

DESIGN PARA INCLUSÃO: PROPOSIÇÃO DE JOGO LÚDICO VISANDO O RASTREIO PRECOCE DA DISCROMATOPSIA

*DESIGN FOR INCLUSION: PLAYFUL PLAY PROPOSITION AIMING AT
EARLY SCREENING OF DYSCROMATOPSIA*

Emilly Lorena Monteiro da Silva

✉ ORCID

UFPE

emilly.lmonteiros@gmail.com

Lucas José Garcia

✉ ORCID

UFPE

lucas.jgarcia@ufpe.br

PROJÉTICA

DESIGN: EDUCAÇÃO, CULTURA E SOCIEDADE

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

SILVA, Emilly Lorena Monteiro da; GARCIA, Lucas José. Design para inclusão: proposição de jogo lúdico visando o rastreamento precoce da discromatopsia. **Projetica**, Londrina, v. 16, n. 3, 2025. DOI: 10.5433/2236-2207.2025.v16.n3.51240. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/projetica/article/view/51240>.

DOI: 10.5433/2236-2207.2025.v16.n3.51240

Submissão: 2024-08-16

Aceite: 2025-04-02

Resumo: *A visão cromática é resultado da complexa interação entre a luz e o olho. Desde os primeiros meses de vida, o indivíduo é capaz de compreender os estímulos visuais causados pelas cores. Porém, alterações na estrutura do aparelho visual podem gerar interferência no processo de decodificação do estímulo, acarretando a deficiência na percepção cromática. Por isso, para a pessoa daltônica, o diagnóstico tardio pode dificultar a interação plena com as cores, seja em atividades educacionais de colorir ou em outros âmbitos. Nesse contexto, este artigo dedica-se a apresentar o desenvolvimento e a aplicação de um recurso lúdico destinado ao rastreio precoce da discromatopsia. A ferramenta é um jogo de quebra-cabeça projetado com o objetivo de propiciar a triagem de indivíduos com algum nível de deficiência de visão de cores (DVC). A pesquisa pode ser classificada como aplicada quanto à sua natureza e descritiva quanto aos objetivos, foi desenvolvida conforme a abordagem qualitativa, imersa nas etapas da metodologia de design do Double Diamond, aplicadas aos aspectos teóricos e projetuais do estudo. Com o intuito de validar o recurso, foi realizada a aplicação com seis participantes que indicaram ter algum tipo de alteração na visão cromática. Com isso, foi percebido o potencial de uso do artefato para a identificação de indivíduos com distúrbios congênitos ou adquiridos da visão de cores. Por fim, o estudo também se propõe a ampliar as discussões sobre os testes para identificar a discromatopsia, principalmente quanto às possibilidades que os recursos lúdicos possuem na aplicação com os usuários.*

Palavras-chave: daltonismo; ferramenta de identificação; cores.

Abstract: *Color vision is the result of the complex interaction between light and the eye. From the first months of life, the individual is able to understand the visual stimuli caused by Colors. However, changes in the structure of the visual apparatus can cause interference in the process of decoding the stimulus, leading to a deficiency in color perception. For this reason, for the colorblind person, late diagnosis can make it difficult to fully interact with colors, either in educational coloring activities or in other areas. In this context, this article is dedicated to presenting the development and application of a playful resource for the early screening of dyschromatopsia. The tool is a puzzle game*

designed with the goal of providing screening for individuals with some level of color vision impairment (CVD). The research can be classified as applied as to its nature and descriptive as to the objectives, it was developed according to the qualitative approach, immersed in the stages of the Double Diamond design methodology, applied to the theoretical and projective aspects of the study. In order to validate the resource, the application was carried out with six participants who indicated having some type of alteration in color vision. With this, the potential of using the artifact for the identification of individuals with congenital or acquired disorders of color vision was realized. Finally, the study also proposes to expand the discussions about the tests to identify dyschromatopsia, especially regarding the possibilities that the playful resources have in the application with users.

Keywords: colour blindness; identification tool; colors.

INTRODUÇÃO

A visão repercute na vivência do ser humano de maneira significativa, sendo considerada como facilitadora para as interações e participações no cotidiano. Com isso, sabe-se que as doenças oculares e deficiências visuais são imprescindíveis a qualquer indivíduo, independente da fase da vida. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 2,2 bilhões de pessoas possuem algum tipo de distúrbio visual, seja em fase inicial ou grave (WHO, 2019). Nos casos mais recorrentes das doenças oculares de estágio moderado ou avançado, tem-se: a catarata, a doença macular relacionada com a idade e o glaucoma (WHO, 2023). Essas condições citadas são potencialmente associadas aos comprometimentos adquiridos quanto à percepção visual das cores (Suciu *et al.*, 2020).

A Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde, publicada pela OMS em sua décima primeira versão (CID-11), indica que a deficiência da visão das cores é umas das condições oculares relacionadas a implicação das

funções visuais, sendo classificada como: comprometimento da visão das cores (WHO, 2024). Por sua vez, é definida como uma privação na distinção cromática, visto que a não visualização de nenhuma cor é algo raro (WHO, 2024). A deficiência na visão das cores (DVC) ou *discromatopsia*, é comumente conhecida como daltonismo, em homenagem ao cientista inglês John Dalton (1766 – 1844), devido às contribuições advindas de sua descoberta e estudos sobre a anomalia da visão cromática que o mesmo tinha (Pedrosa, 2022).

De acordo com Ventura (2007), a partir dos dois meses de idade, já é possível ter-se a compreensão do estímulo e a distinção cromática. Porém, a percepção de contraste e de cores passa a ter maior impacto a partir dos quatro meses de idade. Apesar disso, o distúrbio visual cromático pode ser compreendido pelo indivíduo de maneira tardia, pois, quando criança, pode não ter sido percebido, e em muitos casos, pessoas próximas não tem informações sobre essa condição para dar suporte (Henriques, 2019; Kvitle, 2018). O impacto na autonomia repercute inicialmente em atividades corriqueiras que envolvem a distinção de cores: na escolha de vestimentas, de alimentos em maturação adequada, nos momentos de compras e escolha, na leitura de informativos sem legenda sobre o uso das cores, na identificação de fios elétricos, entre outras (Chagas; Acioly, 2020; Melo; Galon; Fontanella, 2014).

Portanto, sabendo que as DVC podem gerar adversidades na execução de atividades cotidianas e que o impacto da falta de diagnóstico ou diagnóstico tardio afeta a vida do indivíduo daltônico, observa-se a necessidade de conscientização sobre essa condição visual, sobretudo quanto ao acesso a testes de alterações na visão das cores desde a infância e no ambiente escolar (Kvitle, 2018). Por conseguinte, a presente pesquisa objetiva apresentar a elaboração e aplicação de um jogo de quebra-cabeça, desenvolvido para atuar como um recurso lúdico no rastreio de alterações na percepção da visão cromática e que aspira contribuir na identificação precoce dessa condição, quando inserida no ambiente escolar.

Para tanto, a pesquisa foi guiada a partir das quatro etapas da metodologia do *Double Diamond*, quanto: a estruturação teórica e definição do objetivo da pesquisa; a elaboração da ideia e o desenvolvimento do protótipo; e, por fim, a aplicação e avaliação com usuários. Dessa maneira, os resultados apresentados referem-se à atuação do jogo em função da capacidade de distinção das cores percebidas pelo usuário, visto que as dificuldades relacionadas ao contraste e à diferenciação entre as cores surgem através da montagem do jogo de quebra-cabeça.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nas seções a seguir, serão apresentadas as temáticas da pesquisa, no que tange aos materiais científicos utilizados para a estruturação do aporte teórico. Os temas perpassam pela compreensão do processo da visão, pela conceituação e as especificidades das deficiências na visão das cores (DVC), e pelas estruturas dos testes e ferramentas mais usuais de identificação e diagnóstico da *discromatopsia*.

