).

8.2.8. Construir prototipos de software.

Los prototipos de software son el mecanismo que permite validar lo definido en las etapas anteriores. Estos deben ser implementaciones de aspectos concretos que se desean probar dentro del videojuego.

8.2.9. Validar prototipos de software.

Antes de iniciar el proceso se debe definir qué se quiere validar, algunos elementos que se pueden incluir son la jugabilidad, la interacción del usuario con el sistema o aspectos técnicos. Lo observado en esta etapa permite hacer ajustes en las etapas definidas previamente.

Es importante que el ortoptista y pacientes con ambliopía sean partícipes en esta validación, ya que su retroalimentación aporta un gran valor.

La Tabla 2 indica la participación de los roles dentro de las etapas la metodología propuesta. Mientras la Figura 3 representa el ciclo de vida de dichas etapas.

Tabla 2

Participación de roles dentro de las etapas de diseño

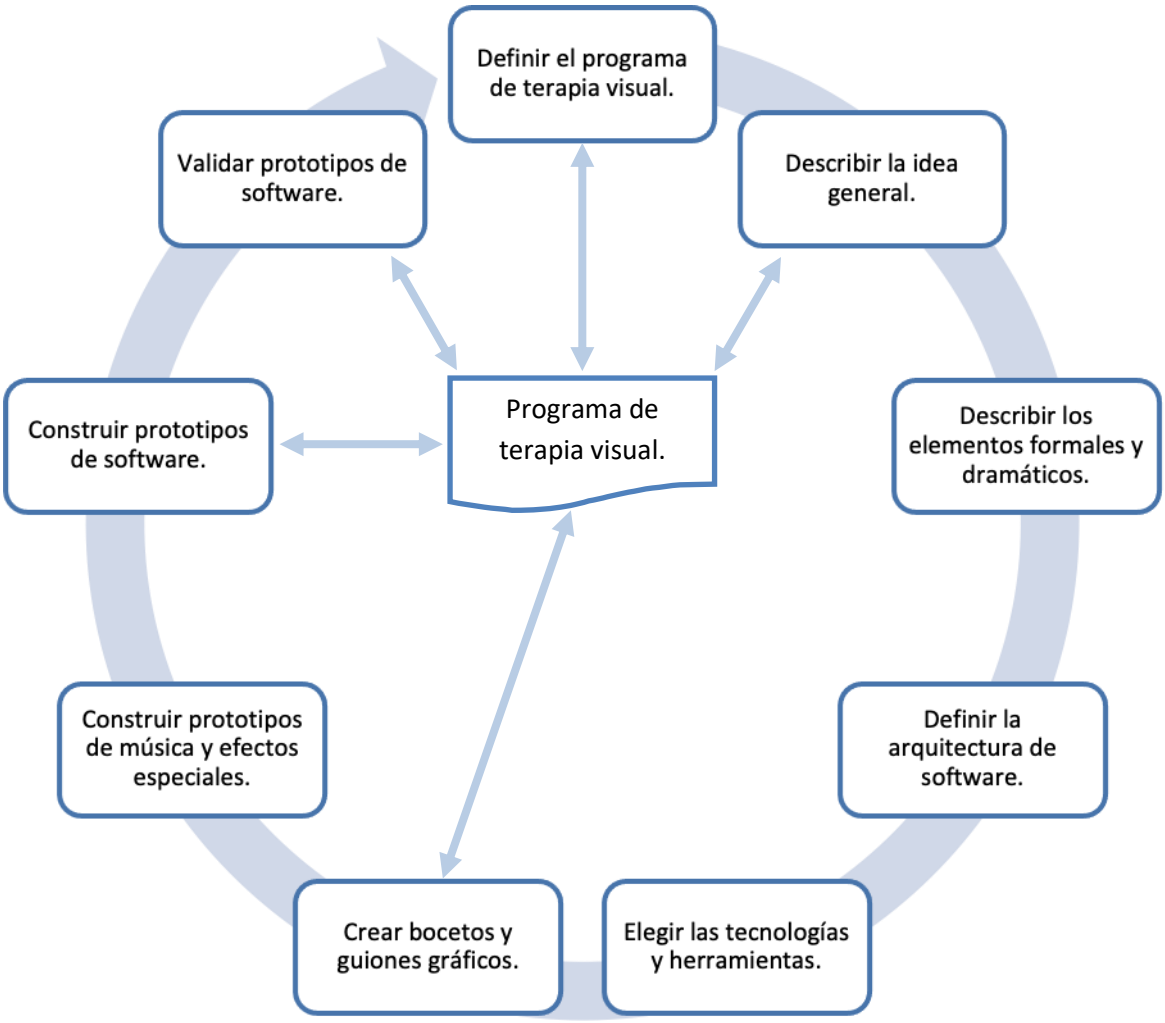
Etapa	Rol ejecutor	Rol de apoyo
Definir el programa de terapia visual.	Ortoptista.	Diseñador del videojuego.
Describir la idea general.	Diseñador del videojuego.	Ortoptista.
Describir los elementos formales y dramáticos.	Diseñador del videojuego.	Escritor.
Definir la arquitectura de software.	Arquitecto de software.	
Elegir las tecnologías y herramientas.	Arquitecto de software.	Programador de videojuegos.
Crear bocetos y guiones gráficos.	Artista visual.	Diseñador del videojuego. Ortoptista.
Construir prototipos de música y efectos especiales.	Diseñador de sonidos.	Diseñador del videojuego.

