

Detetive Lógico: um jogo sério investigativo para apoiar o ensino de Lógica em Matemática Discreta

Luiza M. D. Schirmer^{1,2}, Flavia Brenda^{1,3}, Alyson S. Silva^{1,2},
Osvaldo Viana Junior^{1,3}

¹Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas (EST/UEA)
Av. Darcy Vargas 1200 – 69050-020 – Manaus – AM – Brazil

²Laboratório do Grupo de Pesquisa CESIBIOLAB da (EST/UEA)
Av. Darcy Vargas 1200 – 69050-020 – Manaus – AM – Brazil

³ThinkTed Lab – Universidade do Estado do Amazonas (EST/UEA)
Manaus - AM - Brasil

{lmds.lic23, fbrdl.lic21, ass.lic23, ojunior}@uea.edu.br

Abstract. *In the early stages of Computer Science programs, Discrete Mathematics covers fundamental topics such as Propositional Logic, which contributes to the development of logical reasoning and abstraction skills. However, its formal and symbolic concepts may pose learning challenges. In this context, this article presents Detetive Lógico, a serious game designed to support the teaching and learning of Propositional Logic in Discrete Mathematics. The game adopts an investigative approach in which students solve a case by applying concepts related to propositions, logical connectives, and truth tables. The game was evaluated with students using a questionnaire based on the MEEGA+ model to assess relevance, perceived learning, and confidence.*

Resumo. *Nos anos iniciais dos cursos de Computação, a Matemática Discreta aborda conteúdos fundamentais, como a Lógica Proposicional, que contribui para o raciocínio lógico e a abstração. Contudo, seus conceitos formais e simbólicos podem representar desafios de aprendizagem. Nesse contexto, este artigo apresenta o Detetive Lógico, um jogo sério para apoiar o ensino de Lógica Proposicional em Matemática Discreta. A proposta utiliza uma abordagem investigativa, em que o estudante resolve um caso por meio de proposições, conectivos lógicos e tabelas-verdade. A validação foi realizada com estudantes, com base em questionário derivado do modelo MEEGA+, para avaliar relevância, percepção de aprendizagem e confiança.*

1. Introdução

A formação em Computação exige o desenvolvimento de competências lógico-matemáticas que sustentam a compreensão de conceitos abstratos, a resolução de problemas e a construção do raciocínio formal. Diante desse cenário, a Matemática Discreta (MD) ocupa uma posição estruturante nos currículos da área, por reunir conceitos e métodos de raciocínio que constituem a base da Ciência da Computação [Liu and Castellana 2020]. Entre seus tópicos, a lógica proposicional contribui diretamente para a análise de argumentos, a formalização de condições e o desenvolvimento de habilidades essenciais à programação e ao raciocínio matemático [Mayer and Baraniuk 2025].

Apesar de sua relevância, trata-se de uma disciplina introdutória considerada desafiadora, sobretudo para estudantes ingressantes ainda pouco familiarizados com o estudo de proposições, conectivos, inferências e tabelas-verdade, elementos essenciais à resolução de problemas em diversos domínios [Fehér et al. 2023]. A essas dificuldades soma-se a abstração, habilidade central na resolução de problemas computacionais, relevante para a disciplina [Mirolo et al. 2022].

Sob essa perspectiva, torna-se relevante investigar estratégias educacionais que promovam a aprendizagem ativa. Abordagens baseadas em jogos sérios têm sido discutidas na literatura como alternativas para promover experiências interativas e contextualizadas, com potencial para ampliar o engajamento dos estudantes e apoiar a aprendizagem de conteúdos complexos e abstratos, desde que articuladas aos objetivos pedagógicos e ao conteúdo trabalhado [Tene et al. 2025, Ding and Yu 2024].

Nesse cenário, o Pensamento Computacional (PC) também se mostra relevante, por envolver habilidades como decomposição, abstração, reconhecimento de padrões e pensamento algorítmico. Essas competências dialogam diretamente com a MD, ao favorecerem a organização do raciocínio e a análise sistemática de problemas. Além disso, estudos apontam que jogos e recursos interativos podem contribuir para o desenvolvimento do PC no ensino de computação [Diniz et al. 2022, Aragão et al. 2023].

