

ZuVision - Protótipo de Jogo Digital Dicóptico para Tratamento de Ambliopia Anisométrica Infantil

Patrícia de Sousa Amaral

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Orientadora: Professora Doutora Tânia Rocha

Coorientador: Professor Doutor António Coelho

junho de 2025

© Patrícia Amaral, 2025

ZuVision - Protótipo de Jogo Digital Dicóptico para Tratamento de Ambliopia Anisométrica Infantil

Patrícia de Sousa Amaral

Mestrado em Multimédia

Tecnologias Interativas e Jogos Digitais

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Faculdade de Economia da Universidade do Porto

Faculdade de Línguas da Universidade do Porto

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: Professor Doutor Rui Pedro Amaral Rodrigues, Professor Associado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Vogal Externo: Professor Doutor Nuno Miguel Feixa Rodrigues, Professor Coordenador, Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico do Cávado e Ave (EST-IPCA)

Orientador: Professora Doutora Tânia De Jesus Vilela Da Rocha, Professora Auxiliar, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Resumo

A saúde visual desempenha um papel crucial no desenvolvimento infantil, afetando significativamente a aprendizagem, a interação social e o bem-estar geral. Esta dissertação tem como objetivo recorrer aos avanços tecnológicos para desenvolver um protótipo de jogo móvel 2D dicóptico, denominado ZuVision. A proposta tem como objetivo oferecer uma solução inovadora e atrativa, que possa atuar como complemento aos métodos tradicionais – oclusão, correção refrativa, filtros de Bangerter, cirurgias e aprendizagem perceptual - no tratamento da ambliopia anisométrica, e que utilize a técnica azul-vermelho. Esta consiste no uso de óculos com filtros vermelhos e azuis, para que cada olho receba estímulos visuais diferentes. Pretende-se avaliar a sua usabilidade preliminar, identificar vantagens e desvantagens da sua aplicação e estabelecer diretrizes importantes para a criação deste tipo de experiência. Para tal, esta metodologia de investigação, de carácter quasi-experimental, inclui uma revisão sistemática da literatura, um *focus group* com oftalmologistas e testes com utilizadores, de modo a avaliar o primeiro contacto das crianças com o protótipo. Indo de encontro às expectativas iniciais, os profissionais de saúde reconheceram o potencial do protótipo criado, identificaram diretrizes importantes a ter em vista no futuro e os testes demonstraram a usabilidade do protótipo. No futuro, o protótipo poderá servir como base para um jogo digital dicóptico final que, após testes mais prolongados e clinicamente acompanhados, poderá vir a ser ajustado e implementado.

Palavras-chave: ZuVision, ambliopia anisométrica infantil, jogo digital dicóptico, técnica azul-vermelho, oftalmologia pediátrica

Abstract

Visual health plays a crucial role in child development, significantly affecting learning, social interaction, and overall well-being. This dissertation aims to leverage technological advances to develop a 2D dichoptic mobile game prototype, named ZuVision. The proposal seeks to offer an innovative and engaging solution that can act as a complement to traditional methods – occlusion, refractive correction, Bangerter filters, surgeries, and perceptual learning – in the treatment of anisometropic amblyopia, using the red-blue technique. This technique consists of using glasses with red and blue filters so that each eye receives different visual stimuli. The aim is to evaluate its preliminary usability, identify the advantages and disadvantages of its application, and establish important guidelines for creating this type of experience. To achieve this, the quasi-experimental research methodology includes a systematic literature review, a focus group with ophthalmologists, and user testing to assess children's first contact with the prototype. As expected, health professionals recognised the potential of the created prototype, identified important guidelines to be considered in the future, and the tests demonstrated the prototype's usability. In the future, the prototype could serve as a foundation for a final dichoptic digital game which, after longer and clinically supervised testing, could be adjusted and implemented.

Keywords: ZuVision, pediatric anisometropic amblyopia, dichoptic digital game, red-blue technique, pediatric ophthalmology

Agradecimentos

Esta dissertação só foi possível com o apoio daqueles que caminharam esta jornada comigo, e por isso gostaria de deixar alguns agradecimentos especiais.

Em primeiro lugar, agradeço à minha orientadora, Professora Doutora Tânia de Jesus Vilela da Rocha, e ao meu coorientador, Professor Doutor António Fernando Coelho, por acreditarem na minha ideia, por confiarem em mim e por me acompanharem ao longo de todo o processo com dedicação e orientação constantes.

Agradeço à Universidade do Porto e, em especial, à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, principal instituição de ensino do meu mestrado em Multimédia, pelas oportunidades proporcionadas. Um agradecimento especial ao Professor Doutor Jorge Manuel Gomes Barbosa, diretor do mestrado, e à Professora Doutora Maria Teresa Andrade, diretora adjunta do curso. Estendo ainda o meu agradecimento a todos os professores que encontrei ao longo do caminho, por me transmitirem os seus conhecimentos e por estarem sempre disponíveis para ajudar quando necessário.

Aos profissionais de saúde que tornaram esta investigação possível, o meu sincero agradecimento: Doutor Luís Torrão e Doutor Paulo Freitas da Costa. Um destaque especial ao Doutor Luís Torrão, a quem devo a minha visão atual e que me incentivou e motivou a dar vida a esta ideia através da minha dissertação.

Do mesmo modo, deixo o meu agradecimento a todos os participantes nos testes e respetivas famílias. Sem a vossa colaboração não teria conseguido uma validação tão robusta do meu protótipo.

Agradeço também aos meus colegas do mestrado e à JuniFEUP, que me proporcionou oportunidades únicas e contribuiu para o meu crescimento pessoal e profissional ao longo deste último ano. Lá encontrei amigos verdadeiros, sempre prontos a ajudar-me.

Por fim, e com especial carinho, agradeço àqueles que estiveram comigo ao longo de todo este percurso, não só nos momentos de alegria, mas também nos mais difíceis. À minha família, um agradecimento profundo: à minha mãe, Isabel Amaral, ao meu pai, Ricardo Amaral, à minha irmã, Bárbara Amaral, e aos meus avós, que todas as semanas me perguntavam como estava a correr a tese e nunca deixaram de demonstrar interesse e apoio.

A todos, a minha mais sincera gratidão. Este trabalho representa mais do que uma dissertação de final de mestrado. É o início de um caminho repleto de crescimento pessoal e profissional que, quem sabe, poderá um dia ajudar outras pessoas. Sem cada um de vocês, nada disto teria sido possível.

Obrigada!

Patrícia Amaral

Índice

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 CONTEXTO/ENQUADRAMENTO/MOTIVAÇÃO	2
1.2 PROJETO.....	4
1.3 PROBLEMA(S), HIPÓTESE(S) E OBJETIVOS DE INVESTIGAÇÃO	4
1.4 METODOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO	6
1.4.1 <i>Contacto com Profissionais da Área da Saúde Visual</i>	6
1.4.2 <i>Revisão Sistemática da Literatura</i>	6
1.4.3 <i>Ideação do Protótipo</i>	9
1.4.4 <i>Desenvolvimento do Jogo Digital</i>	9
1.4.5 <i>Recrutamento de Profissionais de Saúde Visual</i>	9
1.4.6 <i>Focus Group com Profissionais de Saúde Visual</i>	9
1.4.7 <i>Análise de Dados</i>	9
1.4.8 <i>Recrutamento de Participantes</i>	10
1.4.9 <i>Fase de Testes</i>	10
1.4.10 <i>Análise de Dados</i>	10
1.4.11 <i>Relatório Final e Discussão</i>	10
1.4.12 <i>Validação Final</i>	11
1.4.13 <i>Calendarização</i>	11
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 DEFINIÇÃO DE AMBLIOPIA	14
2.2 TRATAMENTOS TRADICIONAIS	14
2.2.1 <i>Oclusão</i>	15
2.2.2 <i>Atropina</i>	16
2.2.3 <i>Correção Refrativa</i>	17
2.2.4 <i>Filtros de Bangerter</i>	17
2.2.5 <i>Cirurgia precoce de cataratas congénitas</i>	17
2.2.6 <i>Cirurgia para a correção de ptose palpebral</i>	18

2.2.7	<i>Aprendizagem Percetual</i>	19
2.3	JOGOS DIGITAIS DICÓPTICOS	19
2.3.1	<i>AmblyoPlay</i>	21
2.3.2	<i>CureSight</i>	22
2.3.3	<i>AmblyGo</i>	23
2.4	REFERÊNCIAS DE JOGOS DIGITAIS.....	23
2.4.1	<i>Run Bun Bun Run</i>	23
2.4.2	<i>Tetris</i>	24
2.5	VISÃO DOS ENCARREGADOS DE EDUCAÇÃO.....	24
3.	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA E PROPOSTA DE INTERVENÇÃO TECNOLÓGICA	26
3.1.	APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA A RESOLVER	26
3.2.	SOLUÇÃO PROPOSTA – ZuVISION	29
3.2.1	<i>Tutorial base para o Protótipo</i>	30
3.2.2	FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS	31
3.3.	RESUMO E CONCLUSÕES	31
4.	IMPLEMENTAÇÃO	33
4.1.	DIRETRIZES DE CRIAÇÃO DE JOGOS DICÓPTICOS	33
4.2.	DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	34
4.3.	VALIDAÇÃO DO PROTÓTIPO – FOCUS GROUP	36
4.4.	VALIDAÇÃO DO PROTÓTIPO – TESTES DE USABILIDADE	37
4.4.1.	<i>Planeamento, Protocolo e Recolha de Dados</i>	37
4.4.2.	<i>Perfil dos Participantes</i>	38
4.4.3.	<i>Primeiras Impressões</i>	39
4.4.4.	<i>Adaptação aos Óculos</i>	40
4.4.5.	<i>Interação com o Jogo</i>	41
4.4.6.	<i>Atenção Comportamental</i>	42
4.4.7.	<i>Feedback das Crianças</i>	42
4.4.8.	<i>Outras Observações</i>	43
4.5.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	44
5.	CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO	47
6.	REFERÊNCIAS	51
7.	ANEXOS	54
7.1.	FOCUS GROUP	58
7.1.1.	FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO PARA FOCUS GROUP	58
7.1.2.	GUIÃO PARA FOCUS GROUP	60
7.1.3.	TRANSCRIÇÃO DO FOCUS GROUP.....	63

7.2.	TESTES	75
7.2.1.	FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO INFORMADO PARA PARTICIPAÇÃO DE CRIANÇAS EM TESTES	75
7.2.2.	GUIÃO DE OBSERVAÇÃO – TESTE DE USABILIDADE DO PROTÓTIPO DE JOGO DICÓPTICO	78
7.2.3.	DADOS RECOLHIDOS NOS TESTES	80

Lista de Figuras

Figura 1. Fluxograma PRISMA com processo de triagem dos artigos	8
Figura 2. Funcionamento da ambliopia	28
Figura 3. Funcionamento do olho com erros refrativos	28
Figura 4. Funcionamento do protótipo	36
Figura 5. Protótipo com colunas verticais imaginárias	37
Figura 6. Sexo dos participantes	40
Figura 7. Idade dos participantes	40
Figura 8. Diagnóstico visual dos participantes	40
Figura 9. Taxa de participação no jogo	41
Figura 10. Primeira reação emocional dos participantes	41
Figura 11. Nível de interesse inicial pelo jogo	41
Figura 12. Compreensão do jogo pelos participantes	41
Figura 13. Adaptação dos participantes aos óculos	42
Figura 14. Resposta dos participantes aos estímulos do jogo	42
Figura 15. Visibilidade dos elementos visuais do jogo	42
Figura 16. Foco visual dos participantes no jogo	43
Figura 17. Quantidade de distrações por participante	43
Figura 18. Postura e envolvimento corporal dos participantes.	43
Figura 19. Feedback dos participantes	44
Figura 20. Observações durante os testes	45
Figura 21. AmblyoPlay	53
Figura 22. Exemplo de Jogo do <i>AmblyoPlay</i>	53
Figura 23. CureSight	54
Figura 24: <i>Run Bun Bun Run</i>	54
Figura 25: <i>Tetris</i>	55
Figura 26: Screenshot do Tutorial de Auxílio	55
Figura 27. Screenshot do AmblyGo	56

Lista de Tabelas

Tabela 1: Tabela de Gantt - Planeamento do Trabalho	12
Tabela 2: Síntese dos Estudos incluídos na Revisão Sistemática da Literatura	29
Tabela 3: Dados recolhidos nos Testes	88

Abreviaturas e Símbolos

APS	Estímulo Periférico Ativo
AV	Acuidade Visual
CAM	Cambridge Visual Stimulator
DCU	Design Centrado no Utilizador
DSR	Design Science Research
LogMAR	Logarithm of the Minimum Angle of Resolution
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial da Saúde
PEDIG	Pediatric Eye Disease Investigator Group
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
RGPD	Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados
RSL	Revisão Sistemática da Literatura

Glossário

Acuidade Visual	Clareza da visão no que toca à percepção de detalhes na imagem.
Ambliopia	Enfraquecimento, mais ou menos acentuado, da sensibilidade visual, sem lesões aparentes do olho. Pode ter causas variadas.
Anisometropia	Diferença de magnitude significativa do erro refrativo entre os dois olhos de um indivíduo (geralmente assim considerada quando esta diferença é de, pelo menos, uma dioptria). Pode resultar em anomalias de foco, ambliopia ou outras perturbações.
Astigmatismo	Perturbação visual causada por defeitos na curvatura do cristalino ocular ou da córnea.
Cataratas congénitas	Opacificação indolor do cristalino ocular, presente no nascimento ou logo após.
Colírio	Líquido que se aplica diretamente sobre o globo ocular, usado para diversos fins.
Emetropização	Processo de desenvolvimento do olho
Estereoacuidade/ Estereopsia	Capacidade de perceber diferenças muito pequenas na profundidade entre objetos com base na disparidade binocular, ou seja, na diferença entre as imagens que cada olho capta.
Estrabismo	Defeito do mecanismo da visão que não permite dirigir simultaneamente para o mesmo ponto os eixos óticos oculares do mesmo indivíduo.

Erros refrativos	Condição em que os raios de luz que entram nos olhos não são focalizados na retina, causando visão embaçada.
Eye-tracking	Processo de detetar e analisar a posição dos olhos de um indivíduo, geralmente, utilizando tecnologia especializada.
Filtros anáglifos	Filtros óticos usados em imagens ou vídeos 3D que permitem mostrar duas imagens diferentes para cada olho, criando a ilusão de profundidade. Funcionam através de óculos com lentes coloridas.
Fixação bifoveal	Capacidade de ambos os olhos de alinhar a imagem na fóvea.
Função binocular	Capacidade de os dois olhos trabalharem em conjunto de maneira coordenada, para formar uma única imagem visual, permitindo uma visão mais precisa e uma perceção de profundidade
Hipermetropia	Erro refrativo que causa dificuldade em ver objetos próximos de forma nítida, sendo que a formação da imagem se dá para além da retina.
Intraocular	No interior do olho.
LogMAR	Escala utilizada para medir a acuidade visual.
Microtropia	Tipo de estrabismo em que ocorre um desalinhamento ocular muito pequeno.
Miopia	Anomalia da refração ocular que resulta em visão desfocada ao longe, uma vez que a imagem de objetos distantes se forma antes da retina, permitindo ver com nitidez apenas o que está próximo.
Ptose Palpebral	Queda da pálpebra superior.

1. Introdução

A saúde visual desempenha um papel crucial no desenvolvimento infantil, afetando significativamente a aprendizagem, a interação social e o bem-estar geral (*Vision and eye screening implementation handbook*, 2024).

Inicialmente, o presente estudo foi concebido com foco exclusivo na miopia. Contudo, após se consultar um oftalmologista cirurgião do Porto, percebeu-se que a miopia é apenas um dos erros refrativos que pode levar à ambliopia. Direcionar o estudo para pacientes com ambliopia oferece várias vantagens, nomeadamente o alcance de um público mais amplo e diversificado, através da exploração de uma condição que se relaciona diretamente com outros problemas visuais. Esta abordagem aumenta o potencial do impacto clínico e científico do estudo, dado que a ambliopia é uma das principais causas de deficiência visual em crianças. Soluções inovadoras podem vir a beneficiar significativamente a prática médica e a adesão ao tratamento. Assim, o foco no público-alvo ambliope enriquece o alcance e a relevância da pesquisa.

A Ambliopia, mais conhecida como “olho preguiçoso”, é uma das condições visuais que mais afetam crianças, destacando-se como a principal causa da perda de visão monocular na infância (Manuais MSD, 2024). A prevalência média de Ambliopia é de cerca de 1,36%, sendo que estudos apontam para 2.66% na Europa (Hu et al., 2022). A ambliopia é uma condição visual, cujas causas e fatores de risco incluem estrabismo e anisometropia, causada por erros refrativos não corrigidos, que resultam na redução da acuidade visual (Manuais MSD, 2024).

Entre as consequências da ambliopia, destacam-se a deficiência na visão binocular, isto é, na capacidade de ambos os olhos funcionarem como uma equipa na formação de imagens (Manuais MSD, 2024), na acuidade visual, no reconhecimento de padrões, e na baixa sensibilidade ao movimento e ao contraste. A Organização Mundial de Saúde (OMS)

reconhece que estes efeitos visuais representam alguns dos principais desafios na saúde ocular infantil (Organização Mundial da Saúde, 2021).

Com o avanço das tecnologias e o crescente uso das mesmas por parte das crianças e jovens, abordagens de reabilitação inovadoras encontram meios para evoluírem rapidamente. O desenvolvimento de um jogo digital específico para a reabilitação de crianças com ambliopia pode constituir uma solução eficaz, acessível e motivadora, especialmente quando complementada pela medicina tradicional.

Ao integrar métodos de tratamento convencionais com a interatividade e o envolvimento lúdico, esta abordagem pode não só aumentar a adesão ao tratamento, mas também potencializar os resultados a longo prazo, promovendo melhorias significativas na qualidade de vida das crianças afetadas pela condição.

1.1 Contexto/Enquadramento/Motivação

A motivação para o desenvolvimento deste trabalho nasce da expectativa da crescente importância que as tecnologias podem vir a desempenhar na reabilitação de condições visuais, particularmente na ambliopia, contribuindo significativamente para a área da saúde ocular pediátrica.

A utilização de abordagens inovadoras, como os jogos digitais, para complementar os tratamentos convencionais, oferece novas possibilidades para melhorar a eficácia da reabilitação de problemas visuais, de uma forma atrativa para as crianças, idade em que esta condição se desenvolve maioritariamente. Esta linha de investigação surge não apenas como uma resposta às lacunas no uso de novas tecnologias no contexto da medicina, mas também como uma forma de contribuir para o bem-estar e a qualidade de vida dos que são diretamente afetados. Segundo estudos do Grupo de Investigação em Doenças Visuais Pediátricas (PEDIG), o tratamento da ambliopia através do uso de óculos dicópticos durante jogos digitais desempenhará um papel cada vez mais relevante no futuro. Por isso, o grupo incentiva a continuidade das investigações nessa área (PEDIG Studies, 2015).

A motivação pessoal também desempenha um papel fundamental neste trabalho. Desde muito jovem, enfrentei uma condição de ambliopia que resultou numa acuidade visual reduzida, com apenas 10% de visão num dos olhos. Ao começar a usar óculos e, posteriormente, a adotar o uso do penso ocular, aliado a sessões de televisão com o objetivo de estimular a visão, observei melhorias significativas na minha acuidade visual, ao longo dos anos. A experiência pessoal de superação da ambliopia, que me permitiu alcançar uma relativamente normal, foi decisiva para despertar o interesse em investigar novas formas de reabilitação visual.

Esta dissertação visa explorar o potencial dos jogos digitais como uma ferramenta terapêutica complementar no tratamento da ambliopia, utilizando os conhecimentos adquiridos durante o curso. Segundo um dos oftalmologistas contactados, embora a utilização de tecnologias na medicina tenha avançado em muitas partes do mundo, em Portugal, ainda existem lacunas entre a tecnologia lúdica e a prática clínica convencional. Há uma oportunidade significativa de ultrapassar esta barreira e promover uma abordagem mais integrada entre a medicina tradicional e as novas ferramentas digitais, que pode vir a beneficiar diretamente as crianças que sofrem de ambliopia.

Acredita-se que, ao integrar soluções inovadoras de reabilitação, será possível otimizar os tratamentos e alcançar resultados ainda mais eficazes, ajudando a prevenir complicações visuais graves no futuro. Para além disso, embora existam tecnologias como o CureSight, que consiste numa plataforma streaming que recorre à técnica azul-vermelho (NovaSight, 2024) e o AlmbyoPlay, que se baseia em jogos dicópticos (AmblyoPlay - Online Vision Therapy For Lazy Eye, 2019), não existe ainda uma opção adaptada especialmente às crianças portuguesas, uma vez que a língua pode desempenhar um fator limitante na faixa etária mais nova. Esta consiste também numa solução mais acessível, na medida em que nenhuma das experiências existentes foi desenvolvida para telemóvel, assim como em termos de custos que seriam bem mais elevados ao proceder à importação destes aparelhos.

Este é ainda um tema de investigação que se alinha diretamente com vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, nomeadamente os ODS 3 e 9 (ODS • Objetivos Desenvolvimento Sustentável • BCSD Portugal, 2022).

O ODS 3 - Saúde de Qualidade, procura garantir vidas saudáveis e promover o bem-estar para todos, em todas as idades. Dentro deste objetivo, o desenvolvimento de um jogo digital para a reabilitação da ambliopia pode contribuir para o subobjetivo 3.8, ao oferecer uma solução inovadora e potencialmente acessível para o tratamento da saúde visual infantil. Embora o objetivo seja conseguir um tratamento que complemente os tradicionais, em alguns locais onde os tratamentos convencionais podem não ser acessíveis devido à falta de recursos ou à escassez de serviços especializados, as tecnologias digitais, como os jogos terapêuticos em dispositivos móveis, podem surgir como uma solução valiosa. Estas alternativas oferecem uma opção mais acessível para a melhoria da saúde ocular, especialmente em regiões onde o acesso a cuidados médicos tradicionais é mais difícil. Claro que, em algumas áreas, onde o acesso a equipamentos tecnológicos pode ser limitado, essa alternativa pode não ser viável. Além disso, funciona como uma ferramenta preventiva e de reabilitação, uma vez que pode auxiliar na redução do agravamento de problemas de visão desde uma idade jovem (ODS • Objetivos Desenvolvimento Sustentável • BCSD Portugal, 2022).

O tópico enquadra-se ainda no ODS 9 – Indústria, Inovação e Infraestruturas – que promove a inovação e o desenvolvimento de tecnologias que beneficiam a sociedade. Especificamente, contribui para o subobjetivo 9.5, ao promover a investigação científica e a

incentivar a inovação tecnológica na área da saúde. O desenvolvimento do jogo digital representa uma abordagem inovadora no campo da reabilitação visual (ODS • Objetivos Desenvolvimento Sustentável • BCSD Portugal, 2022).

Assim, a investigação proposta não só apoia a saúde e o bem-estar das crianças, mas também introduz novas ferramentas e métodos que podem ser utilizados para tratar ambliopia, estimulando o avanço tecnológico e científico nesta área, de um modo inclusivo e sustentável.

1.2 Projeto

Esta dissertação visa o desenvolvimento de um protótipo de jogo digital, com o intuito de este se tornar uma ferramenta complementar de reabilitação para a ambliopia. O objetivo é criar um jogo digital 2D móvel e interativo, utilizando a plataforma Unity, que se baseie na técnica de estimulação visual conhecida como azul-vermelho ou verde-vermelho. Foi esta mesma técnica que veio dar o nome ZuVision ao protótipo, sendo que *Zu* vem da cor azul, o *V* representa o vermelho e dá também início à palavra *Vision*. Durante a atividade, as crianças usam óculos com lentes dessas cores, com o propósito de forçar o olho ambliope a trabalhar de forma mais eficaz. Os gráficos do jogo são projetados de modo a apresentar estímulos diferentes a cada olho (AmblyoPlay - Online Vision Therapy For Lazy Eye, 2019). Através do uso de elementos lúdicos, o jogo visa aumentar a adesão ao tratamento, tornando-o mais envolvente e agradável para as crianças, o que pode ter um impacto positivo nos resultados obtidos a longo prazo. Para além disso, ser criado para telemóvel, traz uma maior flexibilidade quanto à sua utilização, tornando este tratamento mais prático e acessível.

1.3 Problema(s), Hipótese(s) e Objetivos de Investigação

Em Portugal, a reabilitação de crianças com ambliopia ainda é predominantemente realizada por meio de tratamentos tradicionais, como o uso do penso ocular. Embora eficazes, esses métodos podem trazer constrangimentos significativos, sendo difíceis de aplicar de maneira constante devido ao desconforto, à resistência das crianças e à falta de atratividade do tratamento. Além disso, há uma escassez de alternativas terapêuticas inovadoras que integram tecnologias modernas no contexto da medicina pediátrica, o que limita o uso de abordagens mais eficazes e envolventes para a reabilitação visual. (PEDIG Studies, 2015)

Este problema levanta várias questões de investigação, como:

- (1) Quais são os desafios dos tratamentos tradicionais existentes, que justifiquem a introdução de alternativas tecnológicas inovadoras, como os jogos digitais dicópticos, para tratamento de ambliopia?
- (2) Quais são os benefícios e limitações de integrar um jogo digital como ferramenta complementar à medicina tradicional?
- (3) Como garantir a usabilidade de um jogo dicóptico na reabilitação de ambliopia?
- (4) Qual(ais) diretriz(es) devem ser seguidas na criação de um jogo digital para este tipo de tratamento?

