



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA E INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA APLICADA

ALCIDES CUNHA DE ANDRADE

**AUXILIANDO NO ENSINO DE PENSAMENTO
COMPUTACIONAL COM USO DE FORMAS
GEOMÉTRICAS E ACESSIBILIDADE VISUAL PARA
DALTÔNICOS**

RECIFE – PE

2026

ALCIDES CUNHA DE ANDRADE

**AUXILIANDO NO ENSINO DE PENSAMENTO
COMPUTACIONAL COM USO DE FORMAS
GEOMÉTRICAS E ACESSIBILIDADE VISUAL PARA
DALTÔNICOS**

Dissertação submetida à Coordenação do
Programa de Pós-Graduação em Informática
Aplicada do Departamento de Estatística e
Informática - DEINFO - Universidade Federal
Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos
necessários para obtenção do grau de Mestre.

ORIENTADOR: Gilberto Amado de Azevedo Cysneiros Filho

RECIFE – PE

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Lorena Teles – CRB-4 1774

A554a Andrade, Alcides Cunha de.
Auxiliando no ensino de Pensamento computacional com uso de formas geométricas e acessibilidade visual para daltônicos / Alcides Cunha de Andrade. – Recife, 2026.
89 f.; il.

Orientador(a): Gilberto Amado de Azevedo Cysneiros Filho.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada, Recife, BR-PE, 2026.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Videogames na educação . 2. Ensino auxiliado por computador . 3. Pessoas com deficiência visual - Orientação e mobilidade . 4. Daltonismo - Educação
5. Educação - Efeito das inovações tecnológicas. I. Cysneiros Filho, Gilberto Amado de Azevedo, orient.
II. Título

CDD 004

ALCIDES CUNHA DE ANDRADE

**AUXILIANDO NO ENSINO DE PENSAMENTO
COMPUTACIONAL COM USO DE FORMAS
GEOMÉTRICAS E ACESSIBILIDADE VISUAL PARA
DALTÔNICOS**

Dissertação submetida à Coordenação do
Programa de Pós-Graduação em Informática
Aplicada do Departamento de Estatística e
Informática - DEINFO - Universidade Federal
Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos
necessários para obtenção do grau de Mestre.

Aprovada em: 26 / 06 / 2026

BANCA EXAMINADORA

Gilberto Amado de Azevedo Cysneiros Filho (Orientador)
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento

Jeane Cecília Bezerra de Melo (Examinadora Externa)
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Departamento de Computação - DC

Taciana Pontual Da Rocha Falcão (Examinadora Interna)
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada (PPGIA)

Dedico esse trabalho a meus pais, a quem admiro grandemente e sempre me apoiaram muito, e a todos os meus amigos daltônicos, que me ajudaram a perceber um mundo além das cores que conhecemos.

Agradecimentos

Quero começar agradecendo grandemente a meus pais, que sempre me apoiaram durante toda minha trajetória nos estudos, seja na graduação ou nesse mestrado, mesmo que as vezes fosse necessário que eu dormisse pouco, dormisse tarde, ou até mesmo acordasse tarde, pra tentar driblar um pouco o cansaço e o estresse acumulado da rotina. Sempre pude encontrar muito amor, muito carinho e muita alegria na minha mãe, que tenho também uma amizade muito grande, envolta em compreensão e no meu pai, que também amo muito e agora descansa no céu. Quero agradecer também a toda minha família que me apoiou, a todos meus amigos que me ajudaram a sorrir, viver, lembrar de me cuidar e ainda sim ter tempo de fazer tudo. Meu amigos que me acompanham desde o ensino fundamental, meus amigos que me acompanham desde o ensino médio, guardo todos vocês com muito carinho no coração e agradeço muito por tudo. Agradeço a meus amigos que fiz durante a faculdade e o mestrado, onde conseguimos rir juntos, nos divertir juntos e também chorar juntos quando era necessário. Agradeço a minha amiga Yasmim, que é tão especial na minha vida como um todo, mas é sempre um anjo quando se trata da minha vida acadêmica: me ajudou demais durante a graduação, e agora no mestrado me ajudou de novo com o mesmo carinho, cuidado e comentários certos que me colocaram de volta nos eixos e no caminho que eu precisava seguir, seja na minha vida, na escrita dessa dissertação, na implementação do jogo ou na aplicação e análise do formulário. Agradeço também a minha amiga Maely, que dividiu de pertinho essa odisséia que foi esse mestrado, saindo direto de uma graduação enquanto conciliava as obrigações da vida, o trabalho e as demandas de uma pós. Obrigado por ter compartilhado os sorrisos, as lágrimas, as alegrias e as dores. Eu sei que o nosso apoio mútuo foi muito importante em todos os momentos, e por isso te agradeço demais por tudo. Agradeço também a meu orientador Gilberto, que sempre teve muito cuidado e atenção comigo e meu trabalho, sempre muito disposto em me ajudar, me deu dicas certas durante o desenvolvimento e escrita, e que se não fosse por ele, esse trabalho com certeza não seria o mesmo. Agradeço muito a meu amigo Rafa, que me fez abrir os olhos pra uma problemática que eu não conhecia, me fazendo buscar, me aprofundar e chegar no ponto que me levou a escrever tudo isso, e também nunca mais esquecer do quão importante é pensar na acessibilidade para daltonismo a todo momento. As pessoas que eu conheci ao longo dessa jornada, seja andando pela Rural ou pelas esquinas da vida, que me acompanharam em momentos igualmente importantes e marcados no meu coração. Agradeço a todos que tiveram alguma participação na

minha vida e me ajudaram (mesmo sem saber) a chegar nesse momento final. Agradeço a Apollo e Jade por terem me apoiado, mesmo nos momentos que estávamos com uma carga altíssima nos ombros, e mesmo assim conseguimos dividir o peso, transbordando em carinho, amor e alegria. Agradeço a minha tia Amanda, que me ajudou muito durante esses últimos anos também, tanto na vida pessoal quanto na acadêmica. Agradeço demais também a Lhaíslla e Abilio, que me deram tanta ajuda antes e durante o mestrado, entre os beach tennis, rolês e as escritas, que foram como faróis iluminando o caminho em momentos que eu nem eu mesmo sabia que precisava de ajuda. Agradeço a Henrique, que sempre ofereceu carinho, compreensão e auxílio, mesmo sem saber que eu precisava, e sempre me apoiando e ajudando muito, independente da distância. Agradeço as duas Beatrizes (minha prima do coração e minha grande amiga que a Rural me deu, e eu guardo no meu coração até hoje, com muito carinho, muita alegria e muito amor envolvido também), agradeço a Victor, Samuel, Gabriels, Marco, Sophia, Aly, Kendoll, G (Geraldo), Gabi, Caio, Kelvin, Mateus, Giu, Helô, Diovana, Kelvin, Daniel, Brenno, Zé, Saulo, Cynthia, Lulu, Vinicius e todas as outras pessoas que eu lembro com muito carinho e sou muito grato por toda ajuda que vocês me deram, mesmo sem saber, pra chegar até aqui hoje. Agradeço à todos vocês de todo coração, e saiba que tenho cada um de vocês guardado com muito carinho no coração até hoje.

Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.

(Paulo Freire)

Resumo

O aprendizado de computação é um tópico cada vez mais recorrente na literatura científica, sobretudo em razão da crescente presença da computação em diferentes contextos sociais, educacionais e profissionais. Entretanto, ainda existem barreiras no ensino-aprendizagem da área, principalmente para pessoas que não possuem uma base sólida nos conceitos de Pensamento Computacional (PC). Nesse contexto, abordagens baseadas na GBL (*Game-based Learning*) têm sido utilizadas para criar Jogos Digitais Educativos (JDEs) voltados a auxiliar no aprendizado de PC. Apesar do cuidado em aplicar acessibilidade visual em Jogos Sérios, pessoas daltônicas são um grupo social sub-representado na literatura, o que acarreta em jogos que possuem pouca ou nenhuma adaptação específica para esse grupo. Assim, nesse trabalho, a partir de uma revisão da literatura sobre uso de JDEs para ensino de Pensamento Computacional para daltônicos foi identificada uma lacuna na produção de trabalhos acadêmicos voltados a esse público. Com isso, a metodologia de *Design Science Research (DSR)* foi aplicada para explorar tanto as janelas de oportunidade quanto os progressos nesse assunto, a fim de propor, desenvolver e avaliar um jogo chamado "Colorindo Pensamentos". Esse jogo tem como objetivo principal ensinar conceitos iniciais de Pensamento Computacional ao aplicar acessibilidade para daltonismo desde as primeiras etapas do *design*, utilizando recursos como formas geométricas e outros elementos visuais não cromáticos. Além disso, ao utilizar a mecânica de *drag and drop* aliada a proposta pedagógica de trabalhar um conceito específico de Pensamento Computacional por fases, o jogo propõe desafios simples e práticos, porém dinâmicos. A implementação da proposta se deu por meio de um *Minimum Viable Product (MVP)*, que foi avaliado com jogadores de maneira exploratória e descritiva através de um formulário. A análise das respostas dos participantes demonstrou uma recepção positiva a respeito das estratégias de acessibilidade utilizadas, indicando que o jogo teve sucesso na maneira como os elementos visuais não cromáticos foram aplicados, conseguindo comunicar informações aos jogadores de forma clara sem afetar a fluidez da *gameplay*, afirmando a performance satisfatória do jogo nos aspectos de acessibilidade visual para daltonismo, usabilidade e potencial educativo.

Palavras-chave: Game-based Learning; GBL; Acessibilidade visual; Daltonismo; Discromatopsia; Ensino de Programação; Computação; Design Science Research; DSR

Abstract

Computing education is an increasingly recurrent topic in the scientific literature, especially due to the growing presence of computing in different social, educational, and professional contexts. However, barriers to teaching and learning in this area still exist, particularly for people who lack a solid foundation in Computational Thinking (CT) concepts. In this context, Game-Based Learning (GBL) approaches have been used to create Educational Digital Games (EDGs) aimed at supporting CT learning. Despite the efforts to incorporate visual accessibility into Serious Games, color-blind people remain an underrepresented social group in the literature, resulting in games with little or no specific adaptation for this audience. Thus, in this work, based on a literature review on the use of EDGs for teaching Computational Thinking to color-blind people, a gap was identified in the production of academic studies aimed at this audience. Therefore, the Design Science Research (DSR) methodology was applied to explore both the opportunities and advances in this area, with the purpose of proposing, developing, and evaluating a game called “Colorindo Pensamentos”. The main objective of this game is to teach introductory concepts of Computational Thinking by incorporating accessibility for color blindness from the earliest stages of design, using resources such as geometric shapes and other non-chromatic visual elements. Furthermore, by using a drag-and-drop mechanic combined with a pedagogical approach in which each phase addresses a specific Computational Thinking concept, the game proposes simple and practical, yet dynamic, challenges. The implementation of the proposal was carried out through a Minimum Viable Product (MVP), which was evaluated with players in an exploratory and descriptive manner through a questionnaire. The analysis of the participants’ responses demonstrated a positive reception regarding the accessibility strategies used, indicating that the game was successful in the way non-chromatic visual elements were applied, as they were able to communicate information clearly to players without affecting the fluidity of the gameplay. These results indicate the game’s satisfactory performance in terms of visual accessibility for color blindness, usability, and educational potential.

Keywords: Game-Based Learning; Visual Accessibility; Color Blindness; Dyschromatopsia; Computing Education; Computational Thinking; Educational Digital Games; Design Science Research

Lista de Figuras

Figura 1 – Protótipo de baixa fidelidade da Fase 1 em sua versão padrão com as dicas ativadas.	44
Figura 2 – Protótipo de baixa fidelidade da Fase 1 em sua versão adaptada para daltonismo com as dicas ativadas.	45
Figura 3 – Protótipo de baixa fidelidade da Fase 2 em sua versão padrão com as dicas ativadas.	46
Figura 4 – Protótipo de baixa fidelidade da Fase 2 em sua versão adaptada para daltonismo com as dicas ativadas.	46
Figura 5 – Protótipo de baixa fidelidade da Fase 3 em sua versão padrão com as dicas ativadas.	47
Figura 6 – Protótipo de baixa fidelidade da Fase 3 em sua versão adaptada para daltonismo com as dicas ativadas.	47
Figura 7 – Comparação entre os três trabalhos similares e a proposta desta dissertação. Elaborado pelo autor.	51
Figura 8 – Telas iniciais do jogo	52
Figura 9 – Telas de confirmação relacionadas à acessibilidade visual	53
Figura 10 – Telas de configuração antes do início das fases	53
Figura 11 – Telas de instruções e dicas da Fase 1	54
Figura 12 – Capturas de tela da <i>gameplay</i> Fase 1 com e sem daltonismo	54
Figura 13 – Capturas de <i>gameplay</i> da Fase 1 adaptada para cada tipo de daltonismo.	55
Figura 14 – Capturas de <i>feedback</i> da fase 1 com adaptação para daltonismo	56
Figura 15 – Capturas de <i>feedback</i> da fase 1 sem adaptação para daltonismo	56
Figura 16 – Telas finais de sucesso da Fase 1	57
Figura 17 – Telas de instruções e dicas da Fase 2	57
Figura 18 – Capturas de tela da <i>gameplay</i> Fase 2 com e sem daltonismo	58
Figura 19 – Capturas de <i>gameplay</i> da Fase 2 adaptada para cada tipo de daltonismo.	58
Figura 20 – Capturas de <i>feedbacks</i> da Fase 2 com adaptação para daltonismo	59
Figura 21 – Capturas de <i>feedbacks</i> da Fase 2 sem adaptação para daltonismo	59
Figura 22 – Telas finais de sucesso da Fase 2	60
Figura 23 – Gráficos do perfil dos jogadores	62

Figura 24 – Gráficos que demonstram a não dependência de cores em escala Likert	63
Figura 25 – Gráficos que demonstram conforto visual em escala Likert	64
Figura 26 – Gráficos que demonstram opiniões gerais dos participantes sobre a percepção de usabilidade e jogabilidade em escala Likert	65
Figura 27 – Gráficos que demonstram opiniões dos participantes daltônicos sobre a percepção de usabilidade e jogabilidade em escala Likert	65
Figura 28 – Gráficos que demonstram opiniões gerais dos participantes sobre a percepção do potencial educativo em escala Likert	66
Figura 29 – Gráficos que demonstram opiniões gerais dos participantes daltônicos sobre a percepção do potencial educativo em escala Likert	67
Figura 30 – Nuvem que demonstra termos relacionado a percepção de aspectos positivos do jogo pelos participantes	68
Figura 31 – Nuvem que demonstra termos relacionados a percepção geral do jogo pelos participantes	69

Sumário

1	Introdução	14
1.1	Delimitação do Tema	14
1.2	Problema de Pesquisa	14
1.3	Objetivos	15
1.3.1	Objetivo Geral	15
1.3.2	Objetivo Específico	15
1.4	Justificativa	16
1.5	Estrutura do Documento	18
2	Fundamentação Teórica	20
2.1	Pensamento Computacional	20
2.2	Acessibilidade	21
2.3	<i>Game-Based Learning</i> (GBL)	22
2.4	Jogos Digitais Educativos	22
2.5	Acessibilidade em Jogos Digitais	22
2.6	Metodologias de Aprendizado Ativas	23
2.6.1	Sala de Aula Invertida	23
2.6.2	Aprendizado Baseado em Problemas (ABP)	23
3	Revisão da Literatura	24
3.1	Procedimentos da Busca Sistemática	25
3.1.1	Busca e Seleção Parcial de Artigos	25
3.1.2	CrITÉrios de Inclusão e Exclusão	26
3.1.3	Análise dos Resultados	27
4	Metodologia	31
4.1	Identificação do problema e Definição dos objetivos da solução	32
4.2	Conceitualização e desenvolvimento do artefato	32
4.3	Demonstração de solução	33
4.4	Aplicação e avaliação da solução proposta	34
4.5	Análise e consolidação dos resultados	35
5	Especificação do Jogo Proposto	36
5.1	Metodologia de Desenvolvimento do Jogo	36

5.2	Público-Alvo e Perfis de Usuário	37
5.3	Concepção do Jogo	38
5.4	Acessibilidade para Daltonismo	39
5.5	<i>Gameplay</i> e Mecânicas	40
5.5.1	Fase 1: Sequenciamento Lógico	41
5.5.2	Fase 2: Decomposição de Problemas	42
5.5.3	Fase 3: Abstração	42
5.5.4	Adaptações de <i>Gameplay</i> , Dicas e <i>Feedbacks</i>	43
5.6	Protótipo de baixa fidelidade	44
5.7	Metodologia de Ensino	47
5.8	Jogos e Trabalhos Similares	49
6	Protótipo do Jogo - MVP	52
6.1	Tecnologias Utilizadas no Desenvolvimento	52
6.2	Capturas de Tela e Demonstração	52
6.2.1	Telas Iniciais e dos Menus	52
6.2.2	Telas da Fase 1	53
6.2.3	Telas da Fase 2	57
6.3	Avaliação e Análise	60
6.3.1	Aplicação e Coleta de <i>Feedbacks</i>	61
6.3.2	Perfil dos participantes	61
6.3.3	Percepção sobre acessibilidade visual	62
6.3.4	Percepção sobre usabilidade, jogabilidade e clareza	64
6.3.5	Percepção sobre o potencial educativo	66
6.3.6	Análise qualitativa das respostas abertas	67
6.3.7	Síntese dos resultados da avaliação	69
6.4	Melhorias Planejadas	70
7	Conclusões e Trabalhos Futuros	72
	Referências	75
	APÊNDICES	80
	APÊNDICE A Questionário aplicado aos participantes	81

1 Introdução

Este capítulo traz uma breve introdução deste trabalho, incluindo a delimitação do tema, problema de pesquisa, seguido de objetivo e com justificativa.

1.1 Delimitação do Tema

Esse trabalho delimita-se a propor e implementar o protótipo de um jogo educativo digital direcionado ao ensino de Pensamento Computacional, focando na acessibilidade para daltonismo. Essa pesquisa foca nas dificuldades relacionadas com a percepção das cores, utilizando formas geométricas, contrastes, luminosidade, texturas e outros elementos visuais como alternativas ao uso exclusivo das cores. O trabalho é restrito a aplicação acadêmica, não englobando jogos comerciais, e as diretrizes de acessibilidade são aplicadas desde as etapas iniciais do *game design*. A pesquisa não faz análises clínicas dos jogadores e não aborda outras deficiências (como a motora e auditiva), concentrando-se apenas na proposta de solução acessível e orientada a modelos de ensino-aprendizagem já conhecidos.

1.2 Problema de Pesquisa

Com o decorrer dos anos, a acessibilidade tornou-se um assunto com relevância crescente na indústria de jogos comerciais, na tentativa de não só aumentar o lucro com vendas de mais cópias, mas também fornecer uma melhor experiência para o jogador, através de mecânicas e ferramentas que conseguissem atenuar o desconforto sentido por usuários com diferentes necessidades de acessibilidade.

Por outro lado, a academia investiga a eficiência das soluções aplicadas e o impacto positivo, mas não replica os casos de sucesso nos estudos relacionados a jogos educativos. Com isso, levanta-se o questionamento do porquê não existir a reaplicação dessas metodologias em jogos educativos, e também qual a melhor maneira de adaptar as ferramentas já existentes para o propósito educacional, com fim de aumentar o alcance desses jogos educativos para maiores públicos-alvo. Sendo assim chega-se a questão de pesquisa relacionada ao tema: Como elementos visuais não cromáticos (formas geométricas, padrões e texturas) podem contribuir para a acessibilidade e para a aprendizagem de conceitos iniciais de Pensamento Computacional

(sequenciamento lógico, decomposição e abstração) em um jogo educativo digital voltado a jovens adultos e adultos com daltonismo?

1.3 Objetivos

A seguir serão apresentados os objetivos geral (OG) e específicos (OE) que nortearão a condução desta pesquisa.

1.3.1 Objetivo Geral

Essa pesquisa tem como objetivo geral: projetar, desenvolver e avaliar um jogo educativo digital acessível voltado a ensinar conceitos iniciais de Pensamento Computacional, incluindo adaptações visuais para pessoas com daltonismo, utilizando padrões geométricos e outros elementos visuais não cromáticos. Para atingir esse objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram propostos.

1.3.2 Objetivo Específico

Para atingir o objetivo geral foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Investigar estado da arte por meio de revisão sistemática da literatura, para identificar lacunas em jogos educativos digitais que unifiquem Pensamento Computacional e acessibilidade visual para daltonismo;
- Definir requisitos funcionais e não funcionais do jogo, incluindo critérios de acessibilidade para daltonismo;
- Idealizar proposta educativa do jogo, unificando os conceitos básicos de Pensamento Computacional: sequenciamento lógico, decomposição de problemas e abstração;
- Escrever a proposta educacional dos minijogos (fases) a serem trabalhados;
- Implementar recursos de acessibilidade, incluindo adaptações visuais baseadas em formas geométricas, padrões e texturas, reduzindo a dependência da percepção cromática;
- Implementar um MVP do jogo no motor gráfico Unity abrangendo as fases propostas;
- Avaliar o MVP com usuários (com e sem daltonismo) quanto à acessibilidade, usabilidade e aprendizagem dos conceitos trabalhados.

1.4 Justificativa

A área da computação atrai pessoas de diversas idades (FERREIRA et al., 2024) com suas tecnologias e potencial de transformação social (SANTOS et al., 2018). No entanto, a retenção desses talentos vem mostrando-se falha, principalmente no Ensino Superior, no qual os índices de evasão são elevados (HOED, 2017). Nesses casos, as principais barreiras enfrentadas pelos estudantes são as disciplinas de lógica de programação e lógico-matemáticas (VASCONCELOS; ANDRADE, 2018), o que cria e perpetua um problema que está diretamente relacionado com as dificuldades de aprendizagem em programação e à evasão em cursos de Ciência da Computação (SILVA; FALCÃO, 2020).

Nesse contexto, nem sempre a didática aplicada em sala de aula é abrangente e envolvente para todos os discentes (SILVA et al., 2021), acarretando uma busca constante por maneiras de inovar o ensino de computação, lógica de programação e pensamento computacional como um todo, como a gamificação (MATTOS; BERTONI, 2015) ou os jogos educativos (LUZ et al., 2023). Diante desse cenário, as metodologias ativas como gamificação ou jogos educativos têm ganhado cada vez mais espaço por terem mais sucesso em alcançar o engajamento e a autonomia dos estudantes, com resultados positivos no ensino-aprendizagem da área de computação (GOMES, 2023). Contudo, apesar dos avanços, faz-se necessário continuar investigando e propondo novas formas eficientes de aplicar essas metodologias no ensino de Pensamento Computacional, principalmente para abranger uma maior diversidade de estudantes.

