

LIpE 1.0: Um Jogo Digital Educacional para o Ensino de Pensamento Computacional no Ensino Fundamental*

Iago Ivanir Dalmolin¹, Edimar Manica¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - *Campus Ibirubá*
Rua Nelsi Ribas Fritsch, 1111 – CEP: 98200-000 – Ibirubá – RS – Brasil

Abstract. *In recent years, Computational Thinking has become a central topic in discussions about education. This has occurred due to the growing demand for skills that go beyond memorizing content, prioritizing skills such as logical reasoning, problem-solving and critical thinking, which are essential for the formation of citizens prepared for the challenges of the 21st century. However, its implementation in schools presents various doubts and challenges, including the adaptation of teaching methods to different age groups, skill levels, and available resources. These challenges demand new strategies to effectively integrate this concept into the educational curriculum. This work presents the development of LIpE 1.0, a digital educational game designed to teach Computational Thinking to students in the early years of elementary school. The game has interactive features, such as body gesture recognition and registration through facial recognition, providing students with a playful and engaging experience. Its structure is composed of game modes based on the basic structures of algorithms such as sequence, condition, and repetition also incorporating visual elements, progressive challenges, and motor skill development. The prototype was tested in a controlled environment with volunteer students, achieving 100% accuracy in movement detection and 85% in facial recognition. Additionally, the game was evaluated by a specialist in early childhood education.*

Resumo. *Nos últimos anos, o Pensamento Computacional se tornou um tema central nas discussões sobre educação. Isso ocorreu devido à crescente demanda por habilidades que vão além da memorização de conteúdos, priorizando competências como raciocínio lógico, resolução de problemas e pensamento crítico, essenciais para a formação de cidadãos preparados para os desafios do século XXI. No entanto, sua implementação nas escolas tem gerado uma série de dúvidas e desafios, incluindo a adaptação do ensino para diferentes faixas etárias, níveis de habilidade e recursos disponíveis. Esses desafios exigem a criação de novas estratégias para integrar esse conceito de maneira eficaz no currículo educacional. Este trabalho apresenta o desenvolvimento do LIpE 1.0, um jogo digital educacional voltado ao ensino de Pensamento Computacional para estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental. O jogo possui características interativas, como reconhecimento de gestos corporais e cadastro por reconhecimento facial, promovendo uma experiência lúdica para os estudantes. Sua estrutura é composta por modos de jogo baseados nas estruturas básicas de algoritmos, como sequência, condição e repetição, integrando elementos visuais, desafios progressivos e desenvolvimento da motricidade. O protótipo foi testado em ambiente controlado com estudantes voluntários, atingindo 100% de precisão na detecção de movimentos e 85% no reconhecimento facial. Além disso, o jogo foi avaliado por uma especialista em educação nos anos iniciais.*

*Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso Bacharelado em Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus Ibirubá*, 2025.

1. Introdução

O Pensamento Computacional (PC) é amplamente reconhecido como uma habilidade essencial para o século XXI. Segundo Wing (2021), trata-se de uma abordagem de resolução de problemas que combina tecnologias digitais com ideias humanas, valorizando a criatividade, a lógica e o pensamento crítico. A autora enfatiza que essa capacidade não se restringe apenas aos cientistas da computação, mas deve ser desenvolvida por todos.

Complementando essa visão, Csizmadia et al. (2015) ampliam a definição ao destacar que o PC envolve habilidades como pensamento algorítmico, verificação de previsões, decomposição de problemas, identificação de padrões, uso de abstrações e avaliação de soluções. Os autores também ressaltam que essas habilidades são fundamentais tanto no ensino da Computação quanto na vida cotidiana, por estarem diretamente relacionadas ao pensamento crítico e à resolução de problemas.

Nesse sentido, Brackmann (2017) reforça a importância do Pensamento Computacional como uma competência transversal e indispensável para a sociedade contemporânea, aplicável a diferentes áreas do conhecimento. O autor salienta que, quando bem desenvolvida, essa habilidade contribui para a organização do pensamento e para a adaptação às tecnologias emergentes. Ele também apresenta os quatro pilares que estruturam o PC: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos.

Por sua vez, Wing (2008) projeta que o Pensamento Computacional será peça-chave em descobertas e inovações futuras, em múltiplos campos de atuação. Ela também questiona qual seria o melhor momento para ensinar esse conceito e discute a melhor maneira de criar espaços para que a aprendizagem do mesmo aconteça. Em sua análise, conclui que a introdução desse conceito deve ocorrer nos primeiros anos da infância, garantindo, assim, uma base sólida e comum a todos os aprendizes.

Essa valorização crescente do Pensamento Computacional se reflete também nas políticas públicas brasileiras, como exemplificado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Instituída pelo Ministério da Educação (MEC) em 2022, a BNCC é um documento normativo que define um conjunto articulado e progressivo de aprendizagens essenciais a serem desenvolvidas por todos os alunos ao longo das diferentes etapas da Educação Básica. No documento complementar à norma, o PC é destacado como um dos três eixos essenciais da aprendizagem da Computação. No entanto, apesar de sua inclusão formal, a efetivação de práticas pedagógicas que promovam o desenvolvimento do Pensamento Computacional ainda enfrenta obstáculos. Como alertam Caratti e Vasconcelos (2023), há desafios significativos na criação e aplicação de estratégias didáticas que tornem esse conteúdo acessível e eficaz no cotidiano escolar.

Esses desafios ficam ainda mais evidentes quando se observa a formação dos professores. Uma pesquisa conduzida por Machado e Dutra (2023) com 76 docentes revelou que, embora a maioria demonstre interesse em ensinar Pensamento Computacional, 79% nunca participaram de cursos específicos sobre o tema, e apenas 43,4% se sentem confiantes para ministrar aulas nessa área.

Dessa forma, os desafios para a implementação do Pensamento Computacional nas escolas vão além da formação docente e também incluem questões estruturais e metodológicas. Paz (2017) observa que a ausência de capacitação adequada faz com que muitos professores se tornem meros espectadores das transformações tecnológicas, enquanto os cursos oferecidos são muitas vezes desmotivadores e pouco eficazes. A autora ainda questiona por que o desenvolvimento do Pensamento Computacional é voltado apenas aos alunos, e não contempla também a formação dos docentes. Complementando essa perspectiva, Barros et al. (2018) aponta resistências por parte dos professores em incorporar tecnologias ao ensino, o que se deve a fatores

como a falta de suporte técnico, de tempo, de materiais pedagógicos adequados e às limitações estruturais e curriculares das instituições de ensino.

Além disso, a precariedade dos recursos disponíveis nas escolas públicas brasileiras representa mais um obstáculo à adoção de práticas pedagógicas voltadas ao Pensamento Computacional. Segundo o Comitê Gestor da Internet no Brasil (2024), embora a maioria das escolas possua acesso à Internet, apenas 11% contam com uma velocidade adequada, e 79% dos professores relataram que não há computadores suficientes para atender todos os alunos, comprometendo assim a efetividade de atividades baseadas em tecnologias digitais.

Para Marcondes e Ferrete (2020) a falta de motivação dos alunos diante do ensino tradicional também se configura como um desafio relevante. Métodos expositivos repetitivos e pouco interativos podem tornar o processo de aprendizagem cansativo, dificultando a assimilação e a compreensão dos conteúdos. Nesse cenário, as autoras destacam que os estudantes da geração atual, considerados nativos digitais, demonstram maior motivação quando a tecnologia é incorporada às práticas pedagógicas. Ao integrar recursos tecnológicos ao ensino, os professores têm a oportunidade de despertar o interesse dos alunos e tornar o processo educativo mais dinâmico, atrativo e alinhado com suas realidades.

Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo a criação e avaliação de um jogo digital educacional que potencialize o aprendizado do Pensamento Computacional de estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental de escolas públicas. A proposta para o desenvolvimento deste trabalho teve origem no projeto de pesquisa intitulado “Desenvolvimento e avaliação de um jogo educacional para promover o Pensamento Computacional para estudantes em processo de alfabetização digital” onde o autor atuou como bolsista. Esse projeto também se expande para outras iniciativas de extensão, que levam oficinas sobre Pensamento Computacional a escolas da região do Alto do Jacuí. Entre essas iniciativas, destacam-se os projetos “Construindo os alicerces para um futuro digital: desenvolvimento do pensamento computacional nas séries iniciais” e “Preparando estudantes do ensino médio para os desafios do século XXI: Desenvolvendo habilidades de pensamento computacional”. Essas ações promovem a disseminação do conhecimento e incentivam o uso da tecnologia no ensino, aproximando os alunos do universo da programação de forma prática, acessível e contextualizada.

O *game* segue a aventura de um robô chamado LIpE, que acabou perdendo a memória e precisa ser treinado para entender uma série de instruções, para isso o jogo utiliza técnicas de reconhecimento facial e processamento de imagens para tornar a aplicação interativa e engajar os estudantes por meio de reconhecimento de suas ações (movimentos). Os desafios são organizados em modos de jogo que trabalham conceitos como sequência, condição e repetição, promovendo o aprendizado por meio da prática e da ludicidade, alinhado com desenvolvimento da motricidade. A avaliação ocorreu em conjunto com os professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental da Escola Estadual de Educação Básica Menino Deus, localizada no município de Quinze de Novembro.

O desenvolvimento do jogo seguiu uma metodologia iterativa e incremental, com etapas bem definidas que incluíram a especificação do *software*; o projeto e implementação; e a validação. Na fase de especificação, foram levantados os requisitos com base em uma revisão bibliográfica, e diretrizes específicas para jogos digitais educacionais. Durante a implementação, foi realizada a criação de um *Game Design Document*, incluindo protótipos de baixa fidelidade para validação inicial das mecânicas. A implementação utilizou a linguagem Python e bibliotecas para integrar funcionalidades de reconhecimento facial e detecção de movimentos. Na etapa de validação, foram realizados testes funcionais com o objetivo de verificar a precisão dos algoritmos de reconhecimento facial e de detecção de movimentos. Como resultado,

o jogo alcançou uma taxa de precisão de 85% no reconhecimento facial e 100% de acerto no reconhecimento de movimentos. Também foi realizada uma avaliação com uma especialista da área da Educação nos anos iniciais do Ensino Fundamental, com o objetivo de analisar o jogo sob a perspectiva pedagógica.