Etapa	Rol ejecutor	Rol de apoyo
Construir prototipos de software.	Programador de videojuegos.	Arquitecto de software. Diseñador del videojuego. Ortoptista.
Validar prototipos de software	Diseñador del videojuego.	Arquitecto de software. Ortoptista.

Nota. Elaboración propia.

Figura 3

Ciclo de vida de las etapas de diseño



Nota. Elaboración propia.

8.3. ENTREGABLES.

A continuación, se describen los entregables o salidas resultantes de las etapas ejecutadas en la metodología propuesta.

8.3.1. Documento de diseño del videojuego.

El documento de diseño es creado por el diseñador de videojuegos y contiene de manera detallada toda la documentación producida en cada una de las etapas anteriores, como los son las interfaces de usuario, el arte, la historia, aspectos técnicos, etc. (Fullerton, 2018)

Este documento, también conocido como GDD (Game Design Document), es mantenido constantemente por el equipo y comunica el diseño del videojuego a todos los miembros, por lo tanto, su escritura no debe ser muy formal para permitir su fácil consulta (Rouse III, 2004).

El GDD no tiene un formato específico, ya que el equipo es quien decide su contenido; sin embargo, se sugiere que contenga la siguiente información:

- Título del proyecto.
- Tabla de contenido.
- Resumen: Definido en la etapa 2.2 de la metodología propuesta.
- Programa de terapia visual: Definido en la etapa 2.1 de la metodología propuesta.
- Género del videojuego, público objetivo y plataforma(s): Definidos en la etapa 2.2 de la metodología propuesta.
- Elementos formales: Definidos en la etapa 2.3 de la metodología propuesta.
- Elementos dramáticos: Definidos en la etapa 2.3 de la metodología propuesta.
- Arquitectura del sistema: Definida en la etapa 2.4 de la metodología propuesta.
- Tecnologías y herramientas: Definidas en la etapa 2.5 de la metodología propuesta.
- Multimedia: Contiene lo referente a imágenes y sonidos, definidos en las etapas 2.6 y 2.7 de la metodología propuesta.
- Anexos.

8.3.2. Prototipos de software.

Hace referencia a todos los prototipos generados en la etapa 2.8 de la metodología propuesta.

9. CONCLUSIONES

Como conclusiones generales de la realización de este proyecto, a continuación, se da respuesta a la pregunta de investigación, se enunciarán los aportes de los objetivos, luego se muestran generalidades del proceso y por último algunas recomendaciones y trabajos futuros.

9.1. RESPUESTA A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿De qué manera favorecer el diseño de herramientas multimediales para el apoyo al tratamiento de la ambliopía?

Debido a la heterogeneidad entre las técnicas, estrategias y tecnologías utilizadas en la construcción de herramientas multimediales que apoyan el tratamiento de la ambliopía, se planteó una metodología capaz de guiar el proceso de diseño de este tipo de herramientas multimediales. Una metodología adaptable a cualquier tecnología, para equipos multidisciplinares, con el usuario final como un actor importante y con roles y etapas bien definidas.

9.2. APORTES DE LOS OBJETIVOS

A continuación, mostraremos el aporte de cada uno de los objetivos al proyecto de investigación.

Identificar los fundamentos teóricos y epistemológicos asociados con el tratamiento de la ambliopía.