Ademais, apesar do avanço das discussões sobre evasão e didática no ensino da computação, a acessibilidade ainda é um tema tangenciado nesses debates. A literatura acadêmica evidencia que, embora os Jogos Digitais Educativos (JDEs) tenham se consolidado como ferramenta de engajamento e aprendizado, a inclusão e acessibilidade permanecem sendo um tema secundário pouco abordado pela academia. O trabalho de (BELARMINO et al., 2021) elabora um mapeamento dedicado ao levantamento de critérios de acessibilidade dos JDEs sob a perspectiva do Desenho Universal, apontando a diferença de cobertura dos critérios disponíveis na literatura entre grupos diferentes: existe uma forte concentração em deficiências auditiva, física e visual severa, mas deficiências perceptivas como o daltonismo são preteridas. Além disso, conforme abordado por (BONFANTI et al., 2020), abordagens lúdicas como jogos educativos são ferramentas eficazes para a inclusão no ensino de computação, reforçando o impacto positivo de incorporar acessibilidade desde etapas iniciais do *design* da proposta.

Dentro desse cenário da acessibilidade, o daltonismo ocupa uma posição de pouca

visibilidade. Estima-se que cerca de 6% da população brasileira possua discromatopsia (deficiência na percepção cromática) em algum grau (HOLANDA; ARAÚJO-SANTOS, 2024). A literatura mostra que apesar do escasso número de trabalhos científicos que abordem a temática de daltonismo em jogos educativos, a maioria dos jogos comerciais e JDEs utilizam a cor como canal primário de comunicação e *feedbacks*, com as adaptações comumente restringindo-se à aplicação de filtros por cor ou remoção de *features*, sendo essas soluções insuficientes por não substituírem de maneira eficiente a informação codificada na cor (MONTEIRO et al., 2022a). O trabalho de (PICETTI; SARMENTO, 2023) reforça a gravidade da situação ao demonstrar que a diversidade de perfis de usuários raramente é trabalhada desde as etapas iniciais do *game design*, comprometendo tanto a criação quanto a inovação de ferramentas educativas inclusivas. Esses fatos abordados ressaltam a necessidade de investigar e criar abordagens metodológicas que não considerem a cor como canal primário e/ou exclusivo de informação em Jogos Digitais Educativos.

Por isso, é necessário que novas abordagens sejam criadas para atender a necessidade dos usuários que possuem daltonismo, de forma que os jogadores não sintam dificuldades ao jogar, principalmente no caso de jogos educativos. Um grande trunfo para auxiliar na criação de novas abordagens é adaptar abordagens analógicas para o mundo digital. O uso de texturas, formatos, ilustrações, luz e profundidade pode e deve ser utilizado como fonte de novas estratégias. O trabalho de (LIMA; BERNARDO, 2025) traz uma nova abordagem para a maneira como as cores são vistas pela sociedade: mais do que um elemento estético, a cor é uma forma de comunicação. Lima também demonstrou que mesmo alunos cegos demonstraram conhecer as cores primárias e secundárias, mesmo sem percebê-las visualmente, graças ao Código Universal de Cores (CUdC), que usa a cela braille para representar 64 cores. Além disso, o trabalho aborda que ao associar texturas com cores específicas, é possível ancorar a identificação, mesmo sem reconhecer visualmente a cor.

De mesmo modo, também já é possível encontrar trabalhos que dão passos iniciais na direção correta da adaptação de jogos para daltônicos, como o trabalho de (FILHO et al., 2024a), que ao perceber que jogos digitais utilizam as cores como canal principal e essencial de comunicação, percebeu que era essencial realizar adaptações para que um jogo fosse acessível para o público daltônico. Partindo dessa proposta, ele apresenta um jogo: Dalton's Game, que utiliza o sistema **ColorADD**, que é um alfabeto de símbolos geométricos que representa cores de forma independente da percepção cromática, de forma que o jogo fique acessível. O jogo

ensina sobre teoria das cores, ensinando as cores primárias e progredindo para as secundárias. O aprendizado roda em torno de formas geométricas: cada cor é associada a um símbolo específico, fazendo que a forma sirva como redundância semiótica à cor. Por fim, o artigo ressalta que os filtros de daltonismo disponíveis na maioria dos jogos comerciais é parcial e insuficiente, reforçando que deve-se utilizar padrões, símbolos e texturas para elementos visuais ao invés de apenas cores.

Diante das lacunas identificadas e possíveis pontos de atuação abordados, este trabalho propõe como contribuição uma proposta de Jogo Digital Educativo acessível para pessoas com daltonismo, com foco nos conceitos iniciais de Pensamento Computacional. A partir do *MVP* implementado e avaliado com usuários, espera-se demonstrar não só que a substituição de cores por elementos visuais não cromáticos (formas geométricas, padrões e texturas) é viável como também mostrar exemplos de como executar isso sem afetar a experiência da jogabilidade do usuário final. Dessa forma, ampliando o alcance educacional do Pensamento Computacional a um público historicamente sub-representado na literatura da área e abrindo caminhos para pesquisas futuras explorarem essa abordagem em outros contextos educacionais.

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é ensinar Pensamento Computacional por meio de um jogo educacional digital acessível para daltonismo, que auxilie na obtenção do conhecimento para esse público alvo.

1.5 Estrutura do Documento

O presente trabalho segue a seguinte estrutura. O Capítulo 1 fornece uma introdução dos assuntos abordados junto de uma contextualização, além de apresentar a delimitação do tema, o problema de pesquisa e os objetivos deste estudo, finalizando com uma justificativa. No Capítulo 2 a fundamentação teórica é apresentada, contendo conceitos básicos referentes a Pensamento Computacional e seus conceitos, bem como o conceito de acessibilidade e daltonismo, finalizando com as metodologias e ferramentas utilizadas no desenvolvimento da abordagem. O Capítulo 3 traz uma Revisão da Literatura, no qual Estado da Arte sobre o tema de pesquisa é abordado, trazendo um panorama geral sobre os três principais aspectos abordados nessa pesquisa. Adicionalmente, o capítulo apresenta uma busca sistemática dos trabalhos relacionados.

No Capítulo 4 é abordada a metodologia utilizada durante o desenvolvimento e escrita deste trabalho, assim como o processo e as etapas definidas desde a investigação do problema e

conceituação do artefato até a implementação e avaliação da proposta. O Capítulo 5 aborda a especificação do jogo proposto, incluindo a metodologia de desenvolvimento e ensino aplicadas, público-alvo, processo de concepção e aplicação de acessibilidade, como as fases são definidas e etc. Além disso, uma análise comparativa com jogos similares é realizada. O Capítulo 6 apresenta a implementação do jogo, descrevendo as tecnologias utilizadas, ilustrando as fases com capturas de tela do *MVP*, complementadas pelas respectivas descrições, trazendo também a análise dos resultados obtidos pela avaliação com usuários, e finalizando com as melhorias que foram mapeadas para o jogo. Por fim, o Capítulo 7 discorre sobre as conclusões e trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

Este capítulo é focado em abordar de maneira explicativa alguns conceitos básicos necessários para o melhor entendimento da proposta abordada nesse trabalho. Nele são explicados os conceitos básicos de Pensamento Computacional como Sequências Lógicas, Decomposição de Problemas e Abstração. Adicionalmente, os conceitos de acessibilidade, daltonismo, jogos e metodologias de aprendizado ativas são apresentados.

2.1 Pensamento Computacional

De acordo com ([WING, 2006](#)), o conceito de Pensamento Computacional (PC) é um conjunto de habilidades e ferramentas mentais que juntas formam a capacidade analisar um problema, dividi-lo em partes menores e resolvê-lo de maneira lógica e eficiente, chegando a um resultado final. A autora defende que essa habilidade é fundamental para pessoas da área da computação, mas é muito útil também para pessoas de outras áreas, por auxiliar na resolução lógica de problemas. Além disso, o Pensamento Computacional também se subdivide em conceitos essenciais que servem como etapas em seus processos e se complementam: o Sequenciamento Lógico, a Decomposição de Problemas e a Abstração ([SELBY; WOOLLARD, 2013](#)).

O conceito de Sequenciamento Lógico é uma parte de base, essencial e inseparável do Pensamento Computacional. Com auxílio desse conceito, toda tarefa pode ser representada como uma sequência de passos ou instruções que devem ser executadas em ordem, por um computador ou pessoa, e cada passo define um comportamento específico que deve ser executado na sequência correta ([BRENNAN; RESNICK, 2012](#)).

Partindo da definição dessa sequência de ações, a Decomposição de problemas permite que um problema maior seja dividido em partes menores e mais fáceis de compreender, trabalhar e resolver. Nesse contexto, o trabalho de ([CURZON et al., 2014](#)) aborda a decomposição de problemas como parte indispensável, tanto para auxiliar na compreensão do problema original como para atingir sua resolução. Além disso, ([CURZON et al., 2014](#)) também comprova que compreender o conceito de decompor problemas é parte essencial para aprender o PC.

Complementando esses conceitos, a Abstração também é parte essencial do Pensamento Computacional, já que é uma ferramenta de refinamento mais elevado para a resolução dos

problemas, pois permite separar, selecionar e ressaltar as características relevantes de um problema, ao mesmo tempo que detalhes irrelevantes são ocultos, auxiliando no processo de resolução (GROVER; PEA, 2013). O trabalho de (WING, 2006) também reforça que a abstração é um conceito tão essencial para o PC que pode-se considerar um elemento principal que sustenta o conceito.

2.2 Acessibilidade

A acessibilidade de acordo com (SASSAKI, 2009) é garantir condição de alcance, percepção e entendimento com igualdade de oportunidades a um grupo social, em todos os aspectos necessários, podendo também ser definida em seis dimensões: arquitetônica, comunicacional, atitudinal, programática, metodológica e instrumental. No contexto desse trabalho, destacam-se principalmente as dimensões comunicacional e instrumental, pois a proposta busca adaptar a forma como a informação é comunicada ao jogador, assim como adequar os recursos tecnológicos do jogo para possibilitar sua utilização por pessoas com daltonismo. Também é possível definir a acessibilidade como uma ferramenta de inclusão social e cidadania, permitindo que pessoas com deficiência e grupos sociais discriminados possuam igualdade de oportunidades e não sofram discriminação (SPOMBERG, 2019).

No contexto deste trabalho, o foco está na acessibilidade visual para pessoas com daltonismo. Nesse sentido, o trabalho de (SIMUNOVIC, 2010) explica que o Daltonismo ou Discromatopsia é uma condição médica (majoritariamente hereditária) que causa a redução parcial ou total na capacidade de diferenciar diferentes tonalidades de cores. Geralmente as cores afetadas são verde, vermelho e azul, mas também pode ocorrer alteração entre tonalidades mais claras ou escuras. Esse artigo também explica que o daltonismo possui três tipos:

- Protanopia: dificuldade na percepção da cor vermelha, comumente causando confusão com as cores verde, amarelo e marrom;
- Deuteranopia: dificuldade na percepção da cor verde, comumente causando confusão com as cores vermelho, amarelo, laranja e marrom;
- Tritanopia: dificuldade na percepção da cor azul, comumente causando confusão com as cores verde, violeta e rosa.

2.3 *Game-Based Learning* (GBL)

A metodologia de *Game-Based Learning* (GBL) também é conhecida como Aprendizagem Baseada em Jogos, e tem como proposta principal utilizar jogos com objetivos de aprendizagem definidos, de forma que desde seu *design* o conteúdo a ser ensinado seja aliado a jogabilidade, auxiliando o ensino-aprendizagem (PLASS et al., 2015).

O trabalho de (GEE, 2003) reforça que os jogos são aliados do aprendizado pois possuem por natureza princípios pedagógicos sólidos respaldados pela ciência cognitiva, de forma que as mecânicas de níveis, dificuldades, engajamento e *feedbacks* são instigantes e auxiliam mantendo o foco do jogador, o que também possibilita utilizar essa configuração como um ambiente de aprendizado.

2.4 Jogos Digitais Educativos

O Jogo Digital Educativo (JDE) ou Jogo Sério é um conceito derivado da GBL e é uma ferramenta lúdica que possui como foco principal o aprendizado, possuindo objetivos de aprendizado bem definidos, com regras, metas e *feedbacks* (CONNOLLY et al., 2012). Os JDEs funcionam não só como parte do método de ensino, mas também possibilitam maior engajamento dos estudantes, servindo como estratégia eficaz de aprendizado para conteúdos das mais diversas áreas, incluindo o Pensamento Computacional (AGBO et al., 2021).

2.5 Acessibilidade em Jogos Digitais

A Acessibilidade em Jogos Digitais tem como função fomentar a necessidade de que a acessibilidade em jogos seja uma preocupação de *design* desde o planejamento, surgindo como um dos demais requisitos necessários para o jogo, e não que seja adicionada depois, como uma funcionalidade específica (MIESENBERGER et al., 2008). Nesse contexto, o trabalho de (AGUADO-DELGADO et al., 2020) reforça a necessidade de uma metodologia capaz de considerar diretrizes, estratégias e acessibilidade desde o começo e durante todo o processo de desenvolvimento de jogos, e não apenas na avaliação final.

2.6 Metodologias de Aprendizado Ativas

As Metodologias de Aprendizagem Ativas colocam o estudante como protagonista do próprio aprendizado ao submetê-lo às atividades de aprendizagem com significado, estimulando que o aluno pense de maneira ativa na importância da sua atividade e como deve realizá-la, o que acarreta em um maior interesse e engajamento (PRINCE, 2004).

2.6.1 Sala de Aula Invertida

De acordo com (BISHOP; VERLEGER, 2013a) a Sala de Aula Invertida é uma Metodologia de Aprendizado Ativa que inverte o modelo tradicional de aprendizado, de forma que o tempo em sala de aula seja usado para atividades ativas e colaborativas, unindo o construtivismo e a instrução direta. Essa técnica educacional é composta por duas etapas:

- Em sala de aula, são realizadas atividades interativas de aprendizagem em grupo;
- Fora da sala de aula: são realizadas atividades individuais por meio de instrução individual direta.

Dessa forma, a metodologia de Sala de Aula Invertida consegue transformar o aprendizado padrão, criando mais possibilidades diferentes de trabalhar o conhecimento.

2.6.2 Aprendizado Baseado em Problemas (ABP)

(BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014) definem que o ABP é uma metodologia em que situações-problema são apresentadas ao estudante para que ele utilize o pensamento crítico, realize pesquisas e construa o conhecimento de forma ativa e autônoma a partir do processo de entendimento e resolução das situações-problemas. Dessa forma, o aluno aprende o conteúdo resolvendo problemas que se assemelham a realidade dos desafios que encontra na vida acadêmica, pessoal e profissional, de forma que o docente atua como mediador e apoiador.

3 Revisão da Literatura

Inicialmente, realizou-se uma Revisão Exploratória, utilizando o Google Acadêmico com a finalidade de delimitar o tema da pesquisa, compreendendo o estado atual do cenário acadêmico relacionado ao ensino de Pensamento Computacional, utilizando Jogos Digitais Educativos e a aplicação de acessibilidade no contexto. A partir dessa avaliação inicial, observou-se um crescente interesse na aplicação de jogos como ferramenta de auxílio ao ensino-aprendizagem, especialmente para provocar o desenvolvimento do pensamento lógico e da base do pensamento computacional.

Contudo, observou-se que, embora existam pesquisas relacionadas a jogos educativos focados no ensino de Pensamento Computacional que consideram aspectos da acessibilidade digital, poucos desses trabalhos abordam de maneira simultânea o ensino do Pensamento Computacional com adaptações voltadas à acessibilidade visual para pessoas daltônicas. Nesse contexto, a revisão da literatura também desempenha papel metodológico dentro da abordagem **Design Science Research (DSR)** adotada nesta pesquisa, compondo parte do processo de identificação do problema e definição dos objetivos da solução.

Sendo assim, realizou-se uma Busca Sistemática seguindo o método elucidado em (FERNANDES, 2016), com o objetivo de avaliar pesquisas relacionadas ao uso de jogos educativos acessíveis no ensino de pensamento computacional. A revisão buscou identificar as abordagens pedagógicas aplicadas, os mecanismos de acessibilidade visual utilizados, metodologias aplicadas nos jogos e possíveis lacunas relacionadas ao desenvolvimento de jogos educativos voltados a usuários daltônicos.

A fim de garantir a completude e abrangência da pesquisa, foram utilizadas bases acadêmicas nacionais e internacionais com relevância para a área de computação, educação e jogos digitais. Para a busca nacional foi utilizada a base da biblioteca digital da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), chamada SBC OpenLib (SOL), ao passo que as buscas internacionais foram realizadas nas bases Springer Nature Link, ACM Digital Library, Scopus e IEEE Xplore.

3.1 Procedimentos da Busca Sistemática

Nessa seção serão apresentados os procedimentos metodológicos adotados na revisão sistemática.

3.1.1 Busca e Seleção Parcial de Artigos

Partindo da questão de pesquisa já descrita na seção 1.2 do trabalho "Como propor um jogo educativo acessível para daltônicos que facilite o aprendizado de pensamento computacional?", foram desenvolvidas duas *strings* de busca para a pesquisa, devido as especificidades das bases de pesquisa utilizadas.

A primeira *string* de busca foi utilizada na base SOL, com o seguinte formato: **("pensamento computacional") AND ("jogos"OR "jogos educativos") AND ("acessibilidade"OR "inclusão"OR "daltonismo"OR "daltonico"OR "daltonicos"))**. A base da SBC Open Lib é mais simples e não comporta *strings* muito complexas na sua ferramenta de busca, além de ter trabalhos majoritariamente em português, sendo possível obter resultados mais assertivos com essa *string* mais simplificada e totalmente em português. A busca teve como limitação temporal o período dos últimos 10 anos, entre janeiro de 2015 e março de 2026, mostrando os artigos em português e inglês de Anais de Evento, Periódicos ou Livros e relatórios.

Já para as demais bases internacionais, a *string* de busca utilizada teve o seguinte formato: **("computational thinking"OR "pensamento computacional") AND ("educational games"OR "serious games"OR "game-based learning"OR "jogos educativos"OR "jogos educacionais") AND ("accessibility"OR "inclusive design"OR "universal design"OR "visual accessibility"OR "acessibilidade"OR "design inclusivo"OR "acessibilidade visual"OR "color blindness"OR "color vision deficiency"OR "daltonismo"))**. As bases comportam *strings* complexas e possuem trabalhos majoritariamente em inglês, por isso foi necessário realizar uma adaptação na *string* de busca para que ela pudesse obter resultados mais precisos, porém sem excluir trabalhos relevantes. A busca também teve como limitação temporal o período dos últimos 10 anos, entre janeiro de 2015 e março de 2026, mostrando os artigos em português e inglês de Anais de Evento, Periódicos ou Livros e relatórios.

3.1.2 Critérios de Inclusão e Exclusão

Critérios de Inclusão

- Trabalhos com propostas para pessoas com daltonismo;
- Trabalhos com jogos digitais com acessibilidade relacionada à percepção visual, incluindo percepção cromática, baixa visão e daltonismo;
- Trabalhos com jogos educativos digitais para computação;
- Trabalhos que contribuem diretamente com ensino-aprendizagem de Pensamento Computacional;
- Trabalhos focados em auxiliar no processo de ensino-aprendizagem;
- Trabalhos com gamificações educativas digitais para computação.

Critérios de Exclusão

- Trabalhos sem propostas de acessibilidade;
- Trabalhos fora do escopo dos últimos 10 anos (2015-2026);
- Artigos ou livros inacessíveis;
- Trabalhos repetidos entre as bases;
- Trabalhos com propostas de jogos majoritariamente ou totalmente físicos;
- Trabalhos com propostas de gamificações majoritariamente ou totalmente físicas;
- Trabalhos cujo foco exclusivo seja deficiência auditiva, intelectual ou motora.

A busca inicial considerando o filtro temporal e de área relacionados à computação e ensino de computação teve como resultado 552 artigos. Porém, após a remoção das duplicidades entre as bases e a leitura dos títulos e respectivos resumos, 88 trabalhos foram selecionados. Na etapa seguinte, foi realizada a leitura completa dos artigos restantes e da aplicação dos critérios de Inclusão e Exclusão para a filtragem. Faz-se importante ressaltar que os trabalhos não precisavam atender a todos os critérios de inclusão simultaneamente, sendo incluídos os que atendiam a maioria dos critérios, desde que não se encaixassem em nenhum dos critérios de exclusão. Ao final do processo, 6 trabalhos mostraram-se relevantes ao tema desse trabalho. Esses artigos serão abordados de maneira mais detalhada na seção Análise dos Resultados.

3.1.3 Análise dos Resultados

Ao longo das últimas décadas, a computação consolidou-se como elemento central na vida contemporânea, impactando o cotidiano das pessoas. Cada vez mais são estudadas formas de ensinar e adicionar conceitos do Pensamento Computacional na vida das pessoas em busca de acelerar processos (SOUZA et al., 2023). Contudo, alguns grupos sociais são sub-representados nas pesquisas acadêmicas, como os daltônicos, que necessitam de adaptações para em interfaces para que possam compreender o conteúdo sem necessitar da percepção cromática, e dificilmente tem suas necessidade atendidas, mesmo em jogos comerciais de grandes empresas, conforme é exposto em (MONTEIRO et al., 2022b). A proposta dessa análise é que, partindo dessa necessidade constantemente atendida de maneira insuficiente, realizar um recorte da realidade com foco em observar de que maneira a academia científica está buscando soluções baseadas em Jogos Digitais Educativos que consigam abordar Pensamento Computacional contornando as limitações de interfaces baseadas em cores.

Primeiramente, é importante ressaltar que apesar da *string* de busca ter sido construída de maneira mais ampla, contemplando termos relacionados a Pensamento Computacional, Jogos Educativos, Acessibilidade, Acessibilidade Visual e Daltonismo, e de também a busca ter sido realizada em diferentes bases nacionais e internacionais, a quantidade de trabalhos que atendem simultaneamente aos três eixos centrais dessa pesquisa foi pouco expressiva. Também foi possível observar que geralmente quando os trabalhos abordam Pensamento Computacional e acessibilidade visual, o foco é totalmente em pessoas (especialmente crianças) com cegueira ou baixa visão, e não em pessoas com daltonismo. Além disso, uma grande parte das propostas encontradas utilizavam componentes físicos, tangíveis ou robóticos como totalidade ou parte principal da interação, o que não atende ao critério de um Jogo Digital Educativo. Dessa maneira, os trabalhos selecionados foram mantidos na análise por possuírem contribuições relevantes para a pesquisa, mesmo abordando a proposta com parcialidade, principalmente por tratarem sobre o uso de múltiplos elementos de diferenciação, como formas, texturas, sons, padrões e *feedbacks*, evitando que a cor seja o único meio de transmitir informações importantes ao jogador.