Diante disso, este artigo apresenta o jogo sério **Detetive Lógico**, desenvolvido com o propósito de apoiar o ensino de Lógica Proposicional na disciplina de MD, em cursos de computação. A proposta busca favorecer a compreensão de conceitos lógico-formais por meio de uma experiência investigativa, interativa e contextualizada por uma narrativa fictícia. A avaliação do jogo foi realizada com estudantes de computação, por meio de um instrumento baseado no modelo MEEGA+.

Este artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 traz a fundamentação teórica e pedagógica do jogo; a Seção 3 relata os trabalhos relacionados; a Seção 4 detalha a metodologia aplicada à pesquisa; a Seção 5 descreve o desenvolvimento do jogo; e a Seção 6 discute os resultados das avaliações do estudo de caso; por fim, a Seção 7 reúne as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica e Pedagógica

Nesta seção, apresentam-se os fundamentos teóricos e pedagógicos que sustentam esta pesquisa e auxiliam na compreensão da proposta desenvolvida.

2.1. Pensamento Computacional e Ensino de Matemática Discreta

O PC pode ser compreendido como uma estratégia de raciocínio voltada à resolução de problemas, à projeção de sistemas e à compreensão de comportamentos, a partir de conceitos fundamentais da Computação, com destaque para os processos de abstração e organização lógica do pensamento [Wing 2006]. Essa perspectiva aproxima-se de demandas presentes no ensino da disciplina de MD, área que envolve conteúdos simbólicos e abstratos, como Lógica Proposicional, relações, conjuntos e estruturas de raciocínio.

Nesse contexto, pesquisas indicam que a articulação entre PC e os conteúdos de MD pode contribuir para a compreensão dos conceitos abordados, especialmente em atividades voltadas à resolução de problemas [Cordenonzi et al. 2021]. Assim, a integração

entre PC e MD mostra-se relevante para propostas educacionais que buscam apoiar a aprendizagem de conteúdos abstratos por meio de estratégias que favoreçam análise, decomposição, abstração e raciocínio lógico.

2.2. Jogos Sérios Aplicados ao Ensino de Computação

Jogos sérios são desenvolvidos com finalidades que vão além do entretenimento e têm aplicação em contextos como educação, treinamento e desenvolvimento de habilidades. Configuram-se como uma forma de integrar objetivos instrucionais a elementos próprios dos jogos digitais, como desafios, regras, interação e narrativa [Michael and Chen 2006]. Sua construção também deve considerar o equilíbrio entre os aspectos pedagógicos e os elementos de jogabilidade, com atenção ao conteúdo, *feedback*, progressão e mecanismos de acompanhamento da aprendizagem [Rocha 2017].

No contexto do ensino de computação, o uso de jogos sérios e educacionais tem se tornado cada vez mais frequente, principalmente nas áreas de Lógica de Programação e Engenharia de Software [Genesio et al. 2024, Luccas et al. 2025]. Esse crescimento está associado à possibilidade de representar conteúdos abstratos por meio de experiências interativas, desafios contextualizados, simulações e ambientes digitais que favorecem o engajamento dos estudantes [Ullah et al. 2022].

3. Trabalhos Relacionados

Esta seção apresenta os trabalhos relacionados ao ensino de Lógica Proposicional, com foco em instrumentos, aplicativos e jogos educacionais voltados à aprendizagem de MD e à construção de tabelas-verdade. A busca considerou publicações dos últimos cinco anos que investigam recursos digitais destinados ao apoio da aprendizagem desse conteúdo.

LogiCraft é um *framework* que utiliza elementos de jogos para transformar conceitos abstratos em experiências práticas e interativas, com o objetivo de favorecer o desenvolvimento do raciocínio lógico, do PC e da aprendizagem colaborativa [Dobler et al. 2025]. De forma semelhante, [Mourão et al. 2025] relata uma experiência com um instrumento lúdico desplugado para a aprendizagem de conceitos da MD, com ênfase em estratégias baseadas no PC e em atividades relacionadas às tabelas-verdade.

O aplicativo educacional denominado TRUEBLE auxilia na construção de tabelas-verdade e permite que os estudantes pratiquem a resolução de problemas com *feedback* imediato, o que contribui para a identificação de erros e para a compreensão dos conceitos [Moura et al. 2024]. Em continuidade a essa proposta, [Moura et al. 2025] apresenta a ferramenta Construir Tabelas, integrada ao ambiente TRUEBLE, voltada ao ensino de Lógica Proposicional por meio da construção manual de tabelas-verdade com suporte à validação das respostas. Ambos os trabalhos indicam uma percepção positiva dos estudantes quanto ao uso dessas ferramentas, especialmente pela possibilidade de prática em ambiente digital com *feedback* imediato.