Este objetivo permitió explorar en la literatura las técnicas utilizadas para el tratamiento de la ambliopía, desde las más tradicionales hasta las más novedosas; lo que permitió considerar las opciones más adecuadas de implementar en una herramienta multimedia al momento de la construcción de la metodología.

Describir los procesos y metodologías asociadas con el diseño de herramientas multimediales para el apoyo al tratamiento de la ambliopía.

Este objetivo permitió conocer el estado actual de las metodologías para el desarrollo de herramientas multimediales para el tratamiento de la ambliopía, así como también el estado de los procesos y metodologías relacionas con software interactivo y multimedia. Los resultados obtenidos sirvieron de guía al momento de construir la metodología de este trabajo de investigación.

Caracterizar las relaciones funcionales entre los elementos de diseño de herramientas multimediales para el apoyo al tratamiento de la ambliopía.

En este objetivo se propuso la metodología para el diseño de herramienta multimediales para el tratamiento de la ambliopía. Esta consta de tres secciones: roles, etapas y entregables, las cuales trabajan conjuntamente para dar respuesta al objetivo planteado

9.3. ALCANCES Y LIMITACIONES

El alcance de este proyecto está relacionado con herramientas multimediales, particularmente videojuegos, que apoyen de alguna manera en el tratamiento de la ambliopía. Para adoptar la metodología propuesta es importante, pero no indispensable, contar con un equipo multidisciplinar durante el proyecto.

Las limitaciones del presente trabajo estuvieron dadas por la inexistencia de literatura acerca de metodologías existentes para el desarrollo de herramientas multimediales que apoyan el tratamiento de la ambliopía, así como también, por la escasa información encontrada en el proceso de construcción de este tipo de herramientas.

9.4. RECOMENDACIONES / TRABAJOS FUTUROS

Como trabajo futuro se plantea la validación de la metodología propuesta, a través de la construcción de una herramienta multimedia que sirva de apoyo al tratamiento de la ambliopía. Otro aspecto a contemplar es la inclusión de la fase de implementación en la metodología propuesta.

REFERENCIAS

Alemm, S., Capretz, L. F., & Ahmed, F. (2016). Critical Success Factors to Improve the Game Development Process from a Developer's Perspective. *Journal of Computer Science and Technology, 31*(5), 925-950. doi: https://doi.org/10.1007/s11390-016-1673-z

Al-Haddad, C., Ismail, K., Kheir, W. J., & Keaik, M. (2019). Clinical Profile and Treatment Outcomes of Amblyopia Across Age Groups. *Middle East African Journal of Ophthalmology, 26*(2), 71-76. doi: https://doi.org/10.4103/meajo.MEAJO_182_17

Al-Jabari, M. O., Tamimi, T. K., & Ramadan, A.-A. N. (2019). Multimedia Software Engineering Methodology: A Systematic Discipline for Developing Integrated Multimedia and Software Products. *Software Engineering, 8*(1), 1-10.

Benetti Zagui, R. M. (2019). *Amblyopia: Types, Diagnosis, Treatment, and New Perspectives*. Recuperado el 5 de Febrero de 2020, de American Academy of Ophthalmology: https://www.aao.org/disease-review/amblyopia-types-diagnosis-treatment-new-perspectiv

Bonfanti, S., & Gargantini, A. (2015). Amblyopia Rehabilitation by Games for Low-Cost Virtual Reality Visors. *ICTs for Improving Patients Rehabilitation Research Techniques. REHAB 2015*, (págs. 116-125). Lisboa, Portugal. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-69694-2_11

British and Irish Orthoptic Society. (2020). *What is an Orthoptist?* Recuperado el 12 de Enero de 2021, de BIOS: https://www.orthoptics.org.uk/patients-and-public/what-is-an-orthoptist/

Bueno Gutiérrez, D. (2018). *El diseño y el arte en los videojuegos (Trabajo de fin de grado)*. Obtenido de Archivo Digital UPM: http://oa.upm.es/50803/

Cevallos Peláez, A. J. (2017). *Glossary building process based on specialized terminology and metalanguage from the video game "Super Robot Taisen OG: The Moon Dwellers" (Trabajo de fin de grado)*. Obtenido de Repositorio Digital UCSG: http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/8261

Cogollo Arrieta, D. (2015). *Detección y prevención de la ambliopía en escolares.* Obtenido de Universidad Pública de Navarra: https://hdl.handle.net/2454/18631

Cortés Cortés, M. E., & Iglesias León, M. (2004). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*. Ciudad del Carmen, Mexico.