A hipótese central desta dissertação centra-se na utilização de um jogo digital dicóptico, ou seja, baseado na técnica azul-vermelho ou verde-vermelho, acreditando que este possa vir a ser uma solução viável e apelativa para melhorar a acuidade visual e a função binocular das crianças com ambliopia.

Nesse contexto, o problema central da dissertação reside em investigar se a introdução de um jogo digital, baseado na técnica de estimulação verde-vermelho ou azul-vermelho, pode representar uma solução viável para complementar os tratamentos tradicionais da ambliopia por anisometropia em crianças.

Para atingir este objetivo principal, apresenta-se uma revisão sistemática da literatura sobre intervenções digitais para problemas visuais em crianças, com ênfase na ambliopia, compilando as intervenções existentes e identificando lacunas e oportunidades de inovação. Procura-se ainda identificar os principais desafios e limitações dos tratamentos tradicionais usados em Portugal e explorar a viabilidade e o potencial do uso de jogos digitais como complemento aos tratamentos tradicionais.

Seguidamente, é apresentado o desenvolvimento de um protótipo de um jogo digital, especificamente voltado para a reabilitação de crianças com ambliopia, baseado na técnica azul-vermelho. A consulta de oftalmologistas e especialistas em reabilitação visual, para garantir que o jogo esteja alinhado com boas práticas clínicas e terapêuticas é fundamental. Assim, numa fase preliminar de desenvolvimento, convidou-se profissionais para participar num *focus groups*. Seguidamente, a solução foi avaliada por um grupo de crianças na faixa etária recomendada por profissionais de saúde no *focus group*, para avaliar a usabilidade e potencial do jogo como ferramenta de reabilitação visual.

Embora este projeto tenha um carácter exploratório, os resultados obtidos poderão servir de base para estudos futuros mais amplos, que poderão testar o jogo durante períodos mais alargados e recolher amostras mais representativas, que demonstrem os efeitos desta tecnologia a longo prazo. Assim, o objetivo principal é desenvolver e avaliar a usabilidade e

potencial inicial do jogo digital como solução viável e acessível para a reabilitação visual pediátrica.

1.4 Metodologias de Investigação

Esta investigação quasi-experimental utiliza uma abordagem de métodos mistos (qualitativos e quantitativos), com o objetivo de explorar o potencial terapêutico de um jogo digital como tratamento complementar na reabilitação da ambliopia. Caracteriza-se por ser uma Design Science Research (DSR), conjugando o conhecimento teórico com o desenvolvimento e validação de um protótipo, que foi desenvolvido com base no Design Centrado no Utilizador (DCU).

Assim sendo, a metodologia de investigação divide-se em várias etapas.

1.4.1 Contacto com Profissionais da Área da Saúde Visual

Numa primeira fase, o contato mais informal com um oftalmologista foi fundamental para estabelecer uma base sólida para esta investigação. Esse diálogo inicial permitiu explorar a viabilidade do estudo e definir os principais objetivos a serem alcançados. Além disso, esse processo contribuiu para o surgimento de ideias mais concretas e alinhadas com as expectativas e necessidades da área de reabilitação visual pediátrica.

1.4.2 Revisão Sistemática da Literatura

Para sustentar a fundamentação teórica desta dissertação, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), seguindo as diretrizes PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Esta abordagem procurou identificar intervenções digitais, com ênfase em jogos dicópticos, aplicadas na reabilitação da ambliopia infantil. Assim, reuniu evidências acerca da definição e surgimento da ambliopia, abordou os tratamentos existentes na atualidade e o surgimento de possíveis inovações tecnológicas com o mesmo fim. Procurou analisar se já foram utilizados jogos digitais dicópticos para a reabilitação de ambliopia, referindo características importantes e desafios enfrentados.

A RSL contemplou as seguintes etapas metodológicas:

- (1) Definição das questões de investigação abordadas no subcapítulo 1.3. deste relatório.
- (2) Pesquisa de artigos e bases de dados em fontes científicas, como a *National Library of Medicine* (National Center for Biotechnology Information, n.d.), *PubMed* (PubMed, n.d.), o *Google Scholar* (Google Académico, n.d.) e a *American Academy of Ophthalmology* (American Academy of Ophthalmology: Protecting Sight. Empowering Lives - American Academy of Ophthalmology, n.d.). A estratégia de pesquisa recorreu a palavras-chave como ambliopia, ambliopia anisométrica, jogos digitais dicópticos, oftalmologia pediátrica, tratamentos oculares infantis e reabilitação visual. Foram ainda usados os seguintes operadores booleanos “ambliopia” AND “jogos digitais”; “jogos dicópticos” AND “reabilitação visual”; “tratamentos visuais” AND “crianças”.
- (3) Pesquisa de websites de hospitais, como a CUF; de jogos dicópticos existentes, como o *AmblyoPlay*, o *CureSight* e o *AmblyGo*; e de manuais relevantes, como o Manual MSD – versão para profissionais de saúde.
- (4) Triagem de artigos e referências a incluir com base nos seguintes critérios de inclusão e exclusão:
 - a. Critérios de inclusão:
 - i. Estudos publicados entre 2000 e 2025;
 - ii. Idiomas: português ou inglês;
 - iii. Artigos científicos, revisões sistemáticas, ensaios clínicos e da autoria de entidades de saúde.
 - iv. Títulos e resumos que vão de encontro às palavras-chave utilizadas durante a pesquisa.
 - v. Estudos focados na reabilitação de ambliopia infantil com recurso a ferramentas digitais ou jogos dicópticos.
 - b. Critérios de exclusão:
 - i. Artigos duplicados;
 - ii. Artigos sem texto completo disponível.
 - iii. Estudos focados em adultos ou sem dados sobre crianças;

Inicialmente, foram identificados 72 artigos. Após a remoção de 17 duplicados, permaneceram 55 artigos para triagem. Com base na leitura dos títulos e resumos, 35 artigos foram excluídos, resultando na leitura integral de 20 artigos. Destes, 6 estudos cumpriram todos os critérios de inclusão e foram incorporados na análise final. Adicionalmente, foram incluídos 2 exemplos de jogos digitais, 3 exemplos de jogos dicópticos e 6 referências provenientes de websites ou manuais médicos.

Este processo está representado no fluxograma PRISMA que se segue.

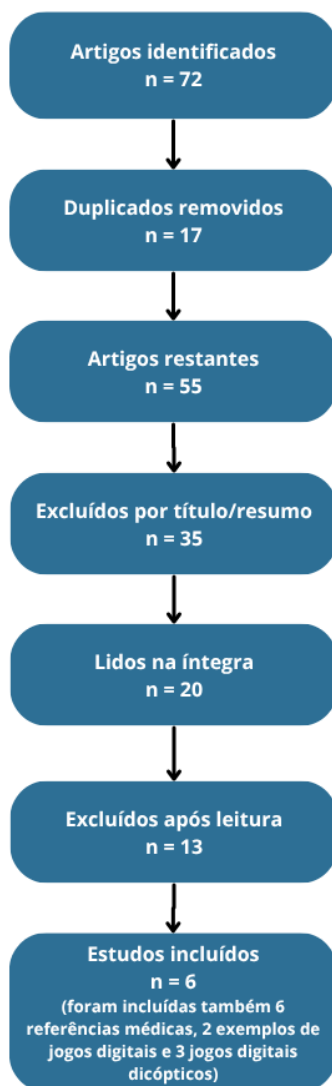


Figura 1. Fluxograma PRISMA com processo de triagem dos artigos

Esta análise contribuiu para uma base sólida para as próximas etapas.

1.4.3 Ideação do Protótipo

A fase de ideação do protótipo envolveu o planeamento detalhado do design do jogo, sendo este fundamentado pelas informações recolhidas sobre as linhas de orientação recomendadas para desenvolver terapias deste tipo. Este processo utilizou as informações obtidas em pesquisas relevantes e o conhecimento compartilhado por profissionais de saúde visual, garantindo que o protótipo atende às exigências terapêuticas e às necessidades dos utilizadores.

1.4.4 Desenvolvimento do Jogo Digital

Em seguida, iniciou-se a implementação prática do design, com o desenvolvimento e a programação do protótipo. Os gráficos são criados utilizando o Adobe Illustrator, enquanto a plataforma Unity é utilizada para a conceção e programação do jogo. Esta fase é crucial para o progresso do estudo, pois materializa a ideia inicial e prepara o jogo para os testes de usabilidade.

1.4.5 Recrutamento de Profissionais de Saúde Visual

Ainda durante o desenvolvimento do jogo, foram contactados profissionais de saúde ocular, com o intuito de agendar um *focus group* de 45-60 minutos.

1.4.6 Focus Group com Profissionais de Saúde Visual

Após a conclusão do protótipo, este foi analisado durante um *focus group* online com dois profissionais de saúde visual: um oftalmologista cirurgião e um oftalmologista pediátrico. Antes da sessão online, o primeiro profissional mencionado teve contacto presencial com o protótipo, tendo-o experimentado com os óculos. Já o segundo oftalmologista participou apenas remotamente, tendo assistido a uma demonstração do funcionamento do jogo. Ambos puderam avaliar a viabilidade do protótipo para o tratamento da ambliopia e atribuir feedback.

1.4.7 Análise de Dados

Os dados provenientes do *focus group* foram indispensáveis para que existisse uma validação profissional e médica do protótipo. Estas informações determinaram a quem se deve destinar o tipo de tratamento e se este é, de facto, uma solução viável que pode vir a complementar a medicina tradicional. Esta análise permite que o recrutamento de participantes fosse efetuado de um modo adequado e que vá de encontro às recomendações

recebidas. Vieram ainda reforçar o valor e potencial futuro do trabalho desenvolvido ao longo da investigação.

1.4.8 Recrutamento de Participantes

O recrutamento de participantes partiu de uma procura ativa por pessoas ou associações interessadas em colaborar com o estudo, com o objetivo de selecionar 20 crianças, independentemente de estas estarem diagnosticadas com ambliopia anisométrica, na faixa etária entre os 2 e os 6 anos. Nesta etapa foi importante obter o consentimento dos pais ou responsáveis legais das crianças, assegurando que todos estão cientes dos objetivos, procedimentos e potenciais benefícios da participação no estudo. É também fundamental respeitar a privacidade dos participantes.

1.4.9 Fase de Testes

Na fase de testes, cada criança participou numa sessão, com duração entre 1 e 5 minutos. Nesta, foram recolhidos dados qualitativos acerca da usabilidade do protótipo, avaliando o primeiro contacto dos pacientes com a terapia, a sua motivação inicial e o potencial desta tecnologia como tratamento para a reabilitação da ambliopia. Antes do teste em si, os cuidadores das crianças foram questionados relativamente à saúde visual das crianças, com o recolher de dados acerca da acuidade visual de cada criança, com base na escala LogMAR.

1.4.10 Análise de Dados

O primeiro contacto das crianças com o protótipo foi analisado com base nas observações feitas durante as sessões, identificando padrões de resposta relacionados à usabilidade do jogo, à motivação, ao envolvimento das crianças, bem como às dificuldades apontadas. Essa análise foi essencial para compreender o *feedback* recebido e avaliar a aceitação desta nova tecnologia no possível processo de tratamento em idades jovens. Estes dados foram analisados com recurso ao *software* Microsoft Excel. Idealmente, no futuro, estes testes seriam realizados com crianças amblíopes anisométricas de uma forma mais prolongada e com acompanhamento médico.

1.4.11 Relatório Final e Discussão

O relatório final foi elaborado de forma contínua ao longo do desenvolvimento da investigação, documentando cada etapa do processo e organizando as informações e dados recolhidos.

Na discussão, os resultados obtidos são analisados e confrontados com as hipóteses iniciais. Além disso, são apresentadas reflexões sobre as implicações dos dados recolhidos para a reabilitação de crianças com ambliopia, bem como sugestões para aprimoramento e direções para pesquisas futuras.

Para garantir a organização e a padronização das referências bibliográficas, foi utilizada a ferramenta digital Zotero, que auxilia na gestão eficiente das fontes de pesquisa (Zotero | Your Personal Research Assistant, n.d.).

1.4.12 Validação Final

Após a conclusão do relatório, foi realizada uma validação final para assegurar que todas as informações e processos descritos atendem aos padrões esperados nos âmbitos médico, ético e científico, garantindo a precisão e a confiabilidade dos dados e conclusões apresentados.

1.4.13 Calendarização

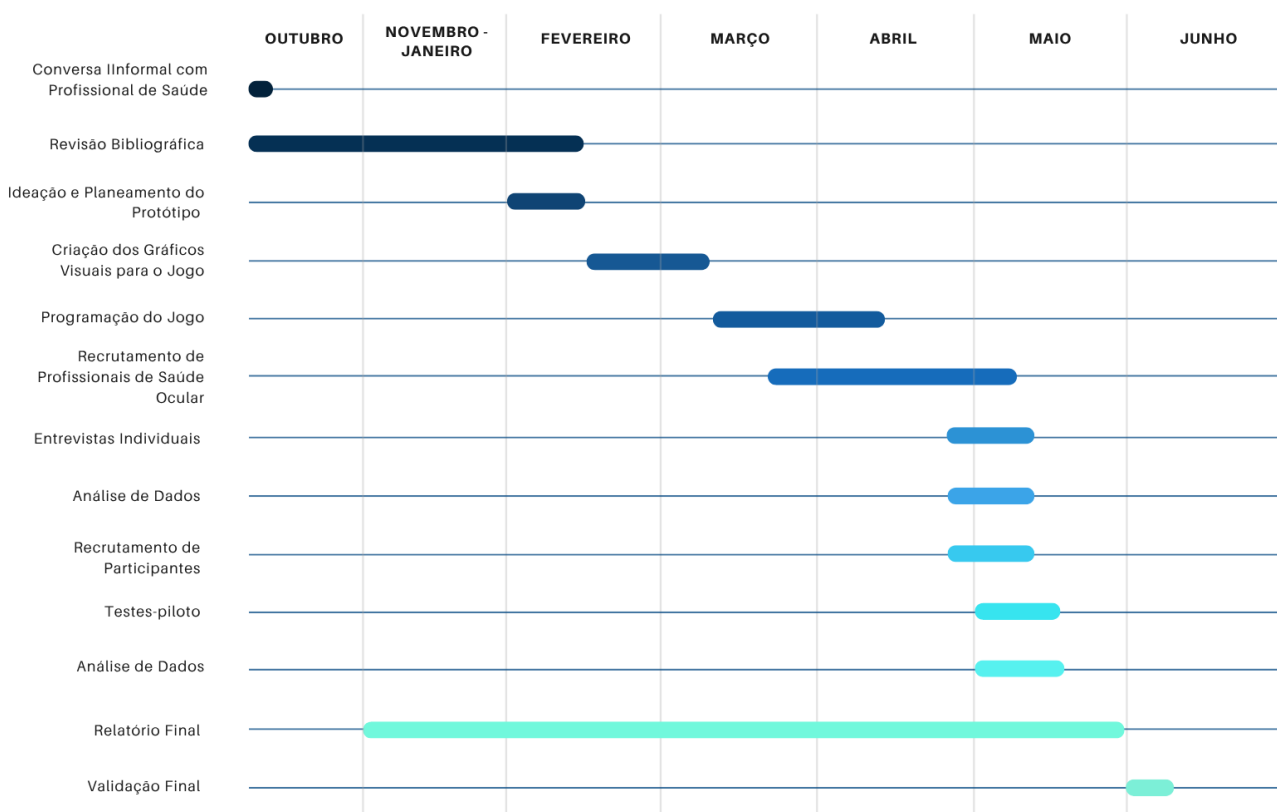


Tabela 1. Tabela de Gantt Planeamento do Trabalho

1.5 Estrutura da Dissertação

Para além da introdução, que apresenta o contexto, a motivação e o enquadramento da presente dissertação, o documento está organizado em diversos capítulos que garantem uma estrutura clara e sequencial.

O capítulo “Revisão Bibliográfica” apresenta uma revisão sistemática da literatura existente sobre o tema, desenvolvida com base em trabalhos de outros autores e instituições, bem como informações relevantes fornecidas por profissionais da saúde visual. Além disso, esta seção identifica os caminhos que devem ser seguidos na investigação, fornecendo um suporte robusto para o estudo.

Em “Caracterização do Problema e Proposta de Intervenção Tecnológica”, o problema é apresentado de forma detalhada, juntamente com a solução proposta. O conceito do jogo digital é introduzido como uma resposta ao problema identificado. São ainda descritas as principais características que o tornam adequado ao contexto terapêutico.

No capítulo “Implementação” são apresentados os detalhes técnicos relacionados ao desenvolvimento do protótipo do jogo digital. Inclui-se o processo de design gráfico (realizado no Adobe Illustrator), a programação do jogo em Unity e as etapas práticas para configurar o ambiente de *focus group* e de testes. Adicionalmente, são descritas as preparações realizadas para a fase experimental, como a configuração das sessões de jogo e a definição das variáveis analisadas. São ainda expostos e analisados os resultados obtidos em ambos os momentos.

O capítulo “Conclusões e Perspetivas Futuras” faz um resumo das principais contribuições do trabalho, avaliando os objetivos alcançados. São discutidas as limitações da investigação e propostas sugestões para estudos futuros, incluindo possíveis melhorias no protótipo, a ampliação do tamanho da amostra e a extensão do período experimental.

As fontes consultadas durante o desenvolvimento do estudo são organizadas e formatadas em “Referências”, com o auxílio da ferramenta Zotero (Zotero | Your Personal Research Assistant, n.d.).

Por fim, nos “Anexos” encontram-se materiais complementares ao estudo, como tecnologias abordadas na revisão bibliográfica, capturas de ecrã do jogo digital, detalhes técnicos relacionados ao desenvolvimento do protótipo, guiões utilizados nas entrevistas, e outros elementos que, embora não essenciais para a compreensão do texto principal, enriquecem e documentam o trabalho

2. Revisão Bibliográfica

Este capítulo visa contextualizar o tema da investigação e evidenciar lacunas existentes no domínio em análise. Aborda-se o impacto da ambliopia na sociedade, os tratamentos atuais e a relevância de explorar intervenções digitais inovadoras, para complementar os tratamentos existentes.

A Tabela 2 resume os estudos referidos ao longo da revisão.

Estudo	Autor	Data	Tipo de Intervenção	Amostra	Resultados / Conclusões Principais	Observações / Limitações
Visual Performance of Children with Amblyopia after 6 Weeks of Home-Based Dichoptic Visual Training	David P. Piñero, Amparo Gil-Casas, Francisco J. Hurtado-Ceña, Ainhoa Molina-Martin	2024	Plataforma Bynocs®	23 crianças de 5 a 15 anos com ambliopia anisométrica (sendo que 2 também tinham microtropia)	Antes, 14 dos 23 participantes (60,9%) tinham visão igual ou pior que 0,20 logMAR; Apenas 5 (21,7%) mantiveram esse nível.	Melhorias mais evidentes entre a 4.ª e a 6.ª semana
Video Game Use in the Treatment of Amblyopia: Weighing the Risks of Addiction	Chaoying S. Xu, Jessica S. Chen, Ron A. Adelman	2015	Jogo Tetris adaptado com óculos 3D	Vários estudos: 163 participantes dos 5 aos 61 anos	76 participantes tiveram melhorias em acuidade visual e função binocular	Eficácia mais notável entre os 18-31 anos
AmblyoPlay	Mariza Fereireiro Martins	2019	Plataforma com jogos dicópticos	Crianças com ambliopia ou estrabismo leve	Acuidade visual melhorada; bons níveis de adesão	Necessidade de supervisão parental; custo elevado
CureSight	NovaSight	2025	Streaming com óculos anáglifos	Crianças dos 4 aos 9 anos	Resultados positivos na função binocular; uso confortável	Contraindicado em casos de epilepsia induzida por luz
How do parents experience patching or dichoptic action video gaming as amblyopia treatment? A qualitative study exploring treatment preferences and information needs to facilitate decision-making	Emily TC Tan, Aveen Kadhum, Marieke AJ Telleman, Annemieke Treur, Janna Bruijning, Sjoukje E Loudon	2023	Estudo qualitativo com encarregados de educação	Pais de crianças com ambliopia	Pais preferem tratamentos flexíveis e eficazes; jogos supervisionados clinicamente são valorizado	Dificuldade de manter a atenção das crianças em sessões longas
A Ambliopia: Um problema de saúde pública.	Augusto Magalhaes	2016	Revisão teórica sobre ambliopia	Não aplicável	Caracteriza a ambliopia como uma disfunção cerebral ligada à supressão de estímulos visuais	Revisão teórica, sem dados empíricos; importante para o enquadramento neurovisual
Ambliopia CUF (n.d.)			Descrição clínica e terapêutica	Não aplicável	Resume os tratamentos mais comuns em Portugal, como oclusão, atropina e cirurgia	Fonte institucional, não científica; útil para contextualização prática
The challenges of amblyopia treatment	Gail D. E. Maconachie, Irene Gottlob	2015	Revisão sistemática de tratamentos	Diversos estudos clínicos	Comparação entre eficácia de oclusão, atropina, aprendizagem perceptual e jogos digitais	Abrangente, mas com dados agregados; foca-se em eficácia e adesão
Manuais MSD	MSD	2024	Síntese clínica de ambliopia	Não aplicável	Descreve prevalência, causas e impacto da ambliopia infantil	Fonte médica de referência; sem metodologia explícita
Evaluation of the Efficacy of a New Dichoptic Digital Platform to Treat the Anisometropic and Isometropic Amblyopia	Md Oliullah Abdal, Faiza Bhombal, Gul J. Nankani, Sonia G. Nankani, Shruti Lad, Aditi Dholam, Richa Kumari, Jinal Mahajan, David P. Piñero	2022	Revisão crítica sobre jogos dicópticos; tratamento dicóptico com a plataforma Bynocs®	161 crianças dos 4 aos 13 anos submetidas a	A acuidade visual do olho não dominante e a função binocular melhoraram significativamente com o tratamento, especialmente em casos de ambliopia isométrica.	Importante para definir indicações clínicas específicas

Tabela 2. Síntese dos Estudos incluídos na Revisão Sistemática da Literatura

2.1 Definição de Ambliopia

A ambliopia é reconhecida como um problema de saúde pública, sendo unanimemente considerada a causa mais frequente de perda de visão monocular entre os 20 e os 70 anos. Apesar de ser uma condição visual que se manifesta em idades muito jovens, tem tendência a prevalecer e a agravar-se com o tempo, especialmente em situações em que não seja realizado um tratamento eficaz e adequado. Uma alteração ocular não corrigida durante o período precoce do desenvolvimento visual pode resultar numa disfunção cerebral que afeta diversas áreas do córtex visual, interferindo em múltiplos aspetos do desenvolvimento global (Magalhães, 2016).

Embora a função visual seja pobre, a estrutura do aparelho visual já está completamente formada à nascença. Por isso, o desenvolvimento da ambliopia dá-se a nível cerebral, dependendo do bom funcionamento dos olhos e dos estímulos que recebem. Esta condição surge quando o cérebro não “reconhece” a imagem menos nítida que é captada e enviada através de um dos olhos, favorecendo o olho dominante e suprimindo as imagens enviadas pelo outro olho, tornando-o amblíope (Ambliopia | CUF, n.d.).

A sua origem está frequentemente associada a fatores como o estrabismo e anisometropia, isto é, erros refrativos não corrigidos, nomeadamente hipermetropia, astigmatismo e, em casos específicos, a miopia. (Magalhães, 2016)

Embora a sua definição se foque na diminuição da acuidade visual, é importante notar que a ambliopia prejudica também outras capacidades da função visual que podem afetar negativamente a vida quotidiana. Alterações, como a diminuição da velocidade de leitura, podem colocar os pacientes em desvantagem no seu percurso académico ou profissional. Para além disso, estes fatores podem vir a contribuir para a diminuição da autoconfiança e autoestima dos pacientes, afetando a sua qualidade de vida. (Magalhães, 2016).

2.2 Tratamentos Tradicionais

No tratamento de ambliopia é importante procurar corrigir a causa (Ambliopia | CUF, n.d.). No entanto, um grande desafio que se enfrenta em algumas situações de reabilitação da visão amblíope consiste na falta aparente de uma razão estrutural que conduza à limitação da visão. Ainda assim, não é garantido que os pacientes alcancem o resultado desejado, mesmo após alguns anos de tratamento (Maconachie & Gottlob, 2015).

O período da infância em que a visão evolui a nível cerebral designa-se por período crítico, que se pode prolongar até aos 8 anos de idade. No entanto, em caso de, por exemplo, cataratas congénitas, o período crítico pode terminar nos primeiros meses de vida. Assim, dependendo das situações, há limites de tempo para além dos quais, mesmo que estas sejam corrigidas, já não se obtêm melhorias de visão (Ambliopia | CUF, n.d.).

No século I d.C. a oclusão do olho dominante foi sugerida como o tratamento padrão para a ambliopia anisométrica e estrábica, com o intuito de melhorar a acuidade visual. Desde então, verificou-se um aumento significativo de estudos controlados e aleatórios, o que contribuiu para o surgimento de novos métodos terapêuticos (Maconachie & Gottlob, 2015).