Outra proposta relacionada é o Boolace [Souza et al. 2022], um jogo-curso desenvolvido para apoiar o ensino e a aprendizagem de Lógica Proposicional, especialmente no contexto da programação. O jogo é ambientado no Reino de Lovelace e propõe uma experiência lúdica em que o estudante interage com conteúdos de lógica por meio de uma narrativa educacional, níveis de complexidade crescente e desafios relacionados à construção do raciocínio lógico.

Tabela 1. Comparação entre trabalhos relacionados ao Detetive Lógico

Trabalho	Tipo de recurso	Lógica Prop.	Tabela-verdade	Feedback	PC	Narrativa
LogiCraft [Dobler et al. 2025]	Framework Desplugado	Sim	Parcial	Parcial	Sim	Não
Instrumento Lúdico [Mourão et al. 2025]	Jogo Educacional Desplugado	Sim	Sim	Parcial	Sim	Não
TRUEBLE [Moura et al. 2024]	Aplicativo educacional	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Construir Tabelas [Moura et al. 2025]	Aplicativo educacional	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Boolace [Souza et al. 2022]	Jogo Educacional	Sim	Parcial	Parcial	Parcial	Sim
Detetive Lógico	Jogo Sérió	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Elaborado pelos autores. (2026)

Conforme apresentado na tabela 1, os trabalhos analisados evidenciam o potencial de ferramentas digitais, jogos e instrumentos lúdicos para apoiar o ensino de Lógica Proposicional e de MD. No entanto, observa-se que essas propostas tendem a se concentrar em aspectos específicos, como a prática guiada de conceitos lógicos, a construção de tabelas-verdade ou a introdução de elementos narrativos de forma mais geral. Nesse sentido, o Detetive Lógico se diferencia por integrar, em um jogo sério digital, uma narrativa investigativa diretamente associada à resolução de problemas lógicos, na qual o estudante analisa pistas, interpreta proposições, constrói tabelas-verdade e toma decisões para solucionar um caso.

4. Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza aplicada, com abordagem híbrida (quali-quanti), voltado à investigação do uso de uma solução educacional no apoio ao processo de ensino e aprendizagem em MD. O percurso metodológico adotado compreende o desenvolvimento, a aplicação e a avaliação de um jogo sério. A aplicação e a avaliação foram conduzidas em ambiente controlado de sala de aula, com o objetivo de analisar a percepção dos estudantes sobre o jogo e sua contribuição para o estudo de conteúdos de Lógica Proposicional.

O desenvolvimento deste trabalho foi orientado pelos princípios do Design Thinking [Brown 2008], abordagem centrada no usuário cuja aplicação ao projeto de jogos sérios tem sido investigada na literatura [Rosal et al. 2022]. O processo foi estruturado em cinco etapas principais: (i) empatia, realizada por meio da aplicação de um formulário a 18 estudantes de cursos de Computação da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), matriculados na disciplina de MD no período da aplicação do formulário, com o objetivo de identificar suas principais dificuldades no estudo de Lógica Proposicional; (ii) definição, etapa em que foram delimitados os conteúdos e os problemas de aprendizagem a serem abordados pela solução educacional; (iii) ideação, voltada à escolha do estilo do jogo, à construção da narrativa e à definição da mecânica principal; (iv) prototipação e desenvolvimento da ferramenta; e (v) teste e avaliação, etapa em que o jogo foi aplicado com 27 estudantes e a avaliação foi realizada por meio de um instrumento baseado no modelo MEEGA+, com escala Likert de cinco pontos. Essas etapas são descritas detalhadamente na Seção 5 deste artigo.

4.1. Cuidados Éticos

Declara-se que pesquisas de opinião pública com participantes não identificados (Inciso I) e pesquisa que objetiva o aprofundamento teórico de situações que emergem espontânea e contingencialmente na prática profissional, desde que não revelem dados que possam identificar o sujeito (Inciso VII) são dispensadas de CEP/CONEP, consideradas como

exceções da Resolução CNS 510/2016. É importante destacar que a atividade foi realizada em ambiente controlado, no qual se apurou a opinião dos participantes sem identificá-los.