O trabalho de (ABREU et al., 2020) apresenta o **TACTOPI**, um ambiente voltado ao ensino de Pensamento Computacional, sendo esse lúdico e tangível. A proposta utiliza um barco robô, um mapa tátil, um volante impresso em 3D e diferentes estímulos tanto sonoros como hápticos (relacionados ao tato, como a sensação de "vibração" de celulares, ou sensações emuladas em Realidade Virtual/Aumentada) que tem como objetivo permitir interação da criança

com o ambiente sem depender da visão. O trabalho de (ABREU et al., 2020) não trata daltonismo e nem apresenta uma avaliação formal com usuários, porém ele ainda é relevante para essa pesquisa pois reforça a importância de pensar na acessibilidade desde a concepção do artefato, não como uma *feature* ou adaptação a ser adicionada depois. Além disso, a proposta demonstra que é possível construir experiências lúdicas e engajantes utilizando diferentes canais sensoriais para comunicar informações do jogo, contribuindo com a necessidade de não utilizar elementos cromáticos como única maneira de diferenciação e comunicação.

Outro trabalho selecionado foi o (ROCHA et al., 2021), que propõe o **ACCembly**: um ambiente de programação espacial acessível para crianças com deficiência visual e suas famílias. A proposta utiliza blocos físicos tangíveis, um robô *Dash*, um tapete que funciona como um mapa e um aplicativo para Android que é responsável por reconhecer os blocos e enviar os comandos ao robô. Esse sistema permite que as crianças montem sequências de instruções para programar os movimentos do robô, trabalhando conceitos como Sequenciamento Lógico, Decomposição de Problemas, Algoritmos, Reconhecimento de Padrões, Estruturas de Repetição e Depuração de código. Um ponto relevante desse trabalho é o fato dos blocos possuírem múltiplas formas de serem identificados, pois utilizam uma combinação de cores, texturas, pictogramas em relevo e *feedbacks* sonoros. Por isso, mesmo que o foco não seja em daltonismo, mas sim em cegueira e baixa visão, o artigo contribui para essa pesquisa por evidenciar que elementos visuais não precisam e nem devem depender de maneira exclusiva de sistemas cromáticos. Essa lógica corrobora com a proposta desta dissertação de utilizar recursos visuais alternativos ao sistema de cores, como formas geométricas e outros elementos, para tornar o jogo mais acessível a pessoas daltônicas.

O trabalho de (CASTANEDA et al., 2025) também foi selecionado por apresentar diretrizes de *design* para soluções educativas lúdicas e inclusivas voltadas para estudantes com deficiência visual no contexto de STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). A proposta combina um jogo digital baseado em áudio com blocos físicos impressos em 3D, com foco em trabalhar conceitos introdutórios de programação como variáveis, valores e atribuição. A pesquisa foi realizada com participantes que possuíam cegueira e baixa visão, permitindo aos autores identificar princípios essenciais para o desenvolvimento de ferramentas acessíveis, como: uso de alto contraste, diferenciação de formas e tamanhos, *feedback* sonoro, aprendizado gradual e repetição de conceitos em reforços curtos. Novamente, a proposta não trata diretamente sobre daltonismo, mas a proposta híbrida do trabalho contribui para esta revisão por reforçar que a

acessibilidade visual precisa ser planejada por meio de múltiplas pistas de identificação. Dessa maneira, é reforçado que as cores podem continuar fazendo parte da experiência visual, mas não devem ser único ou o principal recurso utilizado para diferenciar elementos essenciais na proposta.

Já o trabalho de (GARCIA; NERIS, 2022) apresenta uma abordagem diferente dos demais, pois ele propõe um *framework* para a criação de jogos digitais inclusivos por usuários finais. Outro ponto diferente dos demais é o fato do foco principal da proposta não ser o Pensamento Computacional, mas sua relevância está em discutir a acessibilidade de jogos digitais de maneira ampla. O ponto de maior pertinência desse trabalho é a separação entre a lógica por trás do jogo e sua forma de apresentação ao jogador, permitindo que diferentes versões de interface sejam criadas para um mesmo jogo, adaptando-se as necessidades de interação dos usuários. Esse desacoplamento permite que uma mesma mecânica seja apresentada ou não com recursos visuais, sonoros, textuais ou hápticos sem alterar a estrutura principal do jogo. Essa ideia comunica-se com a proposta desta pesquisa por reforçar que os elementos visuais que dependem exclusivamente de cor podem ser substituídos ou complementados por formas, símbolos ou padrões, permitindo que o jogo se adapte melhor a diferentes perfis de jogadores, como os daltônicos.

Retomando o **TACTOPI**, agora em uma versão mais desenvolvida, o trabalho (PIRES et al., 2023) apresenta um ambiente multissensorial lúdico para crianças com habilidades visuais mistas, incluindo crianças cegas, com baixa visão e videntes. A proposta utiliza personagens 3D impressos com NFC (*Near Field Communication*), cartas de desafio, mapa tátil, leme, *gamepad*, pedra leitor de NFC com *speaker* e robô como elementos para trabalhar Pensamento Computacional e navegação espacial em pares. Esse trabalho retoma nesse mesmo contexto lúdico os conceitos trabalhados na primeira versão do artigo, como sequenciamento, decomposição, algoritmos e outros conceitos computacionais. Um dos pontos notáveis é o uso de formas geométricas associadas a direção do robô, como o círculo, triângulo e quadrado, que são complementares as cores e sons. Essa tática reforça que a informação pode ser comunicada de forma redundante ao jogador sem atrapalhar a experiência de jogabilidade do jogo, diminuindo a necessidade da percepção cromática. Apesar da proposta ser híbrida e voltada para uma deficiência visual mais ampla, ela sustenta a adoção do uso de formas geométricas como apoio à acessibilidade em jogos digitais para daltônicos.

Por fim, o trabalho de (ROCHA et al., 2023) tem a proposta de investigar os impactos

positivos e negativos de uma atividade colaborativa sobre Pensamento Computacional realizada presencial e remotamente, realizada por crianças com diferentes habilidades visuais e utilizando um kit robótico tangível inspirado no jogo *Sokoban*. A atividade proposta possui a premissa de atribuir papéis colaborativos as crianças: enquanto uma explora o mapa, a outra monta a sequência de blocos que será responsável por controlar o robô. Esse trabalho aborda conceitos básicos de Pensamento Computacional (sequenciamento, decomposição e algoritmos) e de computação (depuração), demonstrando que as crianças com cegueira, baixa visão e videntes conseguiram participar das atividades de forma equilibrada e colaborativa. Um dos pontos notáveis desse trabalho é que os blocos utilizam cores de alto contraste combinadas com relevo, permitindo que a identificação não dependa apenas da cor. Além disso, o estudo mostra que as adaptações de acessibilidade realizadas não prejudicaram a experiência dos jogadores videntes, reforçando a ideia de que os recursos pensados para a acessibilidade podem beneficiar o público-alvo sem comprometer a experiência dos demais jogadores, podendo até beneficiá-los indiretamente. Os pontos-chave desse trabalho são a colaboração entre os jogadores e a demonstração de que é possível criar adaptações que auxiliem pessoas com necessidades visuais específicas sem impactar os demais jogadores.

De maneira geral, este capítulo teve como objetivo demonstrar as contribuições no tema de Jogos Digitais Educativos acessíveis para ensinar Pensamento Computacional, principalmente com enfoque na acessibilidade visual para daltônicos. Nesse sentido, os trabalhos analisados demonstram uma preocupação crescente em tornar as atividades de ensino de PC mais acessíveis, principalmente em estudantes com deficiência visual (cegueira ou baixa visão). Entretanto, esses trabalhos também evidenciam lacuna importante: há poucos trabalhos que abordem ao mesmo tempo Jogos Digitais Educativos, Pensamento Computacional e acessibilidade voltada especificamente ao daltonismo. A maior parte das propostas encontradas concentram-se em soluções físicas, tangíveis ou robóticas, com foco apenas em cegueira e baixa visão. Ainda sim, esses estudos fornecem contribuições relevantes para esta pesquisa pois reforçam diretrizes de *design* que podem ser importados em Jogos Digitais Acessíveis para pessoas daltônicas, como: não dependência exclusivamente cromática, uso de formas e padrões como elementos visuais complementares, *feedback* multimodal e construção da acessibilidade desde as etapas de concepção do artefato. Dessa forma, a lacuna observada na literatura acadêmica reforça a relevância da proposta deste trabalho, que busca desenvolver e avaliar um JDE acessível para pessoas com daltonismo, focado no ensino de conceitos iniciais de Pensamento Computacional.

4 Metodologia

A metodologia científica utilizada nesse trabalho é a *Design Science Research* (DSR), método descrito por (HEVNER et al., 2008), que é focada em criar e avaliar artefatos para solucionar problemas em contextos práticos. Essa metodologia é utilizada em contextos específicos, e nesse caso está aplicada a Ciência da Computação, aliada a uma abordagem educacional.

Esse estudo é exploratório e aplicado, pois ao partir da investigação de uma lacuna relacionada à acessibilidade visual em jogos educativos digitais, um artefato é proposto e desenvolvido como solução prática para esse problema. Além disso, pelo fato desse trabalho buscar compreender quais são os aspectos relacionados ao *design* e à acessibilidade empregados no artefato, a pesquisa possui abordagem predominantemente qualitativa, apoiada por dados descritivos obtidos a partir da avaliação do MVP. Nesse contexto, a concepção do artefato é a contribuição principal da pesquisa, e o MVP exerce o papel do protótipo funcional desenvolvido para demonstrar parte da proposta elaborada e possibilitar sua avaliação inicial junto aos participantes. Dessa forma, o protótipo foi utilizado como meio para avaliar a proposta desenvolvida, coletando percepções dos participantes, permitindo identificar pontos positivos, limitações e possibilidades de melhorias para trabalhos futuros.

Para uma melhor adequação ao contexto educativo do trabalho, o DSR empregado foi a versão adaptada por (PEFFERS et al., 2007), que estrutura a pesquisa em etapas específicas: identificação do problema, definição dos objetivos da solução, desenvolvimento do artefato, demonstração, avaliação e síntese dos resultados. Nessa pesquisa, adaptou-se o método para o seguinte formato:

- Identificação do problema e Definição dos objetivos da solução
- Conceitualização e desenvolvimento do artefato
- Demonstração de solução
- Aplicação e avaliação da solução proposta
- Análise e consolidação dos resultados

4.1 Identificação do problema e Definição dos objetivos da solução

No contexto da *Design Science Research* (DSR), essa etapa possui como finalidade compreender o cenário investigado, identificar e delimitar a lacuna de pesquisa e por fim definir quais diretrizes orientam a construção do artefato. Neste trabalho, essa etapa foi realizada a partir de uma Revisão Exploratória e posteriormente por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura, já apresentada no Capítulo 3.

A Revisão Exploratória permitiu definir o tema da pesquisa e compreender o estado da arte relacionado ao uso de Jogos Digitais Educativos no ensino de Pensamento Computacional, assim como os aspectos de acessibilidade visual para daltonismo aplicados em jogos. Logo após, a Revisão Sistemática da Literatura permitiu investigar de maneira estruturada trabalhos relacionados a jogos educativos acessíveis, focando em identificar abordagens metodológicas e/ou pedagógicas, estratégias de acessibilidade visual, metodologias de desenvolvimento e as lacunas associadas à criação de jogos focados em usuários com daltonismo.

A partir desse processo, foi possível identificar uma lacuna relacionada a propostas que integrem simultaneamente o ensino de conceitos iniciais de Pensamento Computacional em Jogos Educativos Digitais com adaptações visuais específicas para pessoas com daltonismo. Essa lacuna fundamentou a definição da proposta de solução desta pesquisa: a concepção de um jogo educativo digital acessível, baseado no uso de padrões geométricos e outros elementos visuais não cromáticos de forma a remover a dependência exclusiva de cores. Dessa forma, os objetivos da solução foram definidos com base na necessidade de propor, desenvolver e avaliar um artefato que contemple aspectos educacionais e de acessibilidade desde as etapas iniciais do seu *design*.

4.2 Conceitualização e desenvolvimento do artefato

Essa etapa tem como objetivo transformar a lacuna identificada na etapa anterior em uma proposta de solução aplicável. Dessa forma, o artefato foi definido como um Jogo Digital Educativo voltado para o ensino de conceitos iniciais de Pensamento Computacional, considerando a acessibilidade visual para pessoas com daltonismo desde as primeiras decisões de *design* do projeto. Dessa forma, também foi determinado que o jogo não poderia utilizar apenas filtros baseados em cores como adaptações, mas sim permitir que a *gameplay* do jogo fosse capaz de adaptar-se para que a percepção cromática do usuário não fosse necessária. Assim, a proposta foi planejada integrando objetivos pedagógicos, mecânicas de jogo e as estratégias de

acessibilidade de maneira que o jogo fosse capaz de atuar como recurso de apoio ao processo de ensino-aprendizagem.

Durante essa etapa também são definidos os principais conceitos de Pensamento Computacional que seriam trabalhados na estrutura do jogo: sequenciamento lógico, decomposição de problemas e abstração. Esses conceitos serviram como base para organizar e definir as fases planejadas, assim como ocorre a interação com as peças, categorias, áreas de encaixe, dicas e *feedbacks*. A mecânica principal definida foi *drag and drop* (arrastar e soltar), pois é capaz de permitir que as atividades de organização, associação e categorização sejam realizadas de maneira simples e intuitiva, além de permitir maior compatibilidade entre plataformas. A proposta também integrou formas geométricas, encaixes visuais, textos de apoio, padrões e outros elementos não cromáticos como alternativas à dependência exclusiva das cores. A descrição da proposta do jogo será trabalhada com ilustrações e mais detalhes no Capítulo 5.

Por fim, após a conceituação da proposta, foi desenvolvido um protótipo de baixa fidelidade do artefato para avaliação das representações visuais, e posteriormente um MVP foi desenvolvido no motor gráfico *Unity*. Esse protótipo funcional tem como objetivo materializar a proposta do jogo, demonstrando suas mecânicas principais, estratégias de acessibilidade e possibilidades de interação. Sendo assim, o desenvolvimento desse MVP foi uma etapa necessária para viabilizar a demonstração e avaliação inicial da proposta, permitindo observar a percepção dos participantes.

4.3 Demonstração de solução

Nessa etapa, a viabilidade do artefato proposto é evidenciada. Neste trabalho, o MVP cumpriu essa função, servindo como protótipo funcional da proposta de JDE acessível. A finalidade dessa demonstração não foi apresentar uma versão final do jogo, mas sim tornar concreto parte da solução idealizada, permitindo observar como os conceitos de Pensamento Computacional, as mecânicas de interação e as estratégias de acessibilidade visual poderiam ser integrados em uma experiência jogável.

Dessa maneira, o MVP foi utilizado para demonstrar a viabilidade da proposta, também servindo para a etapa de avaliação com participantes. A implementação abordou os elementos centrais do artefato: as fases focadas em conceitos de Pensamento Computacional, a mecânica de *drag and drop*, os *feedbacks* ao jogador e os recursos visuais planejados para reduzir a

dependência cromática. As decisões práticas da implementação, dinâmica das fases, elementos do protótipo e ilustrações são abordadas com mais detalhes no capítulo 6.

4.4 Aplicação e avaliação da solução proposta

Essa etapa tem como objetivo coletar as percepções sobre o artefato desenvolvido por meio do MVP como protótipo funcional da proposta do JDE. Essa avaliação teve caráter exploratório, já que o objetivo não foi realizar uma avaliação estatística da eficácia do jogo, mas sim compreender como foi a experiência dos participantes e suas percepções em relação à acessibilidade, jogabilidade, usabilidade, clareza e potencial educativo.

Para viabilizar a aplicação, o MVP foi disponibilizado na plataforma *itch.io*, voltada à publicação e distribuição de jogos independentes. Dessa maneira, os participantes tinham a possibilidade de baixar o executável da versão para computador (executável apenas em Windows) ou jogar diretamente pelo navegador, a partir do *webplayer* do próprio site. Após jogarem e interagirem com o protótipo, os jogadores responderam a um formulário avaliativo enviado junto ao jogo, apontando suas percepções sobre experiência.

O instrumento da coleta não contém questões de identificação pessoal, mas possui questões relacionadas ao perfil dos jogadores, como: faixa etária, frequência em que jogam jogos digitais e se possuem daltonismo ou alguma dificuldade na percepção de cores. Nesse caso também foram incluídas perguntas em escala Likert, que é um instrumento utilizado para avaliar o nível de concordância dos participantes em relação a determinadas afirmações (LIKERT, 1932), nas quais o valor 1 representava “discordo totalmente” e o valor 5 representava “concordo totalmente”, abordando temas sobre a percepção do jogo: clareza visual, facilidade de uso, compreensão das atividades, adequação da dificuldade, *feedbacks*, engajamento e contribuição das fases para o entendimento de conceitos de Pensamento Computacional.

Além disso, questões abertas também foram adicionadas para permitir que os participantes comentassem os pontos positivos que gostaram, quais pontos precisam de melhoria e se tiveram alguma dificuldade relacionada à percepção visual do jogo (cores, formas, textos ou elementos visuais). Durante o MVP, as dicas ficaram disponíveis desde o início das fases, possuindo como objetivo avaliar a eficiência delas como recurso de apoio à compreensão das atividades. Dessa maneira, nessa etapa foi realizada a coleta de dados descritivos e qualitativos que serviram de base para a análise da proposta desenvolvida, mas também para identificar as limitações e pontos

de melhorias em trabalhos futuros. A avaliação do MVP é abordada com maior detalhamento no Capítulo 6.

4.5 Análise e consolidação dos resultados

Essa etapa é a última do processo, e tem como objetivo organizar e interpretar os dados extraídos da avaliação do MVP, criando relações entre as respostas dos participantes com os objetivos que foram delimitados para a pesquisa. Pelo fato de ser uma avaliação exploratória, os dados são analisados de maneira descritiva em busca de tendências, percepções comuns, pontos positivos, limitações e melhorias. Assim, a análise tem como foco compreender como foi a percepção dos jogadores em relação a experiência de jogo, acessibilidade visual, jogabilidade e potencial educativo.

Para realizar a análise das respostas das questões em escala Likert, faz-se necessária a montagem de gráficos, percentuais, médias e comparações entre os itens avaliados. O uso dessa organização permite observar a recepção geral da proposta nos aspectos avaliados: clareza, usabilidade, adequação de dificuldade, compreensão da atividade, efetividade dos *feedbacks* e das fases para o entendimento dos conceitos de Pensamento Computacional. Nesse sentido, também foram analisadas as relações entre diferentes grupos de participantes e suas respostas, especialmente para identificar, entre os participantes com daltonismo, quais foram suas percepções sobre as adaptações realizadas (formas geométricas, símbolos) como apoio à acessibilidade. Assim, os gráficos constituem-se como um recurso de grande importância para sintetizar as respostas da escala, facilitando a comparação entre os diferentes grupos e suas percepções, o que permite tanto analisar os pontos de semelhança nas respostas quanto identificar as divergências específicas identificadas.

Já as respostas das perguntas discursivas foram avaliadas qualitativamente, considerando os pontos positivos, limitações, dificuldades e sugestões de melhorias dos participantes. Para aumentar a eficiência do processo, as estratégias de agrupamento temático de comentários e geração de nuvens de palavras se tornaram essenciais, auxiliando na identificação de termos e percepções recorrentes nas respostas. Partindo dessa consolidação, os objetivos da pesquisa e da proposta do artefato foram relacionadas com as respostas obtidas, permitindo a discussão da adequação das estratégias adotadas, pontos positivos a serem mantidos e as limitações que precisam ser aprimoradas em trabalhos futuros.

5 Especificação do Jogo Proposto

O jogo proposto nesse trabalho é um Jogo Digital Educativo chamado "Colorindo Pensamentos", com foco em ensinar e trabalhar conceitos de Pensamento Computacional para pessoas com daltonismo. A ideia é que o jogador seja capaz de aprender e praticar subtópicos de Pensamento Computacional para auxiliar o desenvolvimento desses conceitos, associando recursos visuais como formas geométricas à ludicidade de jogos.

5.1 Metodologia de Desenvolvimento do Jogo

Com intuito de organizar e direcionar o desenvolvimento da proposta de jogo e implementação do protótipo, foi utilizada a metodologia de desenvolvimento de jogos educacionais descrita por (SOMMEREGGER; KELLNER, 2012) de forma adaptada, organizada nas seguintes etapas:

- **Design Conceitual:** essa etapa foi dedicada à idealização inicial da proposta, começando com um *brainstorm* que definiu o Pensamento Computacional como tema central do jogo. Após isso, na mesma etapa foram definidos que conceitos como sequenciamento lógico e decomposição de problemas seriam pontos focais do jogo, além do foco em acessibilidade para daltonismo como diretriz de desenvolvimento desde as etapas iniciais. É importante ressaltar que também foi nessa etapa que a faixa etária do jogo foi definida.
- **Design do Jogo:** essa etapa foi focada em aprimorar a ideia definida na etapa anterior, assim como em planejar a proposta do jogo, com definição das fases, mecânicas e elementos principais. Como mecânica principal, foi definido o *drag and drop* (arrastar e soltar), assim como as peças manipuláveis, categorias escolhidas, encaixes visuais, *feedbacks* para o jogador, as dicas que seriam dadas e quais adaptações visuais eram necessárias para os jogadores daltônicos. Foi nessa etapa que foi decidido como o jogo deveria adaptar sua *gameplay* para auxiliar pessoas com daltonismo de maneira mais abrangente do que a aplicação de filtros de cor.
- **Implementação:** nessa etapa foi realizado o desenvolvimento do protótipo de baixa fidelidade, e após alinhamento inicial, o MVP (*Minimum Viable Product*) foi desenvolvido no motor gráfico Unity. Nesse MVP, duas fases do jogo foram implementadas: a primeira focou em trabalhar o sequenciamento lógico, emulando a construção de um algoritmo,

enquanto a segunda trabalhou a decomposição de problemas, organizando elementos de um problema maior dentro de subcategorias específicas.

- **Testes:** nessa etapa o foco foi a verificação funcional do jogo, avaliando o funcionamento das mecânicas de encaixe, validação das respostas, apresentação dos *feedbacks* e jornada das fases. Adicionalmente, foram executados testes do *MVP* com usuários, que testaram o jogo e responderam a um formulário avaliativo comentando suas percepções sobre o jogo.
- **Validação:** nessa etapa o objetivo principal foi analisar as respostas coletadas com os usuários durante os testes, avaliando aspectos como diversão, clareza de entendimento das instruções e fases, facilidade de uso e experiência do usuário, compreensão dos conteúdos trabalhados, compreensibilidade dos *feedbacks* e a adequação das estratégias utilizadas para garantir acessibilidade para daltonismo. Devido ao fato de ser um protótipo da proposta do jogo, a validação feita nessa etapa foi de caráter exploratório, visando à compreensão da percepção dos usuários sobre a proposta desenvolvida.