Este artigo está organizado como segue. A seção 2 apresenta os conceitos e tecnologias utilizados. Adiante, na seção 3 estão os trabalhos correlatos. A seção 4 descreve o processo de desenvolvimento do jogo. A descrição do jogo está na seção 5. Por fim, a seção 6, finaliza com a conclusão.

2. Conceitos e Tecnologias Utilizados

Nessa sessão são definidos os principais conceitos utilizados neste trabalho e apresentadas as tecnologias utilizadas no desenvolvimento do jogo. Na subseção 2.1, são explorados os fundamentos do Pensamento Computacional, destacando seus pilares, sua importância no contexto educacional e sua presença na BNCC. Em seguida, na subseção 2.2, são discutidas as características e o papel dos jogos digitais educacionais como ferramentas de ensino, com foco na motivação, interação e aprendizagem significativa. Por fim, na subseção 2.3, são detalhadas as ferramentas e bibliotecas utilizadas no desenvolvimento da aplicação, explicando como cada tecnologia contribuiu para tornar o jogo funcional, interativo e alinhado aos objetivos pedagógicos do projeto.

2.1. Pensamento Computacional

O **Pensamento Computacional**, conforme destacado nas diretrizes da Sociedade Brasileira de Computação (2019), é definido como a capacidade de compreender, modelar e resolver problemas de forma metódica e sistemática, por meio da construção de algoritmos. A Sociedade Brasileira de Computação enfatiza que o Pensamento Computacional não se limita ao uso de computadores, mas é uma competência transversal que fortalece o raciocínio lógico, a criatividade e a colaboração, preparando os alunos para interagir criticamente com o mundo digital e enfrentar as demandas do século XXI.

Brackmann (2017) estabelece que o desenvolvimento do PC é definido pelos pilares de decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos, em seguida o autor descreve e exemplifica cada pilar. Esses pilares podem ser compreendidos por meio de exemplos práticos, como no processo de fazer um bolo. A **decomposição** consiste em dividir essa tarefa em etapas menores, como separar os ingredientes, misturá-los, preparar a forma, assar e decorar. O **reconhecimento de padrões** envolve perceber que diversas receitas de bolo compartilham estruturas semelhantes, como o uso de farinha, ovos e fermento. A **abstração** permite focar apenas nos ingredientes e etapas essenciais da receita, ignorando detalhes irrelevantes como o formato exato da tigela ou a marca dos utensílios. Já o **algoritmo** é representado pela receita em si, com uma sequência clara de instruções a serem seguidas para alcançar o resultado final.

O ensino do Pensamento Computacional é frequentemente realizado por meio de abordagens que utilizam computação plugada ou desplugada. A computação desplugada é um método de ensino que busca explicar os fundamentos da computação sem o uso de um computador (BELL et al., 2009). Em contraste, a computação plugada utiliza de recursos de hardware e software para desenvolver suas atividades (TAVARES; MARQUES; CRUZ, 2021).

O Pensamento Computacional está presente na BNCC (Ministério da Educação, 2022) como uma competência transversal que perpassa todas as etapas da educação básica, desde a educação infantil até o ensino médio. Ele é abordado de forma progressiva, integrando conceitos como decomposição de problemas, reconhecimento de padrões, abstração, algoritmos e generalização. O documento complementar à norma, voltado a Computação na Educação Básica,

destaca que as atividades relacionadas ao PC devem ser planejadas para possibilitar a aplicação prática dos conceitos de computação, de maneira integrada e contextualizada com outras áreas do conhecimento. Nesse sentido, sugere-se que as atividades sejam interdisciplinares, promovendo a exploração do Pensamento Computacional não apenas no ensino de informática, mas também em disciplinas como matemática, ciências e língua portuguesa. Isso pode ser realizado por meio da resolução de problemas e projetos práticos, sempre de forma dinâmica e lúdica, com o intuito de engajar os alunos ativamente no processo de aprendizagem. Além disso, o documento destaca a importância da avaliação das aprendizagens assim como as habilidades que devem ser adquiridas pelo estudante ao completar determinadas atividades.

O jogo proposto neste trabalho tem como foco principal o pilar de algoritmos do Pensamento Computacional, incentivando os alunos a compreenderem e executarem sequências lógicas de instruções por meio de atividades interativas e dinâmicas. Ele adota uma abordagem híbrida para o ensino do PC, integrando elementos da computação plugada e desplugada. Enquanto os alunos realizam atividades físicas, como movimentos corporais associados a instruções lógicas, eles também interagem com um sistema computacional que reconhece e interpreta essas ações por meio de recursos de visão computacional e inteligência artificial.

2.2. Jogo Digital Educacional

Na literatura, várias nomenclaturas são usadas para se referir aos jogos educacionais, incluindo jogos educativos, sérios e de aprendizagem. Para Balasubramanian e Wilson (2006), um jogo é um ambiente de aprendizagem interativo envolvente que cativa um jogador ao oferecer desafios que exigem níveis crescentes de habilidade. Nesse sentido, conforme destacado por Prieto et al. (2005), os jogos digitais educacionais, assim como outros softwares voltados à educação, devem apresentar:

[...] objetivos pedagógicos e sua utilização deve estar inserida em um contexto e em uma situação de ensino baseados em uma metodologia que oriente o processo, através da interação, da motivação e da descoberta, facilitando a aprendizagem de um conteúdo.

Assim, torna-se essencial que os docentes estejam preparados para aplicar os jogos de maneira didática, garantindo que o conteúdo educativo seja corretamente explorado. Conforme descrito por Okan (2003), embora os jogos tenham atrativos além do aprendizado, é necessário manter um equilíbrio, pois os estímulos de entretenimento não devem sobrepor o caráter educativo da aplicação.

A BNCC - Computação, instituída pelo Ministério da Educação (2022), destaca que a utilização de tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem deve ser promovida de forma crítica, criativa e significativa. Segundo o documento, práticas como o uso de jogos digitais educacionais contribuem para o desenvolvimento do pensamento computacional, da resolução de problemas e da criação de soluções tecnológicas. Assim, os jogos digitais, ao integrarem elementos lúdicos e interativos, fortalecem a compreensão de conceitos computacionais e incentivam a participação ativa dos alunos no processo de construção do conhecimento.

O LIPE 1.0 apresenta as características de um jogo digital educacional, conforme discutido na literatura. Além disso, sua proposta está diretamente alinhada com as orientações da BNCC para a área de Computação no ensino fundamental, que destaca a importância da utilização de tecnologias digitais de forma crítica, criativa e significativa, como forma de enriquecer o processo de ensino-aprendizagem e desenvolver habilidades essenciais nos estudantes.

2.3. Tecnologias utilizadas

Para o desenvolvimento do *game*, foram utilizadas diversas bibliotecas que possibilitaram a construção de uma aplicação interativa, responsiva e alinhada aos objetivos pedagógi-

cos do projeto. Entre as principais, destacam-se as bibliotecas Pygame¹, SpeechRecognition², OpenCV³. Também foi utilizado o *framework* MediaPipe Solutions⁴. Além disso, foi utilizado o Git⁵ para versionamento e o GitHub⁶ para armazenamento do código. A seguir, cada uma dessas ferramentas é apresentada em mais detalhes, destacando suas funções e aplicações específicas dentro do jogo.

2.3.1. Pygame

Pygame (2024) é um conjunto de módulos Python desenvolvido para a criação de jogos multiplataforma. Construído sobre a biblioteca SDL (*Simple DirectMedia Layer* — Camada de mídia direta simples), o Pygame possibilita o desenvolvimento de jogos e programas multimídia utilizando a linguagem Python.

Além de sua simplicidade e portabilidade, a biblioteca possui diversas funcionalidades que incluem suporte a gráficos 2D, manipulação de imagens, reprodução de som e música, e suporte a eventos de entrada como teclado e mouse. Desenvolvido por Pete Shinnars, o Pygame foi lançado em outubro de 2000 e continua sendo atualizado até os dias atuais. A biblioteca foi utilizada como uma ferramenta para o desenvolvimento do jogo, integrando as funcionalidades e gerenciando a parte gráfica.

2.3.2. SpeechRecognition

De acordo com seu criador Zhang (2024), o *SpeechRecognition* é uma biblioteca do Python utilizada no reconhecimento de fala, com suporte a diversos mecanismos e APIs (Interfaces de Programação de Aplicações), online e offline. Entre os mecanismos/APIs suportadas encontram-se o CMU Sphinx, Google Cloud Speech API, Vosk API, OpenAI whisper e Whisper API.

Amplamente utilizada em aplicações como assistentes virtuais, sistemas de legendagem automática e ferramentas de acessibilidade. A biblioteca possui a capacidade de realizar o processamento de áudio em tempo real, com suporte a diversos formatos, além de permitir ajustes de parâmetros, o que propicia uma melhor adaptação para o contexto do trabalho, sendo utilizada para detectar e transcrever os sons de fala dos estudantes.

2.3.3. OpenCV

De acordo com OpenCV Team (2024), o OpenCV (*Open Source Computer Vision Library* — Biblioteca de Visão Computacional de Código Aberto) é:

[...] uma biblioteca de software de visão computacional e aprendizado de máquina de código aberto. O OpenCV foi criado para fornecer uma infraestrutura comum para aplicativos de visão computacional e para acelerar o uso da percepção de máquina em produtos comerciais

¹Disponível em: <<https://www.pygame.org/>>. Último acesso em: 21/07/2025

²Disponível em: <<https://pypi.org/project/SpeechRecognition/>>. Último acesso em: 21/07/2025

³Disponível em: <<https://opencv.org/>>. Último acesso em: 21/07/2025

⁴Disponível em: <<https://ai.google.dev/edge/mediapipe>>. Último acesso em: 21/07/2025

⁵Disponível em: <<https://git-scm.com/>>. Último acesso em: 21/07/2025

⁶Disponível em: <<https://github.com/>>. Último acesso em: 21/07/2025

Esta biblioteca é utilizada no desenvolvimento de aplicações de visão computacional, contendo mais de 2.500 algoritmos que possibilitam a detecção e reconhecimento de faces, identificação e rastreamento de objetos, entre outros. O OpenCV Team (2024) estima que a biblioteca ultrapasse os 18 milhões de *downloads*. Neste trabalho a biblioteca é responsável por realizar o processamento dos vídeos capturados pela webcam, realizar o reconhecimento facial dos estudantes. Além disso, o OpenCV foi utilizado para desenhar elementos gráficos diretamente sobre a imagem capturada, como caixas delimitadoras, textos e indicações visuais, permitindo que o jogador visualize o feedback do sistema durante as atividades do jogo.

