Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE
Brazilian Journal of Computers in Education
(ISSN online: 2317-6121; print: 1414-5685)
https://sol.sbc.org.br/journals/index.php/rbie

Submission: 07/11/2025; 1st round notif.: 24/03/2026; New version: 09/06/2026; 2nd round notif.: 21/09/2026;
Camera ready: dd/Mmm/yyyy; Edition review: 17/10/2026; Available online: 17/10/2026; Published: 17/10/2026;

LIpE 1.0: Um jogo digital educacional para o ensino de Pensamento Computacional no Ensino Fundamental

Title: LIpE 1.0: An educational digital game for teaching Computational Thinking in Elementary School

Título: LIpE 1.0: Un juego digital educativo para enseñar pensamiento computacional en Escuela primaria

Iago Ivanir Dalmolin
IFRS – Campus Ibirubá
ORCID: 0009-0009-9892-5688
iagoid01@gmail.com

João Vitor da Silva Lima
IFRS – Campus Ibirubá
ORCID: 0009-0002-8791-9070
2024303465@aluno.ibiruba.ifrs.edu.br

Edimar Manica
IFRS – Campus Ibirubá
ORCID: 0000-0001-5361-7707
edimar.manica@ibiruba.ifrs.edu.br

Resumo

Nos últimos anos, o Pensamento Computacional tem ganhado destaque na educação devido à sua contribuição para o desenvolvimento de habilidades como raciocínio lógico, resolução de problemas e pensamento crítico. Entretanto, sua inserção nos anos iniciais do Ensino Fundamental ainda apresenta desafios relacionados à adequação das estratégias pedagógicas e dos recursos tecnológicos ao perfil dos estudantes. Nesse contexto, este artigo apresenta o desenvolvimento do LIpE 1.0, um jogo digital educacional voltado ao ensino de conceitos introdutórios de Pensamento Computacional para estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental. O jogo aborda conceitos de algoritmos, sequências e estruturas condicionais por meio de uma experiência lúdica baseada em reconhecimento facial e detecção de movimentos corporais, integrando elementos de interatividade, motricidade e trabalho em equipe. O protótipo foi avaliado em três etapas: testes técnicos em ambiente controlado, avaliação por uma especialista em educação dos anos iniciais e aplicação com o público-alvo. Os testes técnicos alcançaram 100% de precisão na detecção de movimentos e 85% de precisão no reconhecimento facial. A avaliação da especialista contribuiu para o aprimoramento da interface e da abordagem pedagógica do jogo. Já a aplicação com 15 estudantes do 4º ano do Ensino Fundamental evidenciou elevado engajamento dos participantes, compreensão dos conceitos trabalhados e permitiu identificar oportunidades de melhoria para versões futuras. Os resultados indicam o potencial do LIpE 1.0 como ferramenta de apoio ao ensino de Pensamento Computacional nos anos iniciais da Educação Básica.

Palavras-chave: *Pensamento Computacional; Jogo Digital Educacional; Ensino Fundamental; Visão Computacional; Identificação de Movimentos; Reconhecimento Facial; Aprendizagem Lúdica; Motricidade Infantil.*

Abstract

In recent years, Computational Thinking has gained increasing attention in education due to its contribution to the development of skills such as logical reasoning, problem-solving, and critical thinking. However, its integration into the early years of elementary education still presents challenges related to adapting pedagogical strategies and technological resources to students' characteristics and needs. In this context, this paper presents the development of LIpE 1.0, an educational digital game designed to support the teaching of introductory Computational Thinking concepts to students in the early years of elementary school. The game addresses concepts such as algorithms, sequences, and conditional structures through a playful experience based on facial recognition and body gesture detection, integrating elements of interactivity, motor skills development, and teamwork. The prototype was evaluated in three stages: technical testing in a controlled environment, expert evaluation by a specialist in elementary education, and application with the target audience. The technical tests achieved 100% precision in gesture detection and 85%

Cite as: Dalmolin, I. I., Lima, J. V. S. & Manica, E.. (2026). LIpE 1.0: Um jogo digital educacional para o ensino de pensamento computacional no ensino fundamental. Revista Brasileira de Informática na Educação, vol. 34, pp. 1597–1627. https://doi.org/10.5753/rbie.2026.6838.

precision in facial recognition. The expert evaluation contributed to improvements in both the interface and the pedagogical approach of the game. The application with 15 fourth-grade elementary school students revealed high levels of engagement, demonstrated students' understanding of the concepts addressed, and enabled the identification of opportunities for future improvements. The results indicate the potential of LIpE 1.0 as a tool to support the teaching of Computational Thinking in elementary education.
Keywords: *Computational Thinking; Educational Digital Game; Elementary Education; Computer Vision; Movement Identification; Facial Recognition; Playful Learning; Child Motor Skills*

Resumen

En los últimos años, el Pensamiento Computacional ha adquirido una creciente relevancia en el ámbito educativo debido a su contribución al desarrollo de habilidades como el razonamiento lógico, la resolución de problemas y el pensamiento crítico. Sin embargo, su integración en los primeros años de la Educación Primaria aún presenta desafíos relacionados con la adaptación de las estrategias pedagógicas y los recursos tecnológicos a las características y necesidades de los estudiantes. En este contexto, este trabajo presenta el desarrollo de LIpE 1.0, un juego digital educativo diseñado para apoyar la enseñanza de conceptos introductorios de Pensamiento Computacional a estudiantes de los primeros años de la Educación Primaria. El juego aborda conceptos como algoritmos, secuencias y estructuras condicionales mediante una experiencia lúdica basada en reconocimiento facial y detección de movimientos corporales, integrando elementos de interactividad, desarrollo de habilidades motrices y trabajo en equipo. El prototipo fue evaluado en tres etapas: pruebas técnicas en un entorno controlado, evaluación por parte de una especialista en educación primaria y aplicación con el público objetivo. Las pruebas técnicas alcanzaron una precisión del 100 % en la detección de movimientos y una precisión del 85 % en el reconocimiento facial. La evaluación de la especialista contribuyó a mejorar tanto la interfaz como el enfoque pedagógico del juego. Por su parte, la aplicación con 15 estudiantes de cuarto grado de Educación Primaria evidenció un alto nivel de participación, demostró la comprensión de los conceptos trabajados y permitió identificar oportunidades de mejora para futuras versiones. Los resultados indican el potencial de LIpE 1.0 como herramienta de apoyo para la enseñanza del Pensamiento Computacional en la Educación Primaria.
Palabras clave: *Pensamiento computacional; Juego digital educativo; Educación primaria; Visión artificial; Identificación de movimiento; Reconocimiento facial; Aprendizaje lúdico; Habilidades motoras infantiles*

1 Introdução

O Pensamento Computacional (PC) é amplamente reconhecido como uma competência essencial para o século XXI. De acordo com Wing (2021), trata-se de uma abordagem para resolução de problemas que combina recursos tecnológicos e capacidades humanas, estimulando a criatividade, a lógica e o pensamento crítico. Essa perspectiva é ampliada por Csizmadia et al. (2015), que definem o PC como um conjunto de habilidades que inclui pensamento algorítmico, decomposição de problemas, reconhecimento de padrões, abstração, formulação de previsões e avaliação de soluções. Tais habilidades são consideradas fundamentais não apenas para a Computação, mas também para a vida cotidiana e para diferentes áreas do conhecimento.

Nesse contexto, o Pensamento Computacional é compreendido como uma competência transversal capaz de contribuir para a organização do pensamento, a resolução de problemas e a adaptação às constantes transformações tecnológicas da sociedade contemporânea (Brackmann, 2017). Seus principais pilares são a decomposição, o reconhecimento de padrões, a abstração e a construção de algoritmos. Dada sua relevância para a formação dos cidadãos, Wing (2008) defende que seu desenvolvimento deve iniciar ainda nos primeiros anos da infância, possibilitando que todos os estudantes construam uma base comum de conhecimentos e habilidades para compreender e atuar em uma sociedade cada vez mais permeada por tecnologias digitais.