2.1 A VISÃO E A PERCEPÇÃO DAS CORES

A visão promove ao indivíduo a possibilidade de experienciar e compreender as formas do mundo através de estímulos que influenciam diretamente no resultado que será visto. O processamento da visão ocorre por meio de uma interação dos raios luminosos que, em contato com o aparelho óptico, geram os estímulos visuais – estes variam entre os aspectos de dimensão, luminosidade, cor, aproximação – e resultam na percepção visual e formação da imagem (Farina; Perez; Bastos, 2006). A luz é o elemento primordial para o surgimento da cor, que, por sua vez, é tida como resultado da sensação, a partir da atuação do fenômeno luminoso (que provoca o estímulo) e do olho (que capta e decodifica o comprimento de onda da luz) (Pedrosa, 2022). Deste modo, a cor decorre: “[...] da natureza das coisas que

olhamos, da luz que as ilumina, e ela existe enquanto sensação registrada pelo cérebro” (Farina; Perez; Bastos, 2006, p. 61).

Entre as estruturas do sistema óptico humano responsáveis pela visão cromática, encontram-se a retina, a fóvea e o nervo óptico. Na retina, é tida a presença de milhões de células sensíveis à luz (cones e bastonetes), que repercutem os estímulos – gerados a partir do que é observado – através do nervo óptico, para que possam ser analisados e interpretados no cérebro, resultando na visão das cores (Farina; Perez; Bastos, 2006). As células retinianas, embora sejam fotorreceptoras, reagem de maneiras distintas aos estímulos captados, pois os bastonetes atuam apenas na identificação de movimento e variação da luminosidade; já os cones atuam na visão cromática e na percepção de detalhes, pois possuem sensibilidade para reagir de maneiras diversas aos comprimentos de ondas (Farina; Perez; Bastos, 2006; Fraser; Banks, 2007).

A percepção das cores, além da influência da luz e da estrutura óptica, também é impactada pelo repertório psicológico do indivíduo quanto à preferência e compreensão, pois isso repercute no que é visto (Pedrosa, 2022). A composição e atuação do sistema visual humano ocorrem de forma comum a todos os indivíduos, porém, os processamentos visuais podem ser suscetíveis a alterações de funcionamento, o que, por sua vez, repercute na visualização, no entendimento adverso ou na deficiência da visão cromática, fazendo com que cada indivíduo tenha uma experiência distinta em relação às cores. A compreensão e diferenciação dos matizes presentes no espectro visível, exceto nas áreas do ultravioleta e do infravermelho, é denominada de *tricromatopsia normal*, sendo a *tricromatopsia anômala*, referente à alteração na visão das cores (Farina; Perez; Bastos, 2006).

2.2 DISCROMATOPSIA (DALTONISMO)

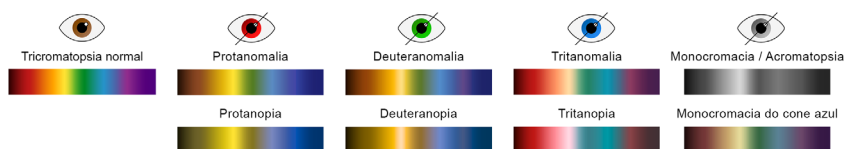
A *discromatopsia* é uma anomalia ocular referente à funcionalidade irregular e à ausência de um ou mais tipos de cones da retina, fatores que resultam para o indivíduo na dificuldade ou privação da capacidade de perceber e/ou distinguir as cores (Bruni; Cruz, 2006; Fernandes; Urbano, 2008). Os cones são classificados conforme sua sensibilidade para cada um dos três diferentes comprimentos de onda: curto (S), médio (M) e longo (L), ligados respectivamente aos matizes do azul (azul-violeta), verde e vermelho (vermelho-alaranjado) (Bruni; Cruz, 2006; Fraser; Banks, 2007). Os tipos de cones, além do quantitativo de estruturas afetadas ou ausentes, são fatores que indicam a classificação dos distúrbios cromáticos congênitos. Posto isso, a *discromatopsia* pode ser dividida em três grupos: *tricromatismo anômalo*, *dicromatismo* e *acromatopsia* (Pedrosa, 2022).

Tricromatismo anômalo: apesar de conter os três tipos de cones em sua estrutura, devido à alteração de funcionamento, resulta na percepção anômala das cores (Perlman; Safuri, 2018). É caracterizado pela dificuldade de distinção entre os matizes vermelho e laranja com suas respectivas cores complementares (Pedrosa, 2022). *Dicromatismo*: possui apenas dois tipos de cones, em razão disto, as cores quentes são visualizadas como amarelo e variantes a ele; os cianos e os violetas tendem a ser vistos como acinzentados; e o azul não sofre alteração significativa (Pedrosa, 2022). *Acromatopsia (monocromacia)*: caracteriza-se pela alteração de funcionalidade ou ausência de todos os cones, resultando em casos mais severos e repercutindo na visualização de preto e branco (Pedrosa, 2022; Perlman; Safuri, 2018). A *acromatopsia* tem como variante a *monocromacia* do cone azul, resultando em uma visualização com característica mais azulada (Pereira, 2021).

Estes grupos são subdivididos ainda em anomalias moderadas e comprometimentos severos referentes aos cones que realizam a decodificação dos comprimentos de ondas dos matizes vermelho (*protan*), verde (*deutan*) e azul (*tritan*) (Figura 1). Quando referente ao matiz vermelho, resulta na visão alterada desta, trocando-a

pelas cores: verde, marrom, bege e graduações do cinza. Quando referente ao matiz verde, resulta na percepção alterada desta, trocando-a por graduações de marrom. E quando referente ao matiz azul, resulta na percepção alterada desta cor, dando lugar à visão colorida mais rosada (Maia, 2013).

Figura 1 – Simulação dos tipos de defeito na visão das cores



Fonte: Os autores (2024).

Na Figura 1, é apresentada uma simulação das variações cromáticas que ocorrem nos tipos de deficiência na visão das cores. Estas anomalias são definidas pela deficiência parcial de funcionamento dos cones, enquanto os comprometimentos mais severos correspondem à deficiência ou ausência total dos cones (Maia, 2013). Em síntese, as *tricromacias anômalas* (*protanomalia*, *deuteranomalia*, *tritanomia*) são leves; as *dicromacias* (*protanopia*, *deuteranopia*, *tritanopia*) são moderadas; e as *monocromacias* (*acromatopsia*, *monocromacia do cone azul*) têm maior severidade na alteração das cores visualizadas.

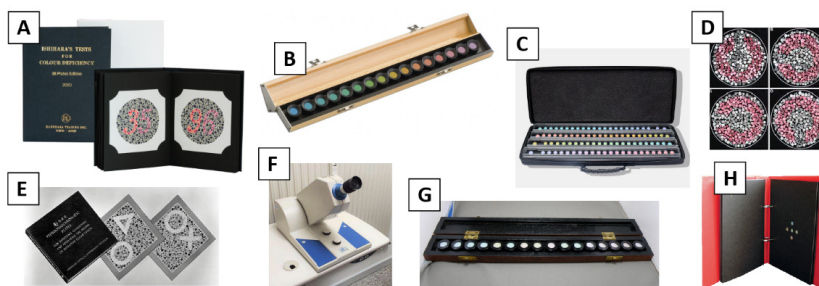
2.3 TESTES DE IDENTIFICAÇÃO E DIAGNÓSTICO DAS DEFICIÊNCIAS NA VISÃO DAS CORES (DVC)

A *discromatopsia* pode ser desencadeada mediante fatores genéticos (relacionados ao cromossomo X) ou adquiridos (quando advém de algum comprometimento, doença visual ou sistêmica, tumores cerebrais, medicamentos, químicos e outros) (Farina; Perez; Bastos, 2006; Fernandes; Urbano, 2008). Quanto aos dados gerais sobre as DVC, estima-se que cerca de 8% da população masculina e 0,5% da

população feminina sejam acometidos por essa anomalia ocular (Zarazaga; Vásquez; Royo, 2019). No Brasil, ainda não há informações oficiais sobre o quantitativo de pessoas daltônicas, porém de acordo com dados da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) do ano de 2019, cerca de 17,2 milhões (8,4%) de brasileiros têm algum tipo de deficiência, dos quais 7 milhões (3,4%) destes, são pessoas entre 2 anos de idade ou mais que possuem deficiência visual (IBGE, 2021, 2022).