2.3.4. MediaPipe Solutions

O MediaPipe Solutions, de acordo com o Google AI (2024), fornece um conjunto de bibliotecas e ferramentas para aplicar rapidamente técnicas de inteligência artificial e *machine learning*. Este *framework* permite conexão imediata com aplicativos, personalização em diferentes plataformas de desenvolvimento.

Esse *framework* é amplamente utilizado para tarefas de visão computacional e processamento de imagem devido à sua capacidade de fornecer soluções eficientes e precisas para detecção, rastreamento e análise de elementos visuais em vídeos e imagens. O suporte contínuo do Google e a comunidade ativa de desenvolvedores garantem que suas bibliotecas recebam atualizações regularmente. Neste trabalho foram utilizadas as bibliotecas relacionadas à visão computacional, para detecção de movimentos dos usuários e detecção de faces.

2.3.5. Git e GitHub

O Git é um sistema de controle de versão que acompanha as alterações nos arquivos de forma inteligente (GITHUB, 2025). Ele possibilita que desenvolvedores trabalhem de maneira independente em diferentes partes de um mesmo projeto, mantendo um histórico completo de todas as modificações.

O GitHub (2025) é uma plataforma baseada na nuvem que utiliza o Git para hospedar e gerenciar repositórios de código, oferecendo uma interface intuitiva e recursos que facilitam a colaboração entre equipes, como controle de acesso, revisão de código e rastreamento de problemas. Além disso, funcionalidades como *pull requests*, *issues* e *branches* favorecem a revisão coletiva e a divisão de tarefas, o que contribui para a melhoria contínua do código.

Durante todo o desenvolvimento do projeto, foi utilizado o Git para controle e versionamento do projeto e o GitHub para armazenamento do código. Essa ferramenta permitiu acompanhar a evolução do sistema, registrar alterações de forma organizada. O projeto se encontra disponível no GitHub de maneira pública sob a licença de uso GNU Affero General Public License v3.0 (GNU AGPLv3).

3. Trabalhos Correlatos

Nesta seção, são apresentados artigos relacionados com a proposta de inserção do PC ao ensino. Os trabalhos foram encontrados utilizando o Google Scholar⁷, a partir da busca pelas seguintes palavras-chave: “Pensamento Computacional”, “*computational thinking*”, “Realidade Aumentada Educação Básica” e “*Augmented Reality Basic Education*”. Os artigos resultantes foram avaliados com base na abordagem metodológica adotada em cada estudo, priorizando a

⁷Disponível em: <<https://scholar.google.com/>>. Último acesso em: 21/07/2025

aplicação prática com estudantes. Esse processo de seleção garantiu a inclusão de estudos que não apenas teorizaram sobre o tema, mas que também demonstraram, por meio de experimentações concretas, o impacto e a viabilidade dessas abordagens no ambiente escolar.

O primeiro trabalho, de Prates et al. (2023), desenvolveu o Pensamento Computacional através da tecnologia Scratch. Os fundamentos da Computação foram abordados por meio de um curso online e síncrono, no qual os estudantes do ensino fundamental e médio experimentaram a programação através da criação de jogos. Por fim, o curso apresentou uma alta taxa de desistência, com apenas 20% dos participantes concluindo todas as atividades com sucesso.

No trabalho desenvolvido por Tsai e Cheng (2022) em uma escola de Taiwan, o projeto buscava minimizar os desafios enfrentados por alunos ingressantes no ensino fundamental ao aprender programação, introduzindo conceitos básicos durante as aulas da quinta e sexta séries. Outro ponto destacado pelo autor é a diferença entre o método tradicional de ensino em ambiente real, utilizando computador ou lousa, com o ensino em ambientes de Realidade Aumentada (RA) baseados em jogos. No ensino baseado em RA, com participação ativa dos alunos, foi observada uma melhor eficácia de aprendizagem e níveis de motivação maiores.

Já no trabalho desenvolvido por Yamashita et al. (2023), o público-alvo foram as alunas do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Juiz de Fora. A metodologia utilizada visa o ensino do Pensamento Computacional através do desenvolvimento de jogos, utilizando uma linguagem de programação de alto nível. A autora ressalta que o estudo desses conceitos resulta em um melhor aproveitamento do curso e aumento substancial nas chances de sucesso e satisfação na área da computação.

Dutra, Maschio e Gasparini (2023) desenvolveram um jogo baseado no processo de lavagem de roupas. Esse jogo possui como foco desenvolver o Pensamento Computacional em crianças neurotípicas e com Deficiência Intelectual. Os autores destacam que O PC é um tema que está tendo uma maior ascensão nos ambientes escolares, apesar do baixo número de trabalhos disponíveis.

O trabalho de Santos e Oliveira (2025) descreve o desenvolvimento de um projeto de robótica computacional em uma escola pública municipal, com o objetivo de abordar conceitos de eletrônica, automação e programação, além de promover o desenvolvimento do pensamento computacional. As autoras destacam ainda que as habilidades adquiridas durante o projeto estão alinhadas com as competências relacionadas ao pensamento computacional, conforme descrito no complemento de computação da BNCC.

A Tabela 1 classifica os trabalhos de acordo com o público-alvo, a abordagem utilizada, o foco do ensino e a inclusão de atividades relacionadas à motricidade. Observa-se que os trabalhos relacionados abordam diferentes públicos-alvo, incluindo alunos do Ensino Fundamental, Ensino Médio e cursos superiores. As abordagens destacam-se por se concentrarem em atividades plugadas, com foco no ensino relacionado direta ou indiretamente ao desenvolvimento do Pensamento Computacional. Além disso, observa-se que nenhum dos estudos incorpora atividades voltadas para a motricidade.

Os trabalhos de Prates et al. (2023), Tsai e Cheng (2022), Dutra, Maschio e Gasparini (2023), Santos e Oliveira (2025) e o LIpE 1.0 têm como foco principal o público infantil, especialmente crianças em idade correspondente aos anos iniciais do Ensino Fundamental. Apenas o estudo de Yamashita et al. (2023) é direcionado ao Ensino Superior, voltado a estudantes de graduação em Ciência da Computação. As abordagens metodológicas adotadas são diversas: Prates et al. (2023) utiliza a linguagem de blocos Scratch em um curso online, enquanto Tsai e Cheng (2022) compara o ensino tradicional com uma abordagem baseada em Realidade Aumentada (RA). Por sua vez, Yamashita et al. (2023) propõe o desenvolvimento de jogos com a

Tabela 1. Comparação dos trabalhos relacionados

Trabalho	Público Alvo	Abordagem	Foco do Ensino	Trabalha Motricidade
Prates et al. (2023)	Alunos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio de escolas da rede pública	Atividades utilizando a tecnologia Scratch	Introdução do Pensamento Computacional	Não
Tsai e Cheng (2022)	Alunos entre onze e doze anos, da quinta e sexta série, de uma escola de educação básica em Taiwan	Comparação entre o método tradicional de ensino de programação e o método baseado em realidade aumentada	Aprendizagem de programação	Não
Yamashita et al. (2023)	Alunas do curso Superior do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Juiz de Fora	Desenvolvimento de um jogo digital utilizando a linguagem de programação C++	Despertar a motivação do estudo de programação e reduzir os níveis de desistência de curso	Não
Dutra, Maschio e Gasparini (2023)	Crianças neurotípicas e com Deficiência Intelectual	Jogo digital educacional simulando processo de lavagem de roupas	Promover o desenvolvimento do Pensamento Computacional	Não
Santos e Oliveira (2025)	Alunos do Ensino Fundamental de uma escola pública municipal	Robótica educacional através de teoria, simulações no Tinkercad e experimentos práticos na IDE Arduino	Incentivar os alunos a desenvolverem o Pensamento Computacional	Não
LipE 1.0	Estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental de escolas públicas brasileiras	Jogo digital educacional que integra o mundo real com o virtual	Promover o desenvolvimento do Pensamento Computacional	Sim

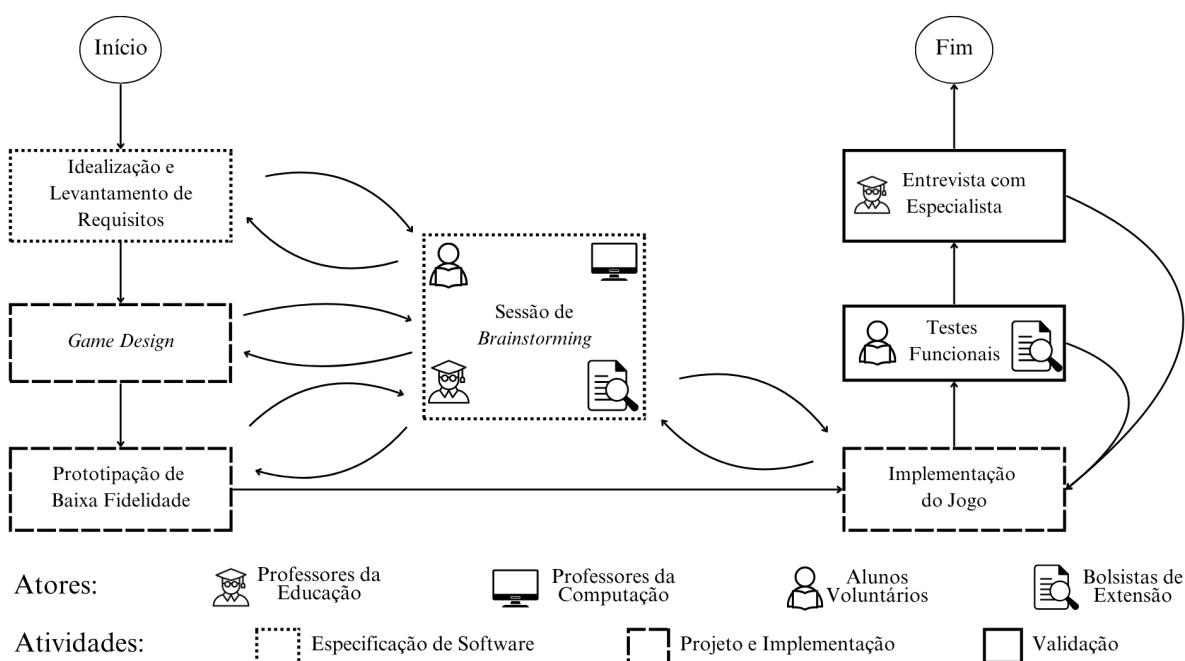


Figura 1. Processo de desenvolvimento do jogo.