5.2 Público-Alvo e Perfis de Usuário

O público-alvo definido para o jogo são jovens adultos e adultos, sem distinção de gênero, com interesse ou em contato com os conceitos de Pensamento Computacional. Essa proposta abrange usuários que ainda estão desenvolvendo e trabalhando noções relacionadas a algoritmos lógicos e decomposição de problemas (apontadas anteriormente como pontos focais), além de jogadores com daltonismo, devido ao trabalho focar na acessibilidade visual para esse público.

Os perfis de usuário desenvolvidos para esse jogo representam os diferentes tipos de jogadores que podem se beneficiar da proposta do jogo. Dessa forma, foram consideradas tanto pessoas sem daltonismo, mas que usariam o jogo como ferramenta introdutória para aprender Pensamento Computacional, quanto pessoas com daltonismo, que podem ter dificuldade em jogos que associam as diferenciações de elementos exclusivamente por cores.

A primeira persona representa um usuário sem daltonismo, com conhecimento inicial em Pensamento Computacional, que busca aprender por meio de uma experiência simples, visual e interativa. Esse perfil colabora na definição de uma experiência de usuário acessível, adequada e compreensível para usuários que possuam pouco contato ou dificuldades com conceitos de computação.

Já a segunda persona representa um usuário com daltonismo, também com conhecimento

inicial em Pensamento Computacional, buscando aprender por meio de uma experiência simples, visual e interativa, mas que pode ter dificuldade em jogos que atrelam as diferenciações exclusivamente por cores. Esse perfil guiou decisões de *design* relacionadas ao uso de formas, encaixes, textos, *feedbacks* e outros recursos visuais que não dependem exclusivamente da percepção cromática.

5.3 Concepção do Jogo

O processo de concepção do jogo começou a partir da necessidade de projetar e desenvolver uma proposta educacional simples, visual e interativa para apoiar o ensino de conceitos iniciais do Pensamento Computacional. Durante esse processo, foram levantadas diferentes mecânicas de jogos que poderiam representar de maneira acessível os conceitos computacionais, sem exigir um conhecimento avançado em programação ou na área de computação como um todo. A partir dessa etapa, ficou definido que o jogo deveria trabalhar noções relacionadas a algoritmos, sequências lógicas e decomposição de problemas.

Com base no levantamento inicial da proposta, algumas dificuldades foram consideradas relevantes por serem impactantes na experiência dos usuários. Partindo disso, a proposta unificou os objetivos educacionais e a acessibilidade visual desde as primeiras decisões do *design*, de forma que todas as etapas tivessem essa preocupação: tanto a abstração no processo de ensino-aprendizagem de conceitos computacionais quanto os *feedbacks* claros, ocasionando a diminuição do impacto de barreiras visuais enfrentadas por pessoas com daltonismo.

Com isso, foi definido a partir dessas necessidades que a estrutura do jogo deveria se basear na mecânica de *drag and drop* (arrastar e soltar), pois é uma mecânica simples, intuitiva e adaptável para diversos tipos de usuários e plataformas, graças à versatilidade com atividades de organização, associação e categorização. Essa escolha auxiliou na criação dos desafios a partir dos conceitos trabalhados: o jogador manipula peças, observa as pistas visuais, avalia e faz encaixes e recebe *feedbacks* claros sobre suas ações.

Dessa forma, a proposta foi organizada a partir de três conceitos principais do Pensamento Computacional: sequenciamento lógico, decomposição de problemas e abstração. A primeira fase foi idealizada para trabalhar o sequenciamento lógico, emulando a construção de um algoritmo por meio da organização correta das peças dispostas para o usuário em uma sequência lógica. Já a segunda fase foi planejada para trabalhar a decomposição de problemas, de forma que o

jogador divida um problema maior em problemas menores, agrupando por categorias específicas que representam partes menores do problema. Já a terceira fase foi esquematizada para abordar a abstração, de forma que o jogador precise identificar quais informações são essenciais para a resolução de um problema, desconsiderando elementos dispensáveis. Entretanto, no *MVP* desenvolvido nesse trabalho apenas as duas primeiras fases foram implementadas, portanto a fase de abstração ficou para ser desenvolvida em trabalhos futuros.

Além disso, desde as etapas iniciais do *design* foi definido que o jogo não dependeria exclusivamente de cores para diferenciar elementos visuais importantes. Sendo assim, elementos como formas, encaixes, textos, categorias, *feedbacks* e organização visual se tornaram pontos principais da proposta de acessibilidade. Essa decisão teve como objetivo central tornar a experiência mais adequada e dinâmica para jogadores com daltonismo, sem prejudicar a jogabilidade para jogadores com ou sem daltonismo.

Por fim, a concepção do jogo foi uma etapa que serviu para direcionar as etapas subsequentes do desenvolvimento, guiando a criação do protótipo de baixa fidelidade, definindo as mecânicas, planejando as adaptações de acessibilidade e a implementação do *MVP* do trabalho no motor gráfico *Unity*.

5.4 Acessibilidade para Daltonismo

A acessibilidade para daltonismo é um dos pontos focais da proposta do jogo. Como o trabalho tem como objetivo desenvolver uma experiência educativa que seja visual e interativa, tornou-se essencial pensar em estratégias que permitam ao jogador compreender os elementos importantes da interface sem depender exclusivamente da percepção cromática. Essa preocupação é ainda mais crucial em jogos educativos, já que as dificuldades visuais prejudicam tanto a jogabilidade quanto o aprendizado. Assim, a proposta parte do princípio que as cores não devem ser o único elemento utilizado para diferenciar elementos, categorias ou comunicar informações relevantes no jogo.

Com isso, a acessibilidade visual foi planejada de maneira que diferentes recursos sejam combinados para garantir a transmissão e compreensão da informação. Logo, elementos como formas geométricas, encaixes específicos, organização espacial, textos de apoio, ícones, padrões visuais e *feedbacks* claros foram essenciais para que a adaptação funcione. Com isso, o jogo busca garantir que mesmo jogadores que possuem dificuldades com cores específicas ainda

poderão utilizar outros elementos visuais para compreender quais são as ações esperadas em cada fase e interagir com o jogo.

Além disso, a clareza visual da interface foi outro ponto relevante, visto que o jogo se fundamenta na manipulação de peças e formas geométricas para resolução de desafios, faz-se necessário que os elementos sejam facilmente identificados, com uma boa delimitação entre os objetos, as áreas de encaixe e demais informações de apoio. O uso de diferentes formas geométricas entre quadrados, círculos, trapézios e etc tornaram-se grandes aliados para atingir o objetivo da clareza. Ao evitar telas com poluição visual, excesso de informação e pistas pouco evidentes, a organização visual atua como parte da própria acessibilidade, auxiliando tanto jogadores com daltonismo quanto jogadores sem daltonismo.

Corroborando com a acessibilidade, os *feedbacks* também foram pensados como elementos importantes a serem adaptados. Ao invés de comunicar os acertos, erros e ações incompletas com simples mudanças de cor, o jogo precisa utilizar mensagens textuais, alterações visuais perceptíveis (como alteração de sombreamento e transparência), símbolos, sons e outros sinais complementares. Assim, o jogador possui mais de um canal para receber as informações, diminuindo o risco de interpretar incorretamente os *feedbacks* durante a atividade.

Contudo, além dos elementos visuais, a proposta considera recursos complementares como o uso de texturas, efeitos sonoros e dublagem. As peças e categorias são mais identificáveis através da combinação de **formas e texturas**, enquanto os *feedbacks* e orientações tornam-se mais destacados com **sons e dublagem**. Esses recursos permitem uma abordagem mais abrangente de acessibilidade, tornando o jogo mais inclusivo e adaptável a diferentes perfis de jogadores.

Dessa forma, a acessibilidade para daltonismo na proposta do jogo vai além de alterações de paletas de cores ou filtros visuais. O objetivo principal é adaptar a própria interação do usuário, utilizando recursos diversos para diferenciação, orientação e *feedbacks*. Como resultado, busca-se oferecer uma experiência educativa mais clara, funcional e acessível, preservando o aprendizado baseado na interação com os elementos do jogo.

5.5 *Gameplay* e Mecânicas

A *gameplay* do jogo foi planejada para seguir totalmente a mecânica de cliques na tela, com *drag and drop* (arrastar e soltar) como dinâmica mais utilizada. A ideia principal é que o jogador manipule peças na tela e posicione-as corretamente nas áreas indicadas. Essa escolha foi

feita por se tratar de uma mecânica intuitiva, simples e adaptável para diferentes dispositivos e telas (HOLZ; MEURERS, 2021), sendo adequada para desafios que trabalham organização, associação, categorização, interpretação e construção de sequências. Dessa maneira o jogador exercita o aprendizado interagindo diretamente com os elementos do jogo, enquanto recebe *feedbacks* sobre suas escolhas.

A proposta do jogo subdivide-o em 3 fases principais, na qual cada uma trabalha um conceito específico de Pensamento Computacional: sequenciamento lógico, decomposição de problemas e abstração. Em todas as fases é necessário que o jogador interaja com as peças disponíveis (em formas geométricas), áreas de encaixe e receba *feedbacks*. Além disso, cada fase possui uma versão padrão e uma adaptada para jogadores com daltonismo, porém, foi planejado para que a diferenciação dos elementos não dependa exclusivamente das cores. Essa divisão de fases em diferentes versões foi feita para coletar *feedbacks* dos jogadores de ambos os perfis, permitindo avaliar tanto a eficácia das adaptações para o público-alvo quanto o impacto na experiência de jogabilidade dos jogadores não daltônicas. Em todas as fases as dicas são acionadas pelo próprio usuário após clicar em um botão específico que revela **uma dica por vez** ao ser clicado (mas possui um intervalo de espera entre cada clique).

5.5.1 Fase 1: Sequenciamento Lógico

A primeira fase foi planejada para trabalhar o conceito de sequenciamento lógico, aproximando o jogador da ideia de construir um algoritmo. Nessa fase, o jogador tem um conjunto de peças que representam partes de uma sequência lógica, e deve organizá-las na ordem correta, validando com o jogo assim que utilizar todas as peças e chegar em uma conclusão. A atividade tem como objetivo reforçar a compreensão que para atingir um objetivo, faz-se necessário compreender que ações devem ser tomadas em uma sequência específica. Nas duas versões da fase, o jogo deve sempre iniciar sorteando uma sequência aleatória dentre as possíveis, além de também organizar as peças na tela em uma ordem aleatória.

Para a versão padrão, a fase pode utilizar as cores como dicas para auxiliar a progressão e a relação entre as peças, contudo faz-se necessário o uso de gradientes e escalas de cores. Nessa proposta, a dica também indica que para relacionar as peças com as dicas é necessário utilizar uma escala de cores mais frias até cores mais quentes. Já na versão adaptada para daltonismo, a fase deve priorizar o uso de formas geométricas e peças que se encaixem como quebra-cabeças.

Nas duas versões, é necessário garantir que os textos de apoio estejam claros do que deve ser feito e que a organização visual mantenha a fase entendível. Com isso, mesmo que a percepção cromática do usuário seja mais limitada, o jogador consegue identificar a posição e função de cada peça dentro da sequência.

5.5.2 Fase 2: Decomposição de Problemas

A segunda fase foi planejada para trabalhar o conceito de decomposição de problemas, aproximando o jogador da ideia do conceito de "dividir para conquistar", que conforme é explicado por (NICULESCU, 2022), é um conceito crucial na computação por abordar a ideia de dividir um problema maior em partes menores, mais fáceis de compreender. Nessa fase, o jogador deve arrastar elementos visuais para subgrupos específicos, segregando o problema em partes menores de acordo com a sua função dentro do problema maior. Nas duas versões da fase, o jogo deve sempre iniciar sorteando um problema e subproblemas aleatórios dentre os possíveis, além também organizar as peças na tela em uma ordem aleatória.

A ideia principal dessa fase é mostrar que problemas complexos podem ser resolvidos mais facilmente quando são divididos em componentes menores. Assim, categorizando as peças, o jogador trabalha a identificação de grupos, relações e segregação de subproblemas, compreendendo que organizar as informações auxilia na resolução de uma tarefa maior.

Na versão padrão, as dicas reforçam as categorias com cores, gradientes e saturações cromáticas. Já na versão adaptada, a diferenciação ocorre principalmente por formas geométricas diferentes, padrões visuais, encaixes similares e texturas. Dessa forma, a identificação da divisão e agrupamento dos subproblemas não depende apenas da cor, tornando a atividade mais acessível para jogadores daltônicos. A organização visual é novamente um elemento comum nas duas fases, reforçando a clareza das informações e *feedbacks* para o jogador.

5.5.3 Fase 3: Abstração

A terceira fase foi planejada para trabalhar o conceito de abstração, que é diretamente relacionado com a capacidade da pessoa identificar informações essenciais e desconsiderar elementos não relevantes para a resolução de um problema (ÇAKIROĞLU; ÇEVİK, 2022), sendo o foco e a eliminação os principais indicadores dessa habilidade. Nessa fase, a proposta é que o

jogador avalie um conjunto de peças com informações apresentadas na tela e selecione apenas quais são as necessárias para atingir um objetivo definido na fase. Além disso, nas duas versões da fase, o jogo deve sempre iniciar sorteando um problema aleatório dentre os possíveis, além organizar as peças na tela em uma ordem também aleatória.

A dinâmica da fase se baseia em reforçar a ideia que nem todas as informações disponíveis são relevantes em problemas computacionais. Portanto, o jogador deve observar o desafio, interpretar o contexto e decidir quais elementos disponíveis devem ser utilizados. A ideia dessa fase é complementar as anteriores, pois após organizar sequências e decompor os problemas, o jogador deve ser capaz de selecionar quais elementos são relevantes para uma solução.

Assim como deve ser nas outras fases, as dicas da versão padrão organizam as informações com cores, gradientes e saturações cromáticas. Entretanto, a versão adaptada evita a identificação de elementos essenciais com cores, e aplica o uso de formas geométricas, textos, símbolos, texturas e outros recursos visuais para diferenciar elementos relevantes dos supérfluos.

5.5.4 Adaptações de *Gameplay*, Dicas e *Feedbacks*

Além das diferenças visuais planejadas entre as **versões padrões** e as **versões adaptadas**, a proposta do jogo possui um sistema de dicas e *feedbacks* rápidos para apoiar o jogador ao longo da resolução dos desafios. As formas, cores, texturas e outros recursos visuais atuam como dicas a todo momento, apoiando o jogador para compreender a lógica da fase.

Na versão padrão, as cores podem fazer partes das pistas auxiliares ao jogador, contanto que sejam combinadas com outros recursos como formas geométricas ou diferenças de gradiente. Entretanto, na versão adaptada para daltonismo, as dicas não devem usar as cores, mas sim apenas formas geométricas, textuais, encaixes, posições específicas na tela, textos e padrões visuais. Desse modo, o jogador com daltonismo não dependerá da identificação de cores específicas com um tratamento simples de filtros de cores para compreender qual é a orientação fornecida pelo jogo.

Os *feedbacks* também são parte da mecânica e são incluídos nas adaptações de acessibilidade. Ao posicionar peças, completar sequências, subdividir problemas, organizar categorias e filtrar informações, o jogador precisa receber respostas claras sobre suas ações. Esses *feedbacks* servem para indicar acertos, erros, ou atividades incompletas utilizando de mensagens textuais, sonoras, dublagem com voz, alterações visuais perceptíveis e outros recursos

complementares como vibração de tela ou dispositivo. Assim, o jogo busca fazer a interação entendível, acessível e adequada ao processo de ensino-aprendizagem.

5.6 Protótipo de baixa fidelidade

O protótipo de baixa fidelidade teve um papel fundamental para idealização inicial do jogo já que seu intuito principal era representar visualmente a organização inicial das fases do jogo, com a disposição de elementos na tela e as interações planejadas. Nessa etapa, a ideia não era projetar o visual final do jogo, mas sim definir a estrutura das fases, áreas de encaixe, peças manipuláveis, dicas, *feedbacks* e adaptações visuais previstas. Em todas as fases, as dicas são ativadas por um botão específico que o jogador pode clicar a qualquer momento (mas que possui um tempo de espera entre cada clique).

Na primeira fase, focada no **sequenciamento lógico**, o protótipo teve como objetivo representar a dinâmica de organização das peças em uma sequência logicamente correta. A versão padrão (ilustrada na Figura 1) utilizava elementos visuais associados à progressão da atividade com os formatos mais uniformes e as dicas se baseando principalmente nas cores (com a opacidade e tonalidade sendo um ponto chave), enquanto a versão adaptada para daltonismo (representada na Figura 2) trabalhou as dicas com diferenciação nas formas, encaixes nas peças (as peças se encaixam como um quebra-cabeça em uma ordem específica) e pistas que não dependessem exclusivamente da percepção cromática.

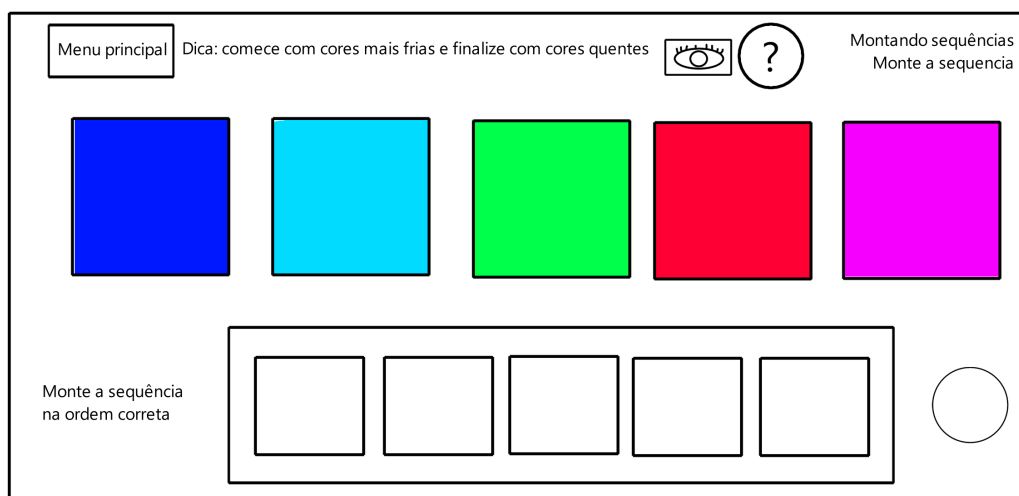


Figura 1 – Protótipo de baixa fidelidade da Fase 1 em sua versão padrão com as dicas ativadas.

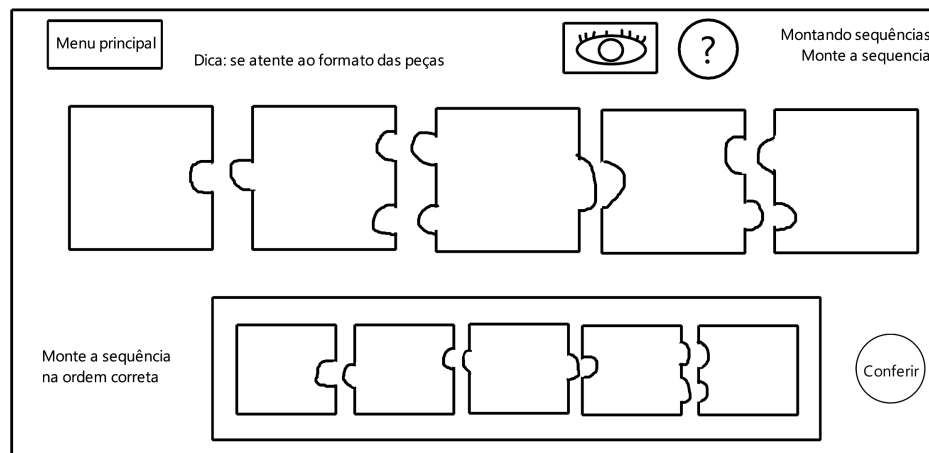


Figura 2 – Protótipo de baixa fidelidade da Fase 1 em sua versão adaptada para daltonismo com as dicas ativadas.

Na segunda fase, focada na **decomposição de problemas**, o protótipo teve como objetivo representar a disposição dos elementos em categorias específicas que representassem os subproblemas. A proposta visual dessa fase foi planejada para dar dicas ao jogador da relação entre as peças e suas respectivas subdivisões de destino. Na versão padrão (representada na Figura 3), ao acionar as dicas, as peças assumem cores similares entre si quando pertencem a um mesmo sub problema. Na versão adaptada para daltonismo (demonstrada na Figura 4), a diferenciação entre categorias se baseia em formas, textos, delimitações visuais e encaixes, reduzindo a dependência de cores como principal recurso de identificação.

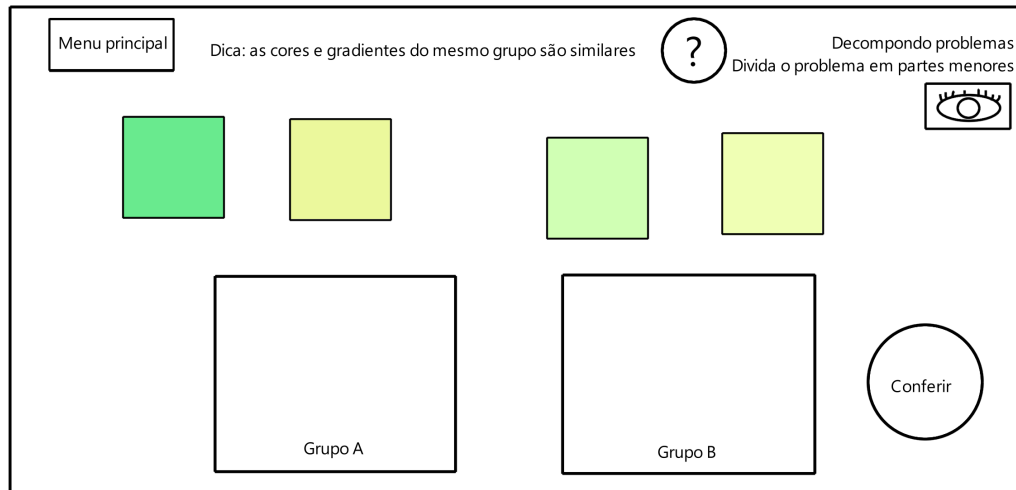


Figura 3 – Protótipo de baixa fidelidade da Fase 2 em sua versão padrão com as dicas ativadas.