Os testes clínicos de identificação e diagnóstico das DVC (Figura 2) podem ser categorizados como: teste de pranchas *pseudoisocromáticas*; teste de arranjo ou de ordenamento de matizes (ou teste de pedido); teste de equalização (ou teste de comparação); teste de nomeação; teste computadorizado, entre outros (Bruni; Cruz, 2006; Zarazaga; Vásquez; Royo, 2019). Já os objetivos de aplicação dos testes podem ser relacionados ao rastreio, caracterização, distinção entre os tipos congênitos e adquiridos e a avaliação do nível de comprometimento da DVC (Bruni; Cruz, 2006).

Figura 2 – Exemplos de testes clínicos para identificação e diagnóstico das *discromatopsias*



Fonte: Os autores (2024).

Um levantamento realizado em 95 estudos, possibilitou a indicação de testes clínicos com maior incidência de aplicação para diagnóstico. Entre eles, estão: *Teste de Ishihara* (Figura 2, a); *Teste de Farnsworth-Munsell D-15* (Figura 2, b); *Teste*

de Farnsworth–Munsell 100-Hue (Figura 2, c); Teste de Cores de Cambridge (Figura 2, d); Teste de Hardy–Rand–Rittler (Figura 2, e); Anomoscópio (Figura 2, f); Teste de Lanthony Desaturated D-15 (Figura 2, g); Teste de visão da Universidade da Cidade (City University Test) (Figura 2, h) (Zarazaga; Vásquez; Royo, 2019). De modo geral, as ferramentas possuem as seguintes estruturas:

1) Identificação de elementos (símbolos, formas ou números): são séries de placas que apresentam figuras formadas por vários círculos que se diferem em diâmetro, matiz, brilho, saturação e têm o objetivo de evidenciar o defeito cromático a partir da identificação ou não do elemento que está sendo representado. Esse é o caso do Teste de Ishihara, do Teste de Hardy–Rand–Rittler e o Teste de cores Cambridge (que também é categorizado como um teste digital) (Fernandes; Urbano, 2008; Zarazaga; Vásquez; Royo, 2019).

2) Ordenação de matizes: um conjunto de discos coloridos deve ser ordenados de maneira correta. Para isso, são determinadas cores de referência em polos opostos, que servem como base para a disposição das demais matizes entre elas. Esse é o caso do Teste de Farnsworth–Munsell 100-Hue (assim como de sua versão reduzida, o Teste de Farnsworth–Munsell D-15) e do Teste de Lanthony Dessaturado D-15 (Bruni; Cruz, 2006; Zarazaga; Vásquez; Royo, 2019).

3) Comparação (matiz): um círculo é apresentado dividido em duas partes (superior e inferior) com cores distintas, sendo uma delas a de referência. Com isso, o participante deve indicar qual é o matiz que lhe é percebido como idêntico ao de referência. sendo esse o caso do aparelho anomoscópio (Zarazaga; Vásquez; Royo, 2019). O *anomoscópio* é considerado o “padrão ouro” quanto à identificação e diagnóstico da *discromatopsia*, apesar de ser raramente encontrado nos consultórios oftalmológicos (Zarazaga; Vásquez; Royo, 2019).

4) Indicação de similaridade (matiz): em uma série de placas, são apresentados círculos coloridos. O círculo de referência é o que está no centro, rodeado por

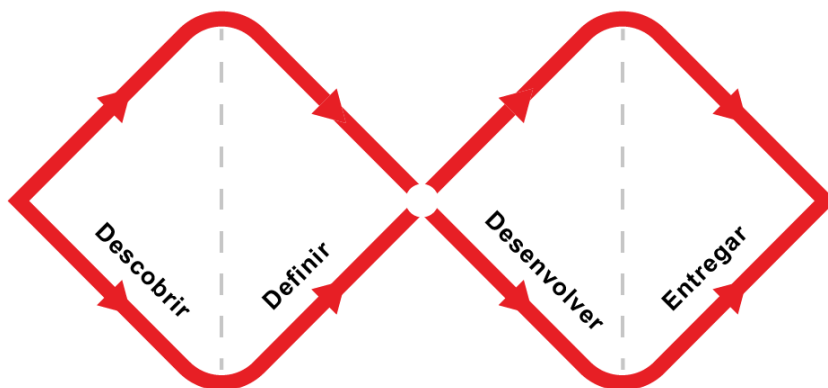
quatro outros círculos, onde o participante deve indicar qual matiz tem maior similaridade com a cor do círculo central. Esse é o caso do Teste da *Universidade da Cidade (CUT)* (Zarazaga; Vásquez; Royo, 2019).

A complexidade envolvida nos processos relacionados à visão das cores, também é tida nos testes de identificação e diagnóstico das DVC, pois as condições relacionadas à aplicação com os indivíduos e à análise dos resultados são impactadas em decorrência dos seguintes fatores: nível de compreensão do participante e do aplicador, quanto ao teste e às *discromatopsias*; pela variação de estrutura dos testes (Figura 2), bem como da mensuração de seus dados; pela influência da luminosidade e do estado de conservação dos componentes dos testes (Zarazaga; Vásquez; Royo, 2019). Em razão disso, recomenda-se que haja a utilização de dois ou três testes, além do uso padronizado da iluminação no ambiente de aplicação, possibilitando a precisão no diagnóstico (Bruni; Cruz, 2006; Zarazaga; Vásquez; Royo, 2019).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa é classificada como de natureza aplicada, com objetivos de caráter descritivo, abordagem qualitativa e utiliza o método indutivo. Como procedimento técnico, foi realizada para a estruturação da bibliografia, uma pesquisa exploratória sobre as temáticas do estudo. Para o desenvolvimento do projeto, foi utilizada a metodologia de design *Double Diamond*, (traduzido para o português como Duplo Diamante), que contempla os períodos de pesquisa, desenvolvimento e teste do recurso lúdico de rastreio da *discromatopsia* proposto no projeto. A metodologia *Double Diamond* (Figura 3) é composta por dois diamantes, cada um contemplando um momento: o da exploração sobre a temática (pensamento divergente) e o da tomada de ação (pensamento convergente), que se dividem em quatro etapas: (1) descobrir, (2) definir, (3) desenvolver, (4) entregar (Design Council, 2024).

Figura 3 – Representação visual da metodologia de design do Duplo Diamante



Fonte: Os autores, adaptado com base no diagrama do Duplo Diamante do *Design Council* (2024).

No primeiro diamante estão as etapas de descoberta e definição; já no segundo diamante, estão as etapas de desenvolvimento e entrega. A estrutura do método permite que o processo de design tenha um comportamento cíclico, o que possibilita o retorno a etapas anteriores conforme a demanda ou necessidade. Com isso, apresenta-se a seguir a aplicação e desenvolvimento de cada uma das etapas deste projeto.

Etapa 1 - Descobrir: consistiu na busca dos materiais científicos acerca dos temas da pesquisa, apresentados no tópico 2 deste artigo. Através da organização e análise do material retornado, identificou-se a oportunidade de demanda para a proposição de uma ferramenta de rastreamento precoce da *discromatopsia*.

Etapa 2 - Definir: constituiu-se na definição de informações sobre o recurso. Por isso, houve o retorno à etapa 1, quanto à busca dos conceitos de jogos, incluindo a temática da ludicidade e da aprendizagem escolar infantil no contato com recursos lúdicos (jogos e brinquedos). Foi realizada a pesquisa por similares (jogos

de quebra-cabeça e de pareamento de cores) para a elaboração de alternativas prévias, elaboradas no *software* gráfico *Adobe Illustrator*. A pesquisa e as propostas iniciais foram apresentadas a uma especialista na área de Educação Especial para que fossem indicadas recomendações de aperfeiçoamento acerca do que foi mostrado. A partir do retorno da especialista, geraram-se outras alternativas, incluindo a adequação da dinâmica de aplicação.