2.2.1 Oclusão

A oclusão que consiste em utilizar um penso próprio para tapar o olho dominante, ou seja, o olho com melhor visão, durante um determinado período que varia consoante o grau de ambliopia e a idade da criança. Deste modo, é possível estimular de forma mais intensa o olho ambliópe (Ambliopia | CUF, n.d.).

Segundo as diretrizes atuais, baseadas num estudo do PEDIG, em 1998, é aconselhado que, em casos moderados, o penso seja usado por 2 horas diárias e, em casos mais severos, 6 horas. No entanto pode haver divergências na prescrição da quantidade de horas por diferentes profissionais. Considera-se que a melhoria é significativa até 4-6 horas diárias em crianças com menos de 4 anos. Já crianças com mais de 6 anos e casos de ambliopia estrábica requerem 5,5-6 horas, não havendo diferenças estatisticamente significativas em relação a crianças menores (Maconachie & Gottlob, 2015).

Em idades tardias, foi revelado por uma investigação que 50% das crianças entre os 7 e os 12 anos tiveram melhorias significativas com oclusão ou atropina. No entanto, os resultados não foram tão significativos em crianças maiores de 12 anos, apesar de haver indicativos de que estas poderiam beneficiar caso não tivesse havido tratamento prévio (Maconachie & Gottlob, 2015).

Para amplificar os resultados do tratamento, há alguns estudos que incentivam a realização de atividades práticas, como a leitura, durante a oclusão. Embora ainda seja necessário investigar mais profundamente, acredita-se que esta prática pode intensificar o estímulo visual recebido, contribuindo para um maior sucesso (Maconachie & Gottlob, 2015).

Embora esta seja uma técnica eficaz, enfrenta algumas dificuldades face à sua adesão, sendo que muitos pacientes não seguem as horas prescritas. Estudos demonstram que a adesão média é de cerca de metade do tempo recomendado. Alguns dos fatores responsáveis pela falta de adesão são a dúvida acerca dos benefícios do tratamento, por parte dos pais, e o desconforto e resistência das crianças. Numa tentativa de contornar este problema, são recomendados alguns métodos como recompensas e o uso de pensos decorados (Maconachie & Gottlob, 2015).

Outros desafios que estes tratamentos enfrentam são o possível risco de agravamento de estrabismos e a possibilidade de recaída, uma vez que entre 13-24% dos pacientes voltam a

piorar visualmente no primeiro ano após o término do tratamento. É por isso aconselhada por alguns estudos uma redução gradual do tempo de oclusão ao invés de uma interrupção repentina (Maconachie & Gottlob, 2015).

Existem outros métodos de penalização do olho dominante, nomeadamente a prescrição de óculos com um filtro na lente do olho com melhor visão, causando neste uma visão turva e forçando assim o olho ambliope a ver, e a utilização de colírio dilatador da pupila - atropina.

2.2.2 Atropina

A atropina é administrada em forma de gotas oculares, aplicadas no olho dominante, de modo a dilatar a pupila e a paralisar os músculos ciliares, responsáveis pelo ajuste do foco da visão (Maconachie & Gottlob, 2015).

Este tratamento surgiu, essencialmente, como uma alternativa à oclusão, quando esta apresenta uma baixa adesão dos pacientes, causada por desconforto ou impactos sociais negativos, como a estigmatização (Maconachie & Gottlob, 2015).

Um estudo do PEDIG, de 2002, revelou que 2 horas diárias de oclusão obtém os mesmos resultados que o uso de atropina em crianças dos 3 aos 7 anos com ambliopia moderada. Para além disso, referiu que, embora ambos as técnicas apresentem taxas de sucesso semelhantes, a atropina conseguiu uma maior adesão dada a sua praticidade e menor impacto social. (Maconachie & Gottlob, 2015).

Uns estudos posteriores defenderam também que a eficácia do tratamento de atropina é a mesma, independentemente do seu uso ser diário ou em dias alternados. Referiram ainda que, embora esta técnica demonstre melhorias mais rapidamente, o resultado é o mesmo que no uso de oclusão (Maconachie & Gottlob, 2015).

No entanto, é de notar que não houve melhorias significativas em casos de ambliopia severa, pelo que a oclusão se demonstrou mais eficiente nessas situações (Maconachie & Gottlob, 2015).

Mesmo sendo considerado seguro, o tratamento é mais invasivo e apresenta algumas limitações, pois exige maior cuidado e acompanhamento médico, devido ao risco de efeitos colaterais, como desconforto ocular, fotofobia (sensibilidade à luz), visão embaçada de perto no olho tratado e, embora menos comum, alergias ou erupções cutâneas (Maconachie & Gottlob, 2015).

2.2.3 Correção Refrativa

A correção refrativa consiste no uso de óculos graduados, com o objetivo de corrigir erros refrativos, sendo o mais comum a hipermetropia (Ambliopia | CUF, n.d.).

Estudos indicam que a correção refrativa pode resultar em melhorias significativas na acuidade visual, sem necessitar de tratamentos complementares (Maconachie & Gottlob, 2015). Em 2002, Moseley e os restantes investigadores relataram que 13 pacientes com ambliopia anisométrica ou estrábica, participantes do seu estudo, apresentaram melhorias notáveis apenas com correção refrativa (Moseley et al., 2002). Um estudo posterior demonstrou que, de 65 pacientes tratados apenas com óculos, 14 obtiveram uma resolução completa da ambliopia, sem necessitar de outros tratamentos. Em média, o aumento de acuidade visual foi de 0,18 LogMAR, sendo que a maioria dos casos alcançou esse número dentro de 18 semanas após iniciar o uso dos óculos. Em adição, não houve uma diferença significativa nos níveis de recuperação entre os vários tipos de ambliopia (anisométrica, estrábica ou combinada), indicando que esta correção refrativa pode ser eficaz nos diferentes cenários (Maconachie & Gottlob, 2015).

Apesar deste tratamento ser frequentemente recomendado para crianças com ambliopia, existem algumas controvérsias quanto ao impacto desta abordagem na Emetropização, isto é, no processo natural de crescimento e desenvolvimento do olho para alcançar o foco correto (Maconachie & Gottlob, 2015). Investigadores como Ingram demonstraram que a correção refrativa completa, desde os 6 meses de idade, atrasou significativamente o processo de desenvolvimento ocular. Este atraso apresentou uma relação com a adesão ao tratamento, sendo que as crianças que receberam mais correção refrativa obtiveram um maior atraso, do que as que tiveram baixa adesão ou não receberam tratamento.

2.2.4 Filtros de Bangerter

Os filtros de Bangerter., abordados no *focus group*, consistem na aplicação de filtros na lente, com a intenção de dosear a visão, procedendo a um género de oclusão. Estes têm como objetivo igualar a visão de ambos os olhos, alcançando um equilíbrio que conduz ao reforço da visão, impedindo o olho menos saudável de se oprimir face ao olho dominante.

2.2.5 Cirurgia precoce de cataratas congénitas

Quando se verifica a presença de cataratas desde a nascença, a cirurgia precoce de cataratas congénitas torna-se essencial (Ambliopia | CUF, n.d.). Nestes casos, é importante proceder à remoção cirúrgica e ao tratamento da ambliopia, se presente, uma vez que a

presença de cataratas pode impedir o desenvolvimento adequado da visão -(Manuais MSD, 2024).

Através de uma pequena incisão, as cataratas são removidas mediante aspiração. Em muitas crianças, depois dos 6 meses de idade, pode ainda ser feito um implante intraocular de uma lente. É também comum recomendar-se o uso de óculos, lentes, ou ambos, durante o período pós-(Manuais MSD, 2024).

Após a remoção da catarata unilateral, a qualidade de imagem do olho afetado vai ser inferior à do outro olho, se este estiver no seu estado normal. Esse acontecimento pode conduzir ao surgimento da ambliopia, dado que durante a infância o encéfalo suprime a imagem de má qualidade. É, por isso, muito importante realizar um tratamento de ambliopia após a cirurgia, para tentar recuperar a acuidade visual, podendo mesmo assim não alcançar o sucesso. No entanto, quando a visão de crianças que se submeteram a cirurgia de remoção de cataratas bilaterais é semelhante nos dois olhos, a tendência é que a visão se desenvolva com igualdade em ambos. Se as cataratas forem parciais, o olho continua a receber parte do estímulo visual, o que pode contribuir para um maior nível de acuidade visual (Manuais MSD, 2024).

Sendo um tratamento invasivo, há alguns riscos para além do possível desenvolvimento de ambliopia e da regeneração incompleta da visão, nomeadamente infeções, deslocamento da retina ou pressão ocular elevada.

2.2.6 Cirurgia para a correção de ptose palpebral

A ptose palpebral consiste numa disfunção do músculo levantador da pálpebra superior, responsável pela sua elevação. Pode ser uni ou bilateral e, consoante a idade de aparecimento, pode dividir-se em congénita (à nascença), ou adquirida. (Ptose palpebral | CUF, n.d.)

Para além do impacto estético, poderá causar uma restrição do campo visual superior ou até mesmo a oclusão do eixo visual (Ptose palpebral | CUF, n.d.). Ao impedir parte da visão, estes fatores podem contribuir para o desenvolvimento de ambliopia, pelo que é importante realizar a cirurgia (Ambliopia | CUF, n.d.).

Esta pode proceder ao reparo do músculo levantador da pálpebra, à ligação do músculo ao da testa, ou, em casos mais leves, à remoção parcial do músculo de Müller, que possui um papel secundário na elevação da pálpebra, sendo que ao remover-se uma pequena parte, este é tensionado, ajudando a levantar a pálpebra de forma subtil (Ptose palpebral | CUF, n.d.).

Em semelhança à cirurgia anterior, esta intervenção pode trazer alguns riscos, tais como infeções, complicações na cicatrização e alterações no movimento da pálpebra.

2.2.7 Aprendizagem Percetual

O conceito de aprendizagem percetual foi inicialmente definido por Eleanor Gibson, em 1963, como sendo um método de expor os pacientes a tarefas percetuais, utilizando o Cambridge Visual Stimulator (CAM), um sistema que usa imagens em movimento, como grades senoidais de alto contraste em rotação, para estimular o olho ambliope e treinar os pacientes a reconhecerem e processarem esses estímulos. Como na oclusão, o olho não ambliope era impedido de ver durante este processo (Maconachie & Gottlob, 2015). No entanto, constatou-se que os benefícios deste tratamento eram limitados em comparação com a terapia oclusão, sendo que o uso da aprendizagem percetual diminuiu substancialmente (Maconachie & Gottlob, 2015).

Com a evolução tecnológica que se tem vindo a verificar, o uso desta terapia tem regressado, acompanhada por jogos digitais, que têm demonstrado resultados iniciais que indicam melhorias significativas na acuidade visual do olho afetado (Maconachie & Gottlob, 2015).

2.3 Jogos Digitais Dicópticos

Uma adaptação da aprendizagem percetual que envolve a estimulação de ambos os olhos para tratar a ambliopia, veio dar lugar aos jogos digitais dicópticos (Maconachie & Gottlob, 2015). Uma vez que várias pesquisas vieram demonstrar que abordagens binoculares obtêm melhores resultados do que monoculares, o desenvolvimento de jogos dicópticos cresceu com esse objetivo em mente (Xu et al., 2015). Enquanto os tratamentos mais convencionais se focam em melhorar a acuidade visual do olho ambliope, estes jogos são desenhados com o objetivo de equilibrar os estímulos visuais recebidos por cada olho, promovendo a sua fusão. Assim, contribuem para uma melhor visão binocular, que consiste na capacidade de ambos os olhos trabalharem em conjunto, de modo que o cérebro obtenha uma imagem unificada (Piñero et al., 2024).

Este resultado é obtido através da técnica azul-vermelho ou verde-vermelho, recorrendo a filtros anáglifos. Nesta abordagem, os detalhes visuais dos jogos são projetados de modo que cada olho receba estímulos diferentes através do uso de óculos com filtros vermelhos e azuis ou verdes. (AmblyoPlay - Online Vision Therapy For Lazy Eye, 2019).

Idealmente, estímulos de contraste mais baixo são apresentados ao olho saudável, enquanto estímulos de contraste mais alto são apresentados ao olho ambliope, a fim de compensar a função visual reduzida do olho ambliope. Quando a tarefa necessária é concluída com sucesso, o desvio de contraste é reduzido gradualmente até que o contraste das imagens

apresentadas ao olho saudável seja igual ao das imagens apresentadas ao olho amblíope. (AmblyoPlay - Online Vision Therapy For Lazy Eye, 2019).

No entanto, determinar o desvio de contraste ideal pode ser muito difícil, especialmente em crianças mais novas. Isso ocorre porque as crianças podem apresentar dificuldades em manter a atenção ou cooperar durante os testes necessários para ajustar o desvio, além de haver uma grande variabilidade individual nos níveis de supressão e sensibilidade ao contraste entre os pacientes. Além disso, o processo de calibrar o desvio ideal requer avaliações frequentes e ajustes precisos, o que pode necessitar de mais tempo e recursos do que os disponíveis. Por essa razão, muitos sistemas de treino visual não utilizam o desvio de contraste e apresentam imagens diferentes para cada olho, sem ajustar o contraste. Estas devem ser projetadas de modo que as tarefas sejam impossíveis de concluir ao utilizar apenas um olho. Assim, a supressão no cortex visual do olho amblíope é lentamente reduzida e a binocularidade restaurada (AmblyoPlay - Online Vision Therapy For Lazy Eye, 2019).

Estudos anteriores já demonstraram que esta tecnologia é eficaz em melhorar a acuidade visual, visão binocular e sensibilidade ao contraste, uma vez que esta procura reestabelecer o equilíbrio nos dois olhos, essencial para o tratamento desta condição (Piñero et al., 2024).

Por exemplo, um estudo de David P. Piñero e outros autores, que avaliou a adesão e a eficácia de uma plataforma digital para melhorar a acuidade visual e a estereoacuidade em crianças com ambliopia anisométrica, algumas das quais também com microtropia, consistiu em 30 sessões de 30 minutos cada, ao longo de 6 semanas. As alterações mais significativas ocorreram entre a quarta e a sexta semana, especialmente em relação à função binocular. A acuidade visual começou a apresentar sinais de melhoria nas primeiras semanas, mantendo-se mais estável ao longo do restante do tratamento. Quanto à adesão, embora tenha sido alta durante todo o estudo, atingiu o seu máximo nas primeiras semanas (Piñero et al., 2024).

Neste mesmo estudo, foram recrutados participantes que poderiam já ter sido tratados com outras terapias convencionais no passado, desde que estas tivessem sido interrompidas pelos menos 2 semanas antes da participação na investigação. No entanto, alguns pacientes abandonaram os tratamentos anteriores alguns meses antes por não experienciarem mais melhorias. (Piñero et al., 2024).

Há quem acredite que o treino visual dicóptico oferece melhores resultados na redução da supressão no olho amblíope do que a oclusão, mas ainda nenhum estudo demonstrou que esta tecnologia é superior à oclusão relativamente à restauração da acuidade visual. Por outro lado, já demonstraram que, de facto, esta abordagem possui uma maior capacidade de restaurar a função binocular (AmblyoPlay - Online Vision Therapy For Lazy Eye, 2019).

No entanto, é importante destacar que a eficácia dos jogos dicópticos pode variar conforme as características clínicas dos pacientes, os tipos de estímulos utilizados, a duração

do tratamento e a adesão por parte dos pacientes. Se o paciente tiver ambliopia causada por estrabismo, que já esteja num nível superior a microtropia, esta abordagem só terá sucesso se o paciente tiver fixação bifoveal, ou seja, se ambos os olhos tiverem a capacidade de alinhar a imagem na fóvea, o que, muitas das vezes, requer uma intervenção prévia, como uma cirurgia, ou o uso de prismas que ajustem o alinhamento ocular (Abdal et al., 2022).

Alguns estudos sugerem também que o treino visual dicóptico, em casos de ambliopia bilateral, isto é, em que os dois olhos são afetados, pode ser menos eficaz do que em casos unilaterais. (Abdal et al., 2022).

Há ainda investigadores que alertam para o risco potencial de dependência associado aos jogos, embora reconheçam que o fato de serem apelativos também os pode tornar uma boa alternativa, capaz de motivar os pacientes (Xu et al., 2015).

2.3.1 AmblyoPlay

AmblyoPlay é uma tecnologia para computador ou tablet destinada a crianças com ambliopia, um nível leve de estrabismo ou insuficiência de convergência (figuras 20 e 21 nos anexos). O tratamento é realizado através de duas sessões diárias de jogos dicópticos que se dividem por 15 minutos cada (AmblyoPlay - Online Vision Therapy For Lazy Eye, 2019).

Este tratamento surgiu da necessidade de criar uma solução eficaz a nível médico, mas cativante e motivadora para os mais jovens. Deste modo, os pacientes deixam de “fazer” terapia, para passar a “jogá-la” (AmblyoPlay - Online Vision Therapy For Lazy Eye, 2019).

O *AmblyoPlay* requer o uso de óculos de lentes vermelhas e verdes, que podem ser utilizados sobre óculos graduados. Desta forma, é possível fornecer mais estímulos ao olho preguiçoso, mas não descartando o desenvolvimento de uma função binocular ativa e a importância de treinar o cérebro a usar ambos os olhos em simultâneo (AmblyoPlay - Online Vision Therapy For Lazy Eye, 2019).

Uma funcionalidade adicional que caracteriza esta tecnologia é o Estímulo Periférico Ativo (APS), que consiste no aumento de introdução de sinais visuais a surgir de todas as direções do ecrã. Este método que recorre ao movimento, utiliza tanto a visão central quanto a periférica, proporcionando uma experiência de terapia visual abrangente. A visão periférica refere-se à parte da visão que ocorre fora do centro do direto do olhar e que, embora não seja tão nítida, permite detetar movimentos, manter a perceção espacial e realizar tarefas quotidianas como conduzir ou praticar desporto (AmblyoPlay - Online Vision Therapy For Lazy Eye, 2019).

Para se avaliar se há melhorias ao longo do tratamento, é efetuado um controlo semanal do progresso e adaptação às necessidades visuais específicas, sendo que alguns jogos só se tornam possíveis à medida que a visão do paciente melhora. Esta análise, apesar de não servir como elemento de diagnóstico, é feita através da realização de uma breve sequência de testes de acuidade visual. Ao contrário dos jogos, o rastreio de acuidade visual é realizado sem os óculos usados durante os jogos e apenas com a correção refrativa ideal que a criança utiliza. O encarregado de educação deve supervisionar o rastreio, garantindo que é realizado aproximadamente à mesma distância do ecrã de sempre e que a criança não se inclina demasiado para o monitor (AmblyoPlay - Online Vision Therapy For Lazy Eye, 2019).

2.3.2 CureSight

CureSight consiste num sistema projetado para auxiliar no tratamento de visão binocular em crianças ambliopes dos 4 aos 9 anos de idade (figura 22 nos anexos). Esta tecnologia surgiu da necessidade de combater a ambliopia, através de uma terapia binocular que estimula a estereoacuidade. Caracteriza-se pelo seu conforto e pelo potencial para maior adesão, estando relacionado com menos estigmas sociais negativos em comparação com a oclusão (NovaSight, 2024).

O sistema *CureSight* destina-se a pacientes com ambliopia associada a anisometropia e/ou estrabismo leve, sendo que a frequência e duração do tratamento são prescritas por um profissional de saúde ocular apesar de que é exigido um mínimo de 90 minutos durante 5 dias da semana (NovaSight, 2024).

O tratamento é realizado enquanto a criança assiste a um conteúdo *streaming* à sua escolha, enquanto utiliza óculos de lentes com filtro vermelho-azul. A lente vermelha é colocada em frente ao olho dominante, enquanto a azul em frente ao olho ambliope. O sistema possui a capacidade de rastrear o movimento dos olhos durante o tratamento e, com base nesses dados, ajusta dinamicamente o conteúdo visual a adapta a imagem que alcança cada olho, de modo que o olho dominante receba uma imagem, mas desfocada e o olho ambliope uma imagem nítida e clara. Esta manipulação visual promove a acuidade visual e a estereoacuidade (NovaSight, 2024).

Para além disso, o tratamento é acompanhado por um Centro de Monitorização, que avalia a adesão ao tratamento, assim como o progresso de cada paciente, através de um portal web. Este fornece relatórios detalhados em tempo real para os profissionais de saúde responsáveis pelo tratamento (NovaSight, 2024).

Apesar dos seus benefícios, este tratamento não é indicado para crianças com epilepsia induzida por luz (NovaSight, 2024).

2.3.3 AmblyGo

À semelhança do *AmblyoPlay*, *AmblyGo* consiste num software, desenvolvido pela *Bynocs*, baseado em jogos digitais e na terapia dicóptica, sendo que ambos os olhos recebem estímulos visuais diferentes (Bynocs, 2023).

Inicialmente, os pais devem registar a criança num teste de elegibilidade online, preenchendo um formulário disponível no site oficial da Bynocs. Caso a criança seja elegível, é agendada uma consulta na clínica mais próxima, onde será realizada uma avaliação ocular completa e o planeamento do tratamento (Bynocs, 2023).

O objetivo é que as sessões de tratamento sejam realizadas com a supervisão de um profissional de saúde visual, de modo presencial ou online, recorrendo ao *Zoom* (Bynocs, 2023).

Recomenda-se que sejam efetuadas 5 sessões de 30 a 40 minutos, pelo menos 5 vezes por semana. Geralmente, começam a surgir sinais de melhoria após 6-8 semanas (Bynocs, 2023).

A cada 10 sessões, deve ser feita uma reavaliação da visão da criança (Bynocs, 2023).

2.4 Referências de Jogos Digitais

2.4.1 Run Bun Bun Run

Um jogo móvel e para computador que serviu de inspiração para o desenvolvimento do protótipo é o *Run Bun Bun Run* (figura 23 nos anexos). Este jogo 2D de plataformas, desafia o jogador a deslocar-se para a esquerda ou direita, consoante a posição das plataformas, à medida que estas vão surgindo, fazendo com que a personagem vá subindo pelo cenário. As plataformas vão caindo cada vez mais rápido à medida que a personagem avança, também com maior velocidade. (Run Bun Bun Run | GX.games, n.d.)

O jogo apresenta uma mecânica simples, sendo que o jogador apenas necessita de carregar na parte esquerda ou direita do ecrã ao longo do jogo. Apesar da estrutura simples, esta é uma experiência que cativa através da contínua alteração de cenários, sendo que a personagem inicia o jogo no subsolo, segue para terra, o céu, entre outros. Para além disso, a crescente dificuldade faz com que os jogadores se mantenham interessados no jogo. (Run Bun Bun Run | GX.games, n.d.)

Um aspeto que caracteriza este jogo é a ausência de checkpoints, ou seja, sempre que o jogador cai, regressa ao início do jogo. Esta é também uma forma de adicionar valor aos recordes atingidos. (Run Bun Bun Run | GX.games, n.d.)

2.4.2 Tetris

Um estudo de Chaoying S. Xu (2015), em colaboração com outros autores, recolheu dados de várias investigações que usaram o jogo *Tetris* (figura 24 no anexos) para avaliar a sua usabilidade no tratamento de ambliopia (Xu et al., 2015). Para garantir que o jogo desempenhava uma função terapêutica, foi apresentada uma imagem diferente a cada olho. As imagens eram apresentadas num monitor, enquanto os participantes utilizavam óculos 3D. Assim, as imagens com alto contraste eram visualizadas pelo olho ambliope e, com um contraste mais baixo, pelo olho saudável. Deste modo, ambos os olhos necessitam de trabalhar em conjunto para vencer o jogo. Para além disso, os níveis de contraste do jogo podiam ser modificados de acordo com a gravidade da condição visual de cada paciente (Xu et al., 2015).

Os resultados desta investigação foram positivos, demonstrando uma melhoria significativa da acuidade visual e da função binocular em muitos pacientes, quando utilizada em colaboração com as terapias tradicionais. Recorrendo à escala LogMAR verificou-se que, num total de 101 participantes nos estudos analisados, cerca de 76 verificaram melhorias. A média da melhoria na acuidade visual foi de aproximadamente 0,22. Os pacientes que participaram encontram-se numa faixa etária dos 13 aos 62 anos, sendo que a idade predominante está nos 18 aos 31 anos (Xu et al., 2015).

2.5 Visão dos Encarregados de Educação

Segundo um estudo de Emily Tan e outros investigadores, que analisou o *feedback* dos pais de crianças submetidas a tratamentos com oclusão ou sessões de jogo em ambientes controlados, concluiu-se que o principal fator valorizado pelos pais é a eficácia da abordagem. Caso ambas apresentassem a mesma eficácia, a escolha seria baseada na opção mais vantajosa em termos organizacionais. (Tan et al., 2023).

Um dos grandes desafios relatados pelos pais em ambos os tratamentos foi a falta de compreensão, especialmente por parte das crianças mais novas, de que a ambliopia é uma condição que necessita de cuidados médicos, uma vez que não se sentiam afetadas no seu dia a dia. Esse desconforto, muitas vezes, gerava uma sensação de compaixão por parte dos pais, que, embora cientes da importância de manter os tratamentos, enfrentavam essa dificuldade. Além disso, os pais sentiram a necessidade de criar uma rotina, a qual, se ajustada ou interrompida, dificultava a continuidade de qualquer uma das abordagens (Tan et al., 2023).