A crescente relevância do Pensamento Computacional também se reflete nas políticas públicas educacionais brasileiras. Em 2022, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para Computação estabeleceu diretrizes para o ensino da Computação na Educação Básica, definindo o PC como um dos eixos estruturantes a serem desenvolvidos ao longo de toda a trajetória escolar (MEC, 2022). Complementarmente, a Lei nº 14.533/2023, que institui a Política Nacional de Educação Digital (PNED), reforça a importância da formação digital dos cidadãos ao promover o acesso a recursos, ferramentas e práticas digitais, com especial atenção às populações em situação de vulnerabilidade. Entre seus objetivos, destaca-se a inserção da educação digital nos ambientes escolares, incluindo o desenvolvimento do Pensamento Computacional (Brasil, 2023).

Apesar desse avanço normativo, a efetiva integração do Pensamento Computacional às práticas pedagógicas ainda constitui um desafio para as instituições de ensino. Conforme destacam Caratti e Vasconcelos (2023), persistem dificuldades relacionadas ao desenvolvimento e à adoção de estratégias didáticas capazes de tornar esses conceitos acessíveis, significativos e adequados às diferentes etapas da Educação Básica. Nesse contexto, torna-se fundamental investigar e propor recursos educacionais que contribuam para a implementação do Pensamento Computacional de forma atrativa e alinhada às necessidades dos estudantes.

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 PC, 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.

Diante desse cenário, observa-se a necessidade de recursos educacionais que contribuam para a inserção do Pensamento Computacional nos anos iniciais do Ensino Fundamental, considerando simultaneamente aspectos pedagógicos, motivacionais e as limitações de infraestrutura presentes em muitas escolas públicas. Embora existam diversas iniciativas voltadas ao ensino de Computação na Educação Básica, ainda são necessários recursos que conciliem ludicidade, interação física, participação coletiva e baixo requisito tecnológico.

Nesse contexto, este artigo apresenta o desenvolvimento e a avaliação do LIpE 1.0, um jogo digital educacional destinado ao ensino de conceitos introdutórios de Pensamento Computacional para estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental. O jogo foi concebido com base em seis dimensões: aprendizagem, ludicidade, motricidade, interatividade, trabalho em equipe e infraestrutura tecnológica mínima. Na dimensão da aprendizagem, são abordados conceitos de algoritmos, estruturas sequenciais e condicionais. A ludicidade é promovida por meio da narrativa de um robô chamado LIpE, que perdeu sua memória e necessita da colaboração dos estudantes para reaprender a executar algoritmos. A motricidade e a interatividade são exploradas por meio da realização e do reconhecimento automático de movimentos corporais, utilizando técnicas de inteligência artificial e processamento de imagens. O trabalho em equipe é incentivado pela divisão automática dos participantes em grupos, enquanto a necessidade de infraestrutura tecnológica mínima permite que toda a turma participe utilizando apenas um computador equipado com webcam conectado a um projetor ou televisão.

Como principal contribuição, este texto apresenta uma alternativa para o ensino de Pensamento Computacional que combina elementos de computação desplugada e tecnologias de visão computacional em uma experiência coletiva e acessível ao contexto das escolas públicas. Além disso, descreve o processo de desenvolvimento do jogo e os resultados obtidos em avaliações técnicas, pedagógicas e com o público-alvo.

O desenvolvimento do jogo seguiu uma abordagem iterativa e incremental, composta pelas etapas de especificação; projeto e implementação; e validação. Inicialmente, foram levantados requisitos com base na literatura e em diretrizes para jogos digitais educacionais. Em seguida, foi elaborado um *Game Design Document* e desenvolvido um protótipo funcional utilizando a linguagem Python e bibliotecas voltadas ao reconhecimento facial e à detecção de movimentos. A validação envolveu testes funcionais, avaliação por especialista da área da Educação e aplicação com estudantes do 4º ano do Ensino Fundamental. Os resultados demonstraram taxas de precisão de 85% no reconhecimento facial e 100% na detecção de movimentos, além de evidências de engajamento dos participantes, compreensão dos conceitos abordados e oportunidades de aprimoramento para versões futuras.

O artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 fundamenta os principais conceitos e tecnologias utilizados no desenvolvimento do jogo; a Seção 3 apresenta e discute os trabalhos correlatos; a Seção 4 descreve o processo de desenvolvimento adotado; a Seção 5 apresenta o jogo resultante; e a Seção 6 traz as considerações finais e os trabalhos futuros.

2 Conceitos e Tecnologias Utilizados

Esta seção apresenta os fundamentos teóricos e tecnológicos que embasam o artigo. São abordados os conceitos de Pensamento Computacional, com destaque para seus pilares e sua presença na BNCC; as características dos jogos digitais educacionais como ferramentas pedagógicas; e as tecnologias empregadas no desenvolvimento da aplicação.

2.1 Pensamento Computacional

O **Pensamento Computacional (PC)** é definido como a capacidade de compreender, modelar e resolver problemas de forma sistemática por meio da formulação de soluções passíveis de execução por humanos ou máquinas. De acordo com as diretrizes da Sociedade Brasileira de Computação (2019), essa competência transcende o domínio técnico da Computação, constituindo uma habilidade transversal que contribui para o desenvolvimento do raciocínio lógico, da criatividade, da colaboração e da resolução de problemas. Nesse sentido, o PC é considerado um elemento fundamental para a formação de cidadãos capazes de atuar de forma crítica e consciente em uma sociedade cada vez mais permeada por tecnologias digitais.

Segundo Brackmann (2017), o desenvolvimento do Pensamento Computacional está fundamentado em quatro pilares: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos. A decomposição consiste em dividir problemas complexos em partes menores e mais gerenciáveis. O reconhecimento de padrões envolve identificar semelhanças e regularidades entre situações distintas. A abstração permite destacar os elementos essenciais de um problema, ignorando detalhes irrelevantes para sua resolução. Por fim, os algoritmos correspondem à definição de sequências ordenadas de passos capazes de conduzir à solução de um problema. Esses pilares atuam de forma integrada e constituem a base para o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas em diferentes contextos. Considerando que o presente texto tem como foco o ensino de algoritmos, sequências e estruturas condicionais, o pilar dos algoritmos assume papel de destaque, servindo como fundamento conceitual para as atividades propostas pelo jogo desenvolvido.

Diversas abordagens têm sido empregadas para promover o desenvolvimento do Pensamento Computacional na Educação Básica. Entre elas, destacam-se a computação desplugada e a computação plugada. A computação desplugada busca ensinar conceitos da Computação sem a utilização de dispositivos computacionais, por meio de atividades práticas, jogos e dinâmicas presenciais (Bell et al., 2009). Em contrapartida, a computação plugada utiliza recursos de hardware e software para apoiar o processo de ensino e aprendizagem (Tavares et al., 2021). Ambas as abordagens apresentam potencial para o desenvolvimento do PC e podem ser utilizadas de forma complementar, explorando diferentes formas de interação e aprendizagem.

No contexto brasileiro, o PC foi incorporado às diretrizes curriculares da Educação Básica por meio da BNCC para Computação (MEC, 2022). O documento estabelece o PC como um dos eixos estruturantes da Computação na Educação Básica e prevê seu desenvolvimento de forma progressiva ao longo de toda a trajetória escolar. Para isso, recomenda a realização de atividades contextualizadas, interdisciplinares e alinhadas às características dos estudantes, favorecendo a aplicação prática de conceitos como decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos. O documento também destaca a importância da avaliação da aprendizagem e define habilidades específicas que devem ser desenvolvidas em cada etapa da escolarização.

Apesar da crescente inserção do Pensamento Computacional nos currículos escolares, sua avaliação ainda representa um desafio para pesquisadores e educadores. Em uma revisão sistemática da literatura, Avila et al. (2017) identificaram diferentes abordagens utilizadas para avaliar o desenvolvimento do PC, destacando a predominância de instrumentos elaborados especificamente para cada contexto de intervenção. De forma complementar, Kohler e Hounsell (2025) argumentam que ainda há carência de instrumentos amplamente consolidados e validados para mensurar a aprendizagem do Pensamento Computacional na Educação Básica, evidenciando a necessidade de novas investigações nessa área.