Etapas 3 - Desenvolver: consistiu no desenvolvimento de alternativas e testes de impressão de protótipos. Para a elaboração da ilustração do personagem, utilizou-se o *software* gráfico *Adobe Illustrator* na vetorização dos esboços e ajustes durante a geração de alternativa. A escolha e definição das cores, foi inspirada nas cores presentes na versão de 24 placas do Teste de Ishihara (1972), sendo estas submetidas a uma simulação da visão daltônica e, a partir disso, foram organizadas entre as sequências de montagem de acordo com o conflito visual de cada grupo/formato de peças. Foram utilizados os simuladores da visão daltônica presentes no *software Adobe Illustrator* e no site *Pilestone*.

Na impressão dos testes e do modelo escolhido, utilizou-se a máquina de corte e gravação a laser *Due Flow* e o *software* compatível com ela, o *Due Studio*, para a organização dos arquivos. Este equipamento faz parte do maquinário do Laboratório de Experimentação e Inovação (Garagem) da UFPE/CA. Portanto, geraram-se diversos protótipos para o aprimoramento da ilustração do personagem e da definição da dinâmica do jogo, viabilizando, em seguida, o refinamento e os testes de impressão utilizando os materiais pretendidos para o protótipo final.

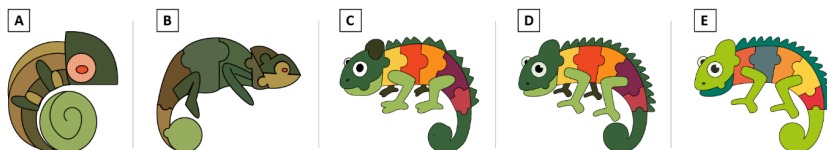
Etapas 4 - Distribuir: Esta etapa ocorreu durante os meses de fevereiro e março de 2024, com o recrutamento de voluntários e a aplicação do teste. A chamada de participantes foi feita por meio da disponibilização de um formulário *online* na plataforma *Google Forms*, que foi divulgado entre a comunidade acadêmica do Campus Agreste da UFPE. A estrutura do formulário consistia em: Parte 1) Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento (TCLE); Parte 2) Caracterização

do respondente; Parte 3) Indicação de alteração na percepção visual cromática do indivíduo; e a Parte 4) contando com perguntas destinadas à indicação de contato e disponibilidade do respondente para participação na pesquisa.

Por meio das respostas, a testagem foi realizada de forma presencial no Laboratório de Experimentação e Inovação (Garagem) na UFPE/CA, com indivíduos que possuíam alguma alteração na percepção cromática. A experimentação consistia na utilização do jogo de quebra-cabeça, e de seus dois modelos de gabaritos de montagem (que contêm a ordenação das cores), para que fossem apontadas considerações sobre o formato das peças e demais características, além da dinâmica de utilização. Para tanto, foi elaborado e aplicado, ao final do teste um questionário avaliativo sobre o jogo e seus componentes, utilizando-se da escala de *Likert* de 5 pontos (com os polos: muito fácil, fácil, neutro, difícil e muito difícil) para as questões mais objetivas.

4 DESENVOLVIMENTO DO RECURSO LÚDICO

No primeiro momento, foram elaboradas duas alternativas, com a finalidade de validar a ideia do artefato lúdico para o rastreio dos distúrbios na visão cromática, mediante a apresentação do projeto em uma entrevista informal com uma especialista em Educação Especial. As ideias apresentadas foram: Proposta A: um jogo de montar, onde as peças têm, principalmente, formatos semicirculares diversos e semelhantes a meia-lua, que se diferem em tamanho e cor (12 peças) (Figura 4, a); e a Proposta B um jogo de quebra-cabeça, no qual as peças têm as estruturas do jogo convencional, onde as áreas de encaixe contêm prolongamentos ou espaços vazios em cada uma, para que se tenha a formação da figura ao final da montagem (11 peças) (Figura 4, b).

Figura 4 – Vetorização das alternativas geradas para o artefato

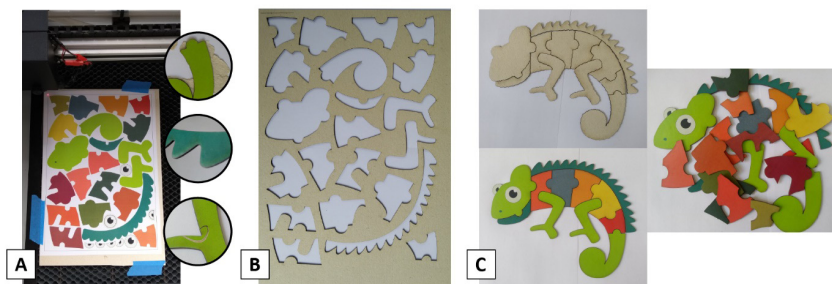
Fonte: Os autores (2024)

A proposta do jogo possui como personagem o camaleão, um animal conhecido por sua característica de adaptação (camuflagem) a partir de cores presentes no ambiente. Para facilitar a montagem, as propostas seriam acompanhadas de uma imagem mostrando o jogo de quebra-cabeça montado. Os comentários da especialista, deram-se em relação à estrutura do artefato, pois seria necessária uma revisão quanto ao tamanho do quebra-cabeça, ao número de peças e ao nível de complexidade que esses fatores influenciaram. Com base nas considerações da especialista, foram elaboradas as demais alternativas (propostas c, d, e).

A proposta C (Figura 4, c) apresenta alteração na ilustração do personagem e na dinâmica de montagem, passando a ter 19 peças principais (camaleão completo) e 15 peças adicionais, totalizando 34 peças. Além de possuir um manual de instruções do jogo e fichas coloridas que atuam na indicação do pareamento de cores, funcionando como gabarito. Com o intuito de diversificar o nível de complexidade e tornar o jogo personalizável, as peças referentes à parte central do camaleão (que contêm 5 peças de cores diversas) teriam três versões cromáticas do mesmo matiz, totalizando 15 peças adicionais. Essas seriam indicadas no material de apoio do jogo, pois, quando inseridas entre as peças principais, poderiam indicar ao aplicador se o usuário tivesse realizado a montagem de maneira adversa. Após a prototipação da proposta C, percebeu-se a necessidade de revisar o formato e a quantidade de peças, visando à simplificação. Com isso, foi elaborada a proposta D (Figura 4, d).

Com a impressão da proposta D, foi percebido que alguns detalhes deveriam ser revistos, quanto à altura da escama do camaleão, à exclusão das patas menores e à mudança no formato das patas maiores. Na impressão, foi utilizado o papel panamá e papel couchê adesivo colado sobre ele; porém, houveram adversidades quanto às rebarbas nas bordas, queima e alteração na cor das bordas, além de cortes nas superfícies das peças (Figura 5, a). Com isso, houve ajuste em relação à potência, ao tempo do corte na máquina a laser e na direção de impressão, já que a estrutura do cooler da máquina está acoplada à peça do laser. Após o aprimoramento da vetorização e a escolha final das cores, foi gerada a proposta E (Figura 4, e) escolhida como a versão final do artefato. Com o modelo final, foi feita a impressão das peças em uma máquina de corte e gravação a laser, sendo utilizada uma folha A4 de papel panamá com espessura de 1,5mm (Figura 5, b). Para a finalização, as partes coloridas foram coladas em papel couchê adesivo, com o formato de cada peça (Figura 5, c).