Fonte: Adaptado de Dutra, Maschio e Gasparini (2023)

linguagem de alto nível C++, Dutra, Maschio e Gasparini (2023) apresenta um jogo educativo que simula o processo de lavagem de roupas para ensinar PC e Santos e Oliveira (2025) trabalham com robótica educacional utilizando simulações no Tinkercad. O LIpE 1.0 se diferencia por integrar o mundo real com o digital, por meio de um jogo interativo que utiliza reconhecimento de movimentos, reconhecimento facial e comandos por voz. Quanto ao foco pedagógico, os trabalhos de Prates et al. (2023), Dutra, Maschio e Gasparini (2023), Santos e Oliveira (2025) e o LIpE 1.0 têm como objetivo central o desenvolvimento do Pensamento Computacional, enquanto nos estudos de Tsai e Cheng (2022) e Yamashita et al. (2023) o tema está presente, mas é abordado de forma secundária — com foco maior na introdução à programação e na motivação para o estudo da área. A principal inovação do LIpE 1.0 em relação aos demais é a proposta de unir o desenvolvimento do Pensamento Computacional com o estímulo à motricidade, aspecto ausente nos outros trabalhos analisados.

4. Processo de Desenvolvimento

A presente seção descreve a metodologia adotada para desenvolver este trabalho, baseando-se no método proposto por Dutra, Maschio e Gasparini (2023). A Figura 1 ilustra o fluxograma com as principais etapas estabelecidas para o processo de desenvolvimento do jogo, contemplando três atividades fundamentais conforme descrito por Sommerville (2021): especificação do software (verde), projeto e implementação (azul) e validação (vermelho).

A primeira etapa é a **Idealização e Levantamento de Requisitos**, que tem como objetivo buscar a fundamentação teórica do projeto com a busca por conceitos e diretrizes sobre Pensamento Computacional aplicados a jogos educacionais. O **Game Design** documenta e define a identidade visual e estrutural do jogo, com base nos princípios do Pentágono Elementar. A etapa de **Prototipação de Baixa Fidelidade** busca validar se as mecânicas selecionadas são viáveis para implementação, utilizando esboços simples como base de avaliação. Na **Implementação do Jogo**, é realizada a implementação do jogo, transformando as ideias em funcionalidades concretas. Os **Testes Funcionais** têm a finalidade de validar o funcionamento correto

das mecânicas desenvolvidas, enquanto a **Entrevista com Especialista** avalia se o jogo atende às expectativas e necessidades pedagógicas dos educadores. Durante a atividade de especificação de software e implementação, **Sessões de *Brainstorming*** foram realizadas para fomentar a geração de ideias criativas e orientar o desenvolvimento do jogo de forma colaborativa e alinhada aos objetivos estabelecidos. Cada uma das etapas é detalhada nas subseções a seguir.

A Figura 1 também destaca a colaboração essencial de diversos participantes ao longo do desenvolvimento do jogo, incluindo professores da área da educação, professores da área técnica, alunos voluntários e bolsistas. Os docentes da educação são licenciados em Pedagogia, com ampla experiência nos anos iniciais do ensino fundamental. Já os professores da área técnica possuem formação especializada em Computação. Os bolsistas de extensão são alunos do curso Técnico em Informática e da Ciência da Computação que atuam em projetos de extensão com o objetivo de levar para as escolas ações que contribuam para o desenvolvimento do Pensamento Computacional na educação básica. Os alunos voluntários são estudantes do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do IFRS *Campus* Ibirubá que fazem parte do projeto integrador propondo e realizando atividades de programação em bloco e robótica educativa nas escolas.

A interação entre diferentes áreas e níveis de formação foi essencial para a construção de um ambiente colaborativo e interdisciplinar, permitindo que o desenvolvimento do jogo fosse enriquecido por diversas perspectivas e conhecimentos complementares. A participação de professores da área da educação, especialistas em tecnologia, bolsistas e alunos voluntários possibilitou uma troca de conhecimentos contínua, permitindo a construção de um produto mais eficiente e alinhado às necessidades educacionais do público-alvo.

4.1. Idealização e Levantamento de Requisitos

Essa etapa teve como objetivo buscar materiais, conceitos e ideias sobre o Pensamento Computacional que pudessem ser desenvolvidos e integrados em jogos, de forma a potencializar o aprendizado dessas noções por alunos dos anos iniciais do ensino fundamental. Nessa etapa, foi realizada uma revisão bibliográfica para identificar e analisar pesquisas e estudos relacionados ao Pensamento Computacional e desenvolvimento de jogos digitais educacionais, conforme detalhado na Seção 3. Durante essa etapa identificou-se a necessidade de definir as diretrizes e o pentágono elementar do jogo.

As diretrizes para o desenvolvimento de jogos para crianças foram selecionadas com base nos trabalhos de Valenza et al. (2018) e Almeida (2019). Esses trabalhos foram selecionados a partir da seleção dos 10 primeiros resultados obtidos através da consulta das palavras-chave “diretrizes jogos sérios” no Google Scholar⁸. Com base nesse referencial, foram definidas as sete principais diretrizes que nortearam o desenvolvimento do jogo: permitir instruções faladas, explorar o uso cooperativo e competitivo entre jogadores, utilizar fontes que facilitem a leitura, prover *feedbacks* precisos e rápidos, utilizar personagens para interação, recompensar o jogador e exercícios de fixação.

4.2. Sessões de *Brainstorming*⁹

Para gerar e refinar ideias inovadoras que atendessem aos objetivos educacionais do jogo, foram realizadas sessões de *brainstorming*. As reuniões do projeto LIpE eram realizadas regularmente uma vez por semana, tanto de forma presencial quanto on-line, conforme

⁸Disponível em: <<https://scholar.google.com/>>. Último acesso em: 21/07/2025

⁹Agradeço especialmente à professora Diane Botega e a voluntária Mariana Canova Moreira pelo apoio, orientações e contribuições fundamentais ao longo deste trabalho, bem como aos integrantes do projeto LIpE 2024, cujo envolvimento e dedicação foram essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa.

a disponibilidade dos participantes. Esses encontros tinham como foco o acompanhamento do progresso do desenvolvimento, a organização das tarefas, a troca de ideias e o alinhamento geral entre os membros da equipe. Nessas reuniões, os bolsistas e voluntários tinham a oportunidade de compartilhar avanços, propor melhorias e receber orientações do coordenador do projeto para as etapas seguintes do projeto. Já os encontros com os professores dos anos iniciais do ensino fundamental da Escola Estadual de Educação Básica Menino Deus, localizada em Quinze de Novembro, RS, eram realizados de forma pontual, sendo focados em validações, tomadas de decisão e orientações específicas, especialmente em momentos-chave do desenvolvimento.

O processo começava com a geração de uma ampla gama de ideias abordando aspectos como metodologias pedagógicas, estratégias para engajamento e motivação dos alunos, adaptação das práticas já adotadas na escola, dentre outros temas importantes. Em seguida, essas ideias eram discutidas e analisadas quanto à sua viabilidade, impacto educacional e compatibilidade com os requisitos do jogo.

Este método foi escolhido, devido ao desenvolvimento iterativo deste trabalho, permitindo que durante as atividades de projeto e implementação pudessem ser realizadas alterações nos requisitos. Desta forma, mudanças eram discutidas em sessões de *brainstorming* e, sempre que necessário, etapas anteriores podiam ser revisitadas para refinar e adaptar elementos do jogo. Esse processo garantiu que as adaptações estivessem alinhadas com os objetivos do projeto, tornando o desenvolvimento mais flexível e eficiente.

4.3. *Game Design*

Com o objetivo de criar a identidade visual do jogo, desenvolver uma aparência atraente, coesa e lúdica, foi elaborado o *Game Design* da aplicação. Essa etapa foi baseada nos elementos documentados no *Game Design Document* e fundamenta-se nos princípios do Pentágono Elementar. O Pentágono Elementar, descrito no estudo de Leite e Mendonça (2013), consiste na identificação de cinco elementos essenciais para o desenvolvimento de um Jogo Digital Educativo: Estética, História, Mecânicas, Tecnologias e Aprendizagem.

No quesito Estética, o jogo adota a utilização de imagens do mundo real como base para sua ambientação. Em vez de contar com cenários pré-renderizados ou fixos, a aplicação sobrepõe efeitos visuais, filtros e textos ao ambiente capturado em tempo real pela câmera. Esse recurso possibilita que cada sessão de jogo seja única, adaptando-se ao espaço físico onde o jogador está inserido e tornando a interação mais envolvente. As únicas telas pré-renderizadas do jogo compõem os menus de navegação.

A História do jogo acompanha a jornada de LIpE, um robô que, após uma falha em seu sistema, perde completamente sua memória e precisa ser reprogramado para compreender e executar os algoritmos de instruções. Sem recordar suas funções básicas, LIpE depende da colaboração do jogador para recuperar suas habilidades, enfrentando desafios lógicos que o ajudarão a reconstruir seu conhecimento passo a passo.