O jogo proposto neste artigo está alinhado a esse referencial ao priorizar o desenvolvimento do pilar de algoritmos, estimulando os estudantes a compreender e executar sequências de instruções e estruturas condicionais por meio de atividades lúdicas e interativas. Além disso, a solução adota uma abordagem híbrida, combinando características da computação plugada e desplugada. Enquanto os estudantes realizam movimentos corporais associados às ações do jogo, recursos de visão computacional e inteligência artificial são utilizados para reconhecer e interpretar essas ações, promovendo uma experiência de aprendizagem que integra atividade física, interação tecnológica e resolução de problemas.

2.2 Jogo Digital Educacional

Na literatura, diferentes termos são utilizados para se referir a jogos com finalidade educacional, tais como jogos educativos, jogos de aprendizagem e jogos sérios. Independentemente da nomenclatura adotada, esses jogos caracterizam-se pela integração entre objetivos pedagógicos e elementos lúdicos, buscando promover a aprendizagem de forma motivadora e interativa. Para Balasubramanian e Wilson (2006), os jogos constituem ambientes de aprendizagem envolventes que desafiam os participantes por meio de atividades que demandam níveis progressivos de habilidade e conhecimento.

No contexto educacional, os jogos digitais diferenciam-se de aplicações voltadas exclusivamente ao entretenimento por incorporarem objetivos de aprendizagem explicitamente definidos.

Conforme argumentam Prieto et al. (2005), sua utilização deve estar associada a uma proposta pedagógica capaz de orientar o processo de ensino e aprendizagem por meio da interação, da motivação e da descoberta. Dessa forma, a eficácia de um jogo digital educacional não depende apenas de suas características técnicas, mas também da forma como é integrado às práticas pedagógicas e mediado pelos docentes.

Nesse sentido, Okan (2003) alertam para a necessidade de equilibrar os elementos de entretenimento e os objetivos educacionais. Embora aspectos lúdicos sejam fundamentais para despertar o interesse e o engajamento dos estudantes, eles não devem se sobrepor à finalidade pedagógica da aplicação. Assim, o projeto de jogos educacionais deve buscar uma integração harmoniosa entre diversão e aprendizagem, de modo que os elementos de jogo atuem como facilitadores da construção do conhecimento.

A relevância dos jogos digitais educacionais também é reconhecida pelas diretrizes da BNCC para Computação (MEC, 2022), que incentivam o uso crítico, criativo e significativo das tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem. O documento destaca que recursos digitais interativos podem favorecer o desenvolvimento do pensamento computacional, da resolução de problemas e da criação de soluções tecnológicas. Nesse contexto, os jogos digitais configuram-se como uma estratégia promissora para apoiar a aprendizagem de conceitos computacionais, ao combinar desafios, interação e participação ativa dos estudantes.

Além do desenvolvimento do jogo em si, sua avaliação constitui uma etapa fundamental para verificar a qualidade da experiência oferecida e seu potencial pedagógico. Segundo Oliveira et al. (2019), a avaliação de jogos educacionais deve considerar tanto a reação dos usuários quanto as evidências de aprendizagem obtidas durante a utilização. De forma complementar, T. C. Dutra et al. (2021) identificaram, por meio de um mapeamento sistemático, as diretrizes para o desenvolvimento de jogos acessíveis.

O LIpE 1.0 foi concebido em consonância com esses princípios. Além de abordar conceitos introdutórios de Pensamento Computacional, o jogo busca equilibrar objetivos pedagógicos e elementos lúdicos por meio de uma narrativa interativa, desafios progressivos e atividades baseadas em movimentos corporais. Adicionalmente, sua proposta está alinhada às orientações da BNCC para Computação, ao promover o desenvolvimento de habilidades relacionadas à resolução de problemas, algoritmos e estruturas condicionais por meio de uma experiência tecnológica adequada aos anos iniciais do Ensino Fundamental.

2.3 Tecnologias utilizadas

Para o desenvolvimento do jogo, foram utilizadas diversas bibliotecas que possibilitaram a construção de uma aplicação interativa, responsiva e alinhada aos objetivos pedagógicos do projeto. Entre as principais, destacam-se as bibliotecas Pygame, SpeechRecognition e OpenCV. Também foi utilizado o *framework* MediaPipe Solutions. Além disso, foi utilizado o Git para versionamento e o GitHub 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 é um conjunto de módulos Python desenvolvido para a criação de jogos multiplataforma (Pygame, 2026). 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 Shinners, 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 (2026), 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.

Essa biblioteca é amplamente utilizada em aplicações como assistentes virtuais, sistemas de legendagem automática e ferramentas de acessibilidade. Além disso, 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 artigo, sendo utilizada para detectar e transcrever os sons de fala dos estudantes.

2.3.3 OpenCV

De acordo com OpenCV Team (2026), 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

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 (2026) 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 e 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 (2026), fornece um conjunto de bibliotecas e ferramentas para aplicar rapidamente técnicas de inteligência artificial e *machine learning*. Este *framework* permite conexão imediata com aplicativos e 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, 2026). 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 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 (GitHub, 2026). 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 trabalhos relacionados à inserção do Pensamento Computacional na educação. Para identificar estudos relevantes, foi realizada uma revisão narrativa com busca estruturada. A busca foi conduzida na base Google Scholar[1], utilizando os termos ‘Pensamento Computacional”, ‘*Computational Thinking*”, ‘Realidade Aumentada Educação Básica” e ‘*Augmented Reality Basic Education*”.

Os estudos recuperados foram analisados considerando seus objetivos, público-alvo, recursos tecnológicos empregados e procedimentos metodológicos adotados. Como critério de seleção, foram priorizados trabalhos que relatassem aplicações práticas com estudantes, uma vez que tais estudos fornecem evidências sobre a utilização dessas abordagens em contextos educacio-

[1]Disponível em: https://scholar.google.com/. Último acesso em: 21/07/2025.

nais reais. Dessa forma, buscou-se reunir pesquisas que, além de discutir aspectos conceituais, apresentassem resultados provenientes da implementação e avaliação de atividades voltadas ao desenvolvimento do pensamento computacional.

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 Lai (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.

T. Dutra et al. (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 Lai (2022), T. Dutra et al. (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

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 & Lai (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
T. Dutra et al. (2023)	Crianças neurotípicas e com Deficiência Intelectual	Jogo digital educacional simulando processo de lavagem de roupas	Promover o desenvolvimento do Pensamento Computacional	Não
Santos & 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

Computação. As abordagens metodológicas adotadas são diversas: Prates et al. (2023) utiliza a linguagem de blocos Scratch em um curso online, enquanto Tsai e Lai (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 linguagem de alto nível C++, T. Dutra et al. (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), T. Dutra et al. (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 Lai (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. Esse diferencial é particularmente relevante considerando o público-alvo do jogo. Kolyniak Filho (2010) aponta que a motricidade representa um aspecto central do desenvolvimento humano com estreita relação com os processos de aprendizagem, e defende que a escola deve incorporá-la em sua metodologia de ensino. O autor ressalta ainda que abordagens que man-

têm os alunos em relativa imobilidade têm se mostrado insuficientes, resultando em dificuldades de aprendizagem que comprometem a aquisição de conhecimentos básicos. Nesse sentido, o LIpE 1.0 avança ao propor uma experiência que integra simultaneamente o raciocínio lógico computacional e o movimento corporal, contribuindo para o desenvolvimento integral dos estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Além disso, o jogo proposto é uma iniciativa voltada especificamente aos anos iniciais do Ensino Fundamental que permite a participação coletiva de toda a turma utilizando apenas um computador e um projetor.

4 Processo de Desenvolvimento

A presente seção descreve a metodologia adotada para desenvolver este trabalho, baseando-se no método proposto por T. Dutra et al. (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 (2011): especificação do software; projeto e implementação; e validação.