Figura 5 – Processos de prototipação e resultados da impressão do jogo de quebra-cabeça

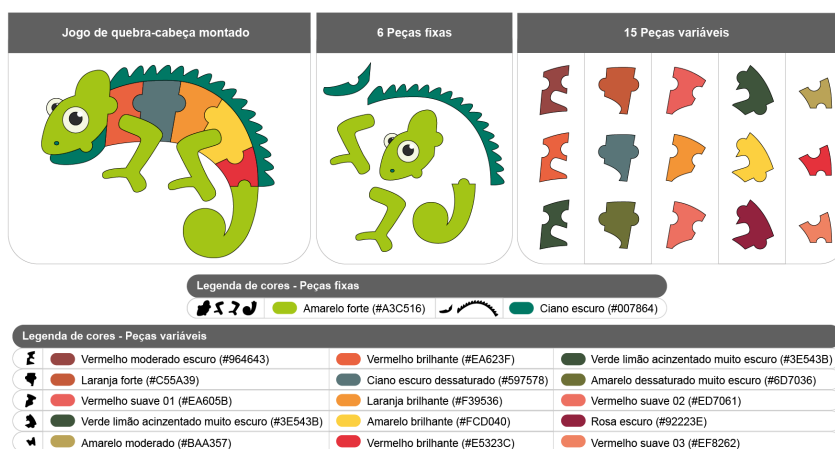


Fonte: Os autores (2024).

Portanto, o modelo escolhido (Figura 4, e) consiste em um jogo de quebra-cabeça que, quando montado, possui 11 peças e dimensão total de 19,2 x 15,8 centímetros. O jogo completo possui 21 peças (Figura 6), das quais 6 são peças fixas do personagem (cabeça, boca, escama, duas patas e cauda) e 15 peças são destinadas à parte central

do camaleão, com peças de cinco formatos diferentes e três variações de cor, nas quais apenas 5 podem ser utilizadas por vez. Como material de apoio, tem-se: o manual de instruções do jogo e os gabaritos com exemplos de montagens. Com o intuito de viabilizar o rastreo da *discromatopsia*, às 15 peças referentes à parte central do camaleão possuem cores que conflitam entre si (quanto às peças de mesmo formato). Elas são indicadas no material de apoio do jogo, de modo que, quando inseridas entre as demais peças, possam indicar, conforme a montagem do usuário, se ele possui ou não alguma alteração na percepção cromática.

Figura 6 – Vetorização das peças do artefato e indicação das amostras das cores utilizadas



Fonte: Os autores (2024).

A escolha de cores das peças variáveis, referentes à parte central do personagem do quebra-cabeça, foi inspirada na versão de 24 placas *pseudoisocromáticas* do Teste de Ishihara (Ishihara, 1972). Cabe destacar que o Teste de Ishihara é um dos testes mais conhecidos em relação à constatação do daltonismo, visto que consegue, de forma ágil e precisa, oferecer uma avaliação sobre a deficiência congênita da visão colorida (Ishihara, 1972). Além de que, possibilita a identificação e compreensão do nível desse comprometimento visual (Perlman; Safuri, 2018).

A partir da catalogação das cores presentes nas placas, as amostras foram dispostas para simulação da visão daltônica. As ferramentas de simulação do daltonismo utilizadas foram a do *software* gráfico *Adobe Illustrator*, quanto aos tipos *protanopia* e *deuteranopia* (vermelho e verde), além uso do simulador disponível no site do fabricante de óculos para daltônicos *Pilestone* (<https://pilestone.com/>), que assemelha as cores resultantes da visão alterada de todos os tipos de DVC (Figura 1). Com isso, foram escolhidos os matizes que indicam conflito visual para as pessoas daltônicas, sendo separados em três opções conflitantes entre si para cada um dos cinco formatos de peças da parte central do camaleão (Figura 6). Para as cores referentes às seis peças fixas do personagem, foram escolhidas apenas duas cores, de modo a evitar o conflito visual pelo contraste com as cores das peças centrais do personagem.

5 RESULTADO

A aplicação do jogo de quebra-cabeça foi realizada presencialmente no espaço do Laboratório de Experimentação e Inovação (Garagem), nos dias 4, 5 e 8 de março de 2024, com voluntários da pesquisa. Quanto à caracterização dos seis (n=6) participantes, destaca-se que são indivíduos que indicaram ter algum tipo de alteração na visão ou percepção das cores (quadro 1).

Quadro 1 – Dados de caracterização dos seis participantes da pesquisa

	ID96	ID51	ID160	ID41	ID152	ID145
Idade	17	23	30	23	28	23
Gênero	F	F	M	M	M	M
Percepção alterada das cores	IP	IP	PD	PD	IP	IP
Legenda: IP= Indicou a possibilidade de ser uma pessoa daltônica; PD= Indicou ser uma pessoa daltônica						

Fonte: Os autores (2024).

Quatro (n=4) participantes são do sexo masculino e dois (n=2) do sexo feminino, com faixa etária que varia de 17 a 30 anos. Todos estão no contexto de escolaridade com o ensino médio completo e são, atualmente, discentes de cursos de Graduação do Campus Agreste da UFPE. Quanto à visão cromática, dois (n=2) participantes (ID160 e ID41) informaram ser daltônicos, sendo que o ID41 mencionou ter deficiência para a visão da cor verde (deuteranopia). Os demais participantes (ID96, ID51, ID152 e ID145) indicaram perceber a visão alterada para as cores.

Antecedendo a aplicação do artefato, foram feitas perguntas aos participantes a partir de uma entrevista semiestruturada, a respeito da identificação do distúrbio visual das cores. Em relação à idade em que haviam percebido alguma alteração na visão cromática, dois (n=2) integrantes (ID96 e ID160) relataram idades referentes ao período da primeira infância, entre 5 e 7 anos de idade, ambos mencionaram ter observado isso durante as atividades escolares de colorir e a partir de comentários de professores e parentes. O ID160 ainda mencionou que, apesar de ter percebido certa alteração visual na infância, foi apenas quando adulto que uma pessoa próxima comentou que o mesmo poderia ser daltônico, mostrando-lhe comparações entre diferentes cores que ele não conseguia identificar.

Dois (n=2) integrantes (ID51 e ID41) relataram idades referentes ao período da pré-adolescência, com idade entre 10 e 14 anos. A ID51 mencionou ter percebido aos 14 anos, enquanto montava o cenário e os personagens de um jogo eletrônico. O ID41 indicou que, além de perceber durante a atividade de colorir, também recebeu comentários de parentes e amigos sobre as cores utilizadas. Já os outros dois (n=2) participantes (ID152 e ID145) indicaram que perceberam com 17 e 19 anos, respectivamente. O ID152 mencionou ter ocorrido um incidente enquanto trabalhava, no qual uma solução caiu em maior quantidade em um de seus olhos, e que, a partir daí, ele percebeu uma diferença significativa na visão das cores. O ID145, por sua vez, não mencionou nenhuma outra informação, além da idade.

Na pergunta sobre as cores com as quais têm mais dificuldade para distinguir, eles citaram, de forma geral, colorações que se aproximam de maneira tonal, assim como cores complementares, sendo pontuadas principalmente as seguintes cores: verde, azul, vermelho, marrom e roxo. De maneira individual, foi indicado que: a ID96 tem dificuldade com verdes e alaranjados; a ID51 com azul e verde, roxo e azul, verde e amarelo; o ID160 com roxo, lilás, verdes e marrons; o ID41 com verde escuro e marrom, alguns tons de roxo com azul, e verde limão com amarelo; o ID152 com vermelho e azul, verde e azul; e o ID145 com verde e suas variações, verde com cinza. Quando perguntados se, durante a infância, possuíam alguma dificuldade no entendimento e manuseio de jogos devido ao uso das cores, dos seis (n=6) integrantes: dois (n=2) participantes (ID160 e ID41) indicaram que sim, três (n=3) participantes (ID51, ID152 e ID145) indicaram que não, e um (n=1) participante (ID96) indicou que sentia dificuldade de maneira parcial.

Em relação à realização de teste de identificação, apenas a ID51 mencionou que já havia feito o Teste de Ishihara em consulta com um oftalmologista. Porém, ela não conseguiu realizar outro exame solicitado pelo médico para ter um diagnóstico preciso. Os ID41 e ID160 relataram que já conheciam o Teste de Ishihara e que haviam utilizado as versões disponíveis na internet para compreenderem melhor sua condição visual. Já os ID96, ID152 e ID145 tinham somente conhecimento sobre as placas *pseudoisocromáticas* do Teste de Ishihara, porém nunca realizaram o teste e não sabiam da estrutura do mesmo.