No entanto, enquanto as sessões de jogos acompanhadas por um profissional de saúde exigiam certos cuidados logísticos, a oclusão ofereceu maior liberdade e flexibilidade, permitindo a adaptação do uso do tampão conforme fosse mais conveniente e ajustado à vida familiar. Por essa razão, alguns pais de crianças que fizeram o tratamento com oclusão afirmaram que, caso os jogos pudessem ser realizados em casa, considerariam essa opção. Em contrapartida, os pais das crianças que participaram das sessões de jogo sentiram alívio por haver supervisão médica durante as sessões (Tan et al., 2023).

Em adição, as crianças gostaram dos diferentes designs e padrões coloridos dos tampões, o que as motivava. Os pais relataram que colocar e retirar o tampão era relativamente fácil, e as crianças podiam fazê-lo sozinhas, o que aumentava sua independência (Tan et al., 2023).

Em ambos os grupos, foram utilizadas recompensas, como presentes e doces, para manter as crianças motivadas (Tan et al., 2023).

O grupo que se submeteu à oclusão relatou desconforto, como irritação na pele, dificuldade ao piscar e problemas em dias quentes, mesmo tentando utilizar diferentes tipos de pensos. Algumas crianças tiveram dificuldades para ler enquanto usavam o penso, o que exigiu ajustes durante o dia escolar. Uma criança chegou a apresentar um agravamento do desalinhamento ocular, o que a obrigou a realizar uma cirurgia para corrigir o estrabismo. Por outro lado, os pais relataram que as sessões de jogo de 1 hora eram muito longas e, com o tempo, tornou-se mais difícil manter as crianças interessadas e atentas (Tan et al., 2023).

Por fim, concluiu-se que muitos pais sentiam que não possuíam informações suficientes sobre o papel do erro refrativo no tratamento da ambliopia, chegando a pensar que o uso de óculos já não seria necessário. Contudo, consideram que a escolha do tratamento deve ser feita em colaboração com um profissional de saúde, levando em consideração as características individuais de cada paciente (Tan et al., 2023).

3. Caracterização do Problema e Proposta de Intervenção Tecnológica

3.1. Apresentação do Problema a Resolver

A ambliopia, também conhecida por “olho preguiçoso”, consiste numa condição neurológica funcional que afeta a acuidade visual e a função binocular de quem a possui.

Esta é uma condição que surge em idades muito jovens e que, se não receber o tratamento adequado, pode mesmo causar a perda de visão total de um dos olhos e até mesmo resultar numa disfunção cerebral que pode influenciar vários domínios do desenvolvimento global. (Magalhães, 2016)

A ambliopia surge quando o cérebro não reconhece a imagem recebida de um dos olhos devido à sua falta de nitidez, acabando por suprimi-la. Este fenómeno contribui para um maior favorecimento do olho dominante face ao olho ambliope. (Ambliopia | CUF, n.d.)

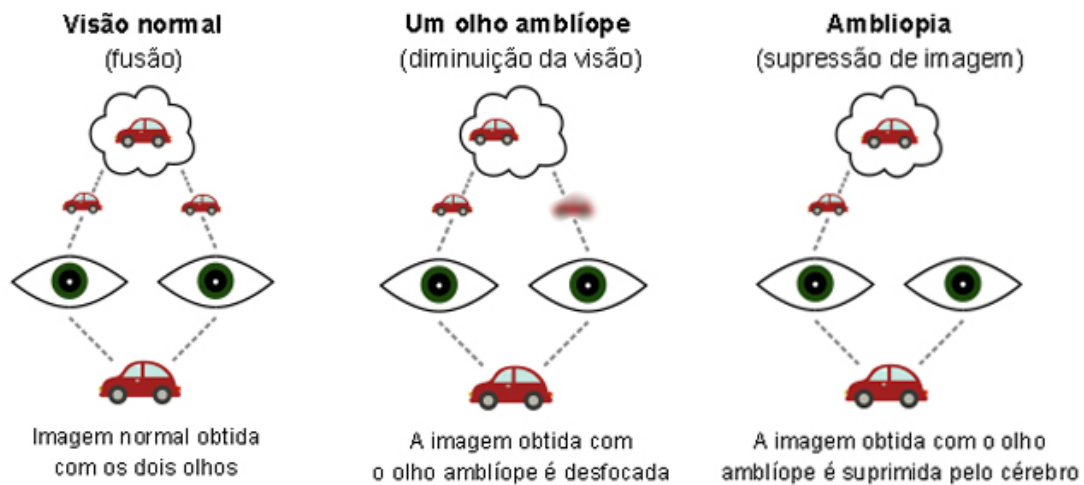


Figura 2 - Funcionamento da ambliopia (Monteiro Pereira, M. n.d.).

Esta condição é reconhecida como um problema de saúde pública (Magalhães, 2016) e é considerada a principal razão da perda de visão monocular nas crianças (Hu et al., 2022). Com uma prevalência global de cerca de 1.36%, como demonstra a imagem x (Hu et al., 2022), a ambliopia é reconhecida pela Organização Mundial de Saúde como um dos principais desafios na saúde ocular (Organização Mundial da Saúde, 2021).

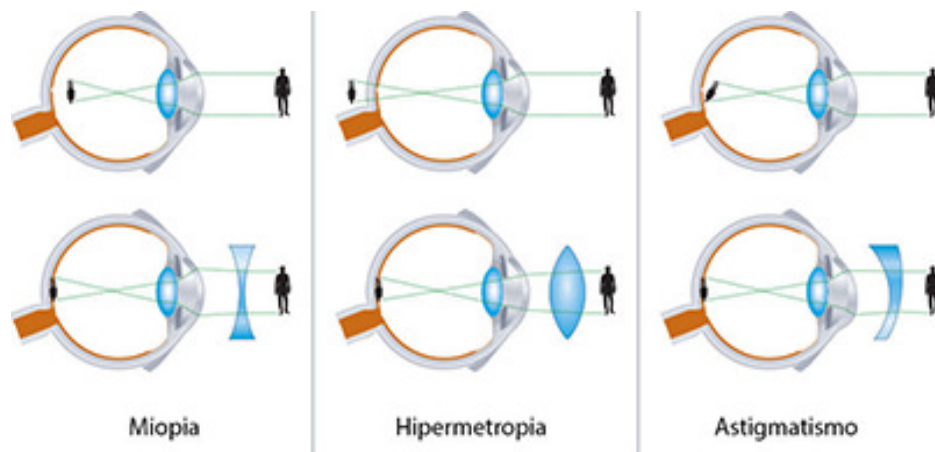


Figura 3. Funcionamento do olho com erros refrativos, seguida da comparação do que acontece quando estes são corrigidos por refração, atingindo a visão “normal” (Oftalmologia—Miopia, hipermetropia, astigmatismo e presbiopia, n.d.)

A ambliopia tem como fatores de risco o estrabismo e a anisometropia, isto é, erros refrativos não corrigidos, nomeadamente astigmatismo, hipermetropia e miopia. (Hu et al., 2022). São estes segundos casos que esta investigação aborda, dado que já há estudos que comprovam que os efeitos do tipo de tratamento a desenvolver na dissertação não são os mais positivos, em casos de estrabismo que já ultrapassem a microtropia (Abdal et al., 2022).

A revisão bibliográfica deste estudo, assim como os participantes do *focus group* realizado no âmbito desta dissertação, revelam que, em Portugal, os principais tratamentos utilizados na reabilitação de ambliopia são a refração, que consiste no uso de óculos; na oclusão, isto é, no uso de um penso que cobre o olho dominante do paciente; a atropina, que consiste na aplicação de umas gotas que surgem como alternativa à oclusão e cujo objetivo é paralisar músculos pertencentes ao olho dominante; e, por fim, os filtros de Bangerter, que permitem igualar o nível de visão dos dois olhos, com recurso a filtros.

Apesar destas técnicas serem eficientes, possuem ainda algumas limitações.

Por exemplo, no caso da oclusão, há uma certa tendência para os pais das crianças demonstrarem alguma reticência face ao uso do tratamento por receio que o seu uso possa trazer alguns constrangimentos para os filhos. Já as crianças, especialmente em idades mais avançadas, demonstram alguma resistência e desconforto relacionado com a aplicação do penso (Maconachie & Gottlob, 2015). Para além disso, apesar de contribuir para a reabilitação da acuidade visual, não contribui para o desenvolvimento da função binocular, ou seja, da capacidade de fundir a imagem que é captada por ambos os olhos, numa só (Xu et al., 2015). Já a atropina, de acordo com os especialistas presentes no *focus group*, é um pouco mais invasiva e não possibilita tanto controlo face à duração do tratamento.

Uma outra técnica de reabilitação de ambliopia é a aprendizagem perceptual que consiste na exposição dos pacientes a tarefas e estímulos visuais que desafiem o olho ambliope a desenvolver o reconhecimento de padrões e a sensibilidade ao movimento e ao contraste (Maconachie & Gottlob, 2015). É exatamente a partir deste método, combinado com a evolução tecnológica, que vai surgir o produto desta investigação.

Com base nos tratamentos tradicionais atuais, percebeu-se a necessidade de existir algum tipo de reabilitação que fosse mais atraente para os pacientes jovens e que, para além de desenvolver melhorias na acuidade visual, também contribuísse para o reforço da função binocular.

3.2. Solução Proposta – ZuVision

Mantendo a aprendizagem perceptual em vista, e combinando-a com o mundo tecnológico, deu-se vida aos jogos digitais dicópticos, um tratamento com uma vertente lúdica muito característica que desafia os pacientes a estimularem a sua visão, reforçando a função binocular (Xu et al., 2015).

Este fenómeno é alcançado através do uso da técnica azul-vermelha ou verde-vermelha, utilizando óculos com filtros que permitem diferenciar os estímulos visuais recebidos por cada olho. Isto permite que haja um maior controlo sobre a experiência, que pode e deve ser adaptada a cada paciente de forma individualizada. Assim, trabalha-se o olho menos saudável, mas não se descarta o olho dominante, procurando manter o equilíbrio, como confirmado no *focus group* realizado.

O principal objetivo desta dissertação passa precisamente pelo desenvolvimento do ZuVision, um protótipo de jogo digital dicóptico para telemóvel, que pretende surgir como um complemento aos tratamentos tradicionais.

Para a elaboração de um protótipo eficaz, foi adotada uma abordagem metodológica híbrida, baseada tanto na Design Science Research (DSR) como no Design Centrado no Utilizador (DCU). Esta abordagem refletiu-se na realização de uma revisão sistemática da literatura, aliada ao desenvolvimento de um protótipo e à sua validação posterior, através da recolha de dados qualitativos e quantitativos obtidos num *focus group* com profissionais de saúde e em testes de usabilidade com utilizadores da faixa etária recomendada.

Com o intuito de organizar um *focus group*, foram formalmente convidados cinco oftalmologistas. No entanto, dadas as agendas preenchidas dos profissionais de saúde, apenas dois conseguiram estar presentes. Após a elaboração do guião de perguntas a abordar, foi agendada uma reunião via *Zoom* com ambos os participantes. Ainda antes da data marcada, um dos especialistas teve a oportunidade de experimentar o protótipo presencialmente, tendo manifestado grande satisfação com o resultado e destacado o seu potencial de desenvolvimento. Este *focus group* revelou-se valioso na recolha de informações não só relativamente ao protótipo, mas também no que diz respeito à resposta atualmente oferecida no tratamento da ambliopia.

Uma vez que atualmente, de acordo com os participantes do *focus group*, se procura que os casos de ambliopia sejam tratados precocemente, evitando o seu desenvolvimento, este tipo de experiência é especialmente indicado para as crianças dos 2 aos 6 anos, sendo que, atualmente, em grande parte dos casos, o tratamento é realizado logo em idades muito jovens impedindo o desenvolvimento da ambliopia. Os jogos desta tipologia podem ser úteis como complemento ao uso de óculos e à oclusão. Embora sejam idealmente utilizados em idades jovens, este tipo de tecnologia pode ser muito benéfico em casos de crianças mais velhas que,

geralmente, demonstram uma maior resistência ao uso do penso, podendo acabar por substituí-lo, mesmo que o cenário preferencial seja que este tratamento surja como um complemento e não como um substituto. Pode ainda ser vantajoso utilizá-lo para reforçar o tratamento de correção refrativa em situações em que não haja necessidade de utilizar a oclusão. Assim, aplica-se uma técnica adicional na reabilitação, mas que não põe em causa a função binocular da criança.

Apesar de já existirem algumas soluções semelhantes, como o AmblyoPlay - jogos dicópticos para computador e tablet - e o CureSight - plataforma de *streaming* que recorre à técnica azul-vermelho e a um equipamento próprio que contém um sistema de *eye-tracking* em tempo-real - não há ainda nenhuma solução adaptada especialmente para as crianças portuguesas, nem nenhuma tecnologia que seja acessível a partir de um telemóvel, algo que, segundo o oftalmologista pediátrico que participou no *focus group*, é um fator indispensável para garantir que, de facto, haja adesão ao tratamento.

Com base no protótipo finalizado e respetivo *feedback*, foram definidas diretrizes a seguir na criação de um jogo digital dicóptico completo e preparado para a sua aplicabilidade no tratamento da ambliopia anisométrica infantil.

3.2.1 Tutorial base para o Protótipo

Após uma pesquisa aprofundada de materiais de apoio para o desenvolvimento do protótipo, destacou-se um vídeo encontrado na plataforma Youtube. O vídeo “Build A Complete Android Game Today - Unity Android Tutorial 2023” do canal *Chager Games* (figura 25 nos anexos), apresenta um breve tutorial acerca de como criar um jogo móvel 2D em Unity (Charger Games, 2023).

A experiência baseia-se numa personagem que se desloca para as suas laterais, com o intuito de se esquivar de umas caixas que vão caindo no cenário.

Este foi escolhido como inspiração para a base do protótipo, uma vez que consiste numa experiência com gráficos e uma mecânica simples, que se caracteriza pelo movimento e pela importância de observar os elementos visuais que vão surgindo no jogo. Uma vez que o foco principal do protótipo deve ser a sua componente terapêutica e, não havendo inicialmente um público-alvo muito detalhado, é importante que o jogo seja desenvolvido tendo em mente que este pode vir a ser indicado para uma faixa etária muito jovem, não devendo, por isso, apresentar uma complexidade exagerada. Assim sendo, ao invés da personagem se puder mover livremente como se sucede no vídeo, serão definidas três colunas, fazendo com que o jogador apenas necessite de carregar naquela para onde se quer deslocar. Para além disso, também a velocidade e a quantidade de caixas que surgem podem ser adaptadas, de modo que o nível de dificuldade do jogo não seja elevado. No entanto, se na visão dos profissionais de

saúde esta terapia for indicada para idades mais avançadas, o jogo pode facilmente ser ajustado aumentando a sua dificuldade, modificando valores como, por exemplo, a velocidade.

Porém, é importante notar que embora este vídeo seja um contributo importante para a base do desenvolvimento do protótipo, os elementos gráficos serão de autoria própria e serão efetuadas as adaptações necessárias, tanto a nível das cores de elementos visuais, para que se adequem à técnica vermelho-azul, como das mecânicas e funcionalidades.

3.2.2 Ferramentas Tecnológicas

Para os gráficos a utilizar no jogo decidiu adotar-se o Adobe Illustrator, *software* de design vetorial que permite a criação de elementos visuais com boa qualidade, recorrendo às mais variadas ferramentas criativas.

Para o desenvolvimento do jogo escolheu-se a ferramenta Unity, plataforma tecnológica que permite a criação de experiências para suportes diversificados, nomeadamente computador, telemóvel, óculos de realidade virtual, entre outros. Esta é uma plataforma com compatibilidade com os mais diversos *softwares* e *hardwares*, pelo que tem vindo a ser bastante adotada no mundo dos jogos. É ainda uma plataforma atual lecionada em cursos da área, como é o caso do Mestrado em Multimédia. Fornece ainda suporte técnico e tem disponíveis muitos recursos úteis, como o Unity Learn, e uma presença em comunidade muito forte, com fóruns e tutoriais disponíveis em tempo real do Unity | 3D, 2D, engine VR e AR, n.d.).

3.3. Resumo e Conclusões

O desenvolvimento anormal do córtex visual no cérebro dá lugar a uma condição neurológica funcional da visão, denominada por ambliopia.

Prevalente na infância, surge a partir do estrabismo ou de erros refrativos não corrigidos (Hu et al., 2022).

Apesar de existirem, atualmente, diversos tratamentos tradicionais eficientes, como a correção refrativa e a oclusão, estas técnicas apresentam ainda alguns desafios e limitações, especialmente no que toca à adesão e eficácia no estímulo da função binocular (Maconachie & Gottlob, 2015; Xu et al., 2015).

Com base na revisão bibliográfica e nas evidências recolhidas através de um *focus group* com dois oftalmologistas, tendo um deles a especialidade em pediatria, constatou-se que existe oportunidade de trazer inovação, tecnologia e interatividade ao tratamento da ambliopia anisométrica.

ZuVision - Protótipo de Jogo Digital Dicóptico para Auxiliar a Reabilitação de Crianças com Ambliopia Anisométrica

A proposta apresentada nesta dissertação assenta no desenvolvimento de um jogo digital dicóptico, baseado na aprendizagem perceptual e na técnica azul-vermelho, que tem como objetivo estimular especialmente o olho amblíope de uma forma lúdica e controlada.

Ao criar um protótipo de um jogo móvel e adaptado para crianças, a solução proposta quebra barreiras práticas e emocionais associadas aos tratamentos tradicionais.

4. Implementação

4.1. Diretrizes de Criação de Jogos Dicópticos

Com base na revisão sistemática, foram recolhidos alguns fatores importantes, que constituem diretrizes indispensáveis, para a criação de um jogo digital que possa ser não só acessível, mas também eficaz. Foram precisamente estes aspetos que foram tidos em conta no desenvolvimento do ZuVision. Estas mesmas diretrizes foram ainda reforçadas no *focus group* realizado com os profissionais de saúde visual.

É importante que os tratamentos de ambliopia procurem curar a causa e de forma precoce (Ambliopia | CUF, n.d.). Por vezes, apenas ao corrigir a visão com o uso de correção refrativa, ou seja, corrigindo e reforçando a visão, que constitui a base da saúde visual, é alcançado um resultado positivo, mesmo sem ser necessário recorrer, por exemplo à oclusão (Maconachie & Gottlob, 2015; Focus Group, 2025).

Qualquer tratamento, deve ser utilizado de forma equilibrada. A oclusão, por exemplo, não deve ser utilizada em excesso porque poderá limitar em demasia a função binocular, o que pode conduzir a um agravamento da visão e até levar ao estrabismo (Maconachie & Gottlob, 2015). A mesma lógica deve ser aplicada aos jogos digitais dicópticos, no que concerne ao tempo passado em frente ao ecrã.

É recomendado que os tratamentos apresentem algo que motive as crianças a aderirem e a sentirem-se motivadas, de modo a colmatar possíveis desconfortos. Caso contrário, é provável que os pacientes optem por não aderir aos tratamentos, agravando a sua saúde (Maconachie & Gottlob, 2015). No caso dos jogos, tal também se manifesta. Se estes não forem interessantes e apelativos na visão das crianças, não despertarão o interesse por parte das mesmas, fazendo com que estas abandonem o tratamento. Sendo assim, um aspeto a destacar ao desenvolver um jogo completo com o protótipo como base, consiste na inclusão de diversos mini-jogos das mais diversas tipologias, dinâmicas e dificuldades para que assim,

independentemente dos gostos e capacidade de jogo de cada criança, este se possa adaptar a cada um individualmente.

De acordo com o *focus group*, os estímulos visuais dos jogos comuns, como o movimento, as cores e os limites, já desempenham um papel importante na estimulação visual. Os jogos digitais dicópticos possuem ainda uma vertente adicional, na medida em que utilizam estímulos visuais adaptados para serem recebidos de forma diferente por cada olho, garantindo que o que cada um destes capta contribui para a formação de uma imagem única. Este método incentiva o reforço visual do olho ambliope, não descartando o olho dominante (Piñero et al., 2024). O uso destes estímulos visuais contribuiu ainda para a estimulação da função binocular, abordagem que, de acordo com alguns estudos, desempenha resultados melhores do que os tratamentos monoculares, como a oclusão (Xu et al., 2015). Esta técnica é conseguida através do uso de filtros verdes e vermelhos ou azuis e vermelhos (AmblyoPlay - Online Vision Therapy For Lazy Eye, 2019).

Idealmente, os estímulos de contraste inferior devem ser apresentados ao olho saudável, por trás do filtro azul, enquanto os de alto contraste devem ser apresentados ao olho ambliope (AmblyoPlay - Online Vision Therapy For Lazy Eye, 2019). É também importante, que este contraste possa ser ajustado consoante as necessidades do paciente ao longo do tratamento. Uma outra característica de interesse que é visível no *CureSight*, é o sistema de *eye-tracking*, que, de acordo com o olhar e visão da criança, vai suprimindo mais ou menos a imagem apresentada.

Por fim, é relevante avaliar o tipo de equipamento necessário para o decorrer do tratamento. De modo a garantir que este seja prático e acessível, deve garantir-se que apenas sejam necessárias tecnologias como, por exemplo, telemóveis. Isto não só aumenta o alcance do tratamento, como o torna mais facilmente adaptado ao dia-a-dia dos pacientes.

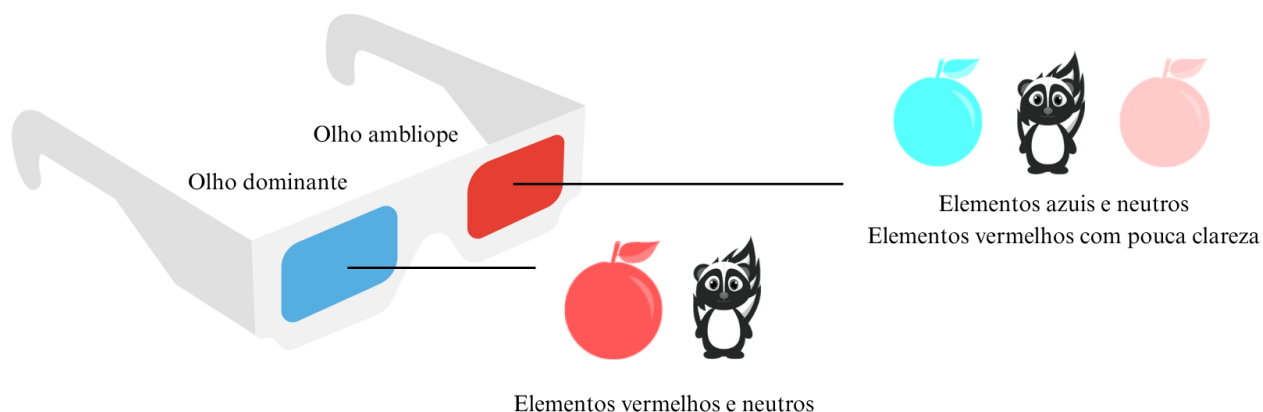
4.2. Desenvolvimento do Protótipo

ZuVision, que surge da combinação entre (a)zul(l), v(ermelho) e vision, é um protótipo 2D móvel, criado na plataforma Unity, baseado na técnica de estimulação visual dicóptica com óculos azul-vermelho.

Inicialmente, recorreu-se ao tutorial “Build A Complete Android Game Today - Unity Android Tutorial 2023” do canal *Chager Games* (Charger Games, 2023), como fonte de inspiração para desenvolver mecânicas simples para o protótipo. Posteriormente, foram criados gráficos visuais próprios, em Adobe Illustrator.

Durante a utilização do jogo, cada olho é exposto a estímulos visuais diferentes. Os elementos azuis são visíveis apenas pelo olho posicionado atrás da lente vermelha, enquanto

os elementos vermelhos são visíveis por ambos os olhos, embora com maior clareza no olho com a lente azul. Esta abordagem visa estimular o olho ambliope de forma ativa, sem excluir completamente o olho com melhor visão, promovendo assim melhorias na acuidade visual e na cooperação binocular. Os restantes elementos visuais foram desenvolvidos em tons de branco, preto ou cinzento para que, ao utilizar os óculos, esses visuais não sejam afetados.



Se o olho ambliope da criança for o direito, dada a natureza dos óculos, é possível rodar as hastes 180° graus, de modo a que se mantenha a lente vermelha no olho menos saudável.

Figura 4. Funcionamento do protótipo

Após carregar no botão "Play", começam a cair frutas vermelhas e azuis. Ao contrário do que acontece no vídeo tutorial, o objetivo é que a personagem, uma doninha, as apanhe, movendo-se entre as três posições definidas no chão. Para movimentar a personagem, basta tocar em qualquer ponto do ecrã dentro de cada coluna imaginária vertical correspondente às posições esquerda, centro e direita. Cada fruta apanhada vale um ponto. Caso uma fruta não seja apanhada, o jogo reinicia e a pontuação regressa a zero. A velocidade de queda das frutas, o intervalo entre cada uma e a velocidade da personagem são facilmente ajustáveis na plataforma Unity, sendo que no tutorial apenas a diferença de tempo entre a queda das frutas estava disponível. O ideal é que no futuro, estas configurações possam ser ajustadas na própria interface. O jogo completo incluirá também instruções visuais através de um tutorial simples, adaptado à faixa etária recomendada, sem exigir que a criança saiba ler, e será composto por uma coleção extensa de mini-jogos diversificados.