A Mecânica do jogo foi projetada para priorizar a interação dinâmica dos usuários com a aplicação por meio de áudio e vídeo. A aplicação solicita que os usuários realizem uma determinada sequência de movimentos e, em seguida, inicia o reconhecimento dessas ações. A webcam captura os movimentos dos jogadores em tempo real, enquanto o sistema de reconhecimento identifica qual jogador está na tela e valida as ações realizadas, garantindo a correta execução dos desafios propostos. Além disso, comandos sonoros são utilizados tanto para fornecer instruções quanto para reforçar o *feedback* das ações realizadas pelos jogadores.

As tecnologias utilizadas foram a linguagem de programação Python, em conjunto com a biblioteca Pygame para a criação e manipulação dos elementos gráficos e interativos. Além

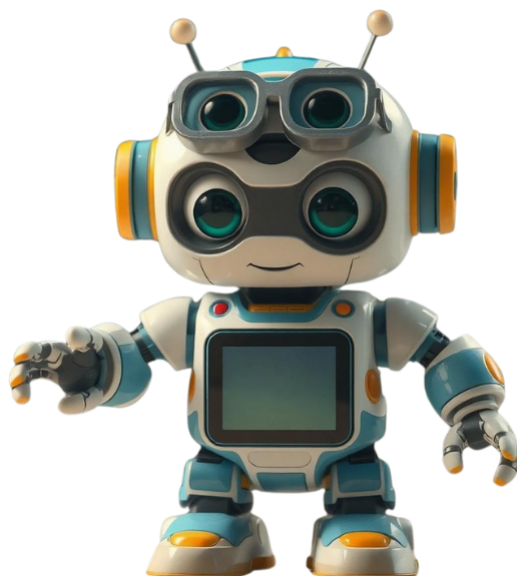


Figura 2. Imagem do mascote do projeto.

Fonte: Cocriação (Mariana Canova Moreira e SeaArt AI).

disso, outras bibliotecas foram incorporadas para ampliar as funcionalidades da aplicação, como SpeechRecognition, responsável pelo reconhecimento de áudio, e OpenCV, utilizada para o processamento de imagens e a captura dos movimentos dos jogadores. Além disso foi utilizado o *framework* MediaPipe Solutions para a implementação de recursos de visão computacional.

No quesito Aprendizagem, o jogo foi concebido para potencializar o ensino do Pensamento Computacional por meio da participação ativa dos estudantes, focando principalmente no pilar de Algoritmos. Os jogadores desenvolvem habilidades computacionais à medida que interagem com os desafios do jogo, aplicando conceitos como sequência, condição e repetição em um ambiente dinâmico e prático.

4.4. Prototipação de Baixa Fidelidade

De acordo com Galitz (2007) um protótipo de baixa fidelidade é uma simulação simples e rápida, que permite a exploração e avaliação inicial do design antes da implementação detalhada do sistema. Neste projeto, a Prototipação de baixa fidelidade teve como objetivo validar a viabilidade das principais mecânicas do jogo, garantindo que essas estivessem alinhadas às diretrizes de desenvolvimento de jogos para crianças e respeitassem as limitações do trabalho.

Nesta etapa, também foi realizada a criação de protótipos em papel das telas do jogo, com o objetivo de esboçar a interface visual, os diálogos e a sequência de telas pela qual o usuário deve navegar. Essa abordagem permitiu a visualização inicial do fluxo de interação, facilitando ajustes e validações antes da implementação das funcionalidades no protótipo digital.

Outra atividade realizada nesta etapa foi a definição do mascote do jogo, o robô LIpE, criado utilizando ferramentas de geração de imagens com inteligência artificial. Para isso, os alunos do projeto integrador produziram diversas imagens de robôs, das quais em uma sessão de *brainstorming* selecionaram internamente as três mais adequadas ao contexto do jogo. As imagens finalistas foram então submetidas a uma votação pública, realizada por meio de um formulário no Google Forms, aberto à participação de professores, alunos e técnico-administrativos do IFRS *Campus* Ibirubá. A Figura 2 exibe a imagem vencedora da votação, que obteve 59,3% dos votos e foi definida como o mascote oficial do jogo.

4.5. Implementação do Jogo

A etapa de implementação do jogo teve como objetivo a criação efetiva da aplicação digital, englobando o desenvolvimento do código, a integração dos diferentes componentes do sistema, transformando os conceitos em um produto funcional e utilizável. Esse processo transformou as ideias concebidas nas fases anteriores em uma experiência interativa e educativa. A Tabela 2 apresenta as diretrizes selecionadas para o desenvolvimento de jogos voltados ao público infantil, acompanhadas da forma como cada uma foi incorporada na dinâmica do jogo.

Para o desenvolvimento do jogo, foi utilizada a linguagem Python, escolhida por sua simplicidade, legibilidade e ampla variedade de bibliotecas voltadas ao desenvolvimento de jogos e aplicações com visão computacional. Em conjunto, foi utilizado o *framework* MediaPipe Solutions, responsável pelo rastreamento corporal e reconhecimento de gestos em tempo real. A biblioteca Pygame foi empregada na construção da interface gráfica, no gerenciamento de eventos e na execução dos elementos visuais e sonoros do jogo. A biblioteca SpeechRecognition foi utilizada para capturar comandos de voz dos usuários, enquanto a OpenCV ficou encarregada do processamento das imagens capturadas pela webcam, especialmente para o reconhecimento facial e a detecção de movimentos. Para controle de versionamento do código, utilizou-se o Git, e o repositório do projeto foi hospedado no GitHub¹⁰.

O processo de Engenharia de Software utilizado foi baseado no modelo iterativo e incremental, adaptado conforme as necessidades do projeto. Portanto, o processo não se limitou a seguir todas as etapas de forma rígida, omitindo ou adicionando etapas conforme a necessidade. A Tabela 2 apresenta as diretrizes selecionadas para o desenvolvimento de jogos para crianças, acompanhadas da maneira como cada uma foi incorporada na dinâmica do jogo.

4.6. Testes Funcionais

Os testes funcionais foram conduzidos com o objetivo de validar as mecânicas desenvolvidas ao longo deste trabalho. Em linhas gerais, buscou-se coletar dados relacionados à identificação de movimentos, detecção facial e identificar possíveis erros. Esta seção está organizada da seguinte maneira: a subseção 4.6.1 descreve a metodologia adotada para a execução dos testes; a subseção 4.6.2 apresenta as métricas utilizadas para a avaliação dos dados coletados; a subseção 4.6.3 aborda os testes de Reconhecimento Facial; e, por fim, a subseção 4.6.4 detalha os testes de Identificação de Movimentos.

4.6.1. Metodologia dos testes

Os experimentos foram realizados com 11 alunos dos cursos de Ciência da Computação e Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) – *Campus* Ibirubá. Foi desenvolvida uma versão específica do jogo para testes. Também foram considerados dois cenários distintos: o primeiro em que é realizada corretamente a instrução solicitada pelo *game* e o segundo onde a instrução é ignorada propositalmente. Foram consideradas cinco tentativas de reconhecimento para cada jogador em cada tipo de teste. Para cada tentativa de reconhecimento, foram registradas informações detalhadas essenciais para a análise do desempenho do algoritmo.

No caso do reconhecimento facial, as informações coletadas incluíam o usuário solicitado, o(s) usuário(s) reconhecido(s) pelo sistema e a imagem capturada pela webcam durante a tentativa de reconhecimento. Para a identificação de movimentos, as informações registradas

¹⁰Disponível em: <<https://github.com/iagoid/LIPE-Laboratorio-Inteligente-para-a-Educacao>>

Tabela 2. Diretrizes para o desenvolvimento de jogos para crianças e sua implementação na dinâmica do jogo

Diretriz	Forma de implementação na dinâmica do jogo
Permitir instruções faladas	Durante o cadastro de jogadores, o sistema solicita que o aluno informe seu nome e idade por meio de comandos de voz, utilizando reconhecimento de fala para interação com o jogo.
Explorar o uso cooperativo e competitivo entre jogadores	Os estudantes são organizados em dois times, promovendo a cooperação dentro das equipes e a competição entre elas ao longo das rodadas.
Utilizar fontes que facilitem a leitura	Foi adotada uma tipografia legível, com tamanho e espaçamento adequados para facilitar a leitura por crianças em fase de alfabetização.
Prover <i>feedbacks</i> precisos e rápidos	O jogo fornece respostas imediatas ao jogador por meio de mensagens na tela e efeitos visuais que indicam acertos, erros ou demais instruções.
Utilizar personagens para interação	O robô LIpE foi criado como mascote e protagonista do jogo, funcionando como mediador da narrativa e guia das instruções para os jogadores.
Recompensar o jogador	A cada acerto, o jogador acumula pontos, reforçando positivamente seu desempenho e incentivando a continuidade no jogo.
Exercícios de fixação	A estrutura de rodadas progressivas repete e amplia as sequências de movimentos, estimulando a memorização e a fixação dos conceitos trabalhados.

englobaram as coordenadas de posicionamento iniciais do jogador, as coordenadas de posicionamento quando o movimento era detectado e, também, a imagem capturada pela webcam.

Com o intuito de garantir a integridade dos dados e a precisão da avaliação, foram descartados os casos em que os testes foram interrompidos antes que as cinco tentativas fossem realizadas, assim como os casos em que não havia usuários visíveis nas imagens capturadas pela webcam. Isso assegurou que os resultados analisados refletissem apenas os cenários em que os testes foram realizados de maneira completa e com a presença adequada dos usuários.