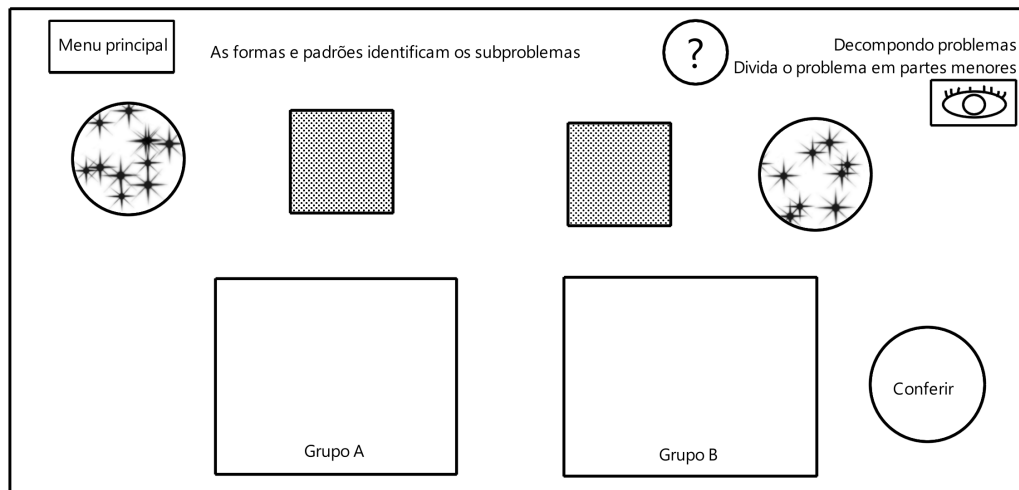


Figura 4 – Protótipo de baixa fidelidade da Fase 2 em sua versão adaptada para daltonismo com as dicas ativadas.

Na terceira fase, focada na **abstração**, o jogador precisará identificar quais peças se enquadram como informações relevantes para o contexto e quais não são necessárias para aquela situação específica. Na versão padrão (representada na Figura 5), as dicas são as cores aplicadas suavemente para identificar quais peças são relevantes para a solução ou quais são dispensáveis. Na versão para daltonismo (ilustrada na Figura 6), as peças assumem formatos e texturas diferentes que correspondem a sua relevância, de forma que sejam identificáveis.

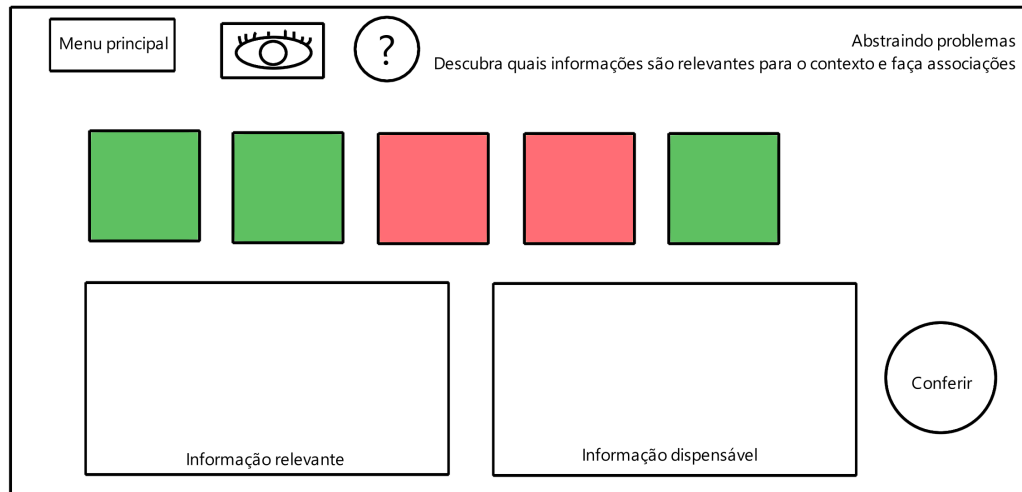


Figura 5 – Protótipo de baixa fidelidade da Fase 3 em sua versão padrão com as dicas ativadas.

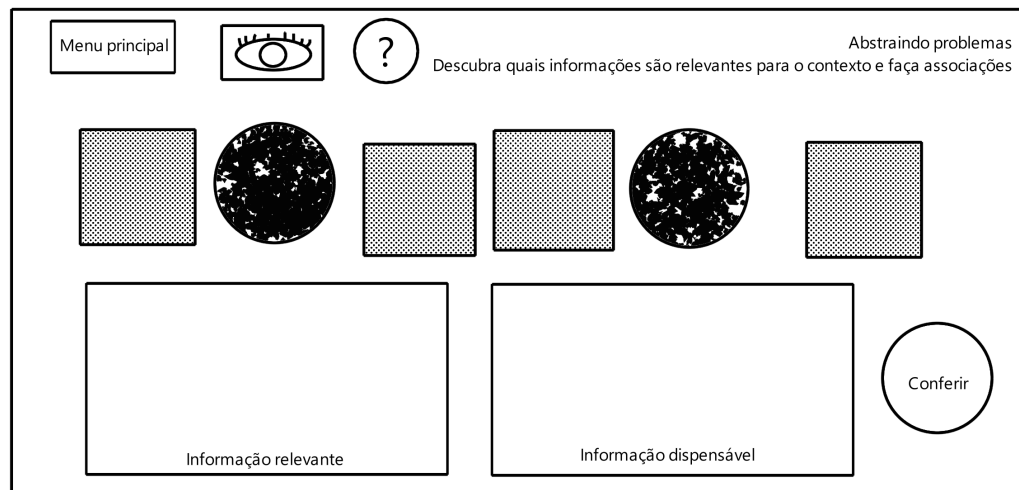


Figura 6 – Protótipo de baixa fidelidade da Fase 3 em sua versão adaptada para daltonismo com as dicas ativadas.

5.7 Metodologia de Ensino

A metodologia de ensino utilizada nesse trabalho foi definida a partir de uma combinação de três abordagens principais: **Aprendizagem Baseada em Jogos**, **Aprendizagem Baseada em Problemas** e **Sala de Aula Invertida**. A combinação dessas metodologias permite que o jogo seja tanto uma experiência interativa de aprendizagem quanto um recurso complementar no processo de ensino do Pensamento Computacional.

A Aprendizagem Baseada em Jogos, ou *Game-Based Learning* (GBL), é uma metodologia que utiliza os jogos para alcançar um propósito educacional claro (PESSINI et al., 2014). Por

essa ótica, os elementos como desafios, regras, objetivos, *feedbacks* e as recompensas são utilizados como estímulos para o jogador continuar interessado, favorecendo a construção do conhecimento. Para o contexto desse trabalho, a GBL é aplicada transformando os conceitos de Pensamento Computacional em desafios interativos, de forma que o jogador aprende e pratica o conhecimento a partir da manipulação das peças, resolução de problemas e observação dos *feedbacks* apresentados pelo jogo.

Por outro lado, a proposta também se baseia na **Aprendizagem Baseada em Problemas**, uma metodologia na qual o estudante é colocado para lidar com situações problema que exigem análise, tomada de decisão e construção de soluções (HMELO-SILVER, 2004). Essa abordagem é diretamente relacionada com o Pensamento Computacional por estimular o estudante ser o protagonista do aprendizado (SOUZA; DOURADO, 2015), seguindo passos como: compreender um problema apresentado, dividir em partes menores, organizar as informações relevantes e propor uma sequência lógica de ações para a solução. Dessa maneira, as fases do jogo utilizam esse conceito apresentando problemas que precisam ter esse passo a passo executado, mesmo dentro dos conceitos de sequenciamento lógico, decomposição de problemas e abstração.

Além disso, a **Sala de Aula Invertida** também foi aliada a metodologia do ensino da proposta, pois o jogo se dá como material complementar a um ensino que deve ser adquirido de maneira mais abrangente em outros materiais de apoio (BISHOP; VERLEGER, 2013b). O jogo desse trabalho pode ser utilizado como uma atividade prática complementar após a introdução dos conceitos de Pensamento Computacional, permitindo que o jogador exercite os assuntos por meio da interação com as fases.

Com isso, a proposta do trabalho unifica as três abordagens de maneira complementar, com intuito de atingir o objetivo educacional. A Aprendizagem Baseada em Jogos traz a ludicidade e interatividade da experiência, a Aprendizagem Baseada em Problemas orienta a lógica de construção das fases e dos desafios, criando problemas que atuam como propósito principal de cada nível, trabalhando um conteúdo específico por vez, e a Sala de Aula Invertida auxilia no processo de transformar o jogo em um recurso prático, para que o processo de ensino seja mais ativo. Dessa maneira, o jogo não apresenta apenas conceitos teóricos, mas sim cria situações nas quais o jogador pode exercitar suas habilidades relacionadas ao Pensamento Computacional de maneira visual, interativa e acessível.

5.8 Jogos e Trabalhos Similares

Para essa seção, foram selecionados trabalhos alinhados com as temáticas desta dissertação, identificados durante a Revisão Exploratória inicial. Apesar de alguns desses trabalhos também terem sido identificados durante a Revisão Sistemática da Literatura, eles são apresentados nesta seção por possibilitarem uma análise comparativa com o jogo proposto nesta dissertação. Com isso, foram selecionados três trabalhos que abordam ao menos dois dos eixos principais desta pesquisa: Pensamento Computacional, Acessibilidade Visual (preferencialmente para daltonismo) e Jogo Digital Educativo. Devido à escassez de trabalhos focados em pessoas com daltonismo, artigos que abordam apenas acessibilidade visual também foram incluídos.

O trabalho de (GEREMIAS et al., 2023) propõe um jogo com abordagem ativa, possuindo duas fases nas quais o jogador trabalha pilares relevantes do pensamento computacional, como: abstração, reconhecimento de padrões, decomposição e algoritmos. O nome do jogo é "**Pensar e Vestir**", com foco principal em ensinar o Pensamento Computacional para crianças neurotípicas e crianças com Deficiência Intelectual, utilizando uma atividade básica do cotidiano: vestir roupas adequadas para cada contexto. O jogo utiliza a mecânica de *drag and drop*, *feedbacks* visuais e sonoros e permite que um mediador (responsável ou educador) configure as fases para a criança jogar. Também é reforçado que o trabalho atua como método complementar ao ensino, e o jogo teve *feedbacks* positivos nos seus testes iniciais com estudantes de Computação e um responsável de uma criança neurotípica. Contudo, apesar de trabalhar os tópicos chave de Pensamento Computacional e utilizar acessibilidade cognitiva a partir de diretrizes claras, o jogo não possui acessibilidade visual ou adaptação para daltônicos.

No trabalho (DAMSMA; NORGAARD, 2018), é apresentado o aplicativo educativo **Ballyland Code 1: Say Hello**, desenvolvido a partir do conceito de *Audio Based Coding*. A proposta tem como objetivo principal trabalhar conceitos introdutórios de programação e de Pensamento Computacional e para crianças cegas ou com baixa visão, utilizando uma interface totalmente baseada em áudio desde os primeiros momentos do desenvolvimento. O aplicativo contém jogos educativos que abordam conceitos como montar sequência de comandos, resolver desafios em uma grade, nas quais o jogador utiliza instruções sonoras, comandos acessíveis e recebe *feedbacks* por áudio. Dessa forma, o jogo aborda Pensamento Computacional e Acessibilidade Visual. Contudo, o foco principal do jogo é acessibilidade para cegueira e baixa visão, não abordando daltonismo ou uso de elementos visuais alternativos como formas geométricas e padrões visuais. O trabalho não apresenta avaliação feita com usuários no artigo,

apenas descreve o processo de *design*, os objetivos pedagógicos e as funcionalidades do *app*.

Seguindo com os trabalhos voltados para a acessibilidade visual, (FILHO et al., 2024b) propõe o "*Dalton's Game*", um jogo digital acessível para pessoas com daltonismo. O jogo possui uma mecânica de quebra-cabeça casual baseada em atirar e combinar as bolhas ("*Puzzle Bobble*"), utilizando o sistema **ColorADD** para representar as cores por meio de símbolos visuais. Dessa forma, o jogador é capaz de diferenciar as bolhas sem depender da percepção cromática. Esse trabalho se aproxima desta pesquisa por trabalhar o daltonismo como elemento principal em seu *design*, propondo uma solução que não se limita a apenas alterar paletas de cores. O uso de formas geométricas, padrões visuais e símbolos é o aliado principal da acessibilidade desse trabalho. Entretanto, diferente da proposta desta dissertação, o jogo apresentado em (FILHO et al., 2024b) não possui um objetivo educativo voltado ao ensino-aprendizagem de Pensamento Computacional, ele é focado na acessibilidade para daltonismo e a conscientização sobre essa deficiência visual. O trabalho teve avaliação realizada em duas etapas (observação e entrevistas) com especialistas (saúde, *game design*, pedagogia e artes), daltônicos e pessoas não daltônicas. Durante a etapa de entrevistas, o trabalho recebeu *feedbacks* positivos que o jogo é acessível para pessoas com daltonismo, graças aos símbolos do **ColorADD**, e que a adaptação com a inserção dos símbolos não prejudica a jogabilidade nem a ludicidade.

A proposta desenvolvida neste trabalho diferencia-se dos demais por buscar integrar em um jogo educativo tanto o ensino de Pensamento Computacional quanto a acessibilidade visual para pessoas com daltonismo. Enquanto o trabalho de (GEREMIAS et al., 2023) aborda conceitos de Pensamento Computacional com foco em acessibilidade cognitiva, a proposta de (DAMSMA; NORGAARD, 2018) trabalha Pensamento Computacional utilizando acessibilidade sonora para crianças cegas ou com baixa visão. Já (FILHO et al., 2024b) trabalha acessibilidade voltada ao daltonismo sem foco direto em Pensamento Computacional. Como forma de sintetizar a comparação entre os trabalhos selecionados e a proposta desta dissertação, a Figura 7 apresenta a relação de cada trabalho com os principais eixos analisados: jogo educativo, Pensamento Computacional, Acessibilidade visual e Acessibilidade voltada ao daltonismo.

Trabalho	Jogo Educativo	Pensamento Computacional	Acessibilidade Visual	Daltonismo
Audio Based Coding	SIM	SIM	SIM	NÃO
Pensar e Vestir	SIM	SIM	NÃO	NÃO
Dalton's Game	SIM	NÃO	SIM	SIM
Colorindo Pensamentos	SIM	SIM	SIM	SIM

Figura 7 – Comparação entre os três trabalhos similares e a proposta desta dissertação.
Elaborado pelo autor.

Dessa forma, a proposta desta dissertação busca abranger os eixos temáticos definidos, com destaque para a integração entre Pensamento Computacional e acessibilidade visual voltada ao daltonismo. Assim, ao utilizar mecânicas simples de *drag and drop*, formas geométricas, encaixes, categorias, dicas e *feedbacks*, o jogo se propõe a ensinar conceitos como sequenciamento lógico, decomposição de problemas e abstração sem depender exclusivamente do uso de cores.

6 Protótipo do Jogo - MVP

Esse capítulo aborda a demonstração do MVP do jogo, com breves explicações do que foi implementado e as decisões que foram tomadas por trás. Também é realizada nesse capítulo a análise da avaliação realizada com os usuários que testaram o jogo e suas fases.

6.1 Tecnologias Utilizadas no Desenvolvimento

Para o desenvolvimento do MVP descrito nesse capítulo, foi utilizado o motor gráfico para desenvolvimento **Unity**, e a linguagem de desenvolvimento utilizada foi o **C#**, que é a padrão utilizada na *engine*. As imagens utilizadas nesse protótipo são de autoria própria desenhadas com auxílio da ferramenta de desenhos digitais **Krita** ou criadas utilizando o próprio **Unity**.

6.2 Capturas de Tela e Demonstração

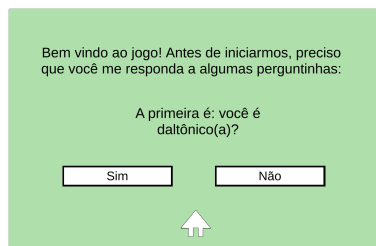
6.2.1 Telas Iniciais e dos Menus

Na tela inicial do jogo, é possível iniciar ou acessar a tela de "Créditos", conforme a Figura 8.

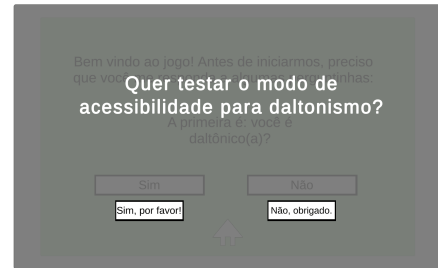


Figura 8 – Telas iniciais do jogo

Após clicar no botão "Iniciar!" pelo menu principal, o jogador verá uma tela na qual será questionado se possui daltonismo (Figura 9(a)). Caso indique que possui daltonismo, o jogador será encaminhado para a tela de fases. Caso não, será questionado se gostaria de testar as fases do jogo no modo de daltonismo (Figura 9(b)).



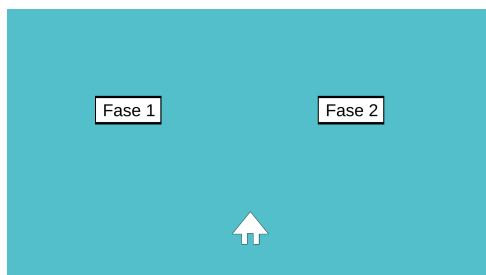
((a)) Confirmação de daltonismo



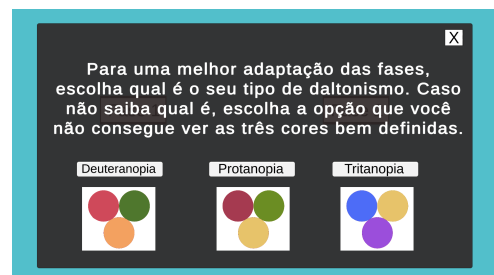
((b)) Teste das fases adaptadas

Figura 9 – Telas de confirmação relacionadas à acessibilidade visual

Após escolher algum dos minijogos na tela de fases indicada na Figura 10(a), o jogo perguntará qual tipo de daltonismo ele possui, dizendo não apenas o nome como também demonstrando paletas de cores com 3 tons que são comumente confusos para pessoas com aquele daltonismo, conforme demonstrado na Figura 10(b). Dessa maneira, caso o jogador não saiba qual é o nome do tipo de daltonismo que ele possui, ele pode escolher qual dos 3 conjuntos de cor é mais difícil de ser visualizado, permitindo que o jogo prepare-se para entregar maior conforto visual.



((a)) Seleção de fases



((b)) Seleção do tipo de daltonismo

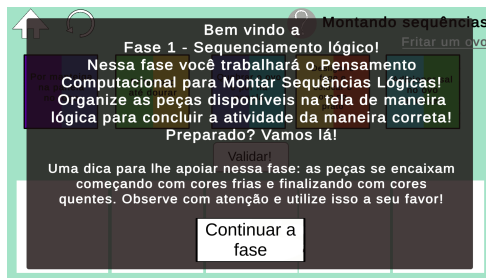
Figura 10 – Telas de configuração antes do início das fases

É importante relembrar que nesse MVP as dicas de cada minijogo estão disponíveis o tempo todo desde o começo das fases, com o intuito de avaliar o impacto das "ajudas" no nível de dificuldade das fases e também analisar a efetividade delas no auxílio ao jogador.

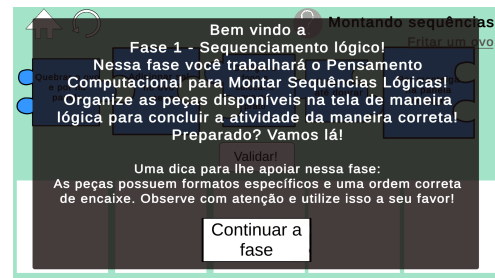
6.2.2 Telas da Fase 1

Assim que a Fase 1 começa, é apresentado ao jogador uma tela com as instruções sobre o objetivo do nível, assim como orientações básicas da *gameplay* e das dicas associadas a fase. Após clicar no botão "Continuar a fase", o jogador se deparará com a sequência que deve ser

ordenada de maneira lógica. A Figura 11 demonstra as instruções para o modo com e sem daltonismo.



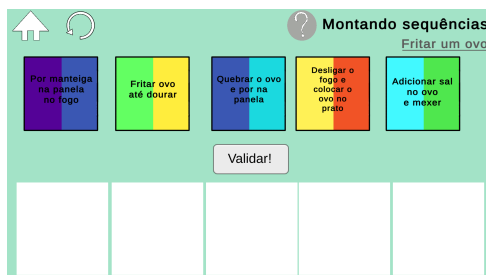
((a)) Instruções sem daltonismo



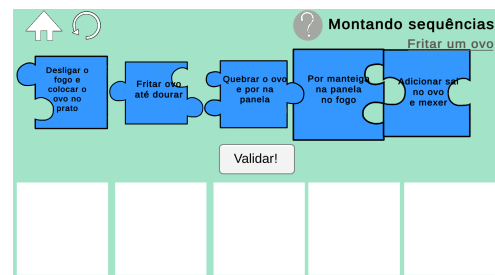
((b)) Instruções para daltonismo

Figura 11 – Telas de instruções e dicas da Fase 1

No modo sem adaptação para daltonismo (Figura 12(a)), o jogador verá pequenos bloquinhos com pedaços da sequência possuindo duas cores, que vão indicar discretamente a sua posição na ordem, corroborando com a dica principal de que **a sequência começa com tons mais frios e termina com tons mais quentes**. Para o modo com adaptação para daltonismo (Figura 12(b)), o jogador verá bloquinhos com formatos de encaixe específicos como peças de um quebra cabeça, corroborando com a dica que as peças **se encaixam em uma ordem específica, usando os formatos específicos**. Os blocos e peças de encaixe aparecem em ordens aleatórias toda vez que a fase é carregada, porém sempre devem ser encaixados em uma ordem correta específica.