5. Detetive Lógico

5.1. Empatia e Levantamento de Requisitos

Na etapa de levantamento de requisitos, foi elaborado e aplicado um formulário por meio do Google Forms com 18 estudantes dos cursos de Computação da UEA. O instrumento¹ foi composto por questões de múltipla escolha e respostas abertas, organizadas em três seções, com o objetivo de compreender o perfil dos estudantes, suas dificuldades em MD e suas percepções sobre o uso de recursos digitais no processo de aprendizagem.

A primeira seção investigou o perfil dos participantes, considerou o curso de origem, situação em relação à disciplina de MD e histórico de reprovação. A segunda seção buscou identificar as principais dificuldades de aprendizagem, a percepção sobre a disciplina, os conteúdos mais desafiadores, as estratégias de estudo utilizadas e os fatores que dificultam a estudo. A terceira seção abordou aspectos específicos da Lógica Proposicional e da construção de tabelas-verdade e investigou a autonomia dos estudantes, os erros mais frequentes e a receptividade ao uso de ferramentas digitais, aplicativos e jogos educacionais.

Entre os estudantes participantes, 17 declararam estar cursando ou já ter cursado a disciplina de Matemática Discreta, enquanto apenas 1 afirmou não ter tido contato prévio com a disciplina. Entre os estudantes com experiência na disciplina, 12 relataram reprovação anterior, o que representa aproximadamente 70,6% desse grupo. Quanto à percepção de dificuldade, 12 participantes classificaram a disciplina como difícil ou muito difícil, ao passo que 6 a consideraram de dificuldade média ou muito fácil. Além disso, 10 estudantes indicaram Lógica Proposicional e tabelas-verdade como os conteúdos de maior dificuldade.



Figura 1. Persona - Estudante de Matemática Discreta.

¹O instrumento completo utilizado no levantamento de requisitos está disponível em: <https://anonymous.4open.science/r/Instrumento-de-coleta/>

Com base nesses dados, foi elaborada uma persona representativa do público-alvo do jogo, apresentada na figura 1. Segundo [Pruitt and Adlin 2006], as personas consistem em representações de usuários construídas para compreender as necessidades, objetivos e comportamentos do público-alvo ao longo do processo de design. Assim, foi possível delinear o perfil dos estudantes e destacar dificuldades relacionadas à abstração, interpretação de problemas e compreensão inicial dos conectivos lógicos, além do interesse por abordagens ativas, interativas e apoiadas por recursos digitais e jogos educacionais.

5.2. Concepção e ideação do jogo

A etapa de ideação teve como objetivo definir a proposta inicial do jogo, que abrangeu seu gênero, sua mecânica principal e sua abordagem narrativa. Com base nesses critérios, optou-se pelo formato *Point-and-Click*, estilo no qual a interação do jogador ocorre predominantemente por meio de cliques em elementos da interface. Essa escolha mostrou-se adequada à proposta de um jogo investigativo, pois favorece a exploração de cenários, a coleta de pistas e a interação com personagens. A concepção narrativa foi inspirada em jogos de investigação, como *Criminal Case*², que apresentam casos a serem solucionados por meio da análise de evidências e da progressão por etapas investigativas.

A ideia de transformar conteúdos de Lógica Proposicional em uma trama investigativa surgiu da possibilidade de relacionar proposições, conectivos lógicos e tabelas-verdade à interpretação de falas, à verificação de contradições e à tomada de decisões durante a investigação. Desse modo, conceitos formais e abstratos passaram a ser apresentados em um contexto narrativo, no qual o estudante assume o papel de detetive e utiliza o raciocínio lógico para avançar na resolução do caso.

A partir dessa concepção, foi elaborada a narrativa central do jogo, descrita da seguinte forma: "Nexum Data Solutions é uma empresa fictícia de tecnologia especializada em segurança da informação. Nesse contexto, ocorre o roubo do Módulo Atlas, um dispositivo criptográfico que contém o protótipo de um algoritmo de detecção de fraudes bancárias, poucos dias antes de sua apresentação a investidores. O jogador assume o papel do **Detetive Lógico**, convocado para investigar o caso, e deve reconstruir os acontecimentos da noite do crime com base nos depoimentos de seis suspeitos, todos com acesso ao prédio e com motivações plausíveis para o crime."

A definição desses elementos orientou as etapas subsequentes do projeto, descritas na próxima subseção, que abrange a elaboração do *Game Design Document* (GDD), o desenho das telas, a construção dos personagens e o desenvolvimento do código.