Díaz Núñez, Y. C., & Díaz Núñez, Y. J. (2016). Tratamiento binocular de la ambliopía basado en la realidad virtual. *Revista Cubana de Oftalmología, 29*(4), 674-687.

Eastgate, R. M., Griffiths, G. D., Waddingham, P. E., Moody, A. D., Butler, T. K., Cobb, S. V., . . . Brown, S. M. (2006). Modified virtual reality technology for treatment of amblyopia. *Eye, 20*(3), 370-374. doi: https://doi.org/10.1038/sj.eye.6701882

Fortenbacher, D. L., Bartolini, A., Dornbos, B., & Tran, T. (2018). Vision Therapy and Virtual Reality Applications. *Advances in Ophthalmology and Optometry, 3*(1), 39-59. doi: https://doi.org/10.1016/j.yaoo.2018.04.002

Fullerton, T. (2018). *Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games* (4 ed.). A K Peters/CRC Press.

Gayon Muñoz, A. C., & Baracaldo Benjumea, L. E. (2015). *Factores influyentes en el diagnóstico tardío de ambliopía en pacientes de 4 a 12 años en el municipio de Santa Rosa de Viterbo - Boyacá (Trabajo de fin de grado).* Obtenido de Universidad de La Salle: https://ciencia.lasalle.edu.co/optometria/97

Gobernación del Atlántico. (2016). *Plan de desarrollo 2016 - 2019. Atlántico Líder.* Obtenido de Gobernación del Atlántico: https://www.atlantico.gov.co/images/stories/plan_desarrollo/plan_de_desarrollo_2016_2016_definitivo.pdf

Granollers i Saltiveri, T. (2004). *MPIu+a. Una metodología que integra la ingeniería del software, la interacción persona-ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares (Tesis doctoral).* Obtenido de Repositorio Universidad de Lleida: http://hdl.handle.net/10459.1/63624

Hashemi, H., Pakzad, R., Yekta, A., Bostamzad, P., Aghamirsalim, M., Sardari, S., . . . Khabazkhoob, M. (2018). Global and regional estimates of prevalence of amblyopia: A systematic review and meta-analysis. *Strabismus, 26*(4), 168-183. doi: https://doi.org/10.1080/09273972.2018.1500618

Hensch, T. K., & Quinlan, E. M. (2018). Critical periods in amblyopia. *Visual neuroscience, 35,* E014. doi: https://doi.org/10.1017/S0952523817000219

Hernández P., A., Pérez T., K., & Correa M., O. (2017). Marco de trabajo ingenieril para el proceso de desarrollo de videojuegos. *Revista Antioqueña de las Ciencias Computacionales, 7*(1), 13-26. doi: https://doi.org/10.5281/zenodo.2617305

Hernández Paez, A., Domínguez Falcón, J. A., & Pi Cruz, A. A. (2018). Arquitectura de software para el desarrollo de videojuegos sobre el motor de juego Unity 3D. *Revista de I+D Tecnológico, 14*(1), 54-65. doi: https://doi.org/10.33412/idt.v14.1.1803

Hernández Santos, L. R., Castro Pérez, P. D., Pons Castro, L., Méndez Sánchez, T. d., Naranjo Fernández, R., & Lora Domínguez, K. (2019). Terapia visual: ¿En qué consiste y cuándo indicarla? *Revista Cubana de Oftalmología, 32*(3), 1-12.

Hernández-Rodríguez, C. J., & Piñero, D. P. (2020). Active Vision Therapy for Anisometropic Amblyopia in Children: A Systematic Review. *Journal of Ophthalmology, 2020*, 1-9. doi: https://doi.org/10.1155/2020/4282316

Hurtado de Barrera, J. (2010). *Metodología de la investigación: guía para la comprensión holística de la ciencia* (4 ed.). Caracas: Quirón Ediciones.