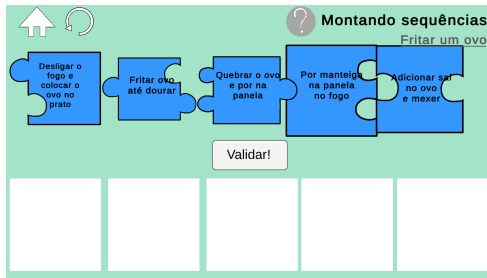
((a)) Fase 1 sem daltonismo



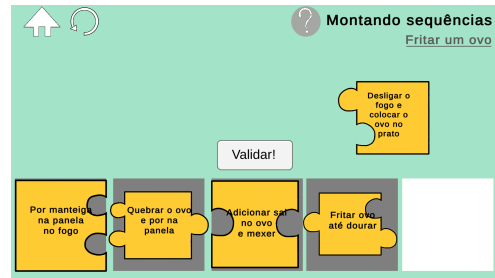
((b)) Fase 1 com daltonismo

Figura 12 – Capturas de tela da *gameplay* Fase 1 com e sem daltonismo

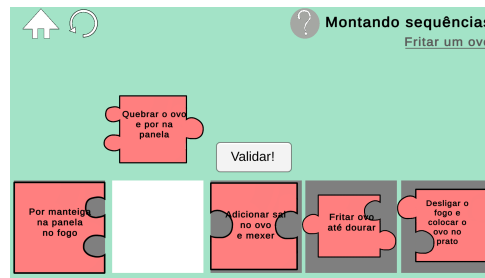
A adaptação para daltonismo não é apenas na *gameplay* da fase alterando os formatos dos elementos visuais, ela também atua na coloração da fase: para cada tipo específico de daltonismo, as peças assumem cores que pertencem ao espectro cromático de sua visão, evitando causar um desconforto visual por utilizar cores que podem ser afetadas por contrastes. A Figura 13 ilustra as diferentes variações da fase 1 de acordo com o tipo de daltonismo do jogador.



((a)) Fase 1 deuteranopia



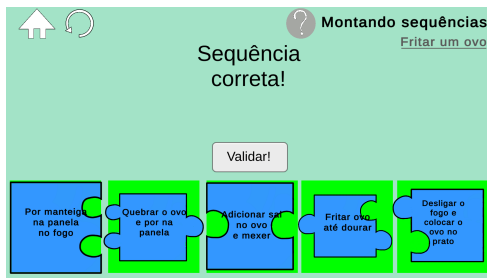
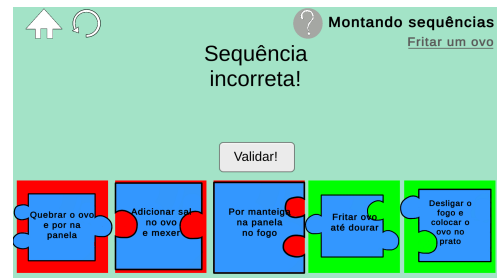
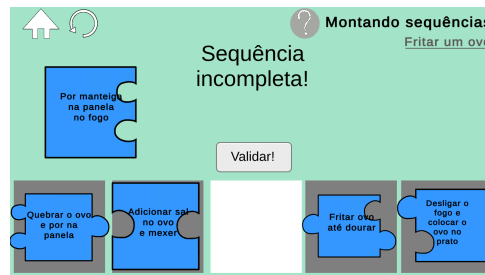
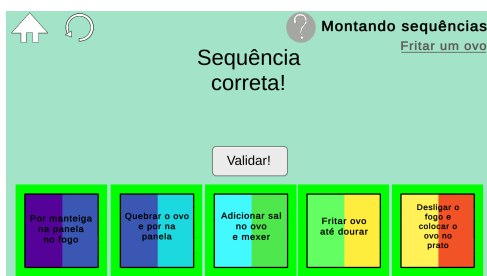
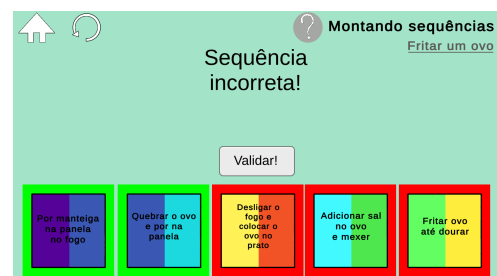
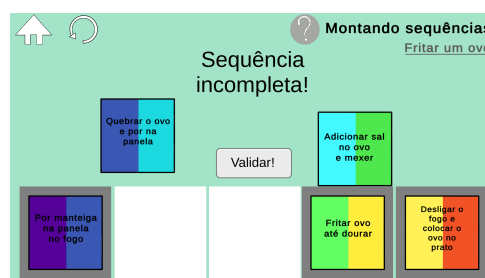
((b)) Fase 1 protanopia



((c)) Fase 1 tritanopia

Figura 13 – Capturas de *gameplay* da Fase 1 adaptada para cada tipo de daltonismo.

A fase também conta nos dois modos (com adaptação e sem adaptação) com *feedbacks* em caso da sequência estar **correta**, **incorreta** ou **incompleta**. Um texto aparece na área livre da tela descrevendo o estado atual das peças (se estão na ordem correta ou não), e também foi testado um realce para cada área onde o encaixe pode ser realizado, indicando se aquela peça já está em um lugar correto ou não. As Figuras 14 e 15 ilustram os *feedbacks* nas fases adaptadas e não adaptadas.

((a)) Fase 1 daltonismo *feedback*: sucesso((b)) Fase 1 daltonismo *feedback*: erro((c)) Fase 1 daltonismo *feedback*:
incompletoFigura 14 – Capturas de *feedback* da fase 1 com adaptação para daltonismo((a)) Fase 1 sem daltonismo *feedback*:
sucesso((b)) Fase 1 sem daltonismo *feedback*:
erro((c)) Fase 1 sem daltonismo *feedback*:
incompletoFigura 15 – Capturas de *feedback* da fase 1 sem adaptação para daltonismo

Por fim, após adicionar a sequência de maneira correta, uma nova tela surgirá reexplicando o intuito pedagógico da fase e parabenizando o jogador, mostrando também dois botões que

permitem voltar ao menu principal ou recarregar a fase e começar de novo. A figura 16 mostra a tela de vitória das duas versões. Por limitações de tempo e da implementação deste protótipo, foi necessário limitar a fase 1 do MVP a mostrar apenas uma sequência das disponíveis.

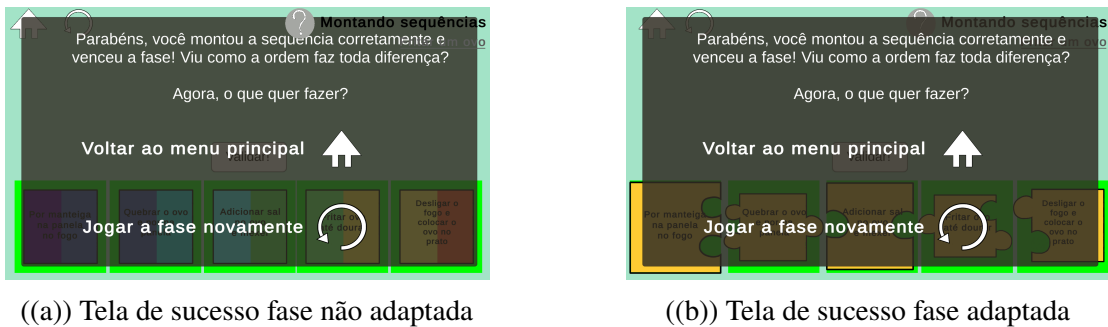


Figura 16 – Telas finais de sucesso da Fase 1

6.2.3 Telas da Fase 2

Quando a Fase 2 começa, o jogador é apresentado a uma tela com as instruções sobre o objetivo do nível, assim como orientações básicas da *gameplay* e das dicas associadas a fase (Figura 17). Após clicar no botão "Continuar a fase", o jogador se deparará com a sequência que deve ser ordenada de maneira lógica.

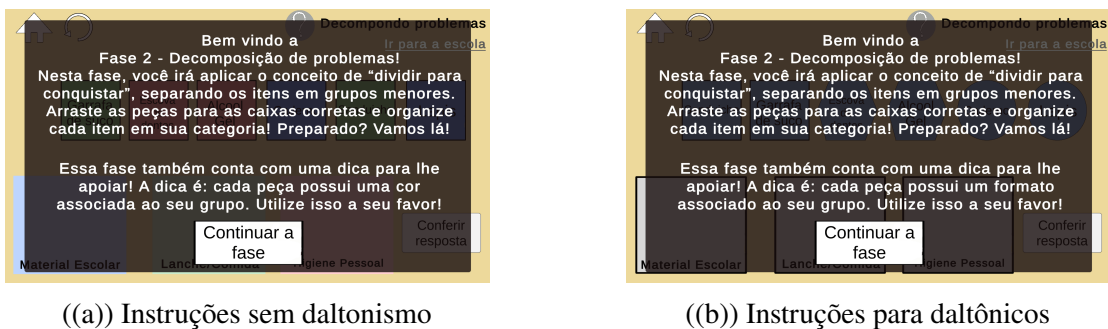
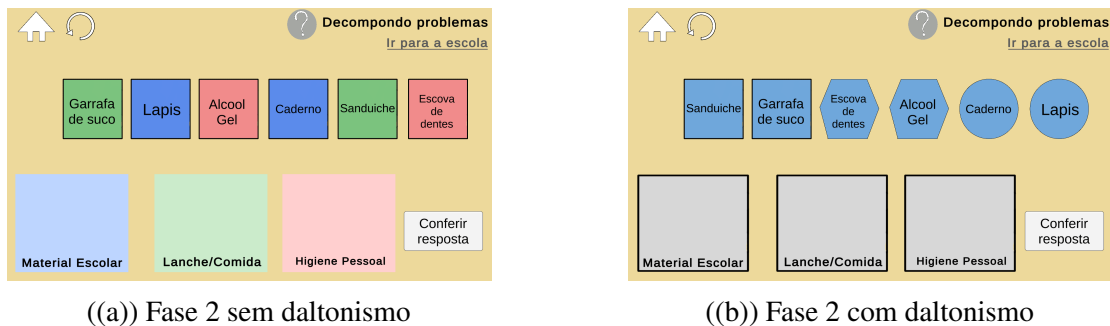


Figura 17 – Telas de instruções e dicas da Fase 2

No modo sem adaptação para daltonismo, conforme a Figura 18(a), o jogador verá pequenos blocos coloridos com palavras chaves que representam itens de subgrupos específicos, e nesse caso, as cores de subproblemas do mesmo grupo são similares aos grupos que eles pertencem, reforçando a dica que **as cores pertencem ao mesmo grupo**. Para o modo com adaptação para daltonismo, conforme ilustra a Figura 18(b), o jogador verá formas geométricas distintas, reforçando a dica que **peças possuem formas geométricas específicas de acordo com seu subproblema relacionado**. Os blocos e peças de encaixe aparecem em ordens aleatórias

toda vez que a fase é carregada, porém sempre devem ser encaixados em uma ordem correta específica.

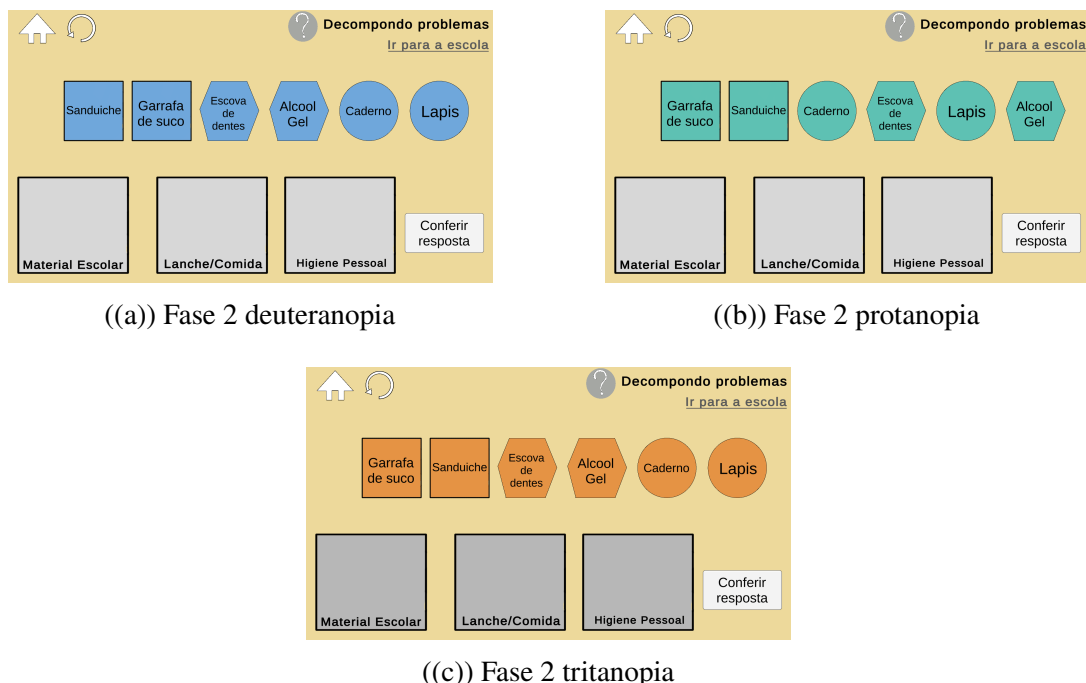


((a)) Fase 2 sem daltonismo

((b)) Fase 2 com daltonismo

Figura 18 – Capturas de tela da *gameplay* Fase 2 com e sem daltonismo

A fase 2 também utiliza o mesmo recurso de adaptação cromática da fase 1: para cada tipo específico de daltonismo, as peças assumem cores que pertencem ao espectro cromático de sua visão, evitando causar um desconforto visual por utilizar cores que podem ser afetadas por contrastes. A figura 19 ilustra as variações da Fase 2 de acordo com o tipo de daltonismo do jogador.



((a)) Fase 2 deuteranopia

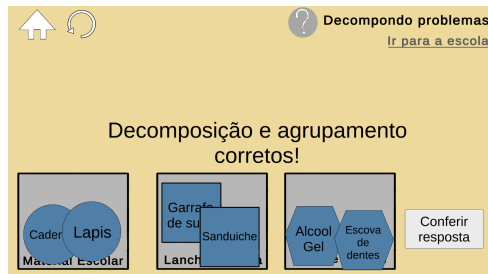
((b)) Fase 2 protanopia

((c)) Fase 2 tritanopia

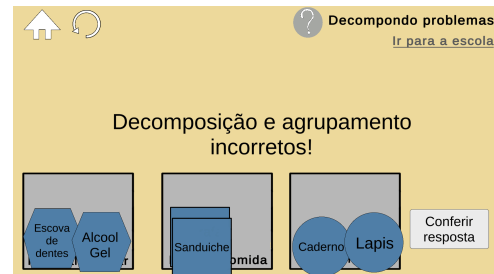
Figura 19 – Capturas de *gameplay* da Fase 2 adaptada para cada tipo de daltonismo.

Os dois modos da fase 2 (com adaptação e sem adaptação) possuem *feedbacks* em caso da sequência estar **correta**, **incorreta** ou **incompleta**. O texto do *feedback* aparece na área livre da tela descrevendo o estado atual das peças (se estão corretas, encaixadas ou incorretas), e também

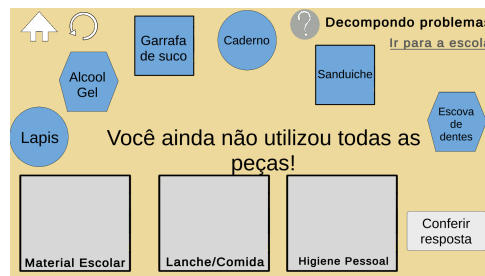
foi testado um sombreamento realce para cada peça ao ser encaixada na seção, indicando que a peça está atualmente associada a um subproblema ou não. As Figuras 20 e 21 demonstram os *feedbacks* nas fases adaptadas e não adaptadas.



((a)) Fase 2 daltonismo *feedback*: sucesso

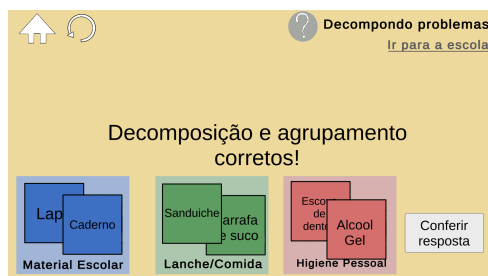


((b)) Fase 2 daltonismo *feedback*: erro

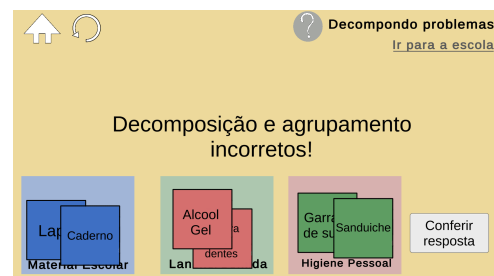


((c)) Fase 2 daltonismo *feedback*: incompleto

Figura 20 – Capturas de *feedbacks* da Fase 2 com adaptação para daltonismo



((a)) Fase 2 sem daltonismo *feedback*: sucesso



((b)) Fase 2 sem daltonismo *feedback*: erro



((c)) Fase 2 sem daltonismo *feedback*: incompleto

Figura 21 – Capturas de *feedbacks* da Fase 2 sem adaptação para daltonismo

Por fim, após decompor com sucesso o problema em subproblemas menores, atribuindo cada peça a um subgrupo correto, uma nova tela surgirá reexplicando o intuito pedagógico da fase e parabenizando o jogador, mostrando também dois botões que permitem voltar ao menu principal ou recarregar a fase e começar de novo. A figura 22 mostra a tela de vitória das duas versões. Por limitações de tempo e da implementação deste protótipo, foi necessário limitar a fase 2 do MVP a mostrar apenas um dos problemas a serem decompostos dentre os disponíveis.

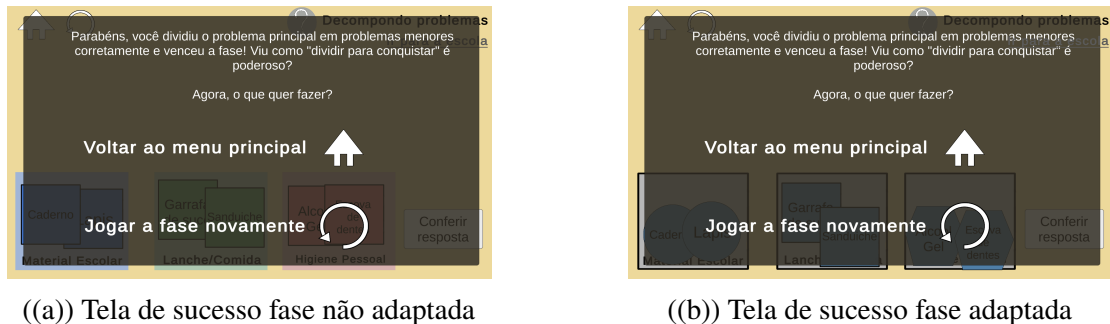


Figura 22 – Telas finais de sucesso da Fase 2

Para otimizar o tempo de criação do MVP, coleta das percepções e opiniões dos participantes e análise dos resultados, foi necessário implementar o protótipo sem a terceira fase (Abstração), contando com apenas as duas iniciais (Sequenciamento Lógico e Decomposição de Problemas). A limitação temporal foi o principal fator que tornou necessário adiar a implementação dessa fase, mas na seção de 6.4 o assunto será abordado com mais profundidade.

6.3 Avaliação e Análise

De acordo com a metodologia do DSR adotada nesse trabalho a partir da versão de (PEFFERS et al., 2007), após a aplicação e avaliação da proposta é necessário analisar os resultados e obter dados relevantes dessa aplicação, portanto, esse capítulo aborda essa etapa. Para a análise das questões em escala Likert, é importante ressaltar que a escala utilizada nas respostas das perguntas efetuadas aos jogadores variou entre os valores 1 e 5, sendo 1 correspondente a "Discordo Totalmente", 5 a "Concordo Totalmente" e 3 indicando uma opinião neutra.

6.3.1 Aplicação e Coleta de *Feedbacks*

Após a implementação do MVP do jogo e disponibilização no site **itch.io** pelo link [Colorindo Pensamentos](#), ele foi enviado para pessoas com interesse ou familiaridade em Pensamento Computacional (preferencialmente daltônicas), junto com formulário disponível no Apêndice A possuindo o objetivo de coletar e compreender as percepções dos usuários sobre a experiência de uso, considerando aspectos como: acessibilidade visual, usabilidade, jogabilidade, clareza das atividades e potencial educativo. A avaliação teve caráter exploratório e descritivo, de forma que fosse possível identificar indícios de aceitação da proposta com seus pontos positivos e as limitações que podem orientar melhorias. Ao todo 27 pessoas testaram o jogo e responderam o formulário avaliativo, incluindo participantes com e sem daltonismo.

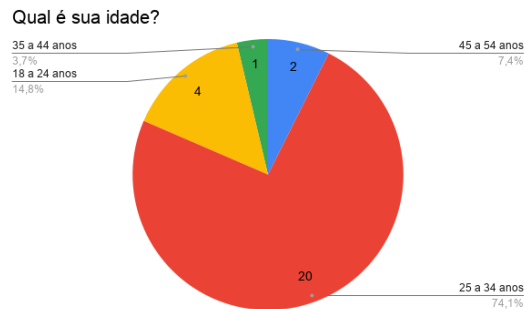
O formulário foi composto por questões de perfil, perguntas com as respostas em escala *Likert* e questões abertas. As respostas em escala *Likert* utilizavam uma escala de 1 a 5, em que 1 correspondia a "Discordo totalmente" e 5 a "Concordo totalmente". Essas perguntas foram aplicadas para realizar a avaliação de clareza visual, simplicidade de comandos, adequação da dificuldade, clareza e eficiência de *feedbacks*, diversão e contribuições para o entendimento dos conceitos iniciais de Pensamento Computacional. As perguntas abertas para escrita permitiram que os jogadores expressassem suas opiniões livremente sobre o jogo: destacando aspectos que consideraram positivos, sugestões de melhorias e dificuldades com os elementos do jogo sejam estes visuais ou não.

6.3.2 Perfil dos participantes

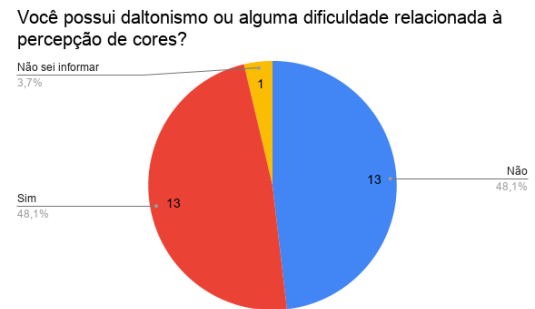
A avaliação inicia compreendendo o perfil dos participantes que validaram o MVP. Dessa forma, foram essenciais questões de faixa etária, presença de daltonismo ou dificuldade na percepção cromática, tipo de daltonismo (quando possuído), frequência com que jogam jogos digitais e se as fases adaptadas para daltonismo foram testadas.

Essa caracterização faz-se necessária para contextualizar a análise dos resultados, principalmente pelo fato da proposta principal deste trabalho envolver aspectos educacionais e recursos de acessibilidade visual. Assim, as respostas relacionadas ao perfil dos jogadores permitem uma melhor interpretação ao observar se o jogo foi avaliado por pessoas com diferentes níveis de familiaridade com jogos digitais e por participantes com ou sem dificuldades relacionadas à percepção de cores.