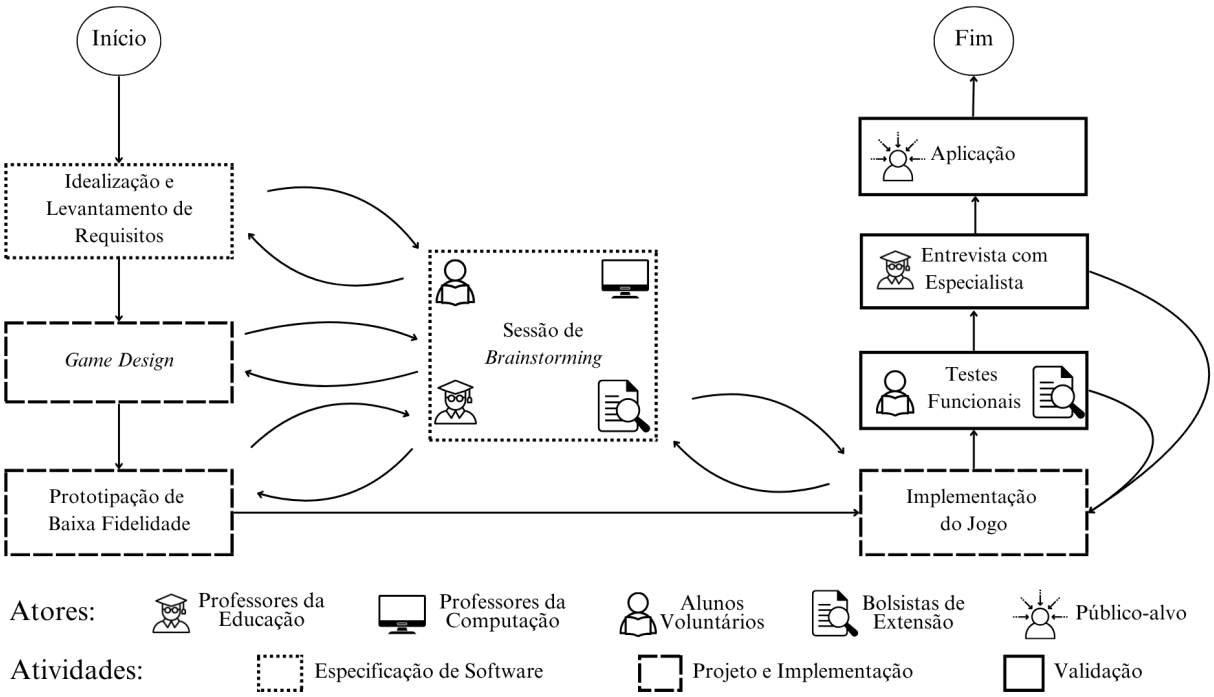


Figura 1: Processo de desenvolvimento do jogo. Fonte: Adaptado de T. Dutra et al. (2023).

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 realizado o desenvolvimento 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. Por fim, a **aplicação** valida o jogo junto ao público-alvo. Durante as atividades de especificação de software, projeto 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, bolsistas e público-alvo. 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 que fazem parte de um projeto integrador que propõe e realiza atividades de programação em blocos e robótica em escolas públicas. O público-alvo refere-se aos alunos do 4º ano de uma escola pública, que participaram da aplicação do jogo.

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 Scholar[2]. Com base nesse referencial, foram definidas as sete principais diretivas 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.

[2]Disponível em: https://scholar.google.com/. Último acesso em: 21/07/2025.

4.2 Sessões de *Brainstorming*

Para gerar e refinar ideias inovadoras que atendessem aos objetivos educacionais do jogo, foram realizadas sessões de *brainstorming*. Eram realizadas reuniões semanais entre os autores do jogo e os bolsistas e voluntários, tanto de forma presencial quanto on-line, conforme 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 ideias e propor melhorias. Já os encontros com os professores dos anos iniciais do ensino fundamental de uma escola pública, 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, bem como adaptação das práticas já adotadas na escola. 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 Educacional: 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 do LIpE, um robô que, após uma falha em seu sistema, perde completamente sua memória e precisa ser reprogramado para compreender e executar os algoritmos. 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 deter-

minada 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 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. Também, 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 e condição.

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 da instituição dos autores deste artigo. 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.



Figura 2: Mascote do projeto. Fonte: Cocriação (Mariana Canova Moreira e SeaArt AI).

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 GitHub.

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.

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. Todos os testes ocorreram em ambiente controlado e os participantes foram previamente informados sobre os objetivos da pesquisa e autorizaram sua participação de forma livre, consciente e esclarecida. 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.

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 *feedbacks* 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.

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 da instituição dos autores deste artigo. 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 jogo 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 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 e 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.

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

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

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. Quando o sistema identificou erroneamente o usuário em tela, foi contabilizado um erro; e, nos casos em que o sistema não retornou nenhum usuário, mesmo com pessoas visíveis na captura, a tentativa também foi 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.

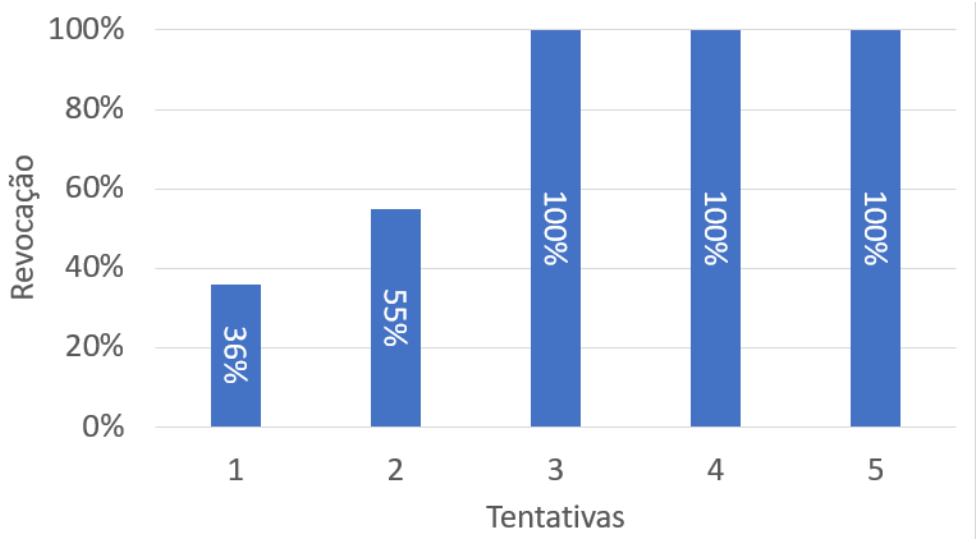


Figura 3: Revocação do reconhecimento facial. Fonte: Elaborado pelos autores.

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 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 inicias 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 jogo. 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 *bullying*.
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 o 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.

4.8 Aplicação

Esta etapa teve como objetivo validar o jogo junto ao público-alvo, composto por estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Para isso, o LIpE 1.0 foi aplicado em uma turma de 4º ano de uma escola pública no dia 15 de maio de 2026. A atividade integrou as ações de um projeto de extensão voltado ao desenvolvimento do PC em estudantes dos anos iniciais da referida escola. Participaram da aplicação os 15 estudantes presentes na turma no dia da atividade.

Ressalta-se que a atividade foi desenvolvida com finalidade educacional, constituindo uma ação pedagógica inserida no contexto regular de aprendizagem dos participantes. Durante sua realização, foram observados os princípios éticos relacionados ao respeito à dignidade, à privacidade e à integridade dos estudantes. Além disso, todas as imagens e informações dos alunos obtidas pelo jogo, foram excluídas imediatamente após a finalização da aplicação.

A aplicação foi conduzida da seguinte forma. Inicialmente, realizou-se uma apresentação dos objetivos do jogo e dos conceitos de Pensamento Computacional abordados. Em seguida, os integrantes do projeto de extensão responsáveis pela atividade realizaram uma demonstração prática da dinâmica do jogo. Posteriormente, os estudantes foram cadastrados no sistema e dis-

tribuídos automaticamente em duas equipes. Na sequência, foi iniciada a execução do jogo. As telas introdutórias apresentaram a narrativa do personagem LIpE e os conceitos necessários para a realização das atividades. Alguns estudantes se voluntariaram para realizar a leitura coletiva dessas telas. Cabe destacar que cada tela continha apenas uma frase curta, adequação implementada a partir das recomendações da especialista que participou da etapa anterior de avaliação.