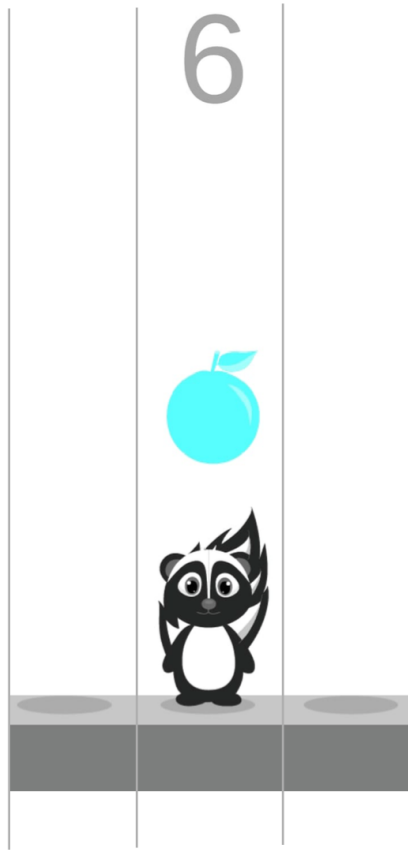


Figura 5. Protótipo com colunas verticais imaginárias

4.3. Validação do Protótipo – Focus Group

Com o propósito de recolher perspetivas clínicas e técnicas que contribuíssem para a validação do protótipo, identificando pontos fortes, aspetos a melhorar, e delimitando a faixa etária mais adequada para a sua aplicação, foi concretizado um *focus group* que contou com a participação de 2 profissionais de saúde visual da zona do Porto – um oftalmologista cirurgião e um oftalmologista pediátrico.

Os dados recolhidos no *focus group* com especialistas clínicos demonstraram uma clara validação da solução proposta de um jogo dicóptico, quando aplicado a casos de ambliopia refrativa. Os profissionais confirmaram ainda, adequação da organização cromática aplicada no protótipo desenvolvido, realçando o seu potencial terapêutico como complemento dos tratamentos tradicionais, como a correção refrativa ou, em alguns casos, até mesmo como uma alternativa à oclusão, quando esta é rejeitada pelos pacientes.

Os jogos dicópticos podem preencher uma lacuna importante que consiste na promoção da recuperação binocular e estereoacuidade.

Embora tecnicamente válido, identificou-se a necessidade de existir uma maior variedade de conteúdo e de adaptabilidade para que a motivação das crianças seja mantida ao longo do tempo de tratamento que, geralmente, deverá corresponder a cerca de 6 meses.

O futuro desenvolvimento do jogo deve caminhar no sentido de uma plataforma escalável, personalizável e com monitorização contínua da resposta visual da criança, sendo que esta deve ser refletida nas dinâmicas do jogo.

Os profissionais identificaram ainda um forte potencial para a plataforma vir a ser desenvolvida com uma componente mais pedagógica, com capacidade de expansão. Para além disso, a integração do quotidiano com o uso do telemóvel facilita a adesão do tratamento, assim como a potencial vontade dos encarregados de educação das crianças de experimentar algo lúdico e atrativo.

Para além da necessidade de um controlo e equilíbrio do tempo de exposição a ecrãs, não foram identificados riscos pelos especialistas.

Por fim, os oftalmologistas afirmaram que o projeto tem potencial para se tornar pioneiro em Portugal, na medida em que seria uma plataforma especialmente adaptada às crianças do país. Pode ainda representar uma solução de baixo custo e mais inclusiva, quando comparada com soluções internacionais.

4.4. Validação do Protótipo – Testes de usabilidade

Para testar a usabilidade do protótipo com utilizadores pertencentes às faixas etárias recomendadas, dos 2 aos 6 anos, foram realizados testes que contaram com a participação de 20 crianças.

Durante cada sessão de cerca de 1 a 5 minutos, foi feita uma breve demonstração à criança sobre o funcionamento do jogo, que foi testado com e sem óculos.

4.4.1. Planeamento, Protocolo e Recolha de Dados

Com o objetivo de realizar testes de usabilidade com participantes da faixa etária recomendada, com ou sem diagnóstico de problemas visuais, foi delineado um plano de ação que incluiu o contacto formal com várias entidades. Foram enviadas comunicações oficiais a centros médicos, associações ligadas à saúde visual e jardins de infância, com o intuito de obter autorização para a realização dos testes em contexto real. Duas instituições responderam

positivamente ao convite, sendo que apenas uma respondeu dentro do prazo necessário, viabilizando a concretização dos testes.

A realização dos testes seguiu um protocolo previamente definido, de cariz não clínico e exploratório, focado na observação da interação inicial das crianças com o protótipo de jogo digital dicóptico. Para esse efeito, foi elaborado um Formulário de Consentimento Informado, dirigido aos encarregados de educação, onde se explicava o propósito do estudo, os procedimentos envolvidos, a confidencialidade dos dados e os princípios éticos seguidos, em conformidade com o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD).

Durante a sessão, cada criança teve a oportunidade de experimentar o protótipo utilizando óculos anáglifos azul-vermelho. Foram realizadas observações estruturadas com base num guião de observação, que incluía diferentes dimensões comportamentais e percetivas:

- (1) Primeiras impressões – avaliação do nível de interesse inicial, compreensão do funcionamento do jogo e reação emocional espontânea (ex.: entusiasmo, ansiedade).
- (2) Adaptação aos óculos – observação da facilidade de colocação, necessidade de ajuda e existência de desconforto.
- (3) Interação com o jogo – resposta aos estímulos visuais, capacidade de ver elementos nos dois campos (vermelho e azul), e envolvimento durante a sessão.
- (4) Atenção comportamental – análise da manutenção do foco visual, distrações espontâneas e postura geral.
- (5) Feedback verbal da criança – quando possível, foram feitas perguntas simples como: “Gostaste do jogo?”, “Foi difícil jogar?”, “Conseguiste ver bem?”, “Jogavas outra vez?”.

As respostas foram registadas de forma sistemática, permitindo obter dados qualitativos e quantitativos úteis para a avaliação da usabilidade e da aceitação do protótipo por parte das crianças. Este procedimento contribuiu não só para validar o artefacto desenvolvido, como também para recolher informação contextual relevante que poderá orientar melhorias futuras e investigações complementares.

4.4.2. Perfil dos Participantes

Dos 20 participantes, 65% eram do sexo feminino e 35% do sexo masculino (ver Figura 6). As idades das crianças variavam entre os 2 e os 6 anos, faixa etária indicada para intervenções visuais precoces. Quatro crianças tinham 2 anos, onze tinham 3 anos — idade considerada ideal para avaliar a usabilidade do jogo, uma vez que, segundo os oftalmologistas

do focus group, o tratamento tende a ser iniciado em idades muito jovens. Quatro participantes tinham 4 anos e uma criança tinha 6 anos (ver figura 7).

Em adição, 3 dos participantes possuíam um historial de diagnóstico visual de hipermetropia, sendo que um dos casos apresenta ainda estrabismo (ver figura 8). A criança com hipermetropia com estrabismo possui 6.00 dioptrias no olho direito e 6.50 no olho esquerdo, e os outros dois casos possuem 4.00 e 2.00 nos olhos direitos e 4.25 e 2.50 nos olhos esquerdos, respetivamente.

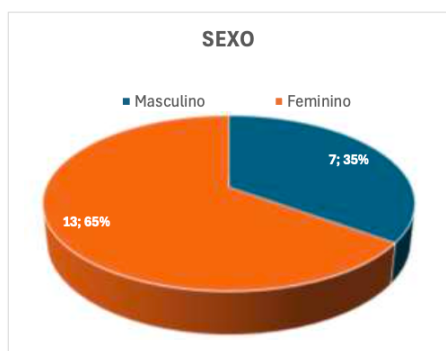


Figura 6. Sexo dos participantes

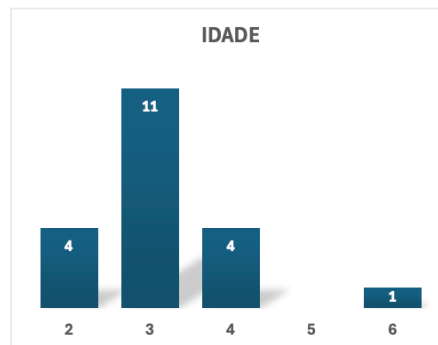


Figura 7. Idade dos participantes

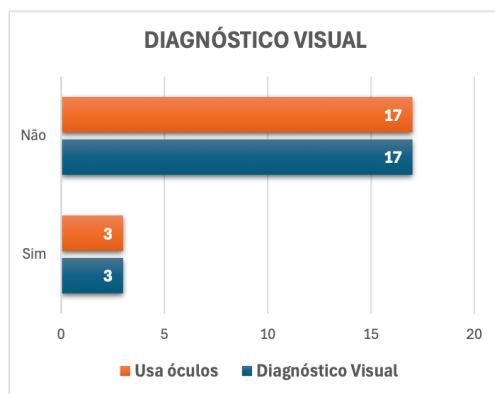


Figura 8. Diagnóstico visual dos participantes

4.4.3. Primeiras Impressões

Os dados indicam que apenas 1 criança (5%) optou por não jogar, dado o seu receio e ansiedade (ver figuras 9 e 10). Esta reação emocional foi sentida por mais 4 crianças. As restantes 15 demonstraram-se entusiasmadas e alegres (ver figura 10). Em adição, 85% das

crianças demonstraram curiosidade (16 muito interessadas e 1 interessada) antes de dar início ao jogo. Por outro lado, 3 participantes apresentaram um nível baixo de curiosidade (ver figura 11). Este primeiro feedback positivo desempenha um fator importante na avaliação da primeira interação das crianças com o protótipo.

A compreensão do funcionamento do jogo foi imediata para 9 crianças (45%), adquirida depois de alguns esclarecimentos para 6 (30%) e compreendida com algumas dificuldades por 4 participantes (20%). Apenas 1 criança não compreendeu. (ver figura 12).



Figura 9. Taxa de participação no jogo

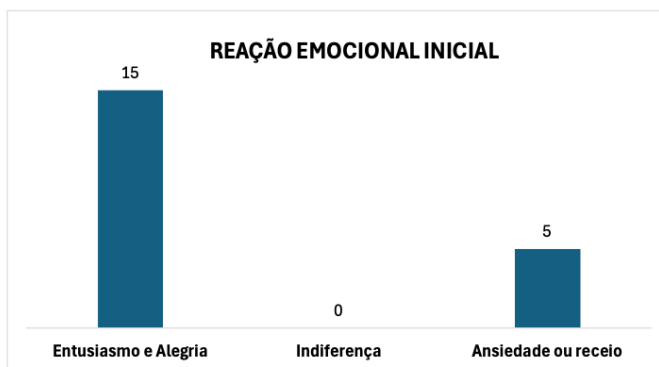


Figura 10. Primeira reação emocional dos participantes

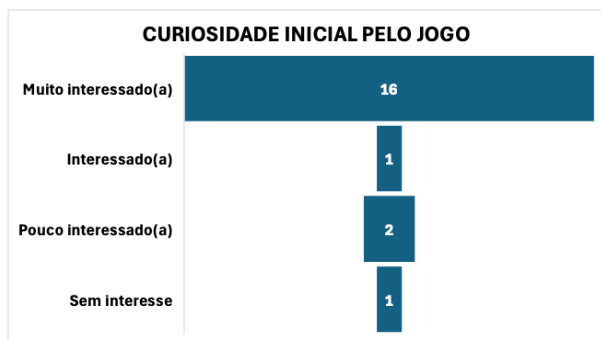


Figura 11. Nível de interesse inicial pelo jogo

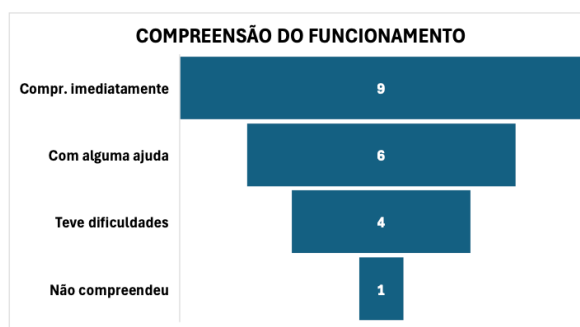


Figura 12. Compreensão do jogo pelos participantes

4.4.4. Adaptação aos Óculos

A experiência das crianças face aos óculos foi bastante positiva, sendo que dos 19 participantes que jogaram, 18 ($\approx 95\%$) conseguiram colocá-los corretamente e apenas 3 ($\approx 16\%$) demonstraram desconforto ao usá-los, na medida em que procuravam ver o jogo por cima das

lentes ou retiravam os óculos (ver figura 13). Estes dados são fundamentais, uma vez que a eficácia terapêutica do protótipo depende do uso correto dos óculos.

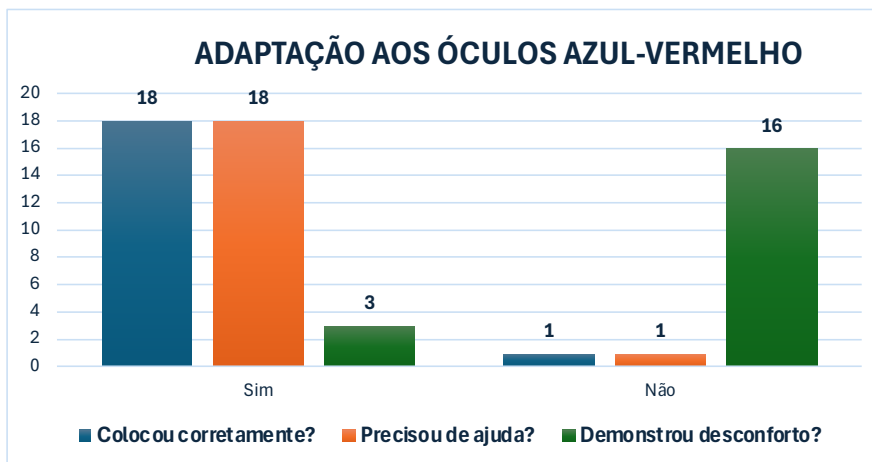


Figura 13. Adaptação dos participantes aos óculos

4.4.5. Interação com o Jogo

A resposta aos estímulos visuais foi elevada, com quase todos os participantes a responder-lhes sempre ou quase sempre – 5 crianças ($\approx 26\%$) responderam sempre, 11 ($\approx 58\%$) na maioria das vezes, 2 ($\approx 11\%$) poucas vezes e 1 (5%) não respondeu (ver figura 14). Para além disso, todas as crianças foram capazes de visualizar os elementos azuis e vermelhos da forma esperada (figura 15).

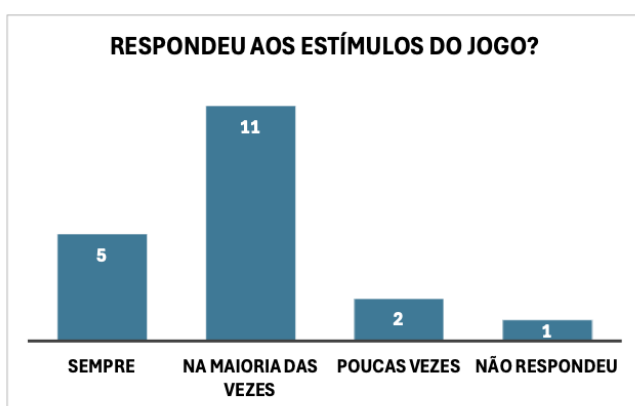


Figura 14. Resposta dos participantes aos estímulos do jogo

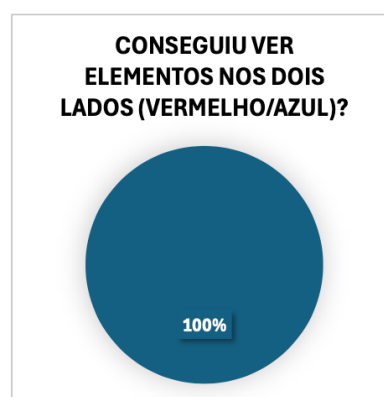


Figura 15. Visibilidade dos elementos visuais do jogo

4.4.6. Atenção Comportamental

O envolvimento das crianças foi positivo, uma vez que 15 das crianças ($\approx 79\%$) se mantiveram focadas no ecrã ao longo da sessão (ver figura 16). As distrações espontâneas foram reduzidas, ocorrendo em apenas 4 casos ($\approx 21\%$), tendo apenas 1 desviado o olhar do ecrã mais de 3 vezes, o que aponta para uma boa capacidade de manter a atenção durante o jogo (ver figuras 16 e 17). A postura e o envolvimento corporal dos participantes foram otimistas, sendo que apenas 1 criança ($\approx 5\%$) se demonstrou agitada e sem interesse. A postura das restantes foi ativa e focada (em 15 crianças, $\approx 79\%$) ou normal (em 3 crianças, $\approx 16\%$) (ver figura 18).

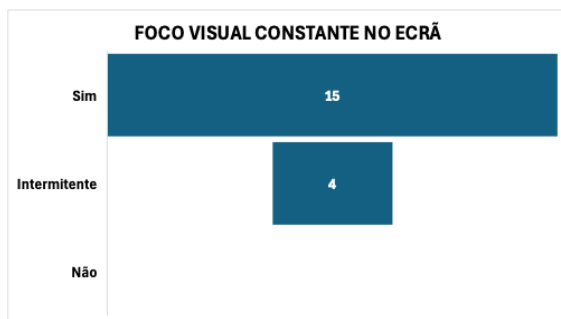


Figura 16. Foco visual dos participantes no jogo



Figura 17. Quantidade de distrações por participante

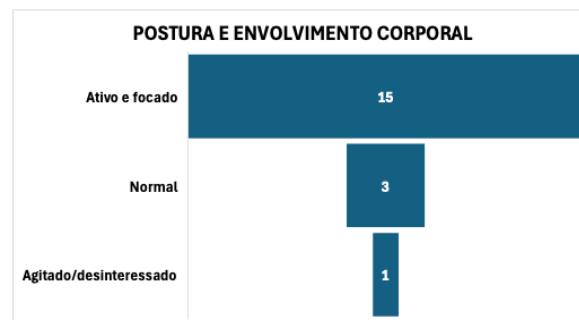


Figura 18. Postura e envolvimento corporal dos participantes

4.4.7. Feedback das Crianças

A avaliação geral foi bastante otimista. Todas as 19 crianças que jogaram, afirmaram gostar do jogo e o mesmo número mostrou-se disposto a jogá-lo novamente. Importa

ainda referir, que todas as crianças conseguiram ver bem os gráficos visuais e apenas 1 (5%) achou o jogo difícil (ver figura 19).

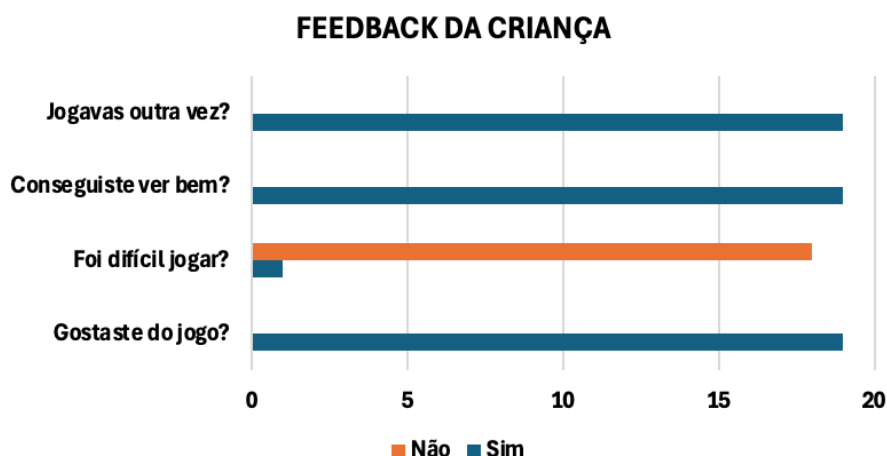


Figura 19. Feedback dos participantes

4.4.8. Outras Observações

Durante os testes foram ainda realizadas algumas observações adicionais para recolher algum *feedback* mais qualitativo e para analisar possíveis padrões.

Concluiu-se que a principal motivação e entusiasmo manifestou-se nas crianças entre os 2 e os 3 anos, o que é favorável para a investigação, dado que o recomendado pelos profissionais de saúde presentes no *focus group*, é que os tratamentos deste tipo, possam ser implementados logo que possível e preferencialmente antes da ambliopia se poder vir a desenvolver.

Para além disso, 70% dos participantes demonstrou um claro interesse pelos óculos, sendo que quando havia momentos de distração ou de desvio do olhar do ecrã, era devido à curiosidade em observar o ambiente ao redor durante a utilização dos filtros vermelho e azul (figura 20). Foi ainda verificado que o desempenho no jogo era melhor quando as crianças estavam a utilizar os óculos (ver figura 20).

O principal desafio detetado em alguns dos testes realizados, relacionou-se com uma das mecânicas do jogo, sendo que algumas das crianças, maioritariamente de 4 anos, tentaram arrastar a personagem ao invés de apenas clicar no ecrã.

Apesar de todos os participantes terem respondido afirmativamente quando questionados se gostariam de voltar a jogar, 35% dos mesmos fê-lo durante a sessão de forma voluntária.

Por fim, destacando os participantes com problemas visuais, verificou-se que a criança com hipermetropia com estrabismo, apesar de algum receio inicial dada a sua natureza mais reservada, demonstrou-se interessada após ver o jogo, tendo conseguido visualizar os elementos, respondendo aos mesmos na maioria das vezes. Os outros dois casos de hipermetropia demonstraram-se entusiasmados e focados desde o início, respondendo bem aos estímulos visuais. Estes testes reforçam o potencial do protótipo a ser usado em ambiente terapêutico.

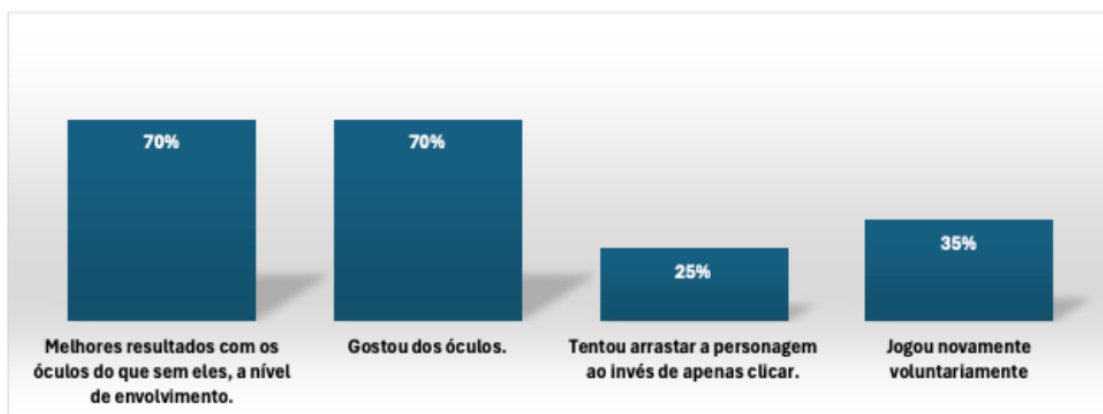


Figura 20. Observações durante os testes

4.5. Discussão dos Resultados

Os testes de usabilidade realizados com 20 crianças, na faixa etária dos 2 aos 6 anos, permitiram obter uma primeira validação qualitativa da aceitação e viabilidade do protótipo desenvolvido. De forma geral, os resultados foram encorajadores e estão alinhados com as tendências observadas na literatura recente sobre intervenções digitais para a reabilitação da ambliopia.

Os dados apontam para uma elevada taxa de aceitação do jogo, especialmente entre as crianças dos 2 aos 3 anos, o que é um fator determinante dada a importância da intervenção precoce, uma vez que este período corresponde à fase crítica do desenvolvimento da visão, como descrito por estudiosos como Maconachie e Gottlob (2015) e reforçado pela CUF (Ambliopia | CUF, n.d.).

A adaptação aos óculos anáglifos azul-vermelho revelou-se bastante positiva, com apenas 3 crianças a demonstrar algum desconforto. Este aspeto é de extrema importância, já que este tipo de terapia é funcional apenas quando acompanhada do uso dos óculos. Um dado

que vai ao encontro do que Xu et al. (2015) reportaram nos seus estudos sobre jogos dicópticos, onde o uso de estímulos visuais diferentes para cada olho se mostrou eficaz na promoção da função binocular e da acuidade visual.

É particularmente relevante observar que o uso dos óculos não só não foi um entrave à participação, como, pelo contrário, aumentou o envolvimento e o desempenho no jogo. Este resultado vai de encontro aos princípios teóricos por trás dos jogos dicópticos, cuja eficácia depende justamente da apresentação dissociada de estímulos visuais, forçando a cooperação binocular (Maconachie & Gottlob, 2015).

Adicionalmente, a usabilidade do jogo demonstrou-se satisfatória. A maioria das crianças compreendeu rapidamente a mecânica, embora se tenham verificado algumas dificuldades na diferenciação entre toques simples e gestos de arrastar. Esta questão revela-se especialmente sensível quando se trabalha com crianças em idades tão precoces, o que reforça a necessidade de, no futuro, complementar esta investigação com estudos sobre a interação entre o humano e a máquina em idades jovens, de forma a permitir, posteriormente, a adaptação das interfaces às limitações motoras e cognitivas características desta faixa etária.