Quando questionados se houve algum impacto na educação ou no desempenho escolar em razão da dificuldade de visualização das cores, quatro (n=4) participantes (os ID96, ID51, ID152 e ID145) indicaram que não houve influência, embora a ID96 tenha relatado recordar-se de ter sido constrangida durante as atividades de colorir, devido aos comentários e repreensões por parte do(a) educador(a) quanto à sua confusão com as cores. Uma (n=1) participante (a ID41) indicou que houve um impacto parcial, mencionando a dificuldade em atividades de distinguir e/ou classificar as cores. E apenas um (n=1) participante (o ID160) indicou que a percepção

alterada das cores impactou significativamente em sua educação, relatando que sofreu *bullying* na escola e constrangimentos devido a comentários de parentes.

5.1 APLICAÇÃO DO JOGO DE QUEBRA-CABEÇA

A aplicação foi realizada de forma individual (Figura 7), contando com a montagem do quebra-cabeça e a aplicação de um questionário estruturado referente à atividade. No teste, solicitava-se a realização de seis montagens do quebra-cabeça, sendo: uma para familiarização com as peças do quebra-cabeça e com a dinâmica, e as outras cinco montagens se deram com combinações de cores pré-definidas em dois tipos de gabaritos.

Figura 7 – Usuários realizando a montagem do quebra-cabeça no espaço do Laboratório de Experimentação e Inovação (Garagem)



Fonte: Os autores (2024).

Para a montagem de familiarização, os usuários recebiam 6 peças fixas do camaleão e 5 peças variáveis (totalizando 11 peças), sendo indicada a diferença entre os tipos de peças. Para as demais montagens, foram entregues as outras 10 peças variáveis para serem utilizadas (totalizando 21 peças). Além disso, no início da montagem, era entregue ao participante o gabarito do quebra-cabeça com a paleta

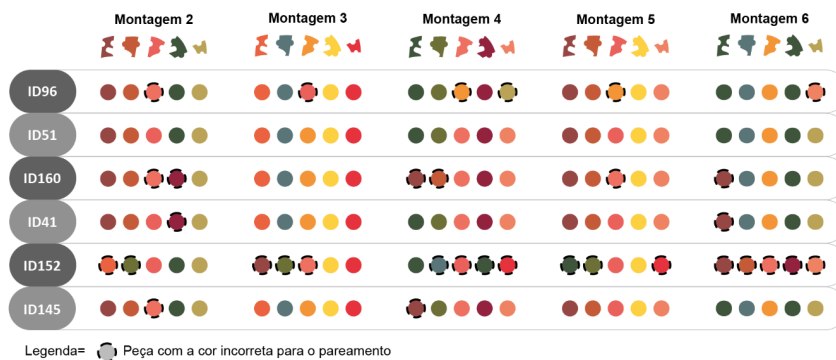
de cores pretendida (Figura 8), a fim de ser identificado pela pesquisadora quando o participante fizesse a disposição das peças de maneira distinta da esperada.

Figura 8 – Vetorização dos gabaritos com os pareamentos de cores utilizados na pesquisa



Fonte: Os autores (2024).

Foram utilizados dois tipos de gabaritos (Figura 8), o modelo A, que apresenta a figura do personagem do quebra-cabeça completo, foi utilizado nas montagens 2, 3 e 4. Já o modelo B do gabarito, possuía apenas círculos coloridos, com cores respectivas a cada uma das cinco peças que variam, sendo este utilizado nas montagens 5 e 6. Para os participantes que tivessem dificuldade em utilizar o gabarito do modelo B, foi entregue uma figura do camaleão sem o preenchimento colorido, apenas para que o usuário assimilasse com maior facilidade o formato das peças as cores indicadas no gabarito do modelo B. Na Figura 9, é apresentada a ocorrência de erros e acertos quanto à montagem das peças de cada um dos participantes, de acordo com as cores apresentadas nos gabaritos.

Figura 9 – Relação da montagem referente às peças da parte central do camaleão

Fonte: Os autores (2024).

Na **primeira montagem** (de familiarização com o jogo), todos os usuários conseguiram executar corretamente, com a duração de tempo variando de 1 a 3 minutos, onde apenas a ID51, utilizou cerca de 7 minutos, devido a dificuldade no entendimento do encaixe das peças. Na **segunda montagem** (utilizando o gabarito A), apenas a ID51 seguiu a sequência correta; os ID96, ID41 e ID145 erraram uma das peças da sequência; e os ID160 e ID152 erraram duas peças da sequência de cores pretendida. Na **terceira montagem** (utilizando o gabarito A), os ID51, ID160, ID41 e ID145 seguiram a sequência correta; a ID96 errou umas das peças da sequência, e apenas o ID152 errou três peças da sequência de cores pretendida. Na **quarta montagem** (utilizando o gabarito A), os ID51 e ID41 seguiram a sequência correta; o ID145 errou apenas uma peça da sequência; a ID96 errou duas peças da sequência; e o ID152 errou quatro das cinco peças da sequência de cores pretendida.

Na **quinta montagem** (utilizando o gabarito B), os ID51, ID41 e ID145 seguiram a sequência correta; os ID96 e ID160 erraram uma das peças da sequência; e somente o ID152, errou três peças da sequência de cores pretendida. Na **sexta montagem** (utilizando o gabarito B), os ID51 e ID145 seguiram a sequência correta; os ID96, ID160 e ID41 erraram uma das peças da sequência; e o ID152 errou

todas as cinco peças da sequência de cores pretendida. Sendo assim, os usuários tiveram a seguinte pontuação quanto aos erros: a ID96 errou seis das trinta peças variáveis; a ID51 não errou nenhuma sequência de montagem; o ID160 errou seis das trinta peças variáveis; o ID41 errou apenas três das trinta peças variáveis; o ID152 errou dezesseis das trinta peças variáveis; e o ID145 errou apenas duas das trinta peças variáveis.

Após a utilização do artefato com os gabaritos nos modelos A e B, foi aplicado um questionário sobre os aspectos de compreensão e a complexidade desta atividade. Quanto à experiência de montagem do quebra-cabeça, o ID160 classificou como “muito fácil”; os ID51, ID41, ID152 e o ID145 classificaram como “fácil”; e o ID96 classificou como “difícil”. Quando perguntados se conseguiriam fazer a montagem do quebra-cabeça sem o auxílio da imagem do personagem montada e sem coloração, apenas a ID51 apontou que não conseguiria, enquanto os demais participantes mencionaram que conseguiriam. Quanto ao uso do gabarito A (modelo que possui a figura do camaleão colorido com a sequência de cores definida), o ID41 indicou muita facilidade de uso; os ID152 e ID145 indicaram um uso fácil; e os ID96, ID51 e o ID160 indicaram dificuldade na utilização deste modelo.

No uso do gabarito B (modelo que possui círculos coloridos com a sequência de cores definida): os ID51 e ID145 indicaram muita facilidade de uso; os ID160, ID41 e o ID152 indicaram um uso fácil; e o ID96 indicou neutralidade quanto ao uso deste modelo. Quando perguntados sobre qual dos gabaritos — A (camaleão colorido) ou B (círculos coloridos) —apresentava maior dificuldade de utilização, três (n=3) participantes indicaram que seria o modelo de gabarito A, sendo que a ID96 mencionou que a proximidade das cores no agrupamento do camaleão montado é um fator que atrapalha. Já os outros três (n=3) participantes indicaram que seria o modelo de gabarito B, sendo que os ID160 e ID41 mencionaram o fato do modelo não possuir o formato das peças junto aos círculos coloridos. Além disso, o ID152 indicou que a dificuldade também se dá em relacionar a ordem das cores mostradas no gabarito com o formato das peças.

Por fim, foi solicitado aos usuários que indicassem pontos a serem revistos no artefato e/ou na dinâmica da atividade. Quatro (n=4) participantes (os ID51, ID160, ID152 e ID145) se mostraram satisfeitos com a forma apresentada. Já a ID96 mencionou que seria interessante haver uma variedade maior de cores que causassem conflito, assim como também, que houvesse disponível peças de formato diferentes com cores iguais, pois, durante a experimentação com o artefato, ela mencionou que, em algumas montagens, conseguiu distinguir qual seria a peça correta por não haver outra peça de mesma cor. Outro participante que contribuiu foi o ID41, sugerindo a alteração de alguns encaixes para facilitar a identificação da peça correta.