Após a introdução, os estudantes participaram da atividade em sistema de rodízio, realizando individualmente os movimentos solicitados pelo jogo. A partida foi encerrada na fase 5, quando todos os integrantes de uma das equipes foram eliminados. Ao término da atividade, foi realizada uma roda de conversa com os participantes, abordando tanto os conceitos trabalhados quanto a experiência de utilização do jogo.

Durante a aplicação, observou-se engajamento dos estudantes, evidenciada pela disposição em realizar as atividades propostas, pela colaboração entre os membros das equipes e pelo interesse em compreender as regras e os desafios apresentados. Na roda de conversa realizada ao final da atividade, os participantes responderam corretamente às questões conceituais propostas pelos aplicadores, indicando compreensão dos conceitos de algoritmos, sequências e estruturas condicionais trabalhados durante o jogo.

A aplicação também permitiu identificar oportunidades de aprimoramento tanto na solução tecnológica quanto na estratégia de utilização do jogo em sala de aula. Em relação ao sistema, observou-se a necessidade de: (1) incluir uma rodada inicial de treinamento para familiarizar os estudantes com a dinâmica da atividade; (2) implementar um procedimento de calibração para definição da posição adequada dos jogadores; (3) otimizar o processo de cadastro dos participantes; (4) ajustar os parâmetros de reconhecimento de movimentos para estudantes de menor estatura; e (5) apresentar visualmente o movimento esperado e o movimento executado pelo jogador em situações de erro, favorecendo a compreensão do *feedback* fornecido pelo sistema.

No que se refere à aplicação em sala de aula, verificou-se a necessidade de demarcar previamente, por meio de fita adesiva, a área destinada à realização dos movimentos, contribuindo para uma captura mais consistente das ações pelos algoritmos de visão computacional. Além disso, constatou-se a importância de orientar os estudantes a evitar movimentos de agachamento durante os saltos, uma vez que essa ação era interpretada pelo sistema como o comando de agachar.

A estratégia de avaliação adotada contemplou aspectos pedagógicos e de usabilidade, conforme recomendado por Oliveira et al. (2019). A compreensão dos conceitos foi analisada por meio da roda de conversa realizada após a atividade, enquanto aspectos relacionados à interação dos estudantes com o sistema foram observados durante sua utilização. Entretanto, os resultados devem ser interpretados considerando algumas limitações. Embora a aplicação tenha fornecido evidências iniciais sobre a aceitação do jogo e seu potencial pedagógico, não foi realizada uma avaliação sistemática do impacto da intervenção no desenvolvimento do Pensamento Computacional dos estudantes. Essa limitação é recorrente em pesquisas nacionais da área (Carvalho & Braga, 2022) e está relacionada à própria carência de instrumentos amplamente consolidados e validados para mensuração da aprendizagem em Pensamento Computacional na Educação Básica, conforme apontado por Kohler e Hounsell (2025).

Por outro lado, os resultados observados corroboram estudos que destacam o potencial de jogos baseados em movimentos corporais para promover maior participação e envolvimento dos estudantes. Tais jogos, frequentemente denominados *active games* ou *exergames*, integram ativi-

dade física e interação digital, favorecendo experiências de aprendizagem mais ativas e imersivas quando comparadas às formas tradicionais de interação com sistemas computacionais (Campos & Fernández, 2016). Nesse sentido, a utilização de visão computacional e reconhecimento automático de movimentos mostrou-se promissora como estratégia para ampliar o interesse dos estudantes pelas atividades relacionadas ao Pensamento Computacional.

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 principal objetivo apoiar o desenvolvimento do Pensamento Computacional de estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental. O jogo foi concebido com base em seis dimensões complementares: aprendizagem, ludicidade, motricidade, interatividade, trabalho em equipe e infraestrutura tecnológica mínima.

Aprendizagem é contemplada pela abordagem de conceitos introdutórios de Computação, incluindo algoritmos, sequências e estruturas condicionais. A ludicidade é promovida por meio da narrativa do robô LIpE, um personagem que perdeu sua memória e necessita da ajuda dos estudantes para reaprender a executar algoritmos. Para auxiliá-lo nessa missão, os participantes devem resolver desafios que exigem raciocínio lógico e compreensão dos conceitos trabalhados.

As dimensões de motricidade e interatividade são exploradas por meio da realização de movimentos corporais que representam as ações solicitadas pelo jogo. Esses movimentos são capturados por uma webcam e analisados em tempo real utilizando técnicas de visão computacional e inteligência artificial. Dessa forma, os estudantes interagem com o sistema por meio do próprio corpo, tornando a experiência mais dinâmica e participativa.

O trabalho em equipe é incentivado pela organização da atividade em duas equipes, cujos integrantes participam alternadamente das rodadas. Em cada turno, um estudante é selecionado para executar os movimentos solicitados pelo sistema, enquanto seu desempenho contribui para a pontuação coletiva do grupo. Essa dinâmica estimula a colaboração, a cooperação e o engajamento dos participantes ao longo da atividade.

Por fim, a dimensão de infraestrutura tecnológica mínima constitui mais um diferencial da proposta. O jogo foi projetado para permitir a participação de toda a turma utilizando apenas um computador equipado com webcam e conectado a um projetor ou televisão. Essa característica favorece sua adoção em contextos escolares com recursos tecnológicos limitados, ampliando seu potencial de aplicação em escolas públicas.

A Figura 4 apresenta uma visão geral do funcionamento do LIpE. Ao iniciar o jogo, o usuário tem acesso à tela principal, composta pelas opções **Cadastro de Jogadores**, **Jogar** e **Sair**. Antes do início da partida, é necessário cadastrar os participantes. Nessa etapa, cada estudante deve posicionar-se em frente à câmera e realizar o gesto de “Positivo”, utilizado como comando

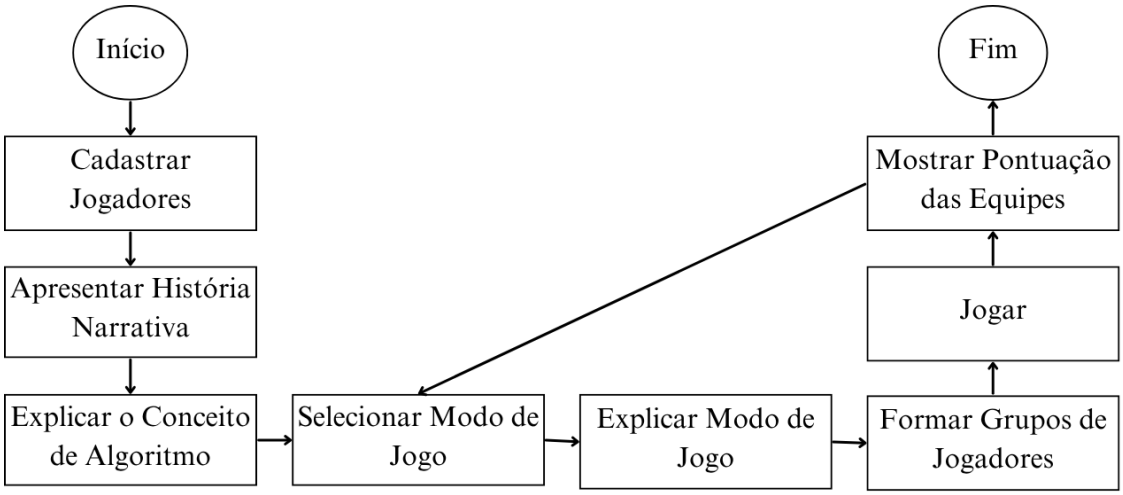


Figura 4: Visão geral do jogo. Fonte: Elaborado pelos autores.

para iniciar o processo de registro. Em seguida, são solicitadas informações básicas, como nome e idade, utilizadas para personalizar a experiência de interação. Paralelamente, o sistema captura imagens do participante para compor a base de treinamento do mecanismo de reconhecimento facial empregado durante a execução do jogo. Após o cadastro de todos os jogadores, o professor conclui essa etapa e retorna à tela inicial.