A resposta emocional foi positiva, refletindo-se na vontade expressa de jogar novamente. Esta motivação sugere que o ZuVision e tratamentos semelhantes, podem vir a ser uma ferramenta valiosa na superação de uma das maiores barreiras dos tratamentos tradicionais, como a oclusão: a baixa adesão, frequentemente associada ao desconforto e ao estigma social (Tan et al., 2023).

Comparando estes resultados com outros sistemas existentes, como o AmblyoPlay, CureSight e AmblyGo, é possível perceber que o ZuVision, apesar de estar numa fase inicial, apresenta características promissoras, sobretudo pela sua abordagem lúdica e adaptabilidade. A literatura evidencia que intervenções baseadas em jogos, quando bem desenhadas, podem não só melhorar a acuidade visual, mas também promover ganhos significativos na estereoacuidade (Piñero et al., 2024).

Não obstante os resultados positivos, importa reconhecer limitações relevantes:

- (1) A curta duração das sessões (entre 1 e 5 minutos) impede uma avaliação robusta sobre a eficácia terapêutica a médio e longo prazo.
- (2) A amostra não foi composta exclusivamente por crianças com diagnóstico de ambliopia anisométrica, o que limita a generalização dos resultados clínicos.
- (3) A ausência de dados quantitativos objetivos sobre melhorias na acuidade visual ou na função binocular exige cautela na extrapolação dos resultados.

Estes limites alinham-se com os desafios apontados na literatura, que destacam a necessidade de realizar estudos mais prolongados com amostras clínicas controladas (Maconachie & Gottlob, 2015; Xu et al., 2015).

De forma crítica, pode-se concluir que os resultados obtidos, embora preliminares, validam o conceito do ZuVision como uma solução tecnológica com grande potencial de

aplicação no contexto terapêutico. No entanto, a sua consolidação como ferramenta clínica exige alterações adicionais no seu desenvolvimento, nomeadamente a nível do ajuste do contraste das cores consoante a condição visual da criança e a integração de sistemas de monitorização remota.

5. Conclusões e Trabalho Futuro

Atualmente, os tratamentos para a ambliopia em Portugal incluem abordagens convencionais, como o uso de óculos graduados e a oclusão. Apesar de eficazes na melhoria da acuidade visual, alguns destes tratamentos podem trazer desconforto, sobretudo, em pacientes tão jovens. Além disso, alguns destes tratamentos apresentam limitações em relação ao desenvolvimento da função binocular, fator crucial para o desenvolvimento de uma boa visão. Ao tapar o olho dominante, por exemplo, não se promove o trabalho conjunto dos dois olhos, podendo, em casos extremos, conduzir ao aparecimento de estrabismo.

Face a estas limitações, tem-se assistido à emergência de terapias alternativas inovadoras e promissoras, como os jogos digitais dicópticos, baseados na utilização de filtros azul-vermelho ou verde-vermelho. Estes jogos têm como objetivo apresentar estímulos visuais distintos a cada olho, promovendo o trabalho em equipa entre ambos e incentivando a fusão das imagens recebidas numa perceção única. Esta abordagem permite estimular o olho ambliope sem descurar o dominante, promovendo simultaneamente melhorias na acuidade visual e na função binocular.

Estudos recentes têm demonstrado que estas terapias apresentam resultados positivos, com potencial para assumirem um papel cada vez mais relevante no futuro do tratamento da ambliopia. Destacam-se, essencialmente, pela componente lúdica e motivadora, que facilita a adesão das crianças ao tratamento.

Tecnologias como o AmblyoPlay e o CureSight são exemplos concretos de soluções que se têm demonstrado, através de estudos e feedbacks recebidos, eficazes dentro desta tipologia.

Contudo, importa sublinhar a necessidade de um acompanhamento clínico contínuo, de modo a garantir que o tratamento é adequado às necessidades individuais de cada criança. Em alguns casos, poderá ser vantajoso combinar estas terapias inovadoras com abordagens tradicionais, como a correção refrativa, para potenciar os resultados.

Neste contexto, foi desenvolvido o ZuVision, um protótipo de jogo dicóptico 2D para dispositivos móveis, concebido como uma solução acessível e prática para a reabilitação da ambliopia anisométrica infantil. Avaliado por profissionais de saúde e testado com crianças entre os 2 e os 6 anos, faixa etária considerada ideal para este tipo de intervenção, o protótipo seguiu diretrizes importantes, como a utilização de filtros azul-vermelho, uma vez que são os óculos mais acessíveis e populares em lojas online, a adaptação à faixa etária-alvo e a apresentação de estímulos visuais diferentes a cada olho.

A escolha do formato móvel tem como intuito garantir acessibilidade, permitindo que o tratamento possa ser integrado na rotina diária da criança.

Contudo, apesar dos resultados promissores, reconhece-se que existe ainda margem para evolução, tanto no desenvolvimento do protótipo como na abordagem utilizada para a sua validação. Futuramente, o jogo deverá incluir configurações adaptáveis consoante o progresso visual do utilizador, nomeadamente ao nível dos contrastes, da velocidade e da dificuldade das tarefas. Para além disso, deverá apresentar uma maior diversidade de conteúdos, como múltiplos mini-jogos de diferentes temáticas e tipologias, de modo a responder a diferentes preferências, níveis de desenvolvimento cognitivo e estados clínicos. Neste sentido, torna-se fundamental estudar mais profundamente a interação entre as tecnologias e as diversas faixas etárias, numa perspetiva de design de interface e usabilidade, garantindo uma experiência acessível, intuitiva e envolvente.

Este é um protótipo que, em semelhança ao AmblyoPlay, utiliza jogos, mas pretende que, no futuro, os conteúdos sejam ainda mais diversificados. Surgiu ainda a sugestão de, à semelhança do CureSight, recorrer a conteúdo streaming pedagógico, o que exigiria um sistema de eye-tracking para adaptar os estímulos visuais à visão das crianças.

Do ponto de vista clínico, a validação futura do ZuVision deverá basear-se em testes prolongados com acompanhamento oftalmológico regular, incluindo medições da acuidade visual com recurso à escala LogMAR e avaliações da estereoacuidade através de testes LANG. Só através deste acompanhamento sistemático será possível aferir com rigor a eficácia terapêutica da solução.

Em articulação com esta análise, importa responder agora às questões de investigação que orientaram esta dissertação:

(1) Quais são os desafios dos tratamentos tradicionais existentes, que justifiquem a introdução de alternativas tecnológicas inovadoras, como os jogos digitais dicópticos, para tratamento de ambliopia?

Os principais desafios prendem-se com o desconforto causado por métodos como a oclusão do olho dominante, que pode originar fraca adesão ao tratamento. Para além disso, ao excluir o olho dominante, corre-se o risco de agravar o quadro clínico, podendo, em casos

extremos, surgir estrabismo. Estes fatores justificam a procura de alternativas mais confortáveis, motivadoras e eficazes na reabilitação da função binocular, como os jogos digitais dicópticos.

(2) Quais são os benefícios e limitações de integrar um jogo digital como ferramenta complementar à medicina tradicional?

Os jogos dicópticos permitem uma estimulação equilibrada dos dois olhos, promovendo melhorias visuais no olho amblíope sem descurar o dominante. Apresentam ainda uma vertente lúdica que favorece a adesão ao tratamento e podem ser utilizados em contexto domiciliário, tornando o processo mais acessível. Desde que o tempo de ecrã seja controlado, não se verificam riscos significativos. No entanto, é essencial garantir que os jogos sejam apelativos para diferentes idades e perfis, o que implica diversificar temáticas, tipologias e níveis de dificuldade.

(3) Como garantir a usabilidade de um jogo dicóptico na reabilitação de ambliopia?

A usabilidade depende da adequação do jogo à faixa etária e às preferências da criança, bem como ao seu estado clínico e nível de desenvolvimento cognitivo. É fundamental seguir diretrizes clínicas e princípios de design centrado no utilizador, assegurando uma experiência intuitiva, acessível e motivadora.

(4) Quais diretrizes devem ser seguidas na criação de um jogo digital para este tipo de tratamento?

A criação de um jogo digital eficaz para o tratamento da ambliopia deve basear-se na promoção da função binocular, através da estimulação coordenada de ambos os olhos, reforçando o olho amblíope sem descurar o dominante. O tratamento deve ser iniciado o mais precocemente possível e ajustado às necessidades específicas de cada criança, garantindo uma abordagem individualizada. Para manter a motivação e a adesão ao tratamento, os jogos devem ser apelativos e diversificados, capazes de captar o interesse das crianças ao longo do tempo. É igualmente importante garantir a personalização da experiência, através da inclusão de vários mini-jogos com diferentes dinâmicas e níveis de dificuldade. Os estímulos visuais devem ser diferenciados, utilizando filtros apropriados que permitam apresentar imagens distintas a cada olho. O contraste também deve ser ajustável, com maior intensidade no olho amblíope e menor no dominante, conforme a evolução do tratamento. O jogo poderá ainda beneficiar da integração de tecnologias de suporte, como o eye-tracking, que permite adaptar os estímulos em tempo real consoante o comportamento visual da criança. Por fim, deve assegurar-se a acessibilidade e a portabilidade da aplicação, garantindo o seu funcionamento em dispositivos móveis comuns, facilitando a utilização frequente no contexto familiar.

Por fim, é importante salientar que, apesar dos avanços registados no tratamento da ambliopia anisométrica, permanece por explorar um campo promissor: o desenvolvimento de soluções digitais eficazes para crianças com ambliopia causada por estrabismo. Este será, sem dúvida, um domínio relevante para investigações futuras.

6. Referências

- (Bynocs, 2023) Amblyopia Lazy Eye Treatment—Advance Vision Therapy. (n.d.). Bynocs.
<https://www.bynocs.com/>
- (Blair et al., 2025) Blair, K., Cibis, G., Zeppieri, M., & Gulani, A. C. (2025). *Amblyopia*. In StatPearls. StatPearls Publishing.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430890/>
- (Charger Games, 2023) Charger Games (Director). (2023, March 15). *Build A Complete Android Game Today—Unity Android Tutorial 2023* [Video recording].
<https://www.youtube.com/watch?v=3y28i5n2g0Q>
- (Google Académico, n.d.) *Google Académico*. (n.d.). from <https://scholar.google.com/>
- (Hu et al., 2022) Hu, B., Liu, Z., Zhao, J., Zeng, L., Hao, G., Shui, D., & Mao, K. (2022). *The Global Prevalence of Amblyopia in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis*. *Frontiers in Pediatrics*, 10, 819998.
<https://doi.org/10.3389/fped.2022.819998>
- (Ingram et al., 2000) Ingram, R. M., Gill, L. E., & Lambert, T. W. (2000). *Effect of spectacles on changes of spherical hypermetropia in infants who did, and did not, have strabismus*. *The British Journal of Ophthalmology*, 84(3), 324–326.
<https://doi.org/10.1136/bjo.84.3.324>
- (Maconachie & Gottlob, 2015) Maconachie, G. D. E., & Gottlob, I. (2015). *The challenges of amblyopia treatment*. *Biomedical Journal*, 38(6), 510–516.
<https://doi.org/10.1016/j.bj.2015.06.001>
- (Magalhães, 2016) Magalhães, A. (2016). *A Ambliopia: Um problema de saúde pública*. *Revista Sociedade Portuguesa de Oftalmologia*, 40(2), Article 2.
<https://doi.org/10.48560/rspo.9574>

- (Manuais MSD, 2024) Ambliopia—Pediatria. (n.d.). Manuais MSD edição para profissionais. <https://www.msmanuals.com/pt/profissional/pediatria/anomalias-e-disfuncoes-oculares-em-criancas/ambliopia>
- (Monteiro Pereira, M. n.d.). *Ambliopia ou olho preguiçoso—O que é, tratamento, tem cura?* Saúde e Bem-Estar. <https://www.saudebemestar.pt/pt/clinica/oftalmologia/ambliopia/>
- (Moseley et al., 2002) Moseley, M. J., Neufeld, M., McCarry, B., Charnock, A., McNamara, R., Rice, T., & Fielder, A. (2002). *Remediation of refractive amblyopia by optical correction alone*. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 22(4), 296–299. <https://doi.org/10.1046/j.1475-1313.2002.00034.x>
- (National Center for Biotechnology Information, n.d.-a) *National Center for Biotechnology Information*. (n.d.). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- (NovaSight, 2024) CureSight amblyopia treatment. (2024). NovaSight. <https://nova-sight.com/curesight-amblyopia-treatment/>
- (ODS • Objetivos Desenvolvimento Sustentável • BCSD Portugal, 2022) ODS • *Objetivos Desenvolvimento Sustentável* • BCSD Portugal. (2022, September 22). <https://ods.pt/>
- (Oftalmologia—Miopia, hipermetropia, astigmatismo e presbiopia, n.d.) *Oftalmologia—Miopia, hipermetropia, astigmatismo e presbiopia*. (n.d.). <https://oftalmologiacampobelo.com.br/doencas-Erros-de-refracao.html>
- (Organização Mundial da Saúde, 2021) Organização Mundial da Saúde. (2021). *Relatório mundial sobre a visão*. <https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-vision>
- (Paulo Freitas da Costa, n.d.) *Oftalmologia Pediátrica e Estrabismo no Porto—Dr. Paulo Freitas da Costa*. (n.d.). <https://www.paulofreitascosta.pt/pt/>
- (PEDIG Studies, 2015) *PEDIG Studies: Quality Healthcare and Amblyopia Treatment*. (2015, October 21). American Academy of Ophthalmology. <https://www.aao.org/education/disease-review/pedig-studies-quality-healthcare-amblyopia-treatme>
- (Plataforma de desenvolvimento em tempo real do Unity | 3D, 2D, engine VR e AR, n.d.) Plataforma de desenvolvimento em tempo real do Unity | 3D, 2D, engine VR e AR. (n.d.). Unity. <https://unity.com>
- (Play Tetris | Free Online Game, n.d.) Play Tetris | Free Online Game. (n.d.). Tetris. <https://tetris.com/play-tetris>

- (Piñero et al., 2024) Piñero, D. P., Gil-Casas, A., Hurtado-Ceña, F. J., & Molina-Martin, A. (2024). Visual Performance of Children with Amblyopia after 6 Weeks of Home-Based Dichoptic Visual Training. *Children*, 11(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/children11081007>
- (PRISMA, 2025) PRISMA statement. (2025). PRISMA Statement from <https://www.prisma-statement.org>
- (Ptose palpebral | CUF, n.d.) *Ptose palpebral* | CUF. (n.d.). <https://www.cuf.pt/saude-a-z/ptose-palpebral>
- (PubMed, n.d.-a) PubMed. (n.d.). *PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
- (Run Bun Bun Run | GX.games, n.d.) *Run Bun Bun Run* / *GX.games*. (n.d.). <https://gx.games/pt-br/games/ebyzbm/run-bun-bun-run/>
- (Software de desenhos vetoriais líder do setor | Adobe Illustrator, n.d.) *Software de desenhos vetoriais líder do setor* / *Adobe Illustrator*. (n.d.). <https://www.adobe.com/pt/products/illustrator/campaign/pricing.html>
- (Tan et al., 2023) Tan, E. T., Kadhum, A., Telleman, M. A., Treur, A., Bruijning, J., & Loudon, S. E. (2023). *How do parents experience patching or dichoptic action video gaming as amblyopia treatment? A qualitative study exploring treatment preferences and information needs to facilitate decision-making. Ophthalmic and Physiological Optics*, 43(4), 649–659. <https://doi.org/10.1111/opo.13132>
- (Vision and eye screening implementation handbook, 2024). Organização Mundial da Saúde. (s.d.). *Vision and eye screening implementation handbook*. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/375590/9789240082458-por.pdf>
- (Xu et al., 2015) Xu, C. S., Chen, J. S., & Adelman, R. A. (2015). *Video Game Use in the Treatment of Amblyopia: Weighing the Risks of Addiction*. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 88(3), 309–317.
- (Zotero | Your Personal Research Assistant, n.d.) *Zotero* / *Your personal research assistant*. (n.d.). <https://www.zotero.org/>
- (Zukowski et al. 1997) Debora J. Zukowski, Apratim Purakayastha, Ajay Mohindra, Murthy Devarakonda. Metis: A Thin-Client Application Framework. In *Proceedings of the Third Conference on Object-Oriented Technologies and Systems*, pp. 103-114. Usenix Association, Junho 1997.

7. Anexos



Figura 21. *AmblyoPlay* (AmblyoPlay - Online Vision Therapy For Lazy Eye, 2019)

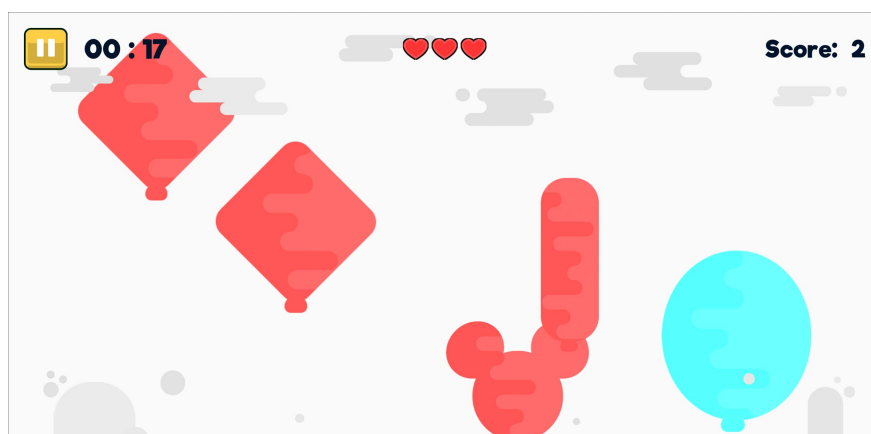


Figura 22. Exemplo de Jogo do *AmblyoPlay* (AmblyoPlay - Online Vision Therapy For Lazy Eye, 2019)

ZuVision - Protótipo de Jogo Digital Dicóptico para Auxiliar a Reabilitação de Crianças com Ambliopia Anisométrica



Figura 23. *CureSight* (NovaSight, 2024)

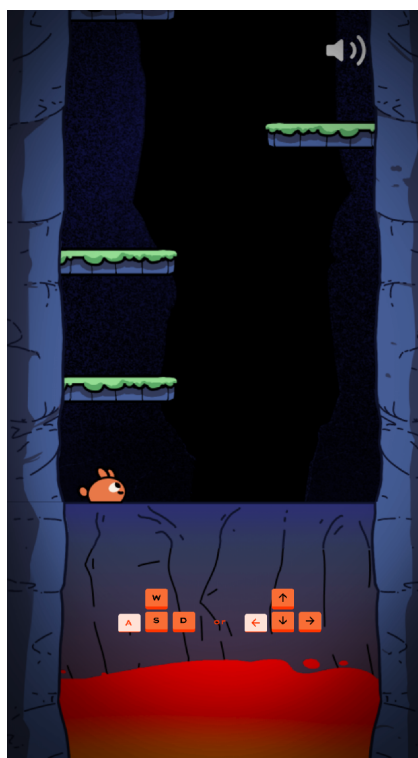


Figura 24: *Run Bun Bun Run* (Run Bun Bun Run | GX.games, n.d.)

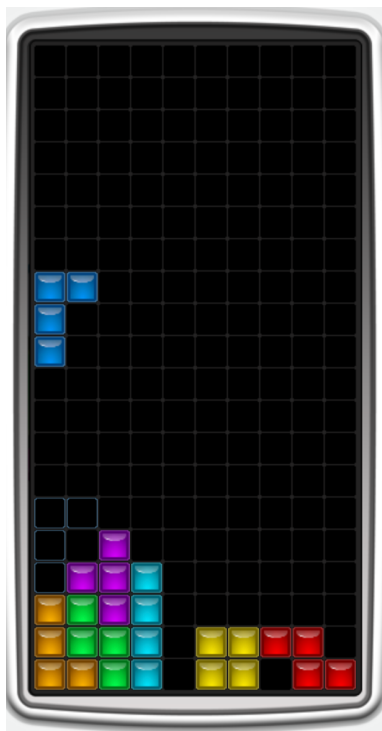


Figura 25: *Tetris* (Play Tetris | Free Online Game, n.d.)



Figura 26: Screenshot do Tutorial de Auxílio (Charger Games, 2023)

ZuVision - Protótipo de Jogo Digital Dicóptico para Auxiliar a Reabilitação de Crianças com Ambliopia Anisométrica

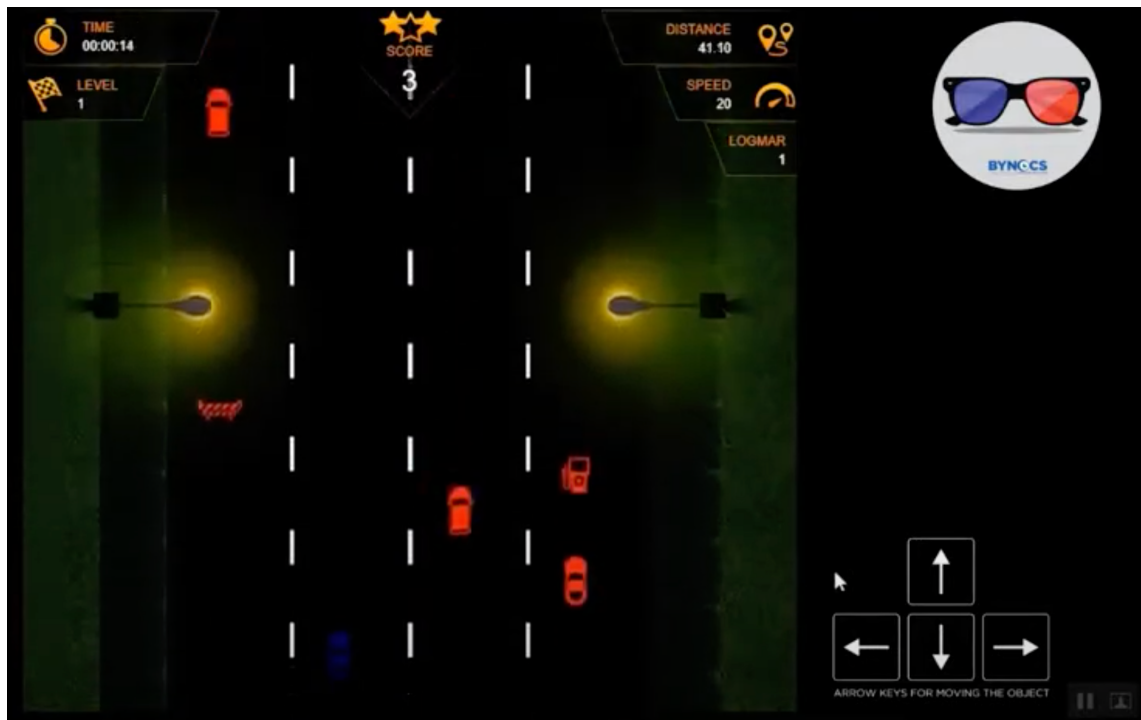


Figura 27: Screenshot do AmblyGo (Bynocs, 2023)

7.1. Focus Group

7.1.1. Formulário de Consentimento para Focus Group

Propósito

Foi convidado(a) a participar num **focus group** organizado por **Patrícia de Sousa Amaral**, no âmbito da sua **dissertação de mestrado em Multimédia** na **Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**, sob orientação da Professora Doutora Tânia Rocha da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro e Professor Doutor António Coelho da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – **“Protótipo de Jogo Digital Dicóptico para Auxiliar a Reabilitação de Crianças com Ambliopia Anisométrica”**. O objetivo deste focus group é **explorar e analisar a usabilidade de um protótipo de jogo digital dicóptico desenvolvido para apoiar a reabilitação de crianças com ambliopia anisométrica, bem como identificar as suas vantagens, desafios e a faixa etária mais adequada à sua utilização.**

Procedimento

Como parte deste estudo, será convidado(a) a participar numa sessão de duração de 45min – 60min. Uma entrevistadora fará várias perguntas durante a sessão. O focus group será gravado para fins de investigação e nenhuma informação que o(a) identifique será divulgada nos relatórios, sem o seu consentimento. O áudio será transcrito pela entrevistadora, para posterior análise. Também será efetuada uma gravação de tela durante a experimentação do protótipo. Nenhum destes materiais será partilhado, exceto a transcrição da entrevista que terá de ter submetida junto da dissertação. No entanto, nenhum dado que o(a) possa identificar será incluído sem o seu consentimento. A sua participação é voluntária e poderá desistir a qualquer momento durante o estudo. Não existem respostas certas ou erradas - valorizamos a sua perspetiva e encorajamo-lo(a) a partilhar as suas opiniões de forma aberta e honesta.

Confidencialidade

As informações recolhidas durante o focus group serão tratadas com total confidencialidade. Os dados serão analisados para fins académicos e poderão ser utilizados em publicações científicas, incluindo o relatório final da tese.

A forma como será referido(a) no relatório será determinada por si, em seguida. Caso opte por permanecer anónimo(a), será identificado(a) apenas como “Participante” (ex.: Participante 1, Participante 2, etc.), sem qualquer menção ao seu nome ou local de trabalho.