6 DISCUSSÃO

O quebra-cabeça desenvolvido na pesquisa possui o intuito de realizar o rastreio de percepções alteradas da visão colorida através da ludicidade, sendo um recurso a ser aplicado em ambiente escolar, a partir das séries iniciais de ensino. Pois, as interações sociais começam a se desenvolver na infância, sendo o ambiente escolar um lugar em que o aprendizado perpassa pelo uso das cores, que, além de promoverem o interesse nas atividades, estão diretamente ligadas ao desenvolvimento infantil, que por sua vez, pode tornar-se um cenário adverso para a criança daltônica (Henriques, 2019; Zarazaga; Vásquez; Royo, 2019).

De mesmo modo, as formas dos elementos podem auxiliar no desenvolvimento da criança, a partir de associações com outros objetos, o que também pode ser tido em relação às cores quanto à identificação, pois estas são responsáveis pela sensação de atratividade em relação aos brinquedos e jogos (Barata, 2018). Em complemento, Kishimoto (2005, p. 36) cita os seguintes exemplos: “[...] o brinquedo educativo materializa-se no quebra-cabeça, destinado a ensinar formas ou cores, [...] nos brinquedos de encaixe, que trabalham noções de sequência, de tamanho e de forma”, e que pode ainda, promover o desenvolvimento dos aspectos cognitivos,

sensoriais, motores e de interação da criança. É apontado por Suero *et al.* (2005) que ao longo das atividades cotidianas e educativas, as crianças daltônicas acabam desenvolvendo mecanismos próprios para entender e diferenciar as cores, seja através da memorização da cor visualizada, pela relação da palavra utilizada para remeter àquele matiz ou até relacionando-a com um objeto.

Ademais, a relevância de adaptar a estrutura da ferramenta de identificação da visão daltônica como um recurso lúdico se dá, pois o jogo, quando aplicado em contexto educacional, busca promover a interação no processo de ensino-aprendizagem. Pois a ludicidade na dinâmica do jogo pode atuar como assimiladora quanto às atividades e na construção de conhecimento (Kishimoto, 2005). Quanto a utilização e o desempenho da criança daltônica no manuseio de um jogo ou recurso lúdico que tem como objetivo a identificação desta dificuldade visual da cor, é necessário que seja compreendido que as possibilidades de aprendizagem oferecidas pelas situações de uso dos brinquedos educativos são diversas, mesmo que não sejam as formas de assimilação esperadas pelo professor (Kishimoto, 2005).

Nessa perspectiva, Suero *et al.* (2005) afirmam que os distúrbios cromáticos não apresentam impacto expressivo no desempenho escolar do indivíduo daltônico, quando comparados a outros agravantes visuais, fisiológicos e socioculturais. Porém, destaca-se que a falta de repertório sobre os defeitos congênitos da visão de cores por parte dos educadores e até pelos cuidadores (genitores ou parentes), pode acarretar em constrangimento e/ou falta de inclusão quanto a aprendizagem e nas interações de convívio social (Chagas; Acioly, 2020; Suero *et al.*, 2005). Este ponto foi mencionado em algumas das participações dos usuários nesta pesquisa, em relação à dificuldade com atividades nas quais eram solicitadas a pintura ou identificação de cores, bem como em relação às falas dos educadores e/ou parentes sobre o que estava sendo feito de “errado”.

O desenvolvimento de ações que atuem de forma preventiva para as questões que envolvem as DVC e a aprendizagem na educação, está relacionado a: o acesso

ao diagnóstico e à identificação precoce das DVC; à formação sobre a visão e suas alterações; além da atenção às estruturas de formação dos professores e à verificação de acessibilidade dos materiais didáticos utilizados (Kvittle, 2018; Suero *et al.*, 2005). Estima-se que a inclusão no ambiente escolar seja estabelecida por meio de uma mudança estrutural nos métodos adotados na formação inicial e continuada dos professores, pois há a necessidade da elaboração de práticas pedagógicas que abranjam e sejam adaptativas às especificidades dos alunos (Suero *et al.*, 2005). Além disso, a utilização de recursos educacionais e didáticos acessíveis, além de jogos e brinquedos, também possui potencial de contribuição. Isto permite que haja um direcionamento de educadores para os pais, quanto à necessidade da criança contar com o suporte adequado de um profissional especializado na saúde ocular.

De maneira geral, a inclusão social é um direito estabelecido constitucionalmente e também está descrita na Lei Brasileira de Inclusão (LBI) — conhecida como Estatuto da Pessoa com Deficiência — sancionada pela Lei nº 13.146, em 6 de julho de 2015. Nela, estabelece-se que os direitos e as liberdades serão assegurados e oportunizados de forma igualitária a todas as pessoas com deficiência, buscando promover a cidadania e a inclusão social (Brasil, 2015). Destaca-se que as iniciativas do poder público relacionando à integração de ações entre o sistema de educação e o sistema público de saúde, no que tange à questões da saúde escolar, são primordiais para o enfrentamento das barreiras atitudinais e de informação quanto às DVC (Melo; Galon; Fontanella, 2014).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, com base nos resultados obtidos na aplicação do recurso lúdico, percebe-se que o jogo de quebra-cabeça e sua dinâmica, como atividade para a rastreio de indivíduos com daltonismo, contribuem de maneira satisfatória para a finalidade desta pesquisa. O jogo de quebra-cabeça desenvolvido viabiliza a identificação de

indivíduos com alteração na percepção da visão colorida, principalmente aquelas que são acentuadas, como foi o caso de um dos voluntários (o ID152).

A partir da devolutiva dos participantes, entende-se que a estrutura do artefato permite que a análise das montagens seja constatada por meio da ordenação de cores e formas das peças do jogo de quebra-cabeça. A confusão do participante com peças de cores próximas (com diferença mínima de saturação e/ou brilho) indica dificuldade de visualização devido ao baixo contraste entre amostras de mesma cor. Quando ocorre a dificuldade de reconhecer peças de cores distintas para a visão colorida sem alteração (mas que podem ser cores próximas ou iguais na visão das pessoas daltônicas), isso indica que o indivíduo possui uma restrição maior em sua capacidade visual de identificar as cores.

Quanto à compreensão dos participantes sobre o artefato e à utilização do gabarito com a ordenação cromática a ser disposta, compreende-se a obtenção de um retorno satisfatório, principalmente no entendimento da complexidade de cada um dos modelos de gabarito, o que possibilita ajustes posteriores. Verifica-se, que a estrutura do artefato permite que o responsável pela aplicação consiga identificar o indivíduo que possua qualquer dificuldade na distinção das cores e, com isso, desenvolvam ações que propiciem a inclusão do aluno nos momentos de ensino e aprendizagem, que, por sua vez, possibilitam o suporte para os cuidadores em relação a esta e/ou outras condições visuais.

Neste aspecto, evidencia-se o impacto social que o quebra-cabeça desenvolvido possui, pois busca, por meio de suas atividades lúdicas de pareamento das cores e ordenação de formas, contribuir com o desenvolvimento da coordenação motora fina, da percepção cromática e cognitiva da criança. A pesquisa também procura proporcionar a conscientização sobre a *discromatopsia* (daltonismo) e a inclusão, a fim de oportunizar o desenvolvimento pleno e autonomia do indivíduo, pois envolve a acessibilidade e o conhecimento, impactam na comunicação, na compreensão visual e na aprendizagem do aluno. Essencialmente, com foco na aprendizagem,

nas discussões sobre o ensino infantil de indivíduos daltônicos, educação inclusiva e design inclusivo, desenvolvimento dos materiais didáticos e recursos pedagógicos, além da estrutura da formação dos professores em relação às deficiências da visão das cores e outras condições oculares.