4.6.2. Métricas

Para a validação dos resultados, os dados coletados foram avaliados utilizando as métricas de precisão e revocação, cujos cálculos são apresentados, respectivamente, pelas equações 1, 2. A precisão mede a proporção de instâncias positivas identificadas corretamente em relação ao total de instâncias classificadas como positivas. A revocação mede a proporção de instâncias positivas identificadas corretamente em relação ao total de instâncias positivas.

$$\text{Precisão} = \frac{\text{Verdadeiros Positivos}}{\text{Verdadeiros Positivos} + \text{Falsos Positivos}} \quad (1)$$

$$\text{Revocação} = \frac{\text{Verdadeiros Positivos}}{\text{Verdadeiros Positivos} + \text{Falsos Negativos}} \quad (2)$$

Essas equações utilizam os conceitos de verdadeiro positivo (VP), falso positivo (FP), verdadeiro negativo (VN) e falso negativo (FN). O VP ocorre ao identificar corretamente uma instância positiva, enquanto um FP acontece ao classificar uma instância negativa como positiva, um VN ocorre ao identificar corretamente uma instância negativa, e um FN ocorre ao classificar uma instância positiva como negativa. Os verdadeiros positivos de cada uma das técnicas são descritos na Tabela 3, os demais conceitos funcionam de forma análoga.

Tabela 3. Tabela de verdadeiros positivos dos experimentos realizados

Experimento	Verdadeiros Positivos
Reconhecimento Facial	Usuário capturado pela webcam igual ao usuário identificado pelo jogo.
Detecção de Movimentos	Movimento capturado pela webcam igual ao movimento identificado pelo jogo.

4.6.3. Reconhecimento Facial

O objetivo deste experimento foi validar a eficácia do algoritmo de reconhecimento facial na identificação correta dos usuários presentes em tela. Inicialmente os jogadores eram cadastrados. Durante o cadastro, 10 imagens de cada jogador eram capturadas. Essas imagens eram então usadas para treinar um modelo inicial de reconhecimento facial.

Ao término dos testes, foi realizada uma análise detalhada dos dados coletados, validando manualmente se os usuários identificados pelo sistema correspondiam efetivamente aos presentes na imagem capturada. Cada tentativa foi classificada em acerto ou erro. Se o sistema reconheceu corretamente o usuário em tela, a tentativa era contabilizada como um acerto. Caso o sistema identifique erroneamente o usuário em tela, era contabilizado um erro; e, nos casos em que o sistema não retornou nenhum usuário, mesmo com pessoas visíveis na captura, a tentativa também era considerada erro.

A Figura 3 representa a revocação do reconhecimento facial por número de tentativas. Verifica-se que, com apenas três tentativas de identificação, o algoritmo conseguiu detectar corretamente todos os usuários exibidos em tela. Esse desempenho pode ser atribuído a dois principais fatores: a qualidade do treinamento inicial do modelo, que utilizou um conjunto adequado de imagens capturadas durante o cadastro dos usuários, e as boas condições de iluminação e posicionamento dos participantes durante os testes, que favoreceram a detecção dos rostos.

Além disso, a precisão atingiu um índice de 85%. Apenas em 15% das tentativas ocorreram erros de identificação, e esses casos foram analisados para entender suas causas. Os principais fatores que comprometeram a precisão nesses momentos foram a grande distância dos usuários em relação à webcam e a qualidade das imagens capturadas, que em alguns casos estavam desfocadas ou com pouca nitidez.

4.6.4. Identificação de movimentos

O objetivo deste experimento foi validar a eficácia da identificação dos movimentos realizados pelos usuários. Para este teste, o sistema original foi modificado, de maneira que todos os usuários teriam de realizar os quatro movimentos identificados pelo sistema.

Após os testes, também foi realizada uma análise manual dos dados coletados, além de uma classificação para cada tentativa em: acerto, quando o sistema reconheceu corretamente o

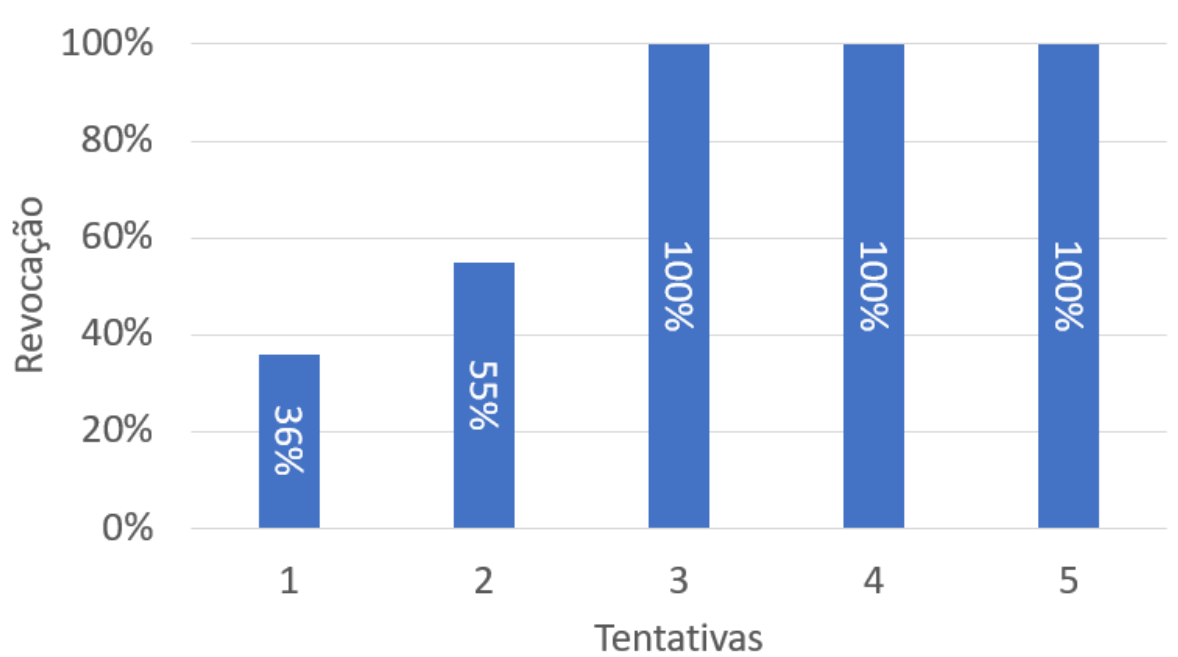


Figura 3. Revocação do reconhecimento facial

Fonte: Elaborado pelo Autor.

movimento realizado e erro, quando identificou o movimento de forma incorreta. É importante destacar que um movimento podia ser considerado correto mesmo que não fosse o solicitado. Por exemplo, se o sistema pedisse para o usuário pular, mas o usuário realizasse outro movimento (como agachar), a interface exibiria uma mensagem informando que o movimento estava incorreto. No entanto, se o sistema conseguisse classificar corretamente o movimento realizado, mesmo sem ter sido solicitado, esse resultado era considerado um acerto. Os resultados mostram que o jogo atingiu uma precisão de 100% de acertos, reconhecendo todos os movimentos computados corretamente. Esse valor se deve ao fato da simplicidade dos movimentos propostos e da acurácia do *framework* MediaPipe na identificação de movimentos de indivíduos.

4.7. Entrevista com Especialista

Para melhor compreensão das necessidades educacionais, desafios e preferências dos alunos dos anos iniciais do ensino fundamental, e para garantir que o jogo desenvolvido seja eficaz e relevante, alinhado às práticas pedagógicas, foi realizada uma entrevista com especialista. Essa especialista é Licenciada em Pedagogia com experiência nos anos iniciais do ensino fundamental e especialização em psicopedagogia. Inicialmente, a professora interagiu com o jogo com o objetivo de explorá-lo e entendê-lo. Em seguida, ela fez uma análise geral do *game*. Por fim, a professora interagiu novamente com o jogo fazendo apontamentos e sugestões.

A análise geral do jogo demonstra que ele possui um grande potencial para contribuir com o desenvolvimento do Pensamento Computacional entre alunos dos anos iniciais do ensino fundamental. Além disso, o jogo não apenas estimula habilidades cognitivas, mas também promove o desenvolvimento da motricidade, proporcionando uma experiência educativa completa e integrada que alia aprendizado lógico e físico.

A validação com a especialista também resultou em sugestões de melhorias que poderiam ser implementadas no jogo e que estão compiladas na Tabela 4. Algumas dessas recomendações foram incorporadas. No entanto, devido às limitações de tempo, outras foram documentadas para serem implementadas como trabalhos futuros, garantindo que o projeto possa continuar evoluindo e sendo aprimorado em versões posteriores.

Tabela 4. Sugestões apontadas pela especialista

Situação	Tarefa
Realizado	Alterar a tipografia do jogo para uma fonte de melhor legibilidade.
Realizado	Adicionar um botão/mensagem para realizar o avanço dos diálogos.
Versão Futura	Informar a necessidade de no mínimo 2 jogadores.
Realizado	Orientar melhor os usuários, fornecendo explicações claras e objetivas.
Versão Futura	Reduzir o tempo na identificação dos usuários.
Versão Futura	Substituir a captura de imagens do usuário a fim de evitar situações constrangedoras ou <i>bullying</i> .
Realizado	Alterar as cores de fundo quando mostra o placar.
Realizado	Alterar as cores na condicional para aparecer em um círculo ou semáforo com um número associado.
Realizado	Ajustar os textos para garantir inclusão e neutralidade de gênero e facilidade de leitura pelos alunos dos anos iniciais.
Versão Futura	Melhorar reconhecimento do polegar.
Realizado	Exibir os integrantes de cada grupo antes do início do jogo.
Realizado	Adicionar um contorno ou efeito de piscar na bolinha correspondente ao movimento a ser realizado.

5. Jogo

Esta seção apresenta os resultados obtidos a partir do processo descrito na Seção 4. Inicialmente, é apresentada uma visão geral do jogo, seguida por uma descrição detalhada de cada um dos modos de jogo implementados.

5.1. Visão Geral

O LIpE tem como objetivo principal auxiliar no desenvolvimento do Pensamento Computacional de estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental, por meio de uma experiência lúdica e interativa. O enredo acompanha o robô LIpE, um simpático personagem que perdeu sua “memória” e agora precisa da ajuda dos jogadores para reaprender a executar instruções em formato de algoritmos. Para isso, os estudantes devem utilizar seus conhecimentos e habilidades motoras para superar desafios que envolvem conceitos fundamentais da computação, como sequência, condição e repetição. O jogo foi desenvolvido para ser jogado em duas equipes, com a participação alternada de um jogador por vez em cada rodada. A cada rodada, o jogador selecionado deve executar os movimentos solicitados pelo sistema, que são capturados e analisados em tempo real por meio da webcam. A Figura 4 ilustra a visão geral do funcionamento do jogo.