5.3. Design e Desenvolvimento do Jogo Séri

Após a definição da concepção inicial e da narrativa do jogo, iniciou-se a etapa de design, responsável por organizar os elementos pedagógicos, narrativos e técnicos da proposta. Para isso, foi elaborado o GDD, documento utilizado para sistematizar as principais decisões do projeto, como objetivos educacionais, conteúdos abordados, mecânicas de interação, personagens, cenários, fluxo de telas e desafios lógicos. Essa documentação serviu como base para orientar o desenvolvimento do jogo e garantir maior coerência entre a proposta pedagógica e a experiência interativa planejada.

²https://www.criminalcase.com/help/pt_BR.html

Com base no GDD, foram definidos os personagens, os cenários e os principais elementos visuais que compõem o jogo. Nessa etapa, também foram elaborados os desenhos das telas, com o objetivo de representar a organização da interface, o fluxo de navegação e a disposição dos elementos interativos. Esse processo contemplou diferentes níveis de prototipação, desde uma versão inicial, voltada à definição da estrutura básica da aplicação, até versões mais refinadas, próximas da interface final.

A construção dos elementos visuais do jogo considerou a necessidade de representar os suspeitos, os ambientes investigativos e os elementos narrativos relacionados ao caso. Para apoiar essa etapa, foram utilizados recursos de inteligência artificial generativa na produção dos *sprites* dos personagens e dos cenários, conforme discutido por [Pires et al. 2026], que investigam o uso de modelos generativos na criação de elementos visuais para jogos educacionais. No processo adotado, o **ChatGPT** foi utilizado como apoio à elaboração e ao refinamento dos *prompts*, enquanto o **Gemini** foi empregado na geração de imagens. Os elementos produzidos foram posteriormente selecionados e ajustados, de modo a manter coerência com a ambientação corporativa e investigativa da narrativa, bem como com a identidade visual planejada para o jogo.

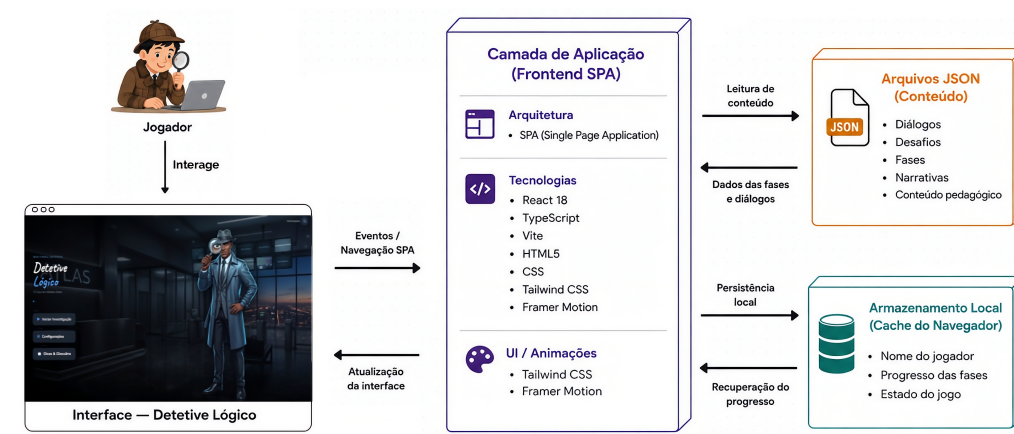


Figura 2. Arquitetura Web do jogo Detetive Lógico.

Após a definição dos elementos visuais e estruturais, iniciou-se o desenvolvimento técnico do jogo. A aplicação foi implementada como uma *Single Page Application* (SPA), conforme a arquitetura da figura 2, em TypeScript com React 18. Essa decisão atende às preferências identificadas na persona do estudante de MD, uso de recursos visuais e acesso online em dispositivos móveis. Os conteúdos pedagógicos e narrativos foram organizados em arquivos JSON, com separação entre os dados de fases, diálogos e desafios da lógica da aplicação, o que favorece a manutenção e a expansão dos conteúdos lógico-formais sem alteração do código.