Conforme ilustrado nas Figuras abaixo, a maioria dos participantes possui idade entre 25 a 34 anos (Figura 23(a)), enquanto cerca de metade dos participantes possuem daltonismo (Figura 23(b)) e mais da metade joga jogos digitais com frequência (Figura 23(c)). Esses dados servem de base para analisar as respostas seguintes, especialmente nas questões que abordam a acessibilidade visual e à compreensão das fases adaptadas.



((a)) Faixa etária dos participantes



((b)) Porcentagem de participantes daltônicos



((c)) Percentual de participantes que costuma jogar

Figura 23 – Gráficos do perfil dos jogadores

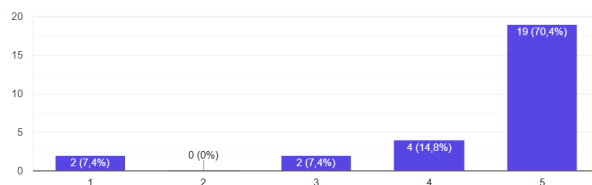
6.3.3 Percepção sobre acessibilidade visual

A acessibilidade visual foi uma das principais dimensões avaliadas no MVP, dado o fato que um dos pontos principais do jogo é a busca por tentar reduzir a dependência exclusiva das cores por meio do uso de formas geométricas, símbolos, textos, padrões visuais e outros elementos não cromáticos. Sendo assim, foram analisadas as questões relacionadas a diferenciação de elementos importantes nas fases adaptadas, ao conforto visual das interfaces, ao uso de elementos visuais complementares, e à adequação das cores utilizadas.

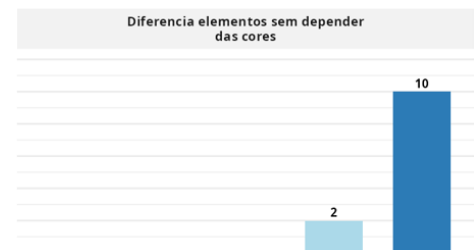
Uma questão foi focada em avaliar se foi possível diferenciar os elementos importantes do jogo sem depender das cores, e as respostas das pessoas com daltonismo alguma dificuldade

relacionada à percepção de cores receberam destaque especial, por serem o público alvo.

Os resultados apresentados na Figura 24(a) apresentam a avaliação geral dos usuários, que foi majoritariamente positiva, indicando que as implementações realizadas foram bem recebidas como um todo. Além disso, a Figura 24(b) ressalta que nenhuma pessoa daltônica sentiu que dependia das cores para diferenciar os elementos importantes.



((a)) Opiniões gerais



((b)) Opiniões de participantes com daltonismo

Figura 24 – Gráficos que demonstram a não dependência de cores em escala Likert

Portanto, os dados apresentados na Figura 24 indicam que maioria dos participantes teve a opinião que conseguiu diferenciar os elementos sem depender das cores. Esse resultado traz uma percepção favorável dos recursos utilizados no MVP: formas, símbolos, textos e organização visual dos elementos, indicando que contribuíram para tornar a experiência menos dependente da percepção cromática.

Além disso, conforme a Figura 25 demonstra, a maior parte dos participantes confirmou ter conforto visual e que as cores escolhidas não atrapalharam a experiência, reforçando que as adaptações empregadas tiveram recepção positiva em relação à acessibilidade visual.

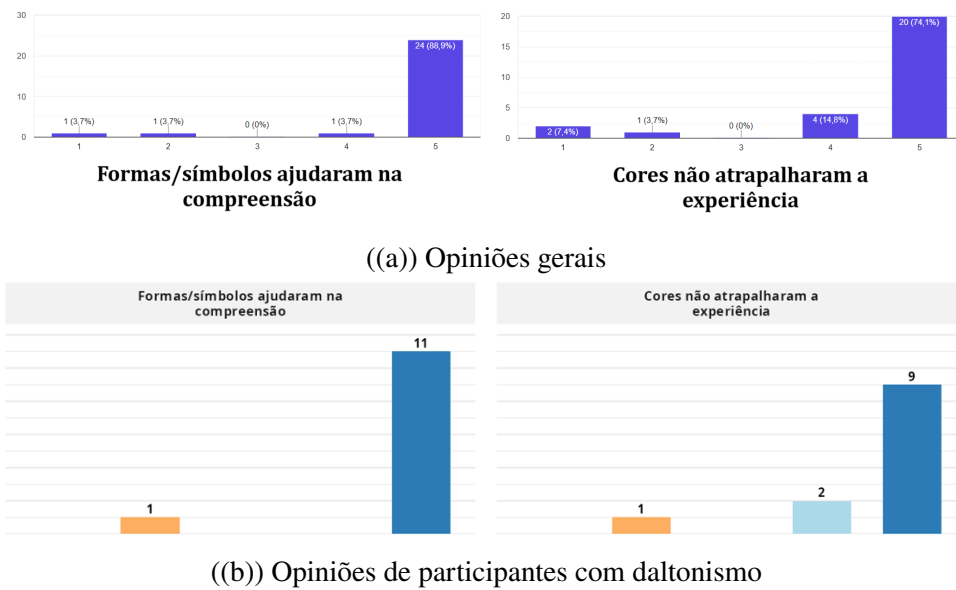


Figura 25 – Gráficos que demonstram conforto visual em escala Likert

Entretanto, por ser uma avaliação exploratória, esses dados não podem ser considerados como validação definitiva da acessibilidade do jogo, mas sim indicam uma recepção inicial favorável dos participantes. Contudo, ainda ressaltam a necessidade de testes futuros com uma amostra maior de pessoas com diferentes tipos de daltonismo, para verificar com assertividade a efetividade das estratégias visuais aplicadas.

6.3.4 Percepção sobre usabilidade, jogabilidade e clareza

Além da acessibilidade visual, a avaliação abordou a percepção da usabilidade e experiência de jogo. Para isso, algumas perguntas foram criadas para avaliar a facilidade de entendimento das fases, a simplicidade dos comandos, o nível de dificuldade, a clareza dos *feedbacks* e se a experiência foi agradável e divertida.

Conforme afirma (OLIVEIRA et al., 2021), um jogo educativo acessível deve não só apresentar conteúdos pedagógicos ou adaptações visuais, mas também oferecer ao jogador uma experiência interativa, agradável e compreensível. Portanto, a mecânica principal de *drag and drop* foi utilizada por permitir interações simples, baseadas em arrastar, posicionar e organizar elementos visuais nas fases.

Conforme demonstrado nas Figuras 26 e 27, a maioria dos participantes avaliaram o jogo como agradável, com *feedbacks* claros e comandos simples, com uma interface confortável e nível de dificuldade adequada. Dessa forma, os *feedbacks* positivos recebidos dos usuários

ressaltam que o jogador conseguiu compreender de maneira adequada os comandos e interações, sendo este um ponto essencial para que o jogador consiga focar nos desafios propostos pelo jogo sem que a interface seja uma barreira.

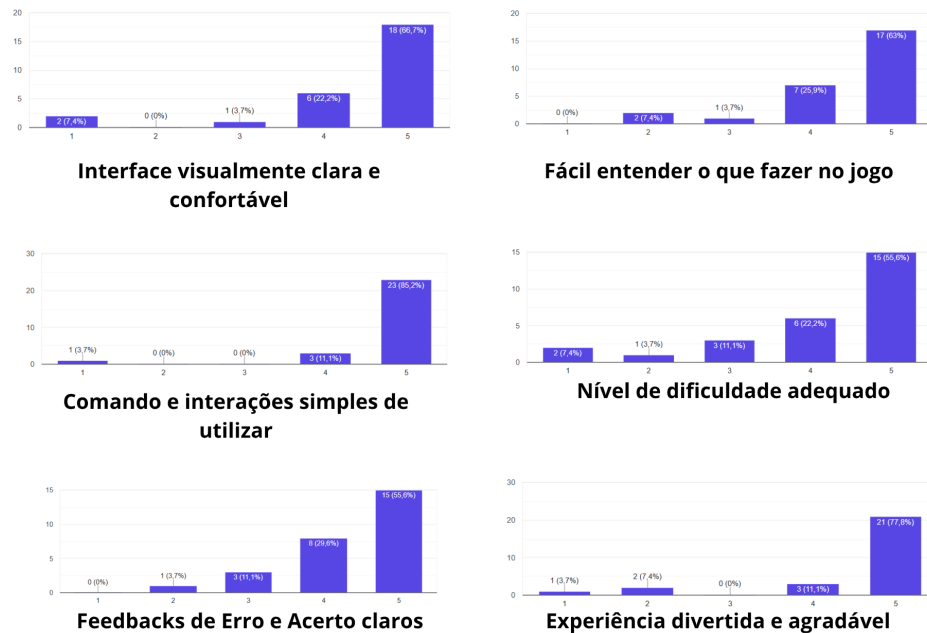


Figura 26 – Gráficos que demonstram opiniões gerais dos participantes sobre a percepção de usabilidade e jogabilidade em escala Likert

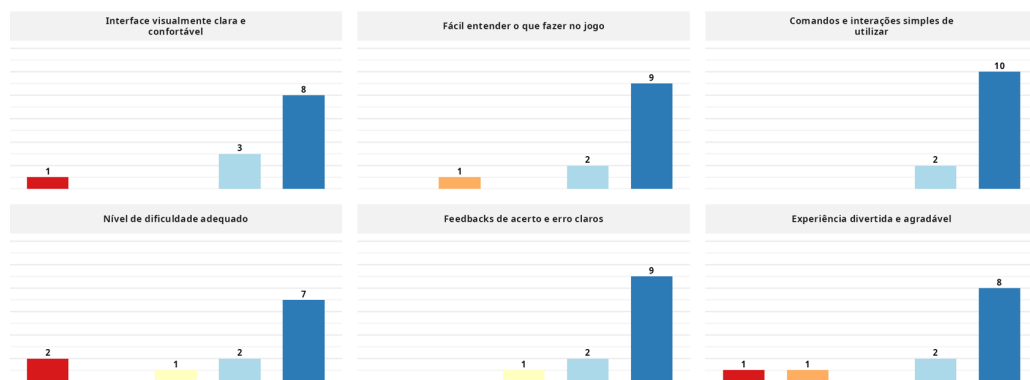


Figura 27 – Gráficos que demonstram opiniões dos participantes daltônicos sobre a percepção de usabilidade e jogabilidade em escala Likert

Entretanto, um pequeno grupo de pessoas com daltonismo sentiram leves dificuldades com a interface e a dificuldade do jogo, o que afetou a experiência de *gameplay* do participante, conforme é observável na Figura 27. Essas pessoas deixaram *feedbacks* relevantes das suas percepções com sugestões de melhorias, que serão abordadas com mais profundidade na seção

6.4.

A clareza na comunicação dos *feedbacks* também é um ponto relevante dessa avaliação, já que eles ajudam o jogador a compreender seu desempenho durante a execução da atividade. Conforme as Figuras 26 e 27 demonstraram, esses elementos tiveram percepções positivas dos jogadores, o que tem potencial de favorecer tanto a jogabilidade quanto o processo de aprendizagem.

6.3.5 Percepção sobre o potencial educativo

A avaliação também observou se os participantes perceberam a relação entre os conceitos iniciais de Pensamento Computacional abordados na proposta com as fases do MVP que jogaram. Para validar a percepção da relação, foram elaboradas questões relacionadas a: Fase 1, voltada à montagem de sequência lógica, à Fase 2, voltada à decomposição de problemas e a clareza com que o jogo trabalhou os conceitos de Pensamento Computacional, unificando com a percepção geral de que o jogo pode auxiliar no aprendizado desses conceitos.

Os resultados apresentados nas Figuras 28 e 29 sugerem que os participantes conseguiram perceber a relação entre as mecânicas propostas e os conceitos de Pensamento Computacional trabalhados em cada fase. Alguns comentários sobre as fases serem muito curtas foram feitos e serão abordados na seção 6.4.

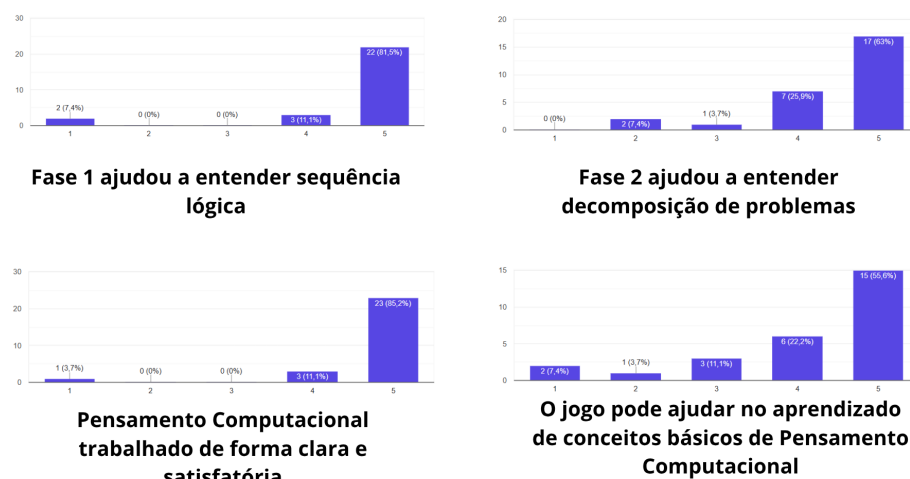


Figura 28 – Gráficos que demonstram opiniões gerais dos participantes sobre a percepção do potencial educativo em escala Likert

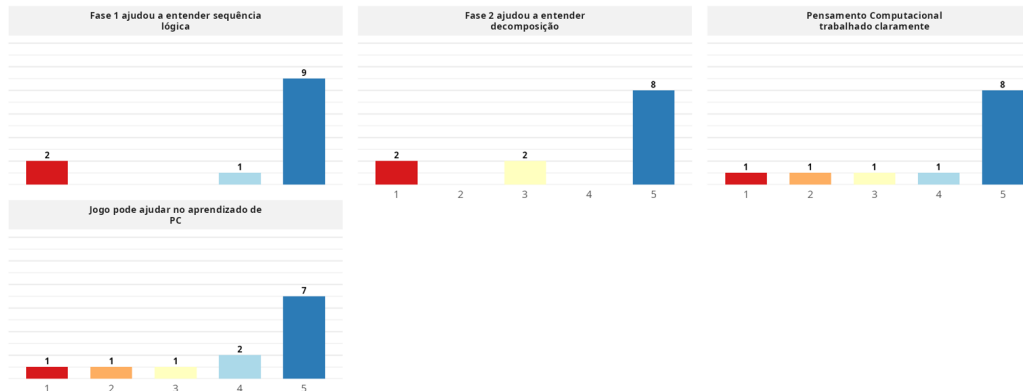


Figura 29 – Gráficos que demonstram opiniões gerais dos participantes daltônicos sobre a percepção do potencial educativo em escala Likert

Novamente, é necessário ressaltar que essa avaliação mede a percepção dos participantes sobre o potencial educativo do jogo, e não uma aprendizagem formal medida por aprendizado comparado com pré-teste e pós-teste. Sendo assim, os resultados devem ser compreendidos como indícios positivos de que a proposta foi bem recebida e foi considerada adequada pelos participantes como apoio ao contato com conceitos iniciais de Pensamento Computacional.

6.3.6 Análise qualitativa das respostas abertas

Já questões abertas do formulário foram avaliadas com o objetivo de identificar percepções espontâneas dos participantes sobre o jogo. Como forma de auxiliar nessa análise, nuvens de palavras foram geradas a partir das respostas às perguntas “O que você mais gostou no jogo?” e “Essa questão é um espaço aberto para quaisquer comentários que você queira sugerir, comentar ou debater sobre o jogo”. As nuvens criadas permitiram observar os termos recorrentes e estipular associações com os aspectos mencionados com maior frequência, porém a análise das opiniões em si foi realizada a partir dos comentários.

A Figura 30 apresenta a nuvem de palavras com os termos mais frequentes nas respostas dos participantes sobre os aspectos que mais gostaram no jogo. Ao realizar a análise dos comentários, foi possível identificar percepções positivas relacionadas principalmente à acessibilidade visual, à usabilidade, jogabilidade e clareza, além do potencial educativo do jogo. Em relação à acessibilidade visual, um dos participantes destacou que “gostei que não dependemos apenas de um elemento para entendermos o jogo, na primeira fase podemos usar a lógica do texto ou das formas geométricas. Na segunda, podemos usar novamente a lógica entre os textos, mas também a lógica das cores ou formato”. Quanto à usabilidade, jogabilidade e clareza, outro participante

os itens são arrastados e no escalonamento de dificuldade do jogo.

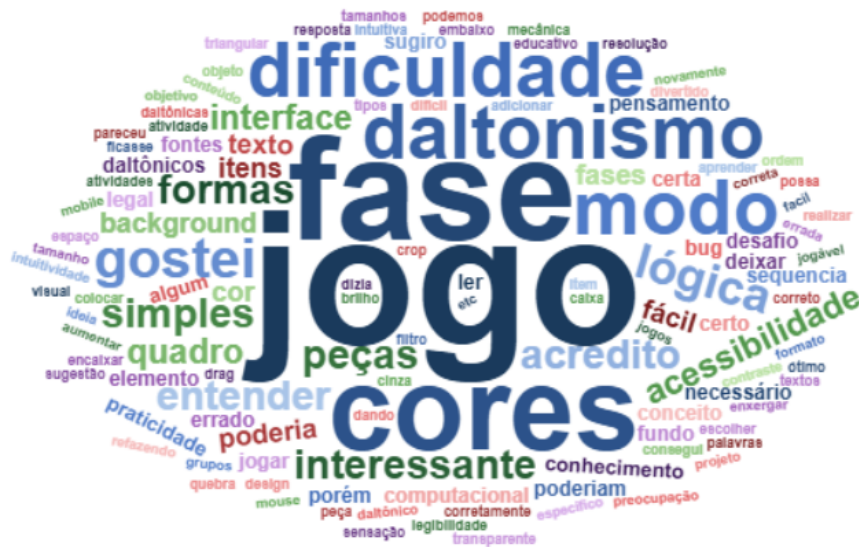


Figura 31 – Nuvem que demonstra termos relacionados a percepção geral do jogo pelos participantes

Além das percepções positivas, os comentários permitiram identificar pontos específicos de melhoria no MVP. Também foram relatados problemas de funcionamento durante algumas interações, como peças que não eram reconhecidas corretamente mesmo após serem posicionadas, o que exigia a reinicialização ou repetição da atividade. Além disso, sugestões como a inclusão de recursos sonoros foram identificadas como possibilidades de melhoria da experiência. Esses comentários complementam os resultados obtidos nas questões em escala Likert e contribuem para a identificação das melhorias planejadas para versões futuras do jogo.

6.3.7 Síntese dos resultados da avaliação

De forma geral, os resultados obtidos na avaliação do MVP indicam uma recepção positiva da proposta desenvolvida. As respostas relacionadas ao tema da acessibilidade visual indicam que o uso de formas, símbolos, textos e outros elementos visuais contribuiu significativamente para reduzir a dependência exclusiva das cores nas fases adaptadas para daltonismo. Além disso, os dados coletados relacionados à usabilidade e jogabilidade sugerem uma recepção positiva da interface, dos comandos, dos *feedbacks* e das atividades como elementos compreensíveis e adequados à experiência proposta.

Já no aspecto positivo, as respostas apontam indícios de que as fases implementadas no

MVP foram capazes de representar os conceitos de Sequenciamento Lógico e Decomposição de Problemas de maneira clara e intuitiva para os participantes. Essa percepção reforça o potencial do jogo como recurso de apoio ao ensino de conceitos iniciais de Pensamento Computacional para daltônicos, além do próprio levantamento de adaptações visuais possíveis executados nas fases.

Por fim, os resultados obtidos na avaliação do MVP evidenciam uma recepção positiva da proposta, especialmente nos aspectos relacionados à acessibilidade visual, clareza das atividades, usabilidade e potencial educativo. Entretanto, é necessário ressaltar as limitações metodológicas da avaliação do protótipo realizada. Por ser uma análise exploratória, os dados refletem as percepções iniciais dos participantes, sem a realização de uma medição formal da aprendizagem. Além disso, a quantidade de participantes com daltonismo e a diversidade dos tipos de daltonismo também deve ser considerada durante a interpretação dos resultados. Mas, mesmo com essas limitações, a avaliação permitiu observar que as estratégias e adaptações aplicadas no MVP foram bem recebidas pelos participantes e se mostraram coerentes com os objetivos definidos para o artefato.

6.4 Melhorias Planejadas

A partir da avaliação realizada com os participantes, alguns pontos de melhoria foram identificados para o refinamento do MVP. Além disso, para dar uma maior completude, profissionais de diferentes áreas também forneceram *feedbacks*, sendo estes tanto da área de educação de adolescentes quanto desenvolvimento de jogos. Essas melhorias objetivam refinar a experiência de usuário, ampliar a consistência das adaptações visuais e tornar a proposta de acessibilidade adotada no artefato mais robusta.

Pontos de melhoria identificados:

- Velocidade do *drag and drop*: ajustar a velocidade para padronizar a velocidade, visto que na Fase 1 as peças se movem mais devagar que o esperado e na Fase 2 elas se movem muito rapidamente;
- Adaptação do tamanho das peças na Fase 1: redimensionar as peças da fase do Sequenciamento Lógico na versão para daltonismo, de forma que o tamanho fique padronizado entre todas as peças, mantendo as peças mais claras e fáceis de identificar;
- Paleta de cores personalizada: criar paletas de cores personalizadas para utilizar no jogo

todo, padronizando todas as cores do jogo de acordo com os diferentes tipos de daltonismo, mantendo consistência visual entre fases, menus, peças, áreas de encaixe e *feedbacks*.

- Validação da paleta com pessoas daltônicas: avaliar com daltônicos as paletas de cores personalizadas, a fim de verificar se são distinguíveis, confortáveis e adequadas à experiência de jogo;
- Interações sonoras: adicionar interações sonoras claras ao executar ações importantes do jogo para complementar o *feedback* contínuo, seja ao selecionar e/ou encaixar peças, escolher uma fase, completar com sucesso um nível ou cometer erros. Uma música suave de fundo também ajudaria a construir a atmosfera lúdica do jogo.
- *Design* Universal: incorporar mais profundamente os princípios do *Design* Universal em todas as etapas do desenvolvimento do jogo, de forma que seus conceitos sejam usados para aprimorar as estratégias já utilizadas no MVP, tornando as fases, interfaces, instruções e interações ainda mais acessíveis para diferentes perfis de jogadores;

7 Conclusões e Trabalhos Futuros

Esse trabalho apresentou a proposta, o desenvolvimento e a avaliação inicial de um Jogo Digital Educativo acessível para o ensino de conceitos iniciais de Pensamento Computacional (PC), com o nome "**Colorindo Pensamentos**". A proposta objetiva integrar aspectos pedagógicos e de acessibilidade visual desde as primeiras etapas do *design*, buscando criar uma experiência capaz de auxiliar no aprendizado de Pensamento Computacional sem depender exclusivamente da percepção cromática. Assim, o jogo foi definido como minijogos organizados em fases, de forma que cada fase aborde um conceito específico de Pensamento Computacional. Aliado a isso, o jogo possui adaptações específicas para pessoas com daltonismo desde as primeiras etapas do *design*, reduzindo a dependência exclusiva da percepção cromática e utilizando formas geométricas, encaixes, feedbacks textuais, categorizações, e organização visual. Dessa forma, o jogo trabalha elementos indicados com potencial positivo na literatura acadêmica, buscando promover um aprendizado de Pensamento Computacional de forma acessível, eficiente e divertido.