Para o desenvolvimento do jogo LIpE 1.0, foi utilizado um notebook com sistema operacional Windows 10, processador Intel Core i5 da 7ª geração, 8 GB de memória RAM e armazenamento SSD. A placa gráfica integrada Intel HD Graphics 620 foi suficiente para processar os elementos visuais do jogo e lidar com a captura de vídeo em tempo real.

Ao iniciar o LIpE 1.0, o usuário tem acesso ao menu inicial composto por três opções: Jogar, que inicia o jogo; Cadastro de Jogadores, utilizado para registrar os alunos; e Sair, que encerra a aplicação. Antes de iniciar as partidas, o professor deve acessar o menu de Cadastro de Jogadores, onde será realizado o cadastramento individual dos jogadores. Nesse momento, o aluno deve se posicionar em frente à câmera e realizar o gesto de “Positivo” com a mão para iniciar o processo de cadastro. Durante essa etapa, o jogo solicita informações básicas, como nome e idade do aluno, que serão utilizadas exclusivamente para personalizar a interação dentro da aplicação. Paralelamente, o sistema captura imagens para treinar o modelo de reconhecimento

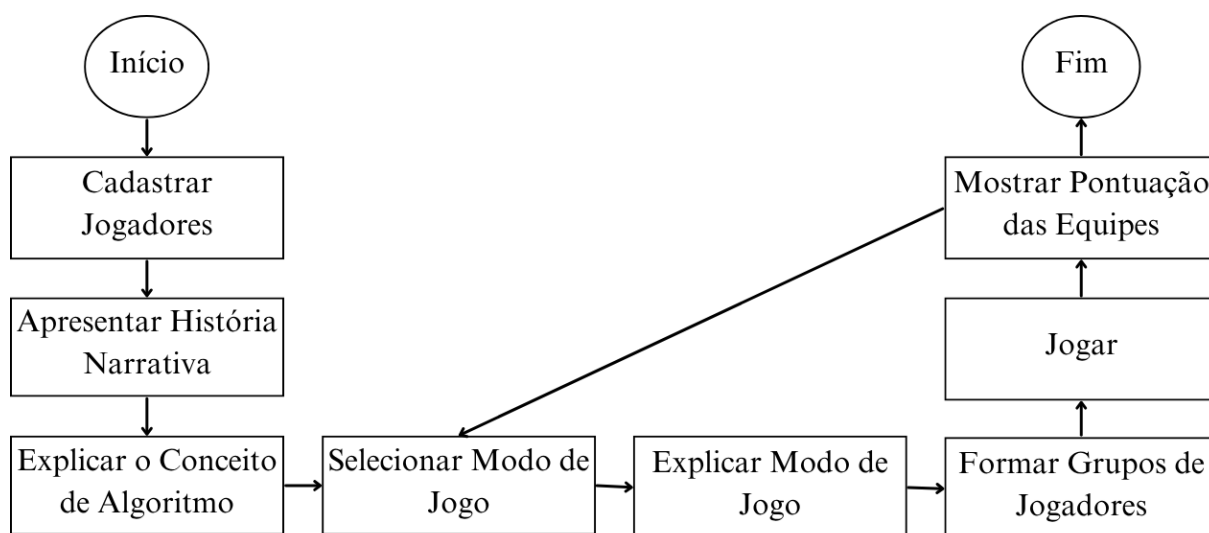


Figura 4. Visão geral do jogo.

Fonte: Elaborado pelo Autor.



Figura 5. Apresentação da narrativa do jogo.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

facial. Após concluir o cadastro de todos os participantes, o professor clica sobre o botão de "Concluir", o que retorna para a tela inicial.

Ao selecionar a opção "Jogar", o usuário é introduzido ao enredo do jogo e ao seu protagonista, o robô LIpE, que conduz a história e contextualiza os desafios a serem enfrentados. Essa introdução apresenta o contexto da narrativa e envolve os jogadores na missão de auxiliar LIpE em sua jornada. Assim, é realizada a explicação do conceito de algoritmos de forma lúdica e própria à idade do público-alvo. A Figura 5 ilustra a tela inicial dessa apresentação, A Figura 6 ilustra a tela inicial da explicação do conceito de algoritmo.

Após a introdução, o jogador deve escolher entre um dos modos de jogo disponíveis:



Figura 6. Explicação do conceito de algoritmo.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Sequência ou Condição. Há também um terceiro modo que foi planejado e será implementado como trabalho futuro, o modo Repetição. Ao selecionar uma opção, o sistema realiza o treinamento do algoritmo de reconhecimento facial enquanto uma tela de carregamento é exibida, acompanhada de mensagens motivacionais, curiosidades ou detalhes sobre o enredo. Concluído o treinamento, os jogadores recebem instruções sobre o modo selecionado e a dinâmica do jogo.

Quando o jogo de fato inicia, o sistema consulta os usuários cadastrados, os divide em duas equipes e define a ordem que serão chamados para jogar. Após, ele realiza a chamada do primeiro usuário e realiza um outro sorteio que define quais movimentos devem ser executados. Ao ser chamado para jogar, o sistema realiza uma verificação automática para garantir que o jogador esteja corretamente posicionado dentro da área visível da webcam. Caso o posicionamento esteja incorreto, o jogo solicita que o usuário ajuste sua posição, interrompendo o progresso no *game*. Uma vez que o sistema detecte o posicionamento correto, ele registra as coordenadas dos ombros do jogador como referências iniciais. Essas coordenadas são usadas pelo algoritmo de análise de movimentos para validar ações como agachamento e pulo, com base nas variações verticais realizadas pelo jogador. Além disso, as ações relacionadas à mão direita e esquerda são verificadas ao comparar se a posição da respectiva mão está acima da coordenada correspondente ao nariz, garantindo precisão na identificação dos movimentos.

Em seguida, os movimentos sorteados são exibidos na tela, e o jogador deve primeiro memorizar as ações apresentadas para, logo após, replicá-las na mesma ordem, respeitando as regras específicas do modo de jogo selecionado. Se o jogador realizar os movimentos corretamente, a equipe acumula pontos, caso contrário, é eliminado da partida. Quando todos os participantes finalizam seus turnos, uma nova rodada é iniciada exclusivamente com aqueles que acertaram todas as ações da fase anterior. Nessa nova fase, são adicionados movimentos extras, elevando gradualmente o nível de dificuldade. A dinâmica de rodadas progressivas, com desafios crescentes, promove a construção gradativa do aprendizado, estimulando tanto a memória quanto o raciocínio lógico. O jogo termina quando nenhum jogador de uma, ou ambas as equipes, conseguirem reproduzir os movimentos solicitados. As próximas seções detalham



Figura 7. Modo de Sequência.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

cada modo de jogo.

5.2. Modo Sequência

No modo Sequência, os jogadores aprendem sobre a ordem lógica ao replicar uma sequência exata de movimentos exibidos na tela, reforçando a importância da organização para alcançar o objetivo. Nesse modo, o sistema sorteia uma sequência de movimentos e os exibe na tela para que o jogador os observe e memorize a ordem apresentada.

Após essa etapa, é solicitado que o jogador repita os movimentos exatamente na mesma ordem. O sistema verifica se a execução está correta. Caso o jogador acerte todos os movimentos na sequência proposta, ele avança e acumula pontos. Se errar a ordem ou algum dos gestos, é eliminado da partida. A cada nova rodada, um novo movimento é adicionado. A Figura 7 ilustra a interface onde o usuário acertou o primeiro movimento e o jogo está aguardando a realização do segundo movimento solicitado.

5.3. Modo Condição

Em seguida, o jogador deve realizar os movimentos correspondentes às cores exibidas, respeitando a ordem apresentada. O sistema analisa a execução e valida se as ações foram realizadas corretamente. Se todos os movimentos forem reproduzidos corretamente, o jogador continua na partida e recebe pontos. No entanto, ao cometer um erro, o participante é eliminado da partida. A cada nova etapa, um novo movimento é inserido. A Figura 8 ilustra a representação do movimento de levantar a mão esquerda com a cor vermelha.

5.4. Modo Repetição

O terceiro modo de jogo, que será implementado como trabalho futuro, é o modo Repetição, cuja proposta é explorar o conceito de laços de repetição, fundamentais na lógica de programação. Esse modo visa reforçar o conceito de repetição através da prática contínua e da associação entre os comandos visuais e as ações realizadas pelo jogador.