Em qualquer dos casos, a sua privacidade será rigorosamente respeitada e nenhuma informação que permita a sua identificação será divulgada, sem o seu consentimento explícito.

- ☐ Pretendo permanecer anónimo.
- ☐ Autorizo que o meu nome seja mencionado.
- ☐ Autorizo que o meu nome e cargo sejam mencionados.

☐ Autorizo que o meu nome, cargo e local de trabalho sejam mencionados

Plano de Gestão de Dados

Os dados recolhidos serão armazenados num repositório eletrónico seguro e protegido por palavra-passe, alojado no servidor da Universidade do Porto. Apenas os membros da equipa de investigação terão acesso a este repositório. Os dados serão mantidos por um período de 5 anos após a conclusão do estudo. Findo esse prazo, todas as informações pessoalmente identificáveis serão removidas e os dados serão anonimizados. Após o período de retenção, os dados anonimizados poderão ser disponibilizados à comunidade científica para análises adicionais.

Considerações Éticas

Este estudo será conduzido de acordo com a Lei de Proteção de Dados Pessoais em vigor em Portugal (Lei n.º 67/98, de 26 de outubro) e com o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados da União Europeia (Regulamento UE 2016/679). A participação é voluntária, e os participantes poderão indicar se desejam receber resumos do estudo ou participar em investigações futuras.

Informações de Contacto

Em caso de dúvidas ou questões relacionadas com este estudo, por favor, entre em contacto com: **patricia.amaral16@gmail.com** (email da entrevistadora) ou **+351 936 209 050** (contacto telefónico da entrevistadora).

Informações do Participante

Nome: _____
Local de Trabalho: _____
Cargo: _____
E-mail/Contacto: _____

Autorização e Consentimento

☐ Sim, aceito ser contactado(a) para receber resumos do estudo ou para participar em investigações futuras.

☐ Não, não desejo ser contactado(a) no futuro.

Assinaturas

Declaro que compreendi a informação acima e aceito participar neste estudo nas condições indicadas.

Participante

Investigadora

de _____ de _____

Dd/mm/aaaa

Patricia de Sousa Amaral
2 de maio de 2025

Dd/mm/aaaa

7.1.2. Guião para Focus Group

Parte I - Introdução

Este focus group integra a investigação desenvolvida no âmbito de uma dissertação de mestrado em multimédia centrada na criação de um **protótipo de jogo digital para a reabilitação da ambliopia infantil**. O projeto propõe o desenvolvimento de um **protótipo 2D móvel**, criado na plataforma **Unity**, baseado na técnica de **estimulação visual dicóptica com óculos azul-vermelho**. Durante a utilização do jogo, cada olho é exposto a estímulos visuais diferentes. Os gráficos são concebidos de forma a que os **elementos azuis sejam visíveis apenas pelo olho posicionado atrás da lente vermelha**, enquanto os **elementos vermelhos são visíveis por ambos os olhos**, embora com maior clareza no olho com a lente azul. Esta abordagem visa estimular o **olho ambliope de forma ativa**, sem excluir completamente o olho com melhor visão, promovendo assim melhorias na acuidade visual e na cooperação binocular. Os restantes elementos visuais foram desenvolvidos em tons de branco, preto ou cinzento para que, ao utilizar os óculos, esses visuais não sejam afetados.

Esta entrevista tem como objetivo recolher **perspetivas clínicas e técnicas** que contribuam para a **validação do protótipo**, identificando pontos fortes, aspetos a melhorar, e **delimitando a faixa etária mais adequada para a sua aplicação**.

Parte II – Métodos Atuais e a sua Eficácia

1. Quais são os métodos clínicos atualmente utilizados para o tratamento de ambliopia infantil?
2. Considera que esses métodos são eficazes? Que vantagens e limitações identifica?
3. Quais diria que são, de acordo com a sua experiência, os principais desafios na adesão ao tratamento por parte das crianças e dos seus cuidadores?

Parte III – Potencial das Soluções Digitais

1. Está familiarizado(a) com o uso de jogos ou aplicações digitais na reabilitação visual?
2. Considera que existe espaço, na prática clínica, para a utilização de jogos e novas tecnologias como ferramentas complementares no tratamento da ambliopia?
3. Quais seriam, na sua opinião, os maiores benefícios e eventuais riscos desta abordagem?

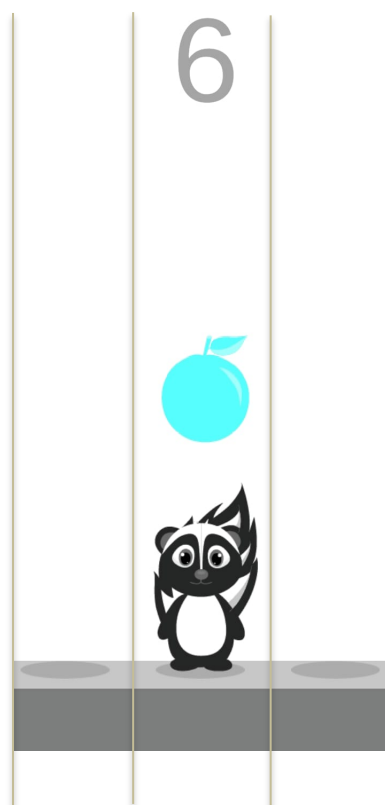
Parte IV – Técnica Azul-Vermelho e Diretrizes Clínicas

1. Tem conhecimento ou experiência com a técnica de estimulação visual com óculos azul-vermelho (ou verde-vermelho) no tratamento da ambliopia?

2. Do ponto de vista clínico, considera que esta técnica é útil para estimular o olho amblíope? Que limitações ou benefícios destaca?
3. Que orientações clínicas considera mais relevantes para garantir a eficácia terapêutica de um jogo baseado nesta técnica (por exemplo: intensidade e contraste das cores, duração das sessões, tipo de estímulos visuais, frequência de uso)?

Parte V – Avaliação do Protótipo

Descrição do jogo: Após carregar no botão "Play", começam a cair frutas **vermelhas** e **azuis**. O objetivo é que a personagem as apanhe, movendo-se entre as **três posições definidas no chão**. Para movimentar a personagem, basta tocar em qualquer ponto do ecrã dentro de cada **coluna imaginária vertical** correspondente às posições **esquerda, centro e direita**. Cada fruta apanhada vale **um ponto**. Caso uma fruta não seja apanhada, o jogo **reinicia** e a pontuação regressa a **zero**. A velocidade de queda das frutas, o intervalo entre cada uma e a velocidade da personagem são facilmente ajustáveis na plataforma **Unity**. Se no futuro, o jogo vier a ser desenvolvido usando este protótipo como base, estas configurações poderão ser personalizadas diretamente na aplicação. O jogo completo incluirá também **instruções visuais** através de um **tutorial simples**, adaptado à **faixa etária recomendada**, sem exigir que a criança saiba ler.



1. No contexto deste protótipo, os estímulos visuais são organizados de forma a que os elementos azuis sejam visíveis apenas pelo olho atrás da lente vermelha (ou seja, o olho amblíope), enquanto os elementos vermelhos são visíveis por ambos os olhos, com maior clareza no olho com a lente azul. Os restantes elementos foram criados com cores neutras, para evitar que fossem influenciados pelos óculos. De uma perspetiva clínica, considera que esta lógica é a mais adequada para obrigar o uso conjunto dos dois olhos, exigindo maior ativação do olho amblíope?
2. Que aspetos positivos destaca neste protótipo? E que elementos considera que devem ser melhorados ou ajustados?
3. Com base no protótipo que lhe foi apresentado, considera que um jogo desenvolvido a partir do mesmo tem potencial para ser implementado na reabilitação de crianças com ambliopia? Porquê?

4. Há alguma recomendação específica que daria para adaptar este jogo melhor à realidade clínica ou às necessidades das crianças?
5. Com base no conceito e funcionalidades deste protótipo, que faixa etária considera mais adequada para a sua utilização? Há aspetos que deveriam ser adaptados consoante a idade?

Parte VI – Valor da Investigação

1. Considera esta investigação relevante para a área da saúde visual? Considera que pode trazer algo de inovador? Porquê?

Parte VII – Agradecimento

Para finalizar, gostaria de agradecer pela disponibilidade e contributo para este estudo. Os dados recolhidos serão, certamente, de grande utilidade e relevância para o desenvolvimento desta dissertação. Caso queira receber informações sobre os resultados ou tenha sugestões adicionais, estarei totalmente disponível.

7.1.3. Transcrição do Focus Group

Participantes:

Doutor Luís Torrrão – oftalmologista cirurgião (Dr.LT)

Doutor Paulo Freitas da Costa – professor e oftalmologista pediátrico (Dr.PFC)

Investigadora (I)

Duração: 40 minutos

(Após a apresentação e introdução da investigação, deu-se início à gravação da sessão, acompanhada pela demonstração do protótipo.)

I: (Demonstração do Protótipo) Basicamente, a personagem tem de apanhar as frutinhas vermelhas e azuis, como as cores destes óculos aqui. O resto dos elementos eu desenvolvi com cores neutras, com o objetivo de não serem influenciados pelo uso dos óculos. Não sei se isso acaba por ajudar ou não, numa perspetiva mais clínica, mas...

Dr.PFC: Sim, é importante, sim.

I: Este é o protótipo. Claro que no futuro o ideal era fazer vários mini-joguinhos, mas...

Dr.PFC: (Público-alvo) Claro. O importante aqui... Ou melhor, esta é a estimulação dicóptica, não é? Em que nós, através de um verde-vermelho, azul-vermelho, ou um verde e outra cor qualquer, nós vamos estimular um olho relativamente ao outro, porque um olho vê uma coisa e o outro olho vê outra.

As crianças aqui...quais são as limitações disto? As limitações disto são: não são todos os ambliopes que são *suitables* para isto, não são elegíveis. Portanto... isto só serve para miúdos que têm uma ambliopia refrativa, ou seja, como tu, tem um olho que foca de uma maneira e outro foca de outra.

Atualmente, quais são os grandes ambliopes que nós temos aqui em Portugal? São os ambliopes por estrabismo. Porquê? Porque os ambliopes, os ambliopes refrativos, nós atualmente em Portugal, felizmente, temos poucos, porquê? Porque nós como instituímos o rastreio das crianças aos 2 anos, os miúdos são apanhados, se não são aos 2, são aos 4, com a sua diferença de graduação. Portanto já não existe, como nós tínhamos, miúdos que entram para a escola, têm 7 ou 8 anos e dizem “oh mãe eu não vejo de um olho”, ou por acaso se apercebem que têm uma ambliopia já estabelecida e

nós vamos ter que correr atrás do prejuízo. Portanto temos miúdos que aos 2 anos têm um fator ambliogénico, têm um astigmatismo alto, ou uma hipermetropia, ou uma miopia, então o tratamento para eles é usar os óculos. E começam desde cedo a usar os óculos, e portanto não precisam de tapar o olho, porque não vão ser ambliopes. Conseguem fazer uma boa fusão da imagem mesmo quando têm erros refrativos grandes ok? Portanto as principais ambliopias para tratamento, e que são aquelas mais difíceis de fazer, são as por estrabismo.

Ora, e por estrabismo isto não serve, ok? Assim como não serve o *CureSight*, não serve o *AmblyoPlay*, porque o cérebro suprime, e se suprime, acabou-se a conversa, não é? (Diretrizes) Pronto, aliás, o *CureSight* tem muito interesse relativamente, por exemplo, ao *Amblyoplay*, porque não é uma questão só refrativa, ou melhor, para estrabismos de pequeno ângulo o que ele faz é ter um sistema de *eye-tracking*, não é? E acaba por fazer uma supressão da imagem, supressão central da imagem, e vai levantando à medida que a visão vai melhorando, por isso é que nós na plataforma temos de introduzir a visão da criança, para ele perceber se faz um escotoma no olho bom maior ou menor, não é? Assim como nestes jogos, tu aqui, por exemplo, trabalhas o contraste da imagem à medida da melhoria da resposta?

I: Lá está, esta era uma parte que estava nas minhas perspetivas futuras. No protótipo ainda não, que é só mais para ter uma base simples para que o que seria o jogo final, mas o ideal era fazer, sim e seria algo a implementar.

Dr.PFC: (Valor da investigação) É, porque o *AmblyoPlay*, por exemplo, eu nunca experimentei muito certinho o *AmblyoPlay*, mas enquanto eu não tinha o *CureSight* cá, porque de facto... este tipo de cenários é ótimo que estás a desenvolver, eu acho que isto é útil, e quanto mais disto tivermos, melhor. (Diretrizes) O grande segredo disto é ter uma plataforma que nos consiga ter muitos, muitos jogos, não é? Porque uma criança já... ao final de 10 minutos, consegue fazer isto, já não quer saber deste jogo para nada.

I: Sim, sim!

Dr.PFC: Aí é que está o problema. A grande vantagem da *CureSight*, na minha perspetiva, é exatamente... é o próprio iPad, o próprio dispositivo que se põe em casa, que faz disso... que trabalha a imagem do que quer que seja que nós ponhamos no iPad, não é? Ou seja, eu tenho a minha subscrição da Netflix, da Disney, disto e daquilo, e ele usa a imagem. Pronto, então o conteúdo é o que nós quisermos, não é? Pode mudar todos os dias. (Valor da investigação) Mas de facto, pronto, isto é importantíssimo, eu

acho que sim, e para além disso... não só tem o seu valor clínico... não só porque reabilita a função monocular, ou seja, consegue ir melhorando a visão daquele olho, mas porque trabalha a função binocular, a estereopsia, não é? Bom, embora eu ache que nesta estimulação dicóptica trabalha a estereopsia, na medida em que, quer dizer, se eu não tenho um fator para ter perda de estereopsia, se eu melhorar a visão, a estereopsia melhora normalmente, não é?

Dr.LT: Claro.

Dr.PFC: (Comparação com a oclusão) Não há nenhum... por exemplo, este exemplo, o *AmblyoPlay*... vamos lá ver... isto em termos médicos é assim... há estudos? É porque se há estudos comparativos, eu posso dizer que a minha técnica é boa e superior à outra, não é? O *CureSight* é bom porque tem estudos e ensaios em que diz que é melhor que a oclusão, não é? O *AmblyoPlay* eu acredito nele, por exemplo, mas eu não tenho nenhum estudo a dizer que é melhor, não é? Estudos sérios, ensaios. Mas é bom, eu acredito na tecnologia, certo? Até porque a tecnologia já é antiga. Mas a questão é dizer assim, isto melhora a estereopsia, melhora porque melhora a visão, e eu também num miúdo que não tenha motivos para fazer supressão por um estrabismo... a partir do momento em que ele tinha um décimo e passou a ter seis décimos, porque já, porque teve a ocluir o olho e ele passa a ter estereopsia, não é? Porque a estereopsia estava lá, ele não a conseguia demonstrar porque tinha baixa visão, não é? (Valor da investigação e diretrizes) Bom, mas relativamente ao jogo em si, eu acho que o jogo assenta numa ideia que já vem documentada e acho interessante. Era importante ter a questão do contraste, não é? Para tornar... para nós adaptarmos a dificuldade do jogo à visão da criança e à recuperação da visão da criança. Porque, por exemplo, se tu tiveres uma criança que tem uma baixa visão muito significativa e veja um décimo ou dois décimos, tu vais ter de trabalhar aqui os contrastes para ele começar a ter algum interesse no jogo, senão não consegue fazer nada, está sempre a perder no jogo, não é? Depois, para o manter, para quando ele já tem uma visão de 4 décimos, então ganha sempre o jogo e já não tem piada, ou seja, tinha de ter vários níveis de dificuldade, não é? Pronto, mas acho que, não sei se isto era aquilo que procuravas que eu respondesse, eu também comecei a falar.

I: Sim, sim! Eu também tenho aqui um guiãozinho, depois se calhar vou passando, se bem que algumas perguntas já responderam, mas passo um bocadinho por todo... mas sim. Eu também, por exemplo, a parte do estrabismo, eu já tinha visto nos vários estudos que realmente esta também não era o ideal para o estrabismo, portanto já tinha focado um bocadinho mais e essa parte dos contrastes, lá está, tinha de ser nas

perspetivas futuras, também pela limitação de tempo, mas sim faz todo o sentido, obrigada.

Dr.PFC: Sim claro!

I: Eu se calhar passava um bocadinho pelo guião todo, só mesmo para...

Dr.PFC: Certo, sim sim!

I: Obrigada! A primeira é quais são os métodos clínicos atualmente utilizados na ambliopia infantil?

Dr.LT: (Tratamentos tradicionais atuais) É a oclusão.

Dr.PFC: (Tratamentos tradicionais atuais) O principal tratamento de uma ambliopia é a reabilitação... é a refração, certo? Tu também usaste os óculos, não é? O principal tratamento para a ambliopia é a refração exata, os miúdos, portanto... E às vezes isto é uma coisa que é um bocadinho... quer dizer, “está bem, já sabemos”, está bem, já sabemos, mas eu vejo muitos miúdos com óculos mal postos, não pode ser mais ou menos, estás a entender? Portanto, os miúdos têm de usar os óculos certos. Há uma diferença muito grande, entre usar uns óculos mais ou menos ou usar os óculos certos.

Primeira coisa é óculos quando eles necessitam dos óculos, porque nós estamos aqui a falar de ambliopias refrativas, não é?

I: Sim, sim, sim.

Dr.PFC: (Tratamentos tradicionais atuais) E depois sim, é a oclusão. Tu tens a questão da oclusão, a penalização, não é? Pronto, depois em alternativa à oclusão tens a questão da penalização com atropina, não é? O miúdo que não consegue, tapar o olho, leva com umas gotas.

Quantas vezes é que eu usei isso? Muito poucas, muito poucas mesmo, porque eu não gosto de... Porque a oclusão eu sei que começa às duas da tarde e acaba às quatro, não é? E que no resto do tempo eu tenho visão binocular. E eu tenho muita dificuldade em meter atropina no miúdo e desfocar-lhe a visão do olho sempre, estás a perceber? Porque depois vou-lhe prejudicar a função binocular em todas as horas do dia. Mas também existe e há quem a use bastante.

Outra coisa que eu uso em alternativa ao penso, quando os miúdos não conseguem tapar... Agora existem umas coisinhas, que na verdade é um penso, que é um... Tu tens

uns óculos, não tenho aqui os meus óculos, mas tu tens uns óculos e depois tens uma espécie de um penso para a armação... para a armação, ou seja, aquilo entra pela haste e tapa na oclusão, não cola, não é?

Dr.LT: Para a velhinha borrachinha?

Dr.PFC: (Tratamentos tradicionais atuais) É como se fosse a velhinha borrachinha, mas aquilo é um pensinho, que para além de ficar muito barato porque dá para lavar, não é? Entra ali para a haste e fica assim o penso ali, não é? Pronto. Também é uma maneira de ocluir. E outros são os filtros de Bangerter, os antigos filtros de Bangerter, que são muito úteis. Que são uma espécie de uns filtros... são uma espécie não... são uns filtros, uma espécie de um difusor... tu colas na lente e com esses filtros tu vais dosear a visão que eles simulam, ou seja, imagina que tu tens um olho que vê 2 décimos, o olho mau, não é? Então tu colas um filtro de Bangerter no outro olho de 2 décimos, ok? E portanto, ele só vê 2 décimos como o olho mau, certo?

Dr.LT: Desculpa interromper, eu sempre achei que isso funcionava assim um bocado a olho.

Dr.PFC: (Tratamentos tradicionais atuais) Não, mas isso funciona ao olho para quem trabalha a olho, oh doutor Torrão. Pronto, e acabam por ter alguma utilidade, embora depois os pais... ainda acabam por não ser práticos... quer dizer, não é... é prático porque aquilo tu colas...

Dr.LT: ...mas limita a visão ao miúdo...

Dr.PFC: (Tratamentos tradicionais atuais)... na lente e é para deixar andar, aquilo é para deixar andar, só que depois tens de estar a ver e quando o miúdo passa para 5 décimos, colas outro penso de 5 décimos, pronto.

Mas na prática, na prática o que tu usas é a oclusão, ok? Porque os miúdos acabam por se adaptar à oclusão, apesar dos pais acharem que não. Porquê? (Dificuldades da oclusão) Porque os pais têm esta ideia, “ah isto é muito difícil, coitadinho do menino, vai com o penso... é melhor fazer o penso em casa, tadinho, que os outros vão gozar com ele.” É exatamente ao contrário.

Pronto, os pais em casa não fazem nada do miúdo, porque o miúdo faz o que lhe apetece em casa... é um motivo de stress familiar...portanto, o penso é para fazer exatamente na escola. Até porque se ele começar com 2 e 3 anos, os outros miúdos estão-se a borrifar para que o miúdo use o penso e ele na escola faz o que a professora manda e acabou a conversa e então ele faz. E a partir do momento em que começa a

ver melhor, já aceita o penso porque já não interfere na vida dele, portanto, acaba por ser o penso, sim. (Tratamentos inovadores) Agora, eu começo a ter experiência com o *CureSight*... pronto, eu acho-o muito interessante, nós temos o *CureSight*, exatamente para quê? O meu grande objetivo com o *CureSight* era tratar os microestrabismos, ok? Acabo por ter alguns e não tinha nada para lhes, pronto, tinha o penso de facto, mas conseguia oferecer-lhes mais alguma coisa e uma terapêutica mais prolongada, sobretudo nos miúdos, porque uma ambliopia por estrabismo nunca na vida fica a ver do olho mau como o olho bom, ok? Pronto, e depois para além disso, não estimula a tridimensionalidade, de facto, e portanto, (Dificuldades da oclusão) numa criança que tem 6 anos, 7 anos, então aí já é difícil fazer-lhe a oclusão, se eu consigo que ele vá fazendo o *CureSight*, posso manter uma função ainda progressivamente melhor, achava eu.

Portanto, agora tenho alguns miúdos, mas ainda não tenho grande feedback, porque também só temos isto há pouco tempo.

I: Pois, compreendo. Ok, pronto, agora também um bocadinho relacionado com os tratamentos que são usados, as vantagens e limitações que identificam.

Dr.PFC: (Vantagens da oclusão) As vantagens, as vantagens do penso, é porque eu sei quando é que começa, e quando é que acaba e tenho a certeza que ele tem de usar o outro olho, não é? (Desvantagens da oclusão) A desvantagem do penso é que só me trata visão monocular, não me trata visão binocular. Por exemplo, dou-te um caso específico, eu tinha uma criança que tinha uma graduação elevadíssima de um olho, tinha, por exemplo, 8 dioptrias num olho de hipermetropia e no outro não tinha praticamente nada, tinha meia. Eu se nesse miúdo lhe tapar o olho, violentamente, como mandam as regras, tipo o dia todo ou mais de 6 horas por dia e ele vai desenvolver um estrabismo, ok? (Vantagens da oclusão) E, portanto, o penso, eu sei doseá-lo, sei que ele tem de começar só com 2 horas e depois posso alternar para outro tipo de terapêutica que eu queira, não é? Essa é a vantagem, eu sei o que ele faz daqui até ali e acabou.

(Desvantagens da oclusão) A desvantagem do penso é o stress que induz na família, que os pais cada vez estão menos... não é cada vez estão menos, é sempre uma coisa que não querem ouvir, é difícil de instituir, portanto essa é a grande desvantagem. (Vantagem dos jogos) A vantagem destes jogos é, primeiro, a acessibilidade, podem fazer no telemóvel ou, claro, idealmente é fazer num telemóvel próprio ou num ecrã, num iPad que facilmente tenham acessível e se nós conseguirmos ter este tipo de terapêutica e de estimulação com muitos conteúdos diferentes, mantém a criança motivada no tratamento, não é?

I: Ok, pronto, esta meio que já sei, mas é se está familiarizado com o uso de jogos ou aplicações digitais na reabilitação visual?

Dr.PFC: (Tratamentos inovadores) Sim, e o *AmblyoPlay*, eu tinha alguns pais, não eram muitos, mas 3 ou 4 que estavam a fazer o *AmblyoPlay*, pronto, que me perguntaram, eu disse isto é uma alternativa e os miúdos de facto tiveram um incremento na sua visão, miúdos que não colaboravam com o penso, já tinham 5 anos e melhoraram na sua função visual. (Tratamentos tradicionais atuais) Agora, eram miúdos que tinham ambliopias refrativas, portanto com o uso os óculos, portanto o importante aqui... também é muito comum esta atitude terapêutica, ora bem, eu tenho aqui uma criança que tem 5 anos, eu vou-lhe diagnosticar um astigmatismo elevado de um lado ou uma diferença, então o que é que faz normalmente o médico? Prescreve os óculos e manda logo tapar o olho, ora, eu não faço isto. Eu prescrevo uns óculos, espero 6 meses, porque muitas vezes, a visão já está muito melhor e eu se calhar até não preciso de mais nada, ou seja, em vez de o reabilitar rapidamente, em 8 meses, vou reabilitar num ano e meio, mas a visão vai lá chegar, por exemplo.

Dr.LT: Poupas-lhes o estrabismo e poupas as funções binoculares.

Dr.PFC: Sim, exatamente, e até porque... e vou ver o que é que só a refração dá, não é?

Dr.LT: Claro.

Dr.PFC: Pronto, e para além de que, às vezes perco pão, perco tudo, porque o miúdo irrita-se com o penso e também não usa os óculos, então as coisas começam um bocadinho faseadas, não é? Já não sei porquê é que estava a falar desta situação, eu nem sei porquê é que disse isto, mas pronto... era isto.