Ao selecionar a opção **Jogar**, os participantes são apresentados à narrativa do jogo e ao seu personagem principal, o robô LIpE. A história contextualiza os desafios propostos ao longo da atividade ao apresentar um robô que perdeu sua memória e necessita da ajuda dos estudantes para reaprender a executar algoritmos. Além de introduzir os objetivos da missão, essa etapa busca promover o engajamento dos participantes e estabelecer uma conexão entre a narrativa e os conceitos de Pensamento Computacional explorados pelo jogo.

Durante a introdução, são apresentados de forma lúdica e adequada à faixa etária dos estudantes conceitos fundamentais relacionados a algoritmos e à execução de instruções. As telas foram projetadas com textos curtos e linguagem acessível, favorecendo a compreensão e a participação dos alunos. A Figura 5 apresenta a tela inicial da narrativa do jogo, enquanto a Figura 6 ilustra uma das telas utilizadas para introduzir o conceito de algoritmo.

Após a introdução, os participantes devem selecionar um dos modos de jogo disponíveis: **Sequência** ou **Condição**. A partir dessa escolha, o sistema inicia o treinamento do modelo de reconhecimento facial previamente alimentado durante a etapa de cadastro. Enquanto esse processo é executado, uma tela de carregamento é exibida contendo mensagens motivacionais, curiosidades e informações relacionadas ao enredo do jogo. Após a conclusão do treinamento, são apresentadas instruções específicas sobre o modo selecionado e a dinâmica da atividade.

Em seguida, o sistema organiza automaticamente os participantes em duas equipes e define a ordem de participação dos jogadores. Para cada rodada, um estudante é selecionado e recebe uma sequência de movimentos gerada pelo sistema. Antes do início da atividade, é realizada uma verificação automática para garantir que o participante esteja adequadamente posicionado na área de captura da webcam. Caso o posicionamento não seja considerado adequado, o jogo fornece orientações para seu ajuste antes do prosseguimento da partida.



Figura 5: Tela de apresentação da narrativa do jogo. Fonte: Elaborado pelos autores.

Uma vez validado o posicionamento do jogador, o sistema registra pontos de referência corporais que serão utilizados na identificação dos movimentos. As ações de pular e agachar são reconhecidas a partir das variações verticais observadas na posição dos ombros, enquanto os movimentos relacionados às mãos direita e esquerda são identificados por meio da análise da posição das mãos em relação ao rosto do participante. Esses procedimentos permitem que os movimentos sejam reconhecidos e avaliados em tempo real durante a execução da atividade.

Após a calibração, os movimentos sorteados são apresentados na tela para que o participante os memorize. Em seguida, o estudante deve reproduzi-los na ordem correta, respeitando as regras do modo de jogo selecionado. Quando a sequência é executada corretamente, a equipe recebe a pontuação correspondente; caso contrário, o participante é eliminado da partida. Ao final de cada rodada, apenas os jogadores que obtiveram sucesso avançam para a fase seguinte, na qual novos movimentos são adicionados à sequência, aumentando progressivamente o nível de dificuldade.

Essa mecânica de progressão gradual estimula a memorização, a atenção e o raciocínio lógico, ao mesmo tempo em que reforça os conceitos de algoritmos trabalhados pelo jogo. A partida é encerrada quando todos os participantes de uma ou de ambas as equipes são eliminados. As próximas subseções apresentam em detalhes as características e regras de cada modo de jogo.

5.2 Modo Sequência

O modo Sequência foi concebido para explorar o conceito de sequência lógica de instruções, um dos fundamentos da construção de algoritmos. Nesse modo, o sistema gera uma sequência de

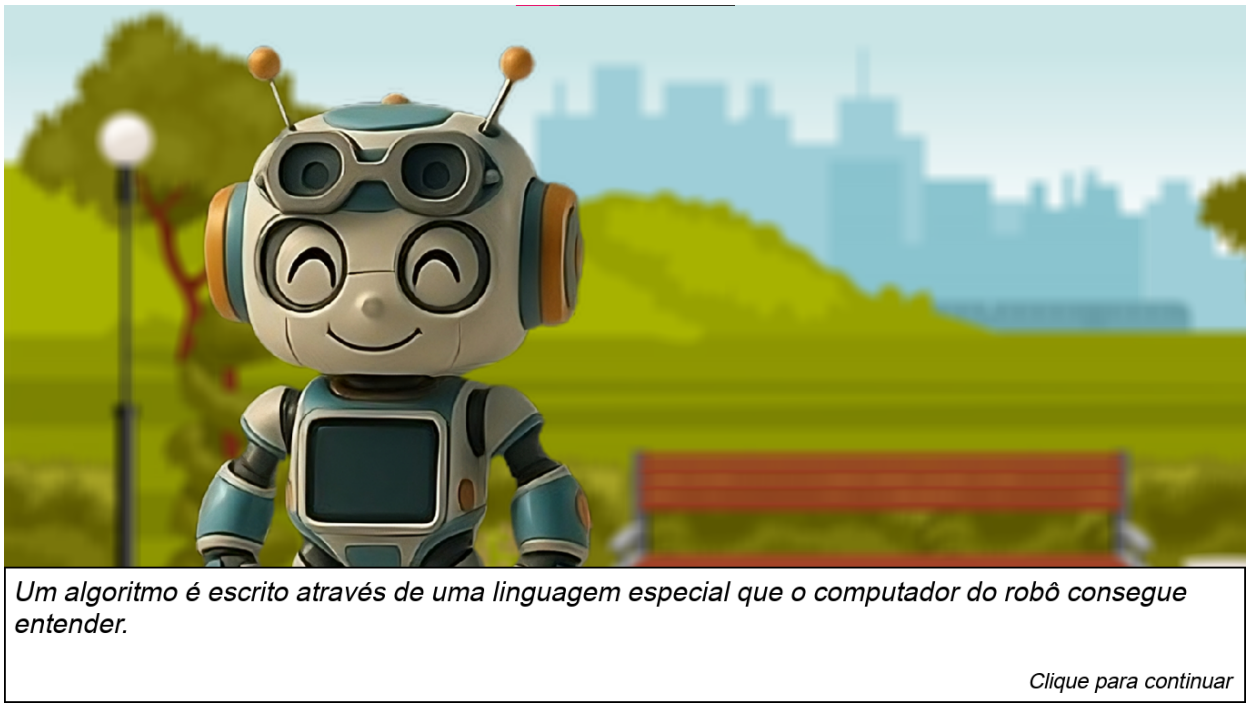


Figura 6: Tela de explicação do conceito de algoritmo. Fonte: Elaborado pelos autores.

movimentos e a apresenta ao jogador, que deve observá-la e memorizar a ordem em que as ações são exibidas.

Após a apresentação da sequência, o participante deve reproduzir os movimentos exatamente na mesma ordem. O sistema analisa cada ação em tempo real e verifica sua correspondência com a sequência proposta. Caso todos os movimentos sejam executados corretamente, o jogador permanece na partida e sua equipe acumula pontos. Em contrapartida, a execução incorreta de um movimento ou a alteração da ordem esperada resulta na eliminação do participante.

A cada nova fase, um movimento adicional é incorporado à sequência, aumentando gradativamente o nível de dificuldade e exigindo maior atenção, memória e capacidade de seguir instruções ordenadas. Dessa forma, o modo contribui para a compreensão prática de que algoritmos dependem da execução correta e sequencial de suas instruções. A Figura 7 apresenta uma situação em que o participante executou corretamente o primeiro movimento e o sistema aguarda a realização da próxima ação da sequência.