MasterClass. (2020). *Learn About Narrative Arcs: Definition, Examples, and How to Create a Narrative Arc in Your Writing*. Recuperado el 8 de Enero de 2021, de MasterClass: https://www.masterclass.com/articles/what-are-the-elements-of-a-narrative-arc-and-how-do-you-create-one-in-writing

MinSalud. (2016). *Análisis de Situación de Salud Colombia 2016.* Obtenido de MinSalud: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/asis-salud-visual-colombia-2016.pdf

MinSalud. (2016). *Guía de Práctica Clínica para la prevención, la detección temprana, el diagnóstico, el tratamiento y el seguimiento de la ambliopía en menores de 18 años.* Obtenido de MinSalud: http://gpc.minsalud.gov.co/gpc_sites/Repositorio/Conv_637/GPC_ambliopia/GUIA_AMBLIOPIA_COMPLETA.pdf

Muñoz Baena, J. M. (2017). *Rehabilitación en pacientes ambliopes a través de oclusión visual del ojo afectado y realidad virtual (Trabajo de fin de grado).* Recuperado el 15 de Enero de 2020, de riUAL: http://hdl.handle.net/10835/6578

Narinesingh, C., Wan, M., Goltz, H. C., Chandrakumar, M., & Wong, A. M. (2014). Audiovisual Perception in Adults With Amblyopia: A Study Using the McGurk Effect. *Investigative Ophthalmology & Visual Science, 55*(5), 3158-3164. doi: https://doi.org/10.1167/iovs.14-14140

Nowak, A., Wozniak, M., Pieprzowski, M., & Romanowski, A. (2018). Towards Amblyopia Therapy Using Mixed Reality Technology. *2018 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)*, (págs. 279-282). Poznan, Polonia. doi: https://doi.org/10.15439/2018F335

Papageorgiou, E., Asproudis, I., Maconachie, G., Tsironi, E. E., & Gottlob, I. (2019). The treatment of amblyopia: current practice and emerging trends. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology, 257*(6), 1061-1078. doi: https://doi.org/10.1007/s00417-019-04254-w

Peláez, C. A., Solano, A., Granollers, T., & Collazos, C. (2019). Methodologies and Trends in Multimedia Systems: A Systematic Literature Review. *Social Computing and Social Media. Design, Human Behavior and Analytics*, (págs. 109-127). doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-21902-4_9

Pineles, S. L., Aakalu, V. K., Hutchinson, A. K., Galvin, J. A., Heidary, G., Binenbaum, G., . . . Lambert, S. R. (2020). Binocular Treatment of Amblyopia: A Report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology, 127*(2), 261–272. doi: https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2019.08.024

Rouse III, R. (2004). *Game Design: Theory & Practice* (2 ed.). Wordware Publishing.

Salimi Beni, A. (2014). *Creative Character Design Based on Combination of 2D and 3D Characteristics (Tesis de maestría)*. Obtenido de OAKTrust: http://hdl.handle.net/1969.1/154218

Suter, B., Kocher, M., & Bauer, R. (2018). *Games and Rules: Game Mechanics for the »Magic Circle«.* Transcript-Verlag.

Tison, K., & Nicklas, A. (2017). Managing Amblyopia: Can Vision Therapy Cut It? *Review of Optometry, 154*(10), 74-79.

Van Dalen, D., & Meyer, W. (1971). *Manual de técnica de la investigación educacional.* Buenos Aires, Argentina: Paidós.

Waddingham, P., Eastgate, R., & Cobb, S. (2011). Design and Development of a Virtual-Reality Based System for Improving Vision in Children with Amblyopia. *Advanced Computational Intelligence Paradigms in Healthcare 6. Virtual Reality in Psychotherapy, Rehabilitation, and Assessment*, 229-252. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-17824-5_11

Wang, A., & Nordmark, N. (2015). Software Architectures and the Creative Processes in Game Development. *Entertainment Computing - ICEC 2015*, 272-285. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-24589-8_21

Wei, H., Zhao, Y., Dong, F., Saleh, G., Ye, X., & Clapworthy, G. (2013). A cross-platform approach to the treatment of ambylopia. *13th IEEE International Conference on BioInformatics and BioEngineering*, (págs. 1-4). La Canea, Grecia. doi: https://doi.org/10.1109/BIBE.2013.6701593

Zarzuelo Vega, N. (2016). *Aprendizaje perceptivo y videojuegos en el tratamiento de la ambliopía (Trabajo de fin de grado).* Recuperado el 18 de Julio de 2019, de Repositorio Documental de la Universidad de Valladolid: http://uvadoc.uva.es/handle/10324/19127

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. doi: https://doi.org/10.1186/s12886-017-0501-8