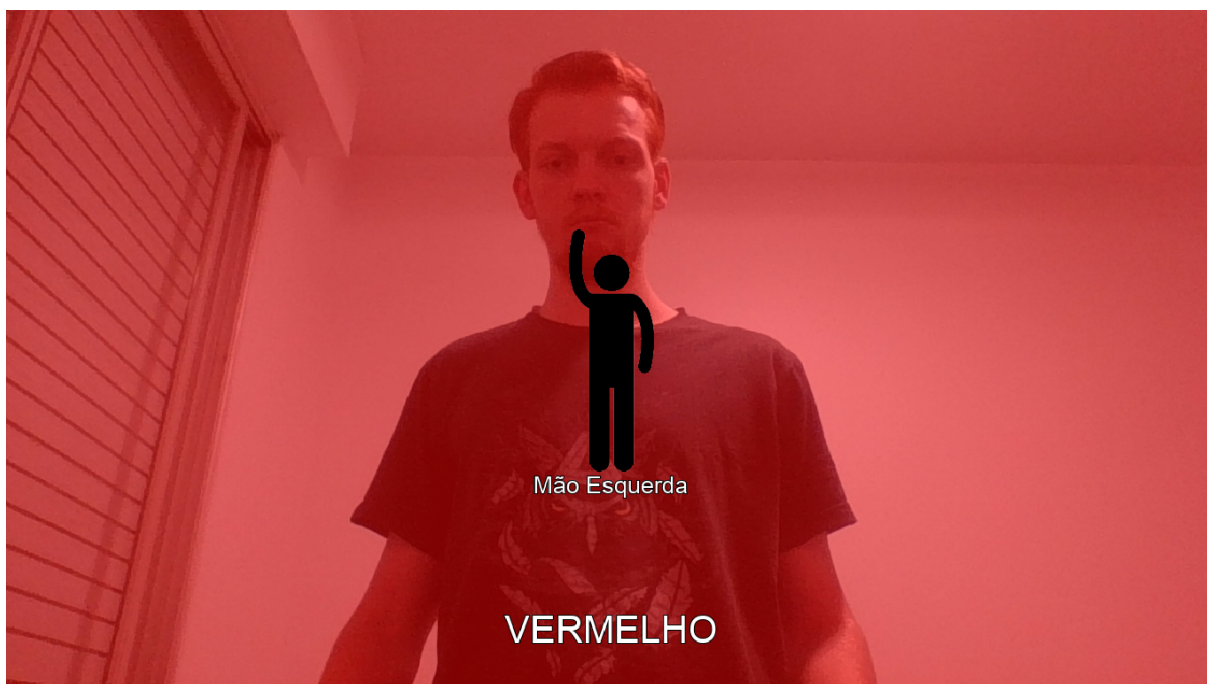


Figura 8. Modos de Condição.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Neste modo, as atividades se alternam entre diferentes tipos ao longo do jogo. No primeiro tipo, o jogador deve repetir um movimento por uma quantidade previamente definida, como agachar cinco vezes seguidas. No segundo, a repetição deve ocorrer enquanto um indicativo visual estiver presente na tela, sem um número máximo de execuções, permitindo que o movimento seja realizado livremente durante o tempo de exibição do sinal, como levantar a mão direita repetidas vezes enquanto a tela estiver com a cor azul. Quando o sistema reconhece que o número de repetições foi realizado corretamente, ou que o tempo de execução acabou, a atividade evolui, apresentando uma nova instrução ou alterando o padrão de repetição.

6. Conclusão

O trabalho desenvolvido teve como objetivo criar um jogo digital educacional para promover o ensino do Pensamento Computacional entre estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental. A metodologia utilizada foi baseada em um processo iterativo e incremental, abrangendo etapas de especificação de *software*, projeto e implementação e validação. Durante a especificação, foram levantados requisitos e diretrizes baseadas em estudos anteriores e no Pentágono Elementar, priorizando a criação de um *game* lúdico e educativo. O projeto e implementação do jogo incluem protótipos de baixa fidelidade para validar as mecânicas principais, elementos visuais e a integração das tecnologias de inteligência artificial e reconhecimento de movimentos. A validação envolveu testes com estudantes e com especialistas, avaliando as funcionalidades e a adequação aos conhecimentos e habilidades da faixa etária do público-alvo, engajamento e clareza das instruções. Os dados coletados forneceram informações valiosas que orientaram ajustes tanto na interface quanto nas mecânicas do *game*.

O jogo apresenta modos interativos que ensinam os principais elementos de um algoritmo, como sequência, condição e repetição, promovendo o aprendizado por meio de desafios que combinam habilidades cognitivas e motoras. Os testes realizados validaram a eficácia das mecânicas, com uma taxa de 85% de precisão no reconhecimento facial e 100% na identificação de movimentos. O *feedback* da especialista que avaliou o LIpE demonstra o potencial do jogo

como uma maneira para integrar o Pensamento Computacional no ambiente escolar, superando limitações de recursos e motivando os alunos por meio da tecnologia.

Como trabalhos futuros, destaca-se a implementação do modo de repetição, além de registrar os direitos autorais do jogo e o aprimoramento da performance do reconhecimento facial, com a realização de novos testes para avaliar a eficácia do algoritmo. Adicionalmente, é essencial realizar testes com alunos das séries iniciais do ensino fundamental para avaliar a eficácia do jogo como recurso pedagógico e ajustar suas funcionalidades com base no *feedback* obtido dos alunos e dos professores, além das sugestões feitas pela especialista. Também está prevista a realização de testes com pessoas idosas, visando avaliar a usabilidade e adaptabilidade do jogo para esse público.

Referências

ALMEIDA, J. L. F. Diretrizes para o design de jogos sérios educativos com foco na satisfação do jogador. *Universidade Federal da Paraíba*, 2019.

BALASUBRAMANIAN, N.; WILSON, B. G. Games and simulations. In: CITESEER. *Society for information technology and teacher education international conference*. ForeSITE, 2006. v. 1.

BARROS, T. T. T. et al. Avaliando a formação de professores no contexto do pensamento computacional. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 16, n. 2, p. 556–565, dez. 2018.

BELL, T. et al. Computer science unplugged: school students doing real computing without computers. *The New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology*, v. 13, p. 20–29, 01 2009.

BRACKMANN, C. P. *Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de Atividades Desplugadas na Educação Básica*. 2017. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/172208>>. Último acesso em: 15/08/2024.

CARATTI, R. L.; VASCONCELOS, F. H. L. Reflexões sobre a integração do pensamento computacional às práticas de sala de aula: desafios à formação de professores. *Revista Educar Mais*, v. 7, p. 836–847, out. 2023. Disponível em: <<https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/3416>>.

Comitê Gestor da Internet no Brasil. *Panorama da qualidade da Internet nas escolas públicas brasileiras*. 2024. Disponível em: <<https://medicoes.nic.br/media/Publicacao-internet-escolas-2024.pdf>>. Último acesso em: 15/08/2024.

CSIZMADIA, A. et al. Computational thinking - a guide for teachers. *Computing at School*, 2015. Disponível em: <<https://eprints.soton.ac.uk/424545/>>.

DUTRA, T.; MASCHIO, E.; GASPARINI, I. Pensar e lavar: Processo de desenvolvimento e avaliação de um jogo digital educacional para promover o pensamento computacional para crianças neurotípicas e com deficiência intelectual. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 31, p. 659–690, 10 2023.

GALITZ, W. O. *The essential guide to user interface design: an introduction to GUI design principles and techniques*. [S.l.]: John Wiley and Sons, 2007.

GITHUB. *Sobre o GitHub e o Git*. 2025. Último acesso em: 15/08/2024. Disponível em: <<https://docs.github.com/pt/get-started/start-your-journey/about-github-and-git>>.

Google AI. *MediaPipe*. 2024. Último acesso em: 15/08/2024. Disponível em: <<https://ai.google.dev/edge/mediapipe>>.

LEITE, P.; MENDONÇA, V. Godoy de. Diretrizes para game design de jogos educacionais. *Proc. SBGames, Art Design Track*, p. 132–141, 2013.

MACHADO, K. K.; DUTRA, A. Desenvolvimento do pensamento computacional: do preconizado pela bncc à formação dos professores da educação básica. *Revista Diálogo Educacional*, v. 23, n. 77, p. 945–956, jun. 2023. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/29283>>.

MARCONDES, R. M. S. T.; FERRETE, A. A. S. S. Tecnologia digital de informação e comunicação e metodologias ativas na personalização do ensino de redação. *Humanidades & Inovação*, v. 7, n. 6, p. 207–220, 2020.

Ministério da Educação. *Normas sobre Computação na Educação Básica Complemento à BNCC*. 2022. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao/file>>. Último acesso em: 15/08/2024.

OKAN, Z. Edutainment: Is learning at risk? *British journal of educational technology*, Wiley Online Library, v. 34, n. 3, p. 255–264, 2003.

OpenCV Team. *OpenCV*. 2024. Último acesso em: 15/08/2024. Disponível em: <<https://opencv.org>>.

PAZ, L. A. Santos do C. O pensamento computacional e a formação continuada de professores: uma experiência com as tics. *Revista on line de Política e Gestão Educacional*, p. 1655–16677, dez. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/rpge/article/view/10095>>.

PRATES, J. M. et al. Inserção do pensamento computacional em alunos do ensino fundamental e médio. *BARBAQUÁ*, v. 5, n. 9, p. 70–84, maio 2023. Disponível em: <<https://periodicosonline.uems.br/index.php/barbaqua/article/view/7231>>.

PRIETO, L. M. et al. Uso das tecnologias digitais em atividades didáticas nas séries iniciais. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 3, n. 1, jun. 2005. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/13934>>.

PYGAME. *About Pygame*. 2024. Último acesso em: 15/08/2024. Disponível em: <<https://www.pygame.org/wiki/about>>.

SANTOS, G. A. dos; OLIVEIRA, R. M. R. de. Robótica educacional e pensamento computacional: Uma abordagem prática no ensino fundamental. In: SBC. *Simpósio Brasileiro de Computação na Educação Básica (SBC-EB)*. [S.l.], 2025. p. 118–122.

Sociedade Brasileira de Computação. *Diretrizes da Sociedade Brasileira de Computação para o Ensino de Computação na Educação Básica*. [s.n.], 2019. Último acesso em: 15/08/2024. Disponível em: <<https://books-sol.sbc.org.br/index.php/sbc/catalog/view/60/263/505>>.

SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software (9ª ed.)*. São Paulo: Pearson Education do Brasil Ltda, 2021.

TAVARES, T.; MARQUES, S.; CRUZ, M. Plugando o desplugado para ensino de computação na escola durante a pandemia do sars-cov-2. In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021. p. 263–271. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/educomp/article/view/14493>>.

TSAI, C.-Y.; CHENG, L. Y. Design and validation of an augmented reality teaching system for primary logic programming education. *Sensors*, v. 22, p. 389, 01 2022.

VALENZA, M. V. et al. Guidelines para game design de jogos sérios para crianças. In: *Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment*. [S.l.: s.n.], 2018.

WING, J. Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, v. 366, p. 3717–25, 07 2008.

WING, J. M. Pensamento computacional. *Educação e Matemática*, n. 162, p. 2–4, 2021.

YAMASHITA, V. T. et al. Pensamento computacional e jogos digitais: Possibilidades para despertar a motivação das meninas para o estudo de programação no ensino superior. In: WORKSHOP DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL E INCLUSÃO (WPCI), 2., 2023, Passo Fundo/RS. *Anais...* Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 117–126.

ZHANG, A. *SpeechRecognition*. 2024. Último acesso em: 15/08/2024. Disponível em: <<https://pypi.org/project/SpeechRecognition/>>.