5.3 Modo Condição

O modo Condição foi desenvolvido com o objetivo de introduzir o conceito de estruturas condicionais por meio da associação entre cores e movimentos. Inicialmente, o sistema apresenta aos participantes uma legenda que relaciona cada cor a um movimento específico. Por exemplo, uma determinada cor pode estar associada ao movimento de levantar a mão esquerda, enquanto outra pode representar o movimento de pular. Dessa forma, os estudantes precisam compreender e memorizar as associações estabelecidas antes do início da partida.

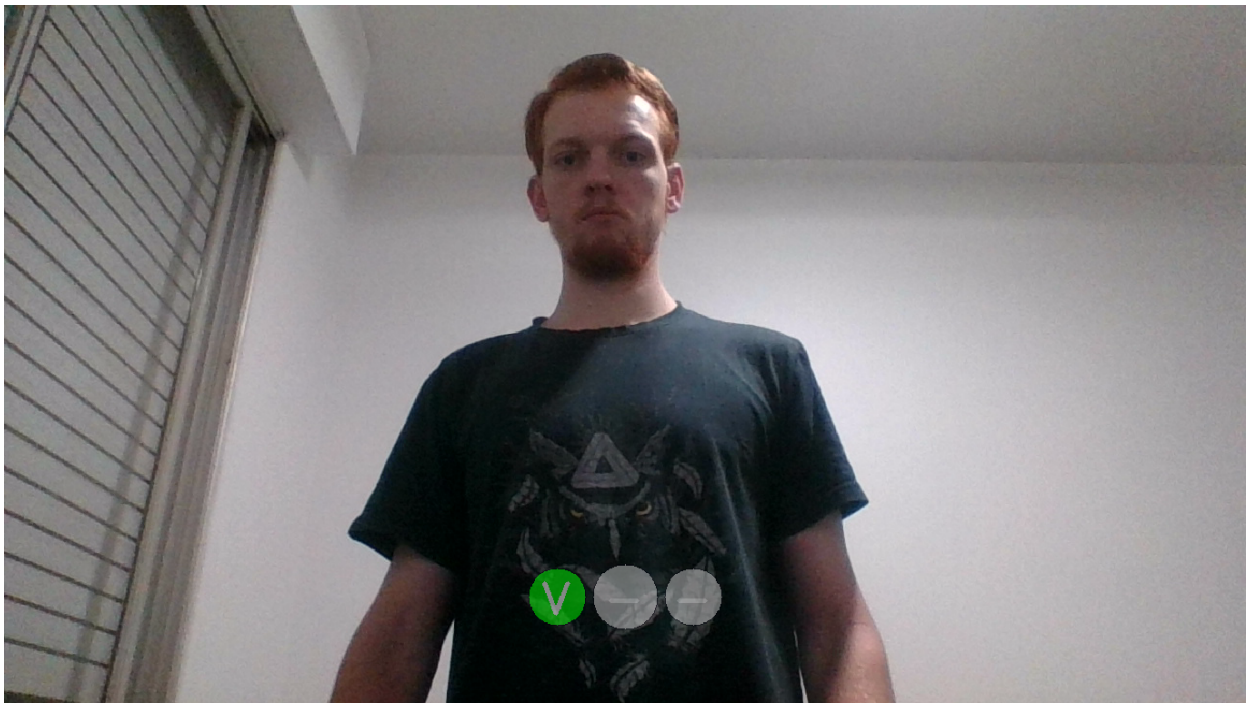


Figura 7: Exemplo de tela do modo sequência. Fonte: Elaborado pelos autores.

Durante cada rodada, o sistema exibe uma sequência de cores que deve ser observada e memorizada pelo participante. Em seguida, o jogador deve interpretar cada cor apresentada e executar o movimento correspondente, respeitando a ordem da sequência exibida. Assim, a realização correta da atividade depende não apenas da memorização da sequência, mas também da capacidade de associar corretamente cada cor ao movimento previamente definido.

O sistema analisa automaticamente os movimentos executados e verifica sua correspondência com a sequência esperada. Caso todas as ações sejam realizadas corretamente, o participante permanece na partida e sua equipe acumula pontos. Em contrapartida, a execução incorreta de qualquer movimento resulta na eliminação do jogador.

A cada nova fase, uma nova cor é adicionada à sequência, aumentando progressivamente o nível de dificuldade e exigindo maior atenção, memória e raciocínio dos participantes. Sob a perspectiva do Pensamento Computacional, essa dinâmica estimula simultaneamente a memória sequencial, a associação simbólica e a compreensão de estruturas condicionais. A associação entre cores e movimentos estabelece regras que precisam ser interpretadas pelos estudantes durante a execução da atividade, reproduzindo uma lógica semelhante a instruções condicionais do tipo: "se a cor exibida for azul, então execute o movimento de levantar a mão direita". Dessa forma, os participantes precisam tomar decisões com base em condições previamente definidas, aproximando-se dos princípios utilizados na construção de algoritmos. A Figura 8 apresenta um exemplo em que a cor vermelha está associada ao movimento de levantar a mão esquerda.



Figura 8: Exemplo de tela do modo condição. Fonte: Elaborado pelos autores.

6 Conclusão

O presente artigo apresentou o desenvolvimento e a avaliação do LIpE 1.0, um jogo digital educacional concebido para apoiar o ensino do PC nos anos iniciais do Ensino Fundamental. A proposta foi desenvolvida considerando aspectos de aprendizagem, ludicidade, motricidade, interatividade, trabalho em equipe e infraestrutura tecnológica mínima, buscando oferecer uma alternativa para a inserção do Pensamento Computacional no contexto escolar.

O jogo integra conceitos introdutórios de Computação, como algoritmos, sequências e estruturas condicionais, a uma dinâmica baseada em movimentos corporais reconhecidos por técnicas de visão computacional e inteligência artificial. Além disso, sua arquitetura permite que toda a turma participe da atividade utilizando apenas um computador equipado com webcam e conectado a um projetor ou televisão, característica particularmente relevante para escolas com recursos tecnológicos limitados.

Os resultados obtidos indicam a viabilidade técnica da proposta, com taxas de acerto de 85% no reconhecimento facial e de 100% na identificação dos movimentos utilizados pelo jogo. A avaliação realizada por uma especialista da área da Educação contribuiu para o aprimoramento da interface e das mecânicas da aplicação, enquanto a aplicação junto a uma turma do 4º ano do Ensino Fundamental evidenciou engajamento dos estudantes e compreensão dos conceitos trabalhados durante a atividade. Além disso, a experiência permitiu identificar oportunidades de melhoria relacionadas tanto ao sistema quanto à estratégia de aplicação em sala de aula.

Apesar dos resultados promissores, o trabalho apresenta limitações. A principal delas refere-se à ausência de uma avaliação sistemática do impacto do jogo no desenvolvimento do Pensamento Computacional dos estudantes, aspecto que permanece como um desafio recorrente na literatura da área. Dessa forma, os resultados apresentados devem ser interpretados como evidências iniciais de aceitação, usabilidade e potencial pedagógico da solução proposta.

Como trabalhos futuros, pretende-se implementar novos modos de jogo, incluindo atividades voltadas ao ensino de estruturas de repetição, bem como aprimorar os mecanismos de reconhecimento facial e de detecção de movimentos. Também estão previstas novas aplicações em diferentes contextos educacionais, envolvendo um número maior de participantes e instrumentos mais estruturados de avaliação da aprendizagem, de modo a investigar de forma mais aprofundada a contribuição do LIpE para o desenvolvimento do Pensamento Computacional. Adicionalmente, pretende-se realizar o registro dos direitos autorais do jogo e explorar sua adaptação para outros públicos, ampliando suas possibilidades de utilização.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS).

Referências

Almeida, J. L. F. (2019). *Diretrizes para o design de jogos sérios educativos com foco na satisfação do jogador* [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal da Paraíba. [GS Search].

Avila, C., Cavalheiro, S., Bordini, A., Marques, M., Cardoso, M., & Feijo, G. (2017). Metodologias de Avaliação do Pensamento Computacional: uma revisão sistemática. *Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 113–122. https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2017.113 [GS Search].