Como limitações do trabalho, destaca-se a delimitação de aplicação com um usuário por vez, em razão da dinâmica da atividade e da quantidade de peças. A configuração atual do artefato não permite que seja testado com mais de um indivíduo simultaneamente. Outro ponto refere-se à quantidade de cores disponíveis nas peças, pois, no teste com os participantes, percebeu-se que poderia ocorrer alteração em algumas combinações de cores que causasse maior conflito visual, assim como também inserir amostras com maior proximidade cromática. Ressalta-se ainda que, mesmo com a validação inicial da ideia proposta com a especialista, além da testagem com usuários que apresentaram variadas alterações na visão cromática, entende-se a necessidade de aplicação com o público infantil e com educadores, possibilitando o refinamento e a correção de eventuais adversidades.

Ademais, ao longo do desenvolvimento do estudo foram observadas possibilidades de desdobramentos da pesquisa, no que se refere a: implementação de melhorias a partir da aplicação com o público estimado para validação (crianças); geração de outras versões do jogo de quebra-cabeça, com o objetivo de atenderem de forma mais específica aos tipos (*protan*, *deutan*, *tritan*) das deficiências visuais cromáticas e da baixa visão, seja por meio da implementação de novas peças ao modelo atual ou de outros personagens, oportunizando o desenvolvimento de um conjunto de ferramentas; disseminação e aplicação em escolas, centros educacionais e em ambientes voltados para a educação inclusiva/especial; estudos que possibilitem a otimização do material a ser utilizado para produção do artefato, considerando os fatores de durabilidade da estrutura e preservação da cor.

AGRADECIMENTOS

São destinados agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/UFPE/CNPq), pela bolsa concedida no período da pesquisa, a qual foi importante para o desenvolvimento do estudo. Agradecimentos também ao Laboratório de Experimentação e Inovação (Garagem), e a todos aqueles que colaboraram com a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BARATA, F. C. L. F. *Dimensões da relação da criança com o design do brinquedo: um estudo sobre as preferências individuais e fatores associados*. 2018. Dissertação (Mestrado em Design de Equipamento) – Faculdade de Belas Artes, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2018. Disponível em: https://repositorio.ulisboa.pt/bitstream/10451/34904/2/ULFBA_TES1155_Disserta%C3%A7%C3%A3oFinalFilipaBarata.pdf. Acesso em: 25 set. 2023.
- BRASIL. *Lei n. 13.146, de 6 de julho de 2015*. Institui a lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (estatuto da pessoa com deficiência). Brasília, DF: Presidência da República, 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 29 abr. 2023.
- BRUNI, L. F.; CRUZ, A. A. V. Sentido cromático: tipos de defeitos e testes de avaliação clínica. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, São Paulo, v. 69, n. 5, p. 766-775, fev. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0004-27492006000500028>.
- CHAGAS, B.; ACIOLY, A. Tecnologias assistivas e daltonismo: um levantamento de produtos com vistas ao projeto de um jogo para auxiliar no aprendizado das cores e suas simbologias. *Ergotrip Design*, Aveiro, n. 4, p. 96-107, set. 2020. DOI: <https://doi.org/10.34624/etd.v0i4.18474>.
- DESIGN COUNCIL. *Framework for innovation*. London: Design Council, 2024. Disponível em: <https://www.designcouncil.org.uk/our-resources/framework-for-innovation/>. Acesso em: 5 jan. 2024.
- FARINA, M.; PEREZ, C.; BASTOS, D. *Psicodinâmica das cores em comunicação*. São Paulo: Blucher, 2006.
- FERNANDES, L. C.; URBANO, L. C. V. Eficiência dos testes cromáticos de comparação na discromatopsia hereditária: relato de casos. *Arquivos Brasileiros*

de *Oftalmologia*, São Paulo, v. 71, n. 4, p. 585-588, maio 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0004-27492008000400023>.

FRASER, T.; BANKS, A. *O guia completo da cor: livro essencial para a consciência das cores*. São Paulo: SENAC, 2007.

HENRIQUES, K. M. T. C. *Daltonismo na educação infantil: sensibilizando profissionais da educação*. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2019. Disponível em: <http://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/1978>. Acesso em: 27 mar. 2024.

IBGE. *Pesquisa nacional de saúde 2019: ciclos de vida*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101846>. Acesso em: 25 set. 2023.

IBGE. *Pessoas com deficiência e as desigualdades sociais no Brasil*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101964>. Acesso em: 25 set. 2023.

ISHIHARA, S. *Tests for colour-blindness: 24 plates edition*. Tokyo: Kanehara Shuppan, 1972.

KISHIMOTO, T. M. O jogo e a educação infantil. In: KISHIMOTO, T. M. (org.). *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. 8. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2005. p. 13-43.

KVITLE, A. K. Should colour vision deficiency be a recognized special education need (SEN)? In: CRADDOCK, G.; DORAN, C.; MCNUTT, L.; RICE, D. (org.). *Transforming our world through design, diversity and education*. Amsterdam: IOS Press BV, 2018. v. 256, p. 832-838. *E-book*. Disponível em: <https://ebooks.iospress.nl/ISBN/978-1-61499-923-2>. Acesso em: 27 mar. 2024.

MAIA, A. F. D. V. M. *Representação gráfica de mapas para daltônicos: um estudo de caso dos mapas da rede integrada de transporte de Curitiba*. 2013. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/29947>. Acesso em: 27 abr. 2023.

MELO, D. G.; GALON, J. E. V.; FONTANELLA, B. J. B. Os “daltônicos” e suas dificuldades: condição negligenciada no Brasil?. *Physis*, Rio de Janeiro, v. 24, n. 4, p. 1229-1253, set. 2014. <https://www.scielo.br/j/physis/a/5hWpcHND39fq6BWtB3ZTsbM/>. Acesso em: 10 jan. 2023.

PEDROSA, I. *Da cor à cor inexistente*. São Paulo: SENAC, 2022.

PEREIRA, T. R. *Princípios e perspectivas de acessibilidade em relação às cores: um guia de boas práticas sobre daltonismo para profissionais da indústria criativa*. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado de Comunicação Social) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/24809>. Acesso em: 27 abr. 2023.

PERLMAN, I.; SAFURI, S. Color blindness. In: SCHMIDT-ERFURTH, U.; KOHNEN, T. (org.). *Encyclopedia of ophthalmology*. Berlim; Heidelberg: Springer, 2018. p. 445-448. *E-book*. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-540-69000-9_1071.

SUCIU, C. I.; SUCIU, V. I.; LACRAMIOARA, P. D.; NICOARA, S. D. A review on today's burden affecting the quality of life for colour blind patients. *Romanian Journal of Neurology*, Romanian, v. 19, n. 2, p. 61-64, jun. 2020. DOI 10.37897/RJN.2020.2.1.

SUERO, M. I.; PÉREZ, A. L.; DÍAZ, F.; MONTANERO, M.; PARDO, P. J.; GIL, J.; PALOMINO, M. I. Does daltonism influence young children's learning?. *Learning and Individual Differences*, Amsterdam, v. 15, n. 2, p. 89-98, jan. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2004.08.002>.

VENTURA, D. F. Color vision in the first year of life. *Psicologia USP*, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 83-97, ago. 2007. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-51772007000200006. Acesso em: 7 fev. 2023.

SILVA, Emilly Lorena Monteiro da; GARCIA, Lucas José

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Blindness and vision impairment*. Genebra: WHO, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>. Acesso em: 5 mar. 2023.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. International classification of diseases: ICD-11. 11th ed. Genebra: WHO, 2024. Disponível em: <https://icd.who.int/browse/2024-01/mms/en#2028524981>. Acesso em: 5 jan. 2024.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *World report on vision*. Genebra: WHO, 2019. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241516570>. Acesso em: 5 mar. 2023.

ZARAZAGA, A. F.; VÁSQUEZ, J. G.; ROYO, V. P. Review of the main colour vision clinical assessment tests. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*, Madrid, v. 94, n. 1, p. 25-32, jan. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oftale.2018.08.010>.