I: Era no uso de jogos e de aplicações.

Dr.PFC: (Vantagens de jogos) Sim, pronto, os óculos e as aplicações são facilíssimos, portanto, qualquer criança... Aliás, normalmente quando prescrevo um penso, digo ao pai que o free time, é o iPad... é o iPad e o *Eye Patch*, não é? iPad e o *Eye Patch*, pronto, (Diretrizes) porque os jogos só em si são bons estimuladores visuais, porque tens cor, tens movimento, tens limites, não é? Portanto, se estiveres a jogar um jogo, onde é que o boneco pode ir, não sei o quê, porque tens movimento, pronto, tens

um bom estimulador. Portanto, agora se eu conseguir ter um dispositivo deste género, com estímulo de binocularidade, é sempre o que as pessoas procuram, não é? Com isto.

I: Pronto, em termos do uso de jogos, quais é que acham que, na vossa opinião, seriam os maiores benefícios e eventuais riscos?

Dr.PFC: (Vantagens e limitações dos jogos) Riscos não há, quer dizer... os riscos, quer dizer, nós podemos discutir, teoricamente, estar a prescrever jogos num miúdo que já joga jogos, não é? E que tem um tempo de ecrã significativo.

Ora, isto é uma preocupação legítima, embora numa criança target para isto, que tenha 5 ou 6 anos, em princípio não deve já andar com jogos, não é? Já deve ter o tempo limitado, não estamos a falar de uma criança de 12 anos, não é? (Diretrizes) Portanto, não vejo grandes riscos com isto. As grandes limitações é criar conteúdo atrativo para a criança em quantidade e qualidade. Ou seja, um miúdo que, como os meus filhos que jogam o Mario Kart, não ache piada nenhuma a estes jogos mais simples, não é? Aí é que está a dificuldade.

E é aí que o *CureSight* tem muita utilidade. Pronto, porque basicamente usa plataformas com conteúdo interessante, não é?

I: Sim, e as próprias crianças podem escolher o que querem.

Dr.PFC: Exatamente, exatamente.

I: (Diretrizes) Se fosse, lá está, uma plataforma com muitos tipos de jogos e de dificuldades diferentes, se calhar dava para algo fugir um bocadinho.

Dr.PFC: Claro, e esse é que é o objetivo. Eu nunca trabalhei com... eu não tenho uma subscrição de *AmblyoPlay*, não é? Mas nunca trabalhei, mas supostamente é uma plataforma que tem alguma diversidade, não é? Pronto, até certo ponto, pelo menos.

I: Que orientações clínicas é que considera mais relevantes para garantir a eficácia terapêutica de um jogo baseado nesta técnica? Por exemplo, a intensidade e o contraste das cores, a duração das sessões, o tipo dos visuais, a frequência de uso, por aí.

Dr.PFC: (Diretrizes) É, o contraste é uma coisa importante, não é? Para tentar dosear o tratamento, a dificuldade e a reabilitação. O tempo... o tempo não sei dizer, mas se calhar uma hora eventualmente por dia que é o que aconselha, por exemplo, o

CureSight, sim. Não sei como está definido. No caso do *CureSight*, eles dizem mesmo uma hora por dia e tem de ser uma hora por dia, porque foi assim que fizeram os estudos, de certeza, não é? Nos estudos, no ensaio clínico era uma hora por dia, então é com uma hora por dia que está comprovado que tem aquele benefício, não é? Pronto.

Mas se fizer meia hora também está certo, não é verdade? Pronto, mas tentar não estender mais do que isso, uma hora por dia eventualmente. Mas se fizer agora uma hora de manhã e outra hora à tarde também não há problema nenhum, não é? Sim. Tem a ver com o tempo seguido de exposição ao ecrã.

I: Ok obrigada! Pronto, esta pergunta é relativa à forma como organizei as cores. Os elementos azuis são visíveis apenas pelo olho atrás da lente vermelha, que idealmente é o olho ambliope, e os elementos vermelhos são visíveis pelos dois olhos, claro que com mais clareza no olho com a lente azul. E para além disso os outros elementos foram todos feitos com cores neutras, para não serem influenciados pelos óculos.

De uma perspetiva clínica, esta lógica adequa-se ou não para o tratamento que é, para obrigar o uso dos dois olhos e para ativar especialmente o olho ambliope. Usei como base as cores do *AmblyoPlay*. Faz sentido?

Dr.PFC: Sim, acho que está, o princípio do jogo está bom, não vejo nada a criticar neste jogo desenvolvido por ti.

I: Esta aqui também já falamos um bocadinho, mas eram os aspetos positivos e que precisavam de ser ajustados no protótipo. Então passando para a pergunta seguinte: consideram que jogos deste género têm realmente potencial para serem implementados na realidade, na reabilitação das crianças e porquê?

Dr.PFC: (Valor da investigação e potencial futuro) Sim, tem potencial. Tem potencial e têm de estar numa aplicação do telemóvel. Pronto, é isso. Tem de estar disponível para subscrição e os pais poderem... O potencial não está na técnica em si, que em princípio isso nós já sabemos que tem, não é? O segredo para tu conseguires desenvolver e chegar a uma comercialização e viver disto, que seria o objetivo, não é? Quem desenvolve um jogo não é? E quem sabe, quem sabe, ahm? É a capacidade de difundir isto em massa. Pronto, o *AmblyoPlay* é isso que está a conseguir exatamente por...

Dr.LT: Arranjar uma empresa portuguesa que tenha uma plataforma online de difusão de conteúdos, como a Porto Editora.

Dr.PFC: Exatamente! Oh Patrícia, vamos a isto que eu já estou farto de ser médico.

Dr.LT: Exatamente.

Isto aqui está na hora da gente discutir as ações da empresa agora.

Dr.PFC: Exatamente! Vamos a isso.

Dr.LT: Isto aqui com meia dúzia de joguinhos disto no site da Porto Editora e é as criancinhas todas a jogarem com os óculos às cores.

Dr.PFC: Exatamente. Eu acho que temos planos para andar. Atenção que isto está a ser gravado.

(Valor da investigação, desafios e potencial futuro) Portanto, eu acho que isso é que é...é que seria a maior, como é que se diz? Pronto, não é dificuldade, é o maior desafio, não é? O maior desafio ao sucesso disto.

Porque a tecnologia... pronto o princípio já está, nós já sabemos. É definir melhor os aspetos do jogo para ser compatível com a reabilitação progressiva da criança naquele caso, não é? E depois, por outro lado, tendo em conta... porque é que eles também falam nisto em seis meses e depois reverem? Porque uma ambliopia refrativa recupera-se em seis meses, oito meses, não é? Mesmo quando eu prescrevo um penso... Se a criança tiver uma... Acho eu, não vi isto escrito em nada nenhum, não é? Mas se eu tiver uma criança a quem prescrevo um penso por causa de uma graduação, normalmente a visão já está razoável, eu vou deixando-o uma horita por dia e depois vai acabar por parar, não é? As ambliopias por estrabismo é que não param porque eu nunca... das duas uma... ou os olhos ficam totalmente alinhados após uma cirurgia, mas aquela criança vai sempre ter um microestrabismo e tal, então vamos mantendo o pensito, não é? Até um platô. Portanto, isto dizendo que a aplicabilidade desta terapia em determinada criança vai ser limitada no tempo, não é? A criança vai fazer aquilo seis meses, um ano. Temos de atingir várias crianças, não é? E estimulá-las durante esses seis meses com jogos diferentes e dificuldades diferentes. Ok? Eu acho que isso é que é o desafio. Mas tem todo o potencial. Sim, vai ser importante, sim.

I: Pronto, com base no protótipo, se há alguma faixa etária que consideram mais adequada e também com base na ambliopia?

Dr.PFC: (Faixa etária) A faixa etária é desde os dois aos seis anos, não é? Acho que é a faixa etária mais importante. Depois, por outro lado, é assim. Imaginemos nós, recuando também a uma pergunta que tu tinhas, que era se existem alguns riscos nisto.

(Vantagens do jogo) Ou seja, não existem riscos e por outro lado existe a vontade dos pais em usar uma coisa deste género. Os pais ficavam muito excitados com isto, não é? Estimular os pais. Às vezes nós vemos aí coisas que não têm interesse nenhum, mas as pessoas fazem e tal, para estimular os olhos a andar para um lado e para o outro... não têm interesse nenhum, mas as pessoas gostam de fazer este tipo de coisa.

Portanto, neste caso, se eu tiver uma criança que tenha uma ligeirinha... uma coisa ligeira... uma ambliopia refrativa, que eu não iria prescrever um penso, porque se calhar não é necessário, mas posso prescrever isto. E eles gostam e tal, e os pais. É uma coisa que não fazendo mal, fazendo bem, é fácil de implementar.

I: Já só falta uma perguntinha, se consideram que esta investigação pode ser relevante para a área visual e se traz algo de inovador, porque, por exemplo, já existe o *CureSight*, o *AmblyoPlay*. Se, pelo menos em Portugal, pode trazer alguma coisa de inovador ou de relevante para a medicina também?

Dr.PFC: (Valor da investigação e potencial futuro) Sim, em Portugal sim, porque tu desenvolverias uma plataforma que é facilmente... que é nossa, e que podes adaptar para conteúdo nosso, não é? Porque podes adaptar jogos, mas também podes adaptar vídeos, não é? Informativos, na área da porta editora, por exemplo. Tu podes ter, podes dissociar o conteúdo de forma a conseguires ver o *global picture*, não é? E, portanto, podes ensinar, por exemplo, história com isto, eventualmente, não é? Em vídeos animados, porque os miúdos estão a aprender história não só nos livros, mas também em coisas animadas ou ciências, eventualmente, não é? Acho que dava para fazer uma coisa desse tipo, não é? Em jogos, mas também noutros conteúdos naquela faixa etária em que as crianças estão a aprender algumas coisas básicas. Era uma ideia.

Dr.LT: Oh Patrícia, e estas coisas é sempre... fazendo nós, podemos sempre fazer melhor e mais adequado aos nossos, não é? E até os preços podem ter... podemos ter outro *pricing*... se calhar as soluções lá fora podem vir a ser mais caras, não sei, não é?

Dr.PFC: Sim, exatamente.

Dr.LT: Até as limitações da língua, não é? Não haver língua em português, sendo uma altura em que os miúdos não leem, não é?

Entretanto, a sessão zoom foi terminada pela plataforma, mas numa nova sessão foi concluída e foram realizados os respetivos agradecimentos.

7.2. Testes

7.2.1. Formulário de Consentimento Informado para Participação de Crianças em Testes

Propósito

O seu educando(a) foi convidado(a) a participar num teste organizado por **Patrícia de Sousa Amaral**, no âmbito de uma **dissertação de mestrado em Multimédia da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**, sob orientação da Professora Doutora Tânia Rocha, da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, e do Professor Doutor António Coelho, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Este teste insere-se no projeto intitulado: **“Protótipo de Jogo Digital Dicóptico para Auxiliar a Reabilitação de Crianças com Ambliopia Anisométrica”**. O objetivo deste estudo é **avaliar a reação inicial de crianças em idade pré-escolar** à interação com um protótipo de jogo digital, desenvolvido para apoiar a reabilitação visual de crianças com ambliopia anisométrica.

Procedimento

O teste consiste numa curta sessão individual de aproximadamente **1 minuto**, em que a criança experimentará o protótipo. Este recorre à **técnica azul-vermelho**, sendo que, por isso, a criança usará **óculos anáglifos** (com uma lente azul e outra vermelha), fornecidos pela investigadora no momento da sessão. Este teste tem um **caráter exploratório** e não clínico, destinando-se apenas a **observar a interação inicial com o jogo e a recolher impressões qualitativas** sobre o comportamento, o interesse demonstrado e eventuais dificuldades apresentadas. Não serão avaliados resultados clínicos nem efeitos terapêuticos. Durante a sessão, serão feitas observações e anotações sobre o comportamento da criança (ex.: interesse, facilidade de interação, dificuldades visuais aparentes). **Nenhuma imagem ou gravação de vídeo será feita. Nenhum dado que permita a identificação da criança será incluído no relatório final.**

Local e Data

O teste será realizado na **Creche Jardim de Infância da Santa Casa da Misericórdia de Fão**, em data a definir, acordada com a instituição.

Confidencialidade

Toda a informação recolhida será tratada com **total confidencialidade**. Serão registados, quando aplicável, dados relativos à existência de **problemas visuais diagnosticados** e respetivas **dioptrias**, conforme informação facultada pelos encarregados de educação. Estes dados serão utilizados **exclusivamente para contextualizar as observações** feitas durante a sessão e para explorar eventuais padrões de reação ao protótipo, **sem qualquer identificação direta ou indireta da criança**. As informações recolhidas serão **anonimizadas** e analisadas apenas para **fins académicos**, podendo ser incluídas no **relatório final da dissertação de mestrado** e em **eventuais publicações científicas** resultantes deste trabalho. Em nenhuma circunstância será divulgada qualquer informação que permita a identificação da criança.

Plano de Gestão de Dados

Os dados recolhidos serão armazenados num repositório eletrónico seguro e protegido por palavra-passe, alojado no servidor da Universidade do Porto. Apenas os membros da equipa de investigação terão acesso a este repositório. Os dados serão mantidos por um período de 5 anos após a conclusão do estudo. Findo esse prazo, todas as informações pessoalmente identificáveis serão removidas e os dados serão anonimizados. Após o período de retenção, os dados anonimizados poderão ser disponibilizados à comunidade científica para análises adicionais.

Considerações Éticas

Este estudo será conduzido de acordo com a Lei de Proteção de Dados Pessoais em vigor em Portugal (Lei n.º 67/98, de 26 de outubro) e com o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados da União Europeia (Regulamento UE 2016/679). A participação da criança é voluntária, sendo necessária a autorização expressa do respetivo Encarregado de Educação. A qualquer momento, este poderá retirar o consentimento, sem prejuízo para si ou para a criança.

Os participantes poderão indicar se autorizam ou não o contacto para futuros estudos ou para receber resumos dos resultados deste projeto.

Informações de Contacto

Em caso de dúvidas ou questões relacionadas com este estudo, por favor, entre em contacto com: **patricia.amaral16@gmail.com** (email da entrevistadora) ou **+351 936 209 050** (contacto telefónico da entrevistadora).

Informações da Criança

Nome da criança: _____

Idade: _____ anos

A criança apresenta algum problema visual diagnosticado?

☐ Não

☐ Sim. Qual? _____

Dioptrias atuais (conforme última consulta de oftalmologia):

Olho direito (OD): _____

Olho esquerdo (OE): _____

E-mail/contacto do encarregado de educação: _____

(Esta informação é solicitada apenas com o intuito de contextualizar a observação no âmbito do estudo. Não será publicado em nenhum momento o nome da criança.)

Autorização e Consentimento

☐ Autorizo a participação da criança no estudo acima descrito.

☐ Tomei conhecimento dos objetivos, procedimentos e garantias de confidencialidade.

☐ Aceito ser contactado(a) para receber resumos do estudo ou para participar em investigações futuras.

ZuVision - Protótipo de Jogo Digital Dicóptico para Auxiliar a Reabilitação de Crianças com Ambliopia Anisométrica

☐ Não, não desejo ser contactado(a) no futuro.

Nome do Encarregado de Educação: _____

Assinatura: _____ Data: ____ / ____ / ____

Assinatura da investigadora: Patrícia de Sousa Amaral Data: 15 de maio de 2025

7.2.2. Guião de Observação – Teste de Usabilidade do Protótipo de Jogo Dicóptico

1. Dados do Participante

Participante n.º: _____

Idade: _____

Sexo: ☐ M ☐ F

Diagnóstico visual: ☐ Sim ☐ Não

Tipo: _____

Dioptrias: OD _____ / OE _____

Usa óculos? ☐ Sim ☐ Não

Usou óculos no teste? ☐ Sim ☐ Não

2. Primeiras Impressões

Curiosidade inicial pelo jogo:

☐ Muito interessado(a) ☐ Interessado ☐ Pouco Interessado ☐ Sem interesse

Compreensão do funcionamento:

☐ Compreendeu imediatamente ☐ Com alguma ajuda ☐ Teve dificuldades ☐ Não compreendeu

Reação emocional inicial:

☐ Entusiasmo ☐ Alegria ☐ Indiferença ☐ Ansiedade ou receio

Observações:

3. Adaptação aos Óculos Azul-Vermelho

Colocou corretamente? ☐ Sim ☐ Não

Precisou de ajuda? ☐ Sim ☐ Não

Demonstrou desconforto?

☐ Não

☐ Sim ----- ☐ Leve ☐ Moderado ☐ Forte

Tipo de desconforto (ex.: visão turva, tontura):

4. Interação com o Jogo

Respondeu aos estímulos do jogo?

☐ Sempre ☐ Na maioria das vezes ☐ Poucas vezes ☐ Não respondeu

Conseguiu ver elementos nos dois lados (vermelho/azul)? ☐ Sim ☐ Não ☐ Parcialmente

Observações:

5. Avaliação da Atenção Comportamental

Foco visual constante no ecrã

☐ Sim ☐ Intermitente ☐ Não

Distrações espontâneas (olhar para o lado, mexer em objetos, etc.)

☐ Nenhuma ☐ 1-2 ☐ 3+ ☐ Muito frequentes

Postura e envolvimento corporal

☐ Ativo e focado ☐ Normal ☐ Agitado/desinteressado

Observações sobre atenção:

6. Feedback da Criança (se aplicável)

Gostaste do jogo? ☐ Sim ☐ Não

Foi difícil jogar? ☐ Sim ☐ Não

Conseguiste ver bem? ☐ Sim ☐ Não

Jogavas outra vez? ☐ Sim ☐ Não

Outras respostas espontâneas:

8. Observações Finais

ZuVision - Protótipo de Jogo Digital Dicóptico para Auxiliar a Reabilitação de Crianças com Ambliopia Anisométrica

7.2.3. Dados recolhidos nos Testes

Rúbrica		Participantes																			
		Participante 1	Participante 2	Participante 3	Participante 4	Participante 5	Participante 6	Participante 7	Participante 8	Participante 9	Participante 10	Participante 11	Participante 12	Participante 13	Participante 14	Participante 15	Participante 16	Participante 17	Participante 18	Participante 19	Participante 20
1. Dados dos Participantes	Idade	3	4	3	6	4	4	3	4	3	3	3	3	2	2	2	3	2	3	3	3
	Sexo	F	M	M	F	F	F	M	F	F	F	F	F	F	M	F	M	F	F	M	M
	Diagnóstico Visual	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Tipo	Hipermetropia com estrabismo	-	-	-	-	-	-	-	Hipermetropia	-	Hipermetropia	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dioptrias OD	6.00	-	-	-	-	-	-	-	4.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dioptrias OE	6.50	-	-	-	-	-	-	-	4.25	-	2.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Usa óculos	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Usou óculos no teste	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
2. Primeiras Impressões	Participou no jogo	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Curiosidade inicial pelo jogo	Interessado(a)	Muito interessado(a)	Sem interesse	Muito interessado(a)	Muito interessado(a)	Pouco interessado(a)	Muito interessado(a)	Pouco interessado(a)	Muito interessado(a)	Muito interessado(a)	Muito interessado(a)	Muito interessado(a)	Muito interessado(a)	Muito interessado(a)	Muito interessado(a)	Muito interessado(a)	Muito interessado(a)	Muito interessado(a)	Muito interessado(a)	Muito interessado(a)
	Compreensão do funcionamento	Com alguma ajuda	Com alguma ajuda	Não compreendeu	Compreendeu imediatamente	Compreendeu imediatamente	Teve dificuldades	Teve dificuldades	Teve dificuldades	Com alguma ajuda	Compreendeu imediatamente	Compreendeu imediatamente	Compreendeu imediatamente	Compreendeu imediatamente	Compreendeu imediatamente	Compreendeu imediatamente	Compreendeu imediatamente	Compreendeu imediatamente	Compreendeu imediatamente	Compreendeu imediatamente	Teve dificuldades
	Reação emocional inicial	Ansiedade ou receio	Entusiasmo e Alegria	Ansiedade ou receio	Entusiasmo e Alegria	Entusiasmo e Alegria	Ansiedade ou receio	Entusiasmo e Alegria	Ansiedade ou receio	Entusiasmo e Alegria	Entusiasmo e Alegria	Entusiasmo e Alegria	Entusiasmo e Alegria	Entusiasmo e Alegria	Entusiasmo e Alegria	Entusiasmo e Alegria	Entusiasmo e Alegria	Entusiasmo e Alegria	Entusiasmo e Alegria	Entusiasmo e Alegria	Ansiedade ou receio
3. Adaptação aos Óculos Audi-thermiche	Colocou corretamente?	Sim	Sim	-	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Precidou de ajuda?	Sim	Sim	-	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Demonstrou desconforto?	Não	Não	-	Não	Sim - Moderado	Sim - Forte	Sim - Leve	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Tipo de desconforto	-	-	-	-	Trava os óculos	Não quis colocar os óculos	Tendência a olhar por cima das lentes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. Interação com o Jogo	Respondeu aos estímulos do jogo?	Na maioria das vezes	Sempre	-	Sempre	Na maioria das vezes	Poucas vezes	Sempre	Na maioria das vezes	Na maioria das vezes	Sempre	Na maioria das vezes	Na maioria das vezes	Na maioria das vezes	Poucas vezes	Na maioria das vezes	Na maioria das vezes	Sempre	Na maioria das vezes	Não respondeu	
	Conseguiu ver elementos nos dois lados (vermelhos)?	Sim	Sim	-	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
5. Avaliação de Atenção Comportamental	Foco visual constante no ecrã	Intermitente	Sim	-	Sim	Intermitente	Intermitente	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Intermitente	Sim	Sim	Sim	Sim
	Distrações espontâneas	1-2	Nenhuma	-	Nenhuma	1-2	3+	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	1-2	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma
	Postura e envolvimento corporal	Normal	Ativo e focado	-	Ativo e focado	Normal	Agladose/insistentes adão	Ativo e focado	Normal	Ativo e focado	Ativo e focado	Ativo e focado	Ativo e focado	Ativo e focado	Ativo e focado	Ativo e focado	Ativo e focado	Ativo e focado	Ativo e focado	Ativo e focado	Ativo e focado
6. Feedback de Crianças	Gostaste do jogo?	Sim	Sim	-	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Foi difícil jogar?	Não	Não	-	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Consegueste ver bem?	Sim	Sim	-	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
7. Observações	Jogavas outra vez?	Sim	Sim	-	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		Timida. Demonstrou uma ansiedade inicial que se transformou em algum entusiasmo depois.	Obteve melhores resultados com os óculos do que sem eles, em termos de envolvimento. Tentou arrastar a personagem em vez de apenas clicar. Gostou dos óculos.	Muito reservado e preferiu não participar.	Jogou novamente voluntariamente.	Tentou arrastar a personagem em vez de apenas clicar. Jogou novamente voluntariamente. Gostou dos óculos.	Inicialmente, demonstrou algum receio, mas após ver uma colega a jogar, ganhou algum entusiasmo. Tentou arrastar a personagem em vez de apenas clicar.	Tentou arrastar a personagem em vez de apenas clicar. Jogou novamente voluntariamente. Gostou dos óculos.	Inicialmente, demonstrou algum receio, mas após ver uma colega a jogar, ganhou algum entusiasmo. Obteve melhores resultados com os óculos do que sem eles, em termos de envolvimento. Tentou arrastar a personagem em vez de apenas clicar. Gostou dos óculos.	Obteve melhores resultados com os óculos do que sem eles, em termos de envolvimento. Gostou dos óculos.	Obteve melhores resultados com os óculos do que sem eles, em termos de envolvimento. Gostou dos óculos.	Obteve melhores resultados com os óculos do que sem eles, em termos de envolvimento. Gostou dos óculos.	Obteve melhores resultados com os óculos do que sem eles, em termos de envolvimento. Gostou dos óculos.	Obteve melhores resultados com os óculos do que sem eles, em termos de envolvimento. Gostou dos óculos.	Por vezes, ficava apenas a observar os estímulos visuais, mantendo a atenção. Obteve melhores resultados com os óculos do que sem eles, em termos de envolvimento. Jogou novamente voluntariamente. Gostou dos óculos.	Obteve melhores resultados com os óculos do que sem eles, em termos de envolvimento. Jogou novamente voluntariamente. Gostou dos óculos.	Obteve melhores resultados com os óculos do que sem eles, em termos de envolvimento. Jogou novamente voluntariamente. Gostou dos óculos.	Obteve melhores resultados com os óculos do que sem eles, em termos de envolvimento. Jogou novamente voluntariamente. Gostou dos óculos.	Obteve melhores resultados com os óculos do que sem eles, em termos de envolvimento. Jogou novamente voluntariamente. Gostou dos óculos.	Obteve melhores resultados com os óculos do que sem eles, em termos de envolvimento. Jogou novamente voluntariamente. Gostou dos óculos.	Apesar de um receio inicial, jogou de forma voluntária. A reação aos estímulos não era tocar no ecrã, mas mais acompanhar as flutas com o dedo e o olhar. Obteve melhores resultados com os óculos do que sem eles, em termos de envolvimento. Jogou novamente voluntariamente.

Tabela 3. Dados recolhidos por participante nos testes