Para determinar o escopo do problema a ser abordado, foi realizada inicialmente uma revisão exploratória da literatura, que permitiu compreender o cenário relacionado ao uso de Jogos Digitais Educativos (JDEs) no ensino de Pensamento Computacional e as estratégias de acessibilidade visual comumente aplicadas em jogos. Após a finalização desse processo, foi definido que foco principal do trabalho seria no Pensamento Computacional, considerando sua relação com o índice elevado de evasão de cursos de computação, e também sua relevância em diferentes atividades do cotidiano da sociedade moderna que necessitam de habilidades relacionadas à resolução de problemas. Em seguida, aplicando a metodologia do *Design Science Research*, foi realizada uma Busca Sistemática para delinear as lacunas nos estudos, abordagens existentes e elaborar uma solução capaz de englobar as necessidades dos daltônicos.

A investigação realizada revelou uma lacuna relacionada a baixa ocorrência de propostas que unifiquem JDEs, ensino de Pensamento Computacional e adaptações visuais específicas para daltônicos. Além disso, dentre os jogos desenvolvidos para o ensino de PC, a maioria não tinha a acessibilidade pensada como requisito desde as primeira etapas do *design*, e quando realizada, não engloba adaptações significativas ou direcionadas para pessoas com daltonismo. Essa lacuna fundamentou a proposta de concepção do artefato proposto neste trabalho, que teve como objetivo incorporar a acessibilidade visual para daltônicos como parte estrutural do jogo, sem comprometer a *gameplay* ou tornar as adaptações funcionalidades a serem adicionadas

apenas durante o desenvolvimento do jogo.

Ainda com base nessa investigação, foram identificados elementos com indícios positivos de sucesso juntamente com as lacunas na literatura, levando ao artefato desenvolvido, o jogo **Colorindo Pensamentos**, que tem a premissa de trabalhar três conceitos principais de Pensamento Computacional: Sequenciamento Lógico, Decomposição de Problemas e Abstração, com adaptações que não impactem a experiência da jogabilidade, mas permitam que o jogador não dependa da sua percepção cromática para captar informações relevantes do jogo. Cada fase aborda um conceito inicial essencial para o aprendizado de Pensamento Computacional, de forma que o conhecimento seja construído em etapas claras e concisas. No MVP desenvolvido, duas fases foram implementadas: a primeira voltada ao reconhecimento e montagem de Sequências Lógicas e a segunda focada na Decomposição de Problemas por meio da categorização de elementos. Essas fases permitiram demonstrar e testar como os conceitos educacionais propostos, a mecânica de *drag and drop* (arrastar e soltar) e os recursos visuais não cromáticos unidos a outras estratégias de acessibilidade podem ser integrados em uma mesma experiência.

O jogo foi prototipado em um MVP desenvolvido no motor gráfico *Unity* e avaliado por meio de um formulário com questões em escala linear e abertas. A avaliação teve caráter exploratório, qualitativo e descritivo, com foco em analisar as percepções dos jogadores sobre a acessibilidade visual, usabilidade, jogabilidade, conforto e clareza visual, além do potencial educativo do jogo. Os resultados indicaram uma recepção positiva da proposta pela maioria dos usuários, tanto nas adaptações de acessibilidade para daltônicos como no seu potencial educativo para trabalhar conceitos de Pensamento Computacional. Mesmo que a avaliação possua limitações metodológicas como a ausência de uma medição formal de aprendizagem e a quantidade limitada de participantes com diferentes tipos de daltonismo, os dados obtidos demonstram que as estratégias utilizadas no artefato foram bem recebidas e são coerentes com os objetivos definidos.

Também a partir dessa avaliação foi possível levantar melhorias para aspectos do jogo, e estão previstos os seguintes trabalhos futuros: implementação da fase focada em trabalhar o conceito de Abstração pelo olhar do Pensamento Computacional, definida na proposta original do jogo. Além disso, também está previsto adicionar um sistema de banco de problemas para serem trabalhados em todas as fases, de forma que cada vez que uma fase seja jogada a experiência seja única mais dinâmica. Adicionalmente, pretende-se implementar novas fases recapitulando conceitos já trabalhados e/ou combinando mais de um conceito de PC em uma mesma atividade,

dando completude ao ensino-aprendizado e aumentando a diversidade de situações-problema.

Também são previstas melhorias de acessibilidade, experiência de uso e validação do artefato. Entre as melhorias estão: criação de paletas de cores personalizadas e a validação com daltônicos a fim de padronizar o jogo todo, oferecendo mais conforto visual para cada tipo de daltonismo, ajuste de responsividade e velocidade da mecânica de *drag and drop*, aprofundamento dos princípios do *Design Universal*, padronização dos tamanhos das peças, além da inclusão de feedbacks sonoros, música de fundo e feedbacks baseados em cada conceito do PC que foi abordado nas fases.

Após a implementação das melhorias citadas, pretende-se aplicar uma nova avaliação do protótipo em um contexto mais delimitado e controlado, envolvendo uma turma, grupo de estudantes ou grupo social previamente definido, com instrumentos aplicados antes e depois de um período de uso do jogo. Dessa forma, será possível observar com maior profundidade os impactos do artefato no ensino de Pensamento Computacional, considerando também os aspectos de jogabilidade, acessibilidade, engajamento, estética, estatísticas, e feedbacks. Com base nessas avaliações, será possível confirmar as evoluções em seus aspectos de educação, acessibilidade e engajamento, além de realizar uma análise formal da eficácia do jogo em colaborar com o ensino-aprendizado de Pensamento Computacional.

Referências

- ABREU, L.; PIRES, A. C.; GUERREIRO, T. Tactopi: A playful approach to promote computational thinking for visually impaired children. In: **Proceedings of the 22nd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–3.
- AGBO, F. J.; OYELERE, S. S.; SUHONEN, J.; LAINE, T. H. Co-design of mini games for learning computational thinking in an online environment. **Education and information technologies**, Springer, v. 26, n. 5, p. 5815–5849, 2021.
- AGUADO-DELGADO, J.; GUTIERREZ-MARTINEZ, J.-M.; HILERA, J. R.; DE-MARCOS, L.; OTÓN, S. Accessibility in video games: a systematic review. **Universal Access in the Information Society**, Springer, v. 19, n. 1, p. 169–193, 2020.
- BELARMINO, G.; BEDA, J.; FERREIRA, P.; GOYA, D. Critérios de acessibilidade para jogos educacionais digitais que visam o desenho universal. In: **Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021. p. 667–678. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/18096>.
- BISHOP, J.; VERLEGER, M. A. The flipped classroom: A survey of the research. In: **2013 ASEE annual conference & exposition**. [S.l.: s.n.], 2013. p. 23–1200.
- _____. The flipped classroom: A survey of the research. In: **2013 ASEE annual conference exposition**. [S.l.: s.n.], 2013. p. 23–1200.
- BONFANTI, R.; SANTOS, E.; MASELLI, M.; DIAS, J. Acessibilidade e ludicidade no ensino de computação. In: **Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2020. p. 1783–1792. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/12934>.
- BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem baseada em problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, v. 22, n. 83, p. 263–293, 2014.
- BRENNAN, K.; RESNICK, M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In: **Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association, Vancouver, Canada**. [S.l.: s.n.], 2012. v. 1, p. 25.
- CASTANEDA, J. A. C.; LIN, P.-C.; HUNG, P. C.; ZHONG, H.-X.; TSENG, H.-A.; HUANG, Y.-F.; AHMAD, R. Designing inclusive tech playful educational solutions for visually impaired learners in STEM education. **Smart Learning Environments**, Springer, v. 12, n. 1, p. 4, 2025.
- CONNOLLY, T. M.; BOYLE, E. A.; MACARTHUR, E.; HAINEY, T.; BOYLE, J. M. A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. **Computers & education**, Elsevier, v. 59, n. 2, p. 661–686, 2012.
- CURZON, P.; DORLING, M.; NG, T.; SELBY, C.; WOOLLARD, J. Developing computational thinking in the classroom: a framework. *Computing at School*, 2014.
- DAMSMA, P.; NORGAARD, J. Audio based coding: An innovative approach to accessible coding for children who are blind. **Journal of the South Pacific Educators in Vision Impairment**, v. 1, n. 1, p. 49–58, 2018.

FERNANDES, R. F. Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método sff. **Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina**, Associação Catarinense de Bibliotecários, v. 21, n. 3, p. 550–563, 2016.

FERREIRA, T. C.; SANTANA, T. S. de; BRAGA, A. H. Pensamento computacional e robótica na atração de talentos para a computação: Um relato de experiência no ensino fundamental. **Anais do Computer on the Beach**, v. 15, p. 396–401, 2024.

FILHO, J. N.; PAULO, D. de; OLIVEIRA, Y. Dalton's game: desenvolvimento de um jogo acessível para pessoas com daltonismo, um processo de envolvimento dos especialistas e sujeitos. In: **Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2024. p. 1596–1607. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames/article/view/32424>>.

_____. Dalton's game: desenvolvimento de um jogo acessível para pessoas com daltonismo, um processo de envolvimento dos especialistas e sujeitos. In: **Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2024. p. 1596–1607. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames/article/view/32424>>.

GARCIA, F. E.; NERIS, V. P. de A. A framework for tailorable games: toward inclusive end-user development of inclusive games. **Universal access in the information society**, Springer, v. 21, n. 1, p. 193–237, 2022.

GEE, J. P. What video games have to teach us about learning and literacy. **Computers in entertainment (CIE)**, ACM New York, NY, USA, v. 1, n. 1, p. 20–20, 2003.

GEREMIAS, M.; DUTRA, T.; MASCHIO, E.; GASPARINI, I. Pensar e vestir: Jogo digital educacional para o desenvolvimento do pensamento computacional. In: **Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2023. p. 813–824. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/26714>>.

GOMES, E. d. S. Codeplay: um jogo digital educativo que estimula o pensamento computacional na elaboração de soluções de problemas. 2023.

GROVER, S.; PEA, R. Computational thinking in k–12: A review of the state of the field. **Educational researcher**, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 42, n. 1, p. 38–43, 2013.

HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J.; RAM, S. Design science in information systems research. **Management Information Systems Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 6, 2008.

HMELO-SILVER, C. E. Problem-based learning: What and how do students learn? **Educational Psychology Review**, v. 16, n. 3, p. 235–266, 9 2004. ISSN 1573-336X. Disponível em: <<https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>>.

HOED, R. M. Análise da evasão em cursos superiores: o caso da evasão em cursos superiores da área de computação. 2017.

HOLANDA, R. B.; ARAÚJO-SANTOS, T. Identificação de casos de daltonismo na comunidade acadêmica: implicações para o ensino-aprendizagem. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 57, n. 4, p. e–217330, dez. 2024. Disponível em: <<https://revistas.usp.br/rmrp/article/view/217330>>.

HOLZ, H.; MEURERS, D. Interaction styles in context: comparing drag-and-drop, point-and-touch, and touch in a mobile spelling game. **International Journal of Human-Computer Interaction**, Taylor & Francis, v. 37, n. 9, p. 835–850, 2021.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of psychology**, 1932.

LIMA, A. M.; BERNARDO, F. G. Explorando as cores para além da visão: promovendo equidade na educação de estudantes com deficiência visual. **Revista Interinstitucional Artes de Educar**, v. 11, n. 2, p. 17–38, maio 2025. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/riae/article/view/85877>>.

LUZ, L. F. d. S. da; SANTINI, A. L.; JUNIOR, M. M. C.; TRACK, M. B.; ASSUMPÇÃO, M. de; AYLON, L. B. R. et al. Jogos educativos no ensino de circuitos digitais: Um mapeamento sistemático. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)**. [S.l.], 2023. p. 814–825.

MATTOS, A. C. M.; BERTONI, G. B. A evasão no ensino superior a distância: causas e a gamificação como contramedida estratégica para a retenção discente. **COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO, CIDADANIA E EXCLUSÃO: Didática e Avaliação. Anais...** Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 1–12, 2015.

MIESENBERGER, K.; OSSMANN, R.; ARCHAMBAULT, D.; SEARLE, G.; HOLZINGER, A. More than just a game: accessibility in computer games. In: SPRINGER. **Symposium of the Austrian HCI and usability engineering group**. [S.l.], 2008. p. 247–260.

MONTEIRO, F.; NASCIMENTO, I.; NETO, J. A.; AGUIAR, Y.; VASCONCELOS, M. Jogos digitais e usuários com daltonismo: Como a acessibilidade pode afetar a jogabilidade. In: **Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2022. p. 218–227. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames_estendido/article/view/23651>.

_____. Jogos digitais e usuários com daltonismo: Como a acessibilidade pode afetar a jogabilidade. In: **Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2022. p. 218–227. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames_estendido/article/view/23651>.

NICULESCU, V. On generalizing divide and conquer parallel programming pattern. **Mathematics**, v. 10, n. 21, 2022. ISSN 2227-7390. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2227-7390/10/21/3925>>.

OLIVEIRA, R. N. R. d.; BELARMINO, G. D.; RODRIGUEZ, C.; GOYA, D.; ROCHA, R. V. d.; VENERO, M. L. F.; BENITEZ, P.; KUMADA, K. M. O. Desenvolvimento e avaliação da usabilidade e acessibilidade de um protótipo de jogo educacional digital para pessoas com deficiência visual. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação Especial, v. 27, 2021.

PEFFERS, K.; TUUNANEN, T.; ROTHENBERGER, M. A.; CHATTERJEE, S. A design science research methodology for information systems research. **Journal of management information systems**, Taylor & Francis, v. 24, n. 3, p. 45–77, 2007.

PESSINI, A.; OLIVEIRA, H. C. d.; KEMCZINSKI, A.; HOUNSELL, M. D. S. O uso de jogos sérios na educação em informática: Um mapeamento sistemático. **Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE**, p. 537–541, 2014.

PICETTI, C.; SARMENTO, G. Tecnologias que auxiliam a acessibilidade em jogos digitais para pessoas com deficiência visual: uma pesquisa bibliográfica no portal de periódicos da capes. In: **Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2023. p. 1173–1182. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames_estendido/article/view/27910>.

PIRES, A. C.; ABREU, L. V.; ROCHA, F.; SIMÃO, H.; GUERREIRO, J.; NICOLAU, H.; GUERREIRO, T. Tactopi: exploring play with an inclusive multisensory environment for children with mixed-visual abilities. In: **Proceedings of the 22nd Annual ACM Interaction Design and Children Conference**. [S.l.: s.n.], 2023. p. 411–422.

PLASS, J. L.; HOMER, B. D.; KINZER, C. K. Foundations of game-based learning. **Educational psychologist**, Taylor & Francis, v. 50, n. 4, p. 258–283, 2015.

PRINCE, M. Does active learning work? a review of the research. **Journal of engineering education**, Wiley Online Library, v. 93, n. 3, p. 223–231, 2004.

ROCHA, F.; CORREIA, F.; NETO, I.; PIRES, A. C.; GUERREIRO, J.; GUERREIRO, T.; NICOLAU, H. Coding together: On co-located and remote collaboration between children with mixed-visual abilities. In: **Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. [S.l.: s.n.], 2023. p. 1–14.

ROCHA, F.; PIRES, A. C.; NETO, I.; NICOLAU, H.; GUERREIRO, T. Accembly at home: Accessible spatial programming for children with visual impairments and their families. In: **Proceedings of the 20th Annual ACM Interaction Design and Children Conference**. [S.l.: s.n.], 2021. p. 100–111.

SANTOS, J. M. O. dos; PEREIRA, K. A. d. S.; SANTOS, D. A. O uso da programação para atração de mulheres à computação: relatos de experiência. In: SBC. **Women in Information Technology (WIT)**. [S.l.], 2018.

SASSAKI, R. K. Inclusão: acessibilidade no lazer, trabalho e educação. **Revista Nacional de Reabilitação (Reação)**, v. 12, n. 2, p. 10–16, 2009.

SELBY, C.; WOOLLARD, J. Computational thinking: the developing definition. University of Southampton, 2013.

SILVA, E. O. da; FALCÃO, T. P. O pensamento computacional no ensino superior e seu impacto na aprendizagem de programação. In: SBC. **Workshop sobre Educação em Computação (WEI)**. [S.l.], 2020. p. 171–175.

SILVA, R.; F., B. A.; FERREIRA, M. de F.; SANTOS, I.; ANDRADE, R. Evasão em computação na ufc sob a perspectiva dos alunos. In: **Anais do XXIX Workshop sobre Educação em Computação**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021. p. 338–347. ISSN 2595-6175. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/15925>>.

SIMUNOVIC, M. Colour vision deficiency. **Eye**, Nature Publishing Group, v. 24, n. 5, p. 747–755, 2010.

SOMMEREGGER, P.; KELLNER, G. Brief guidelines for educational adventure games creation (eage). In: **2012 IEEE Fourth International Conference On Digital Game And Intelligent Toy Enhanced Learning**. [S.l.: s.n.], 2012. p. 120–122.

SOUZA, G. F. de; LOPES, P. T. C. et al. Aplicação do pensamento computacional no ensino, uma revisão sistemática de literatura. **Interfaces Científicas-Educação**, v. 12, n. 1, p. 144–165, 2023.

SOUZA, S. C.; DOURADO, L. Aprendizagem baseada em problemas (abp): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. **HOLOS**, v. 5, p. 182–200, 2015. ISSN 1518-1634.

SPOMBERG, T. K. Acessibilidade enquanto pressuposto para inclusão social. 2019.

VASCONCELOS, V.; ANDRADE, E. Análise da evasão de alunos na licenciatura em computação. In: **Anais do XXVI Workshop sobre Educação em Computação**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2018. p. 28–35. ISSN 2595-6175. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/3482>>.

WING, J. M. Computational thinking. **Commun. ACM**, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 49, n. 3, p. 33–35, mar. 2006. ISSN 0001-0782. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>>.

ÇAKIROĞLU, ; ÇEVİK, A framework for measuring abstraction as a sub-skill of computational thinking in block-based programming environments. **Education and Information Technologies**, v. 27, n. 7, p. 9455–9484, ago. 2022. ISSN 1573-7608. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10639-022-11019-2>>.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário aplicado aos participantes

Formulário de Avaliação do Jogo "Colorindo Pensamentos"

Este formulário tem como objetivo coletar percepções sobre a experiência de uso de um jogo educativo voltado ao ensino de Pensamento Computacional, com foco em acessibilidade visual para pessoas com daltonismo.

As respostas serão utilizadas apenas para fins acadêmicos, como parte de um Trabalho de Conclusão de Curso de Mestrado. Não é necessário informar nome ou dados pessoais de identificação.

Após jogar, responda às perguntas com base na sua experiência. O tempo médio de preenchimento desse formulário é de 3 a 5 minutos.

Caso não tenha recebido o link do jogo, ele está disponível no link: <https://alcides-cunha.itch.io/colorindo-pensamentos>

* Indica uma pergunta obrigatória

1. Qual é sua idade? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Até 18 anos
- ☐ 18 a 24 anos
- ☐ 25 a 34 anos
- ☐ 35 a 44 anos
- ☐ 45 a 54 anos
- ☐ 55 anos ou mais

2. Você possui daltonismo ou alguma dificuldade relacionada à percepção de cores?

*
83

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sei informar
- ☐ Prefiro não responder

3. Caso possua daltonismo, você sabe qual é o tipo? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Protanopia / dificuldade com tons de vermelho
- ☐ Deuteranopia / dificuldade com tons de verde
- ☐ Tritanopia / dificuldade com tons de azul
- ☐ Outro
- ☐ Não sei informar
- ☐ Não se aplica

4. Com que frequência você costuma jogar jogos digitais? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Nunca ou quase nunca
- ☐ Raramente
- ☐ Às vezes
- ☐ Frequentemente
- ☐ Muito frequentemente

Nessa seção é abordada a capacidade que o jogo teve em se adaptar as necessidades do jogador.

5. Você testou as fases com adaptações para daltonismo? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

6. Nas fases adaptadas para pessoas com daltonismo, consegui diferenciar os elementos importantes do jogo sem depender apenas das cores. (Caso não tenha testado as adaptações para daltonismo, pode escolher a nota 3, que é o ponto central da linha) *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

7. O uso de formas, símbolos, textos ou outros elementos visuais ajudou na compreensão das atividades. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

8. As cores utilizadas no jogo não atrapalharam minha experiência durante as fases.

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concorde totalmente

9. A interface do jogo foi visualmente clara e confortável de utilizar. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

Jogabilidade e experiência do usuário

Nessa seção é abordada a clareza dos objetivos do jogo para o jogador em cada fase.

10. Foi fácil entender o que eu precisava fazer no jogo. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

11. Os comandos e interações do jogo foram simples de utilizar. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

12. As fases tiveram um nível de dificuldade adequado. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

13. Os feedbacks de acerto e erro são claros e intuitivos. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

14. A experiência de jogar foi divertida e agradável. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

Conteúdo educativo

Essa seção aborda a eficiência do jogo em trabalhar os conceitos de Pensamento Computacional do jogador.

15. A fase 1 (Montagem de Sequência Lógica) ajudou a compreender a ideia de organizar passos em uma ordem correta. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

16. A fase 2 (Decomposição de Problemas) ajudou a compreender a ideia de dividir um problema em partes menores.

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concorde totalmente

17. O jogo trabalhou os conceitos de Pensamento Computacional de forma clara e satisfatória. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

Avaliação geral

Essa seção aborda uma avaliação para os aspectos gerais do jogo.

18. De forma geral, considero que o jogo pode ajudar no aprendizado de conceitos básicos de Pensamento Computacional.

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

19. Comente brevemente: O que você mais gostou no jogo?

88

20. Comente brevemente: O que poderia ser melhorado no jogo?

21. Você teve alguma dificuldade específica relacionada às cores, formas, textos ou elementos visuais do jogo? Se sim, qual?

22. Essa questão é um espaço aberto para quaisquer comentários que você queira sugerir, comentar ou debater sobre o jogo.