Balasubramanian, N., & Wilson, B. G. (2006). Games and simulations. *Society for Information Technology and Teacher Education International Conference*. https://www.researchgate.net/publication/228979011_Games_and_simulations

Barros, T. T., Reategui, E. B., Meira, R. R., & Teixeira, A. C. (2018). Avaliando a Formação de Professores no Contexto do Pensamento Computacional. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, *16*(2), 556–565. https://doi.org/10.22456/1679-1916.89274 [GS Search].

Bell, T., Alexander, J., Freeman, I., & Grimley, M. (2009). Computer Science Unplugged: school students doing real computing without computers. *The New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology*, *13*(1), 20–29. [GS Search].

Brackmann, C. P. (2017). *Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de Atividades Desplugadas na Educação Básica* [Tese de Doutorado]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Brasil. (2023). Política Nacional de Educação Digital [Último acesso em 07/06/2026]. https://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-14.533-de-11-de-janeiro-de-2023-457334986

Campos, C. M., & Fernández, H. D. C. (2016). The Benefits of Active Video Games for Educational and Physical Activity Approaches: A Systematic Review. *Journal of New Approaches in Educational Research*, *5*(2), 115–122. [GS Search].

Caratti, R. L., & Vasconcelos, F. H. L. (2023). Reflexões sobre a integração do pensamento computacional às práticas de sala de aula: desafios à formação de professores. *Revista Educar Mais*, *7*, 836–847. https://doi.org/10.15536/reducarmais.7.2023.3416 [GS Search].

Carvalho, F., & Braga, M. (2022). Pensamento Computacional na Educação Brasileira: um olhar segundo artigos do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, *30*, 237–261. https://doi.org/10.5753/rbie.2022.2649 [GS Search].

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

Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2015). *Computational thinking – a guide for teachers* (Project Report). Computing at School. https://eprints.soton.ac.uk/424545/ [GS Search].

Dutra, T., Maschio, E., & Gasparini, I. (2023). 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*, *31*, 659–690. https://doi.org/10.5753/rbie.2023.3330 [GS Search].

Dutra, T. C., Felipe, D., Gasparini, I., & Maschio, E. (2021). A Systematic Mapping of Guidelines for the Development of Accessible Digital Games to People with Disabilities. Em M. Antona & C. Stephanidis (Ed.), *Universal Access in Human-Computer Interaction. Design Methods and User Experience* (pp. 53–70). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78092-0_4 [GS Search].

Galitz, W. O. (2007). *The essential guide to user interface design: an introduction to GUI design principles and techniques* (3ª ed.). Wiley Publishing Inc. [GS Search].

GitHub. (2026). Sobre o GitHub e o Git [Último acesso em 09/06/2026]. https://docs.github.com/pt/get-started/start-your-journey/about-github-and-git

Google AI. (2026). MediaPipe [Último acesso em 09/06/2026]. https://ai.google.dev/edge/mediapipe

Kohler, L. P. A., & Hounsell, M. S. (2025). Avaliação do aprendizado do Pensamento Computacional: um Mapeamento Sistemático da Literatura. *Anais do XXXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 1332–1347. https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/download/38506/38280 [GS Search].

Kolyniak Filho, C. (2010). Motricidade e aprendizagem: algumas implicações para a educação escolar. *Construção Psicopedagógica*, *18*(17), 53–66. http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cp/v18n17/v18n17a05.pdf [GS Search].

Leite, P. S., & Mendonça, V. G. (2013). Diretrizes para game design de jogos educacionais. *Proceedings of SBGames, Art & Design Track*, 132–141. [GS Search].

Machado, K. K., & Dutra, A. (2023). Desenvolvimento do Pensamento Computacional: do preconizado pela BNCC à formação dos professores da Educação Básica. *Revista Diálogo Educacional*, *23*(77), 945–956. https://doi.org/10.7213/1981-416X.23.077.AO09 [GS Search].

Marcondes, R. M. S. T., & Ferrete, A. A. S. S. (2020). Tecnologia digital de informação e comunicação e metodologias ativas na personalização do ensino de redação. *Humanidades & Inovação*, *7*(6), 207–220. [GS Search].

MEC. (2022). Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à BNCC [Último acesso em 07/06/2026]. https://www.gov.br/mec/pt-br/escolas-conectadas/BNCCComputaoCompletodiagramado.pdf

Okan, Z. (2003). Edutainment: Is learning at risk? *British Journal of Educational Technology*, *34*(3), 255–264. https://doi.org/10.1111/1467-8535.00325 [GS Search].

Oliveira, R. N. R., Belarmino, G. D., Rodriguez, C., Oliveira Junior, A. P., & Rocha, R. V. (2019). Avaliações em Jogos Educacionais: instrumentos de avaliação da reação, aprendizagem e comparação de jogos. *Anais do XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 972–981. https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2019.972 [GS Search].

OpenCV Team. (2026). OpenCV [Último acesso em 09/06/2026]. https://opencv.org

Paz, L. A. S. C. (2017). O pensamento computacional e a formação continuada de professores: uma experiência com as TICs. *Revista on line de Política e Gestão Educacional*, *21*(esp. 3), 1655–1677. https://doi.org/10.22633/rpge.v21.n.esp3.2017.10095 [GS Search].

Prates, J. M., Valle, P. H. D., Melo, S. M., & Santos, G. K. M. (2023). Inserção do pensamento computacional em alunos do ensino fundamental e médio. *BARBAQUÁ*, *5*(9), 70–84. https://doi.org/10.61389/bbq.v5i9.7231 [GS Search].

Prieto, L. M., Trevisan, M. d. C. B., Danezi, M. I., & Falkembach, G. M. (2005). Uso das tecnologias digitais em atividades didáticas nas séries iniciais. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, *3*(1). https://doi.org/10.22456/1679-1916.13934 [GS Search].

Pygame. (2026). About Pygame [Último acesso em 09/06/2026]. https://www.pygame.org/wiki/about

Santos, G. A., & Oliveira, R. M. R. (2025). Robótica Educacional e Pensamento Computacional: Uma Abordagem Prática no Ensino Fundamental. *Anais do Simpósio Brasileiro de Computação na Educação Básica (SBC-EB)*, 118–122. [GS Search].

Sociedade Brasileira de Computação. (2019). *Diretrizes da Sociedade Brasileira de Computação para o Ensino de Computação na Educação Básica* [Último acesso em 09/06/2026]. https://books-sol.sbc.org.br/index.php/sbc/catalog/view/60/263/505

Sommerville, I. (2011). *Engenharia de Software* (9ª ed.). Pearson Education do Brasil.

Tavares, T., Marques, S., & Cruz, M. (2021). Plugando o Desplugado para Ensino de Computação na Escola Durante a Pandemia do Sars-CoV-2. *Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, 263–271. https://doi.org/10.5753/educomp.2021.14493 [GS Search].

Tsai, C.-Y., & Lai, Y.-C. (2022). Design and Validation of an Augmented Reality Teaching System for Primary Logic Programming Education. *Sensors*, *22*(1), 389. https://doi.org/10.3390/s22010389 [GS Search].

Valenza, M. V., Hounsell, M. d. S., Gasparini, I., et al. (2018). Guidelines para game design de jogos sérios para crianças. *Proceedings of Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment (SBGames)*. [GS Search].

Wing, J. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, *366*, 3717–3725. https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118 [GS Search].

Wing, J. (2021). Pensamento computacional. *Educação e Matemática*, (162), 2–4. [GS Search].

Yamashita, V., Ferreira, M., Lauschner, L., Nunes, E., Quintela, B., & Oliveira, A. (2023). Pensamento Computacional e Jogos Digitais: Possibilidades para despertar a motivação das meninas para o estudo de programação no ensino superior. *Anais do II Workshop de Pensamento Computacional e Inclusão*, 117–126. https://doi.org/10.5753/wpci.2023.236180 [GS Search].

Zhang, A. (2026). SpeechRecognition [Último acesso em 09/06/2026]. https://pypi.org/project/SpeechRecognition/