5.4. Fluxo do jogo e Mecânica de Aprendizagem

Os conteúdos do jogo foram definidos a partir da organização dos tópicos de Lógica Proposicional proposta por [Gersting 2017]. A sequência contempla proposições, representações simbólicas, conectivos lógicos, conjunção, disjunção, condicional, bicondicional, negação, tautologia, equivalências tautológicas, propriedades comutativa, associativa e distributiva, elementos neutros e Leis de De Morgan. Essa estrutura orientou a divisão das 13 fases que compõem o jogo e permitiu que conteúdos fossem apresentados

de forma gradual e associados a desafios compatíveis com o nível de complexidade de cada etapa.



(a) Etapa de investigação e diálogo com personagem



(b) Etapa de desafio com tabela-verdade

Figura 3. Representação visual das telas do Detetive Lógico.

O **fluxo do jogo** é composto por cinco etapas: **(1)** entrada no cenário, na qual o jogador acessa o ambiente correspondente à fase; **(2)** investigação, imagem (a) da figura 3, na qual ocorre o diálogo com os personagens e a coleta de informações relevantes para o caso; **(3)** introdução ao conteúdo, etapa em que se apresenta uma explicação breve sobre o conteúdo de Lógica Proposicional relacionado àquela fase; **(4)** desafio, como na imagem (b) da figura 3, em que o estudante aplica o conteúdo estudado para resolver um problema de MD; e **(5)** *feedback*, no qual o sistema informa o resultado da resposta. Em caso de erro, o jogador recebe uma orientação sobre o equívoco cometido e pode refazer a atividade; em caso de acerto, uma pista é liberada e passa a compor o conjunto de evidências necessárias para a resolução do caso. Ao concluir todas as fases, o jogador reúne 13 pistas e avança para a acusação final, na qual deve analisar as informações obtidas e indicar qual dos seis personagens é o responsável pelo crime.

A **mecânica de aprendizagem** foi estruturada para articular conteúdo, narrativa e resolução de problemas. Inicialmente, o estudante é apresentado ao conceito de Lógica Proposicional previsto para a fase; em seguida, esse conteúdo é associado a uma situação-problema por meio do diálogo com um personagem, que contextualiza o conceito dentro da investigação. Após essa etapa, o jogador realiza um desafio correspondente ao conteúdo estudado, no qual deve analisar informações, identificar relações lógicas e aplicar procedimentos formais para avançar no caso. Dessa forma, cada fase mantém uma sequência didática composta por apresentação conceitual, contextualização narrativa, desafio lógico, feedback e avanço investigativo.

A relação entre a mecânica do jogo e os pilares do PC é sintetizada na tabela 2. Ao longo das fases, a decomposição ocorre quando o estudante divide o caso em pistas, depoimentos e proposições. O reconhecimento de padrões aparece na identificação de estruturas recorrentes, como conectivos e condições lógicas. A abstração é mobilizada ao representar falas e situações por expressões formais. Por fim, o algoritmo se manifesta

na sequência de passos usada para analisar proposições, construir tabelas-verdade, testar hipóteses e avançar na investigação.

Tabela 2. Pensamento Computacional no Jogo Detetive Lógico

Pilar	Descrição	Cenário no Detetive Lógico
Decomposição	Dividir um problema complexo em partes menores.	O estudante analisa depoimentos e separa falas extensas em proposições simples e identifica quais informações podem ser avaliadas como verdadeiras ou falsas.
Reconhecimento de padrões	Identificar semelhanças entre as informações.	O jogador reconhece padrões em conectivos, tabelas-verdade, álibis e contradições recorrentes nos depoimentos dos suspeitos.
Abstração	Selecionar informações relevantes e representar o problema de forma simplificada.	As falas dos personagens são representadas por variáveis lógicas, como p , q e r , permitindo transformar situações narrativas em expressões formais.
Algoritmos	Elaborar e seguir uma sequência lógica de passos para resolver um problema.	O estudante segue procedimentos sistemáticos para construir tabelas-verdade, testar hipóteses, validar proposições e avançar na investigação até a acusação final.

Fonte: Elaborado pelos autores. (2026)

5.5. Aplicação com Estudantes

A aplicação do jogo foi realizada com estudantes dos cursos de Computação da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas. O público-alvo contemplou dois perfis de participantes: estudantes que já haviam cursado a disciplina de MD e estudantes que estavam matriculados nela no período da aplicação. Ao todo, participaram 27 estudantes, sendo 16 que já haviam concluído a disciplina e 11 que a cursavam durante a realização do estudo. Desses 27 estudantes, 9 participaram da pesquisa realizada para a criação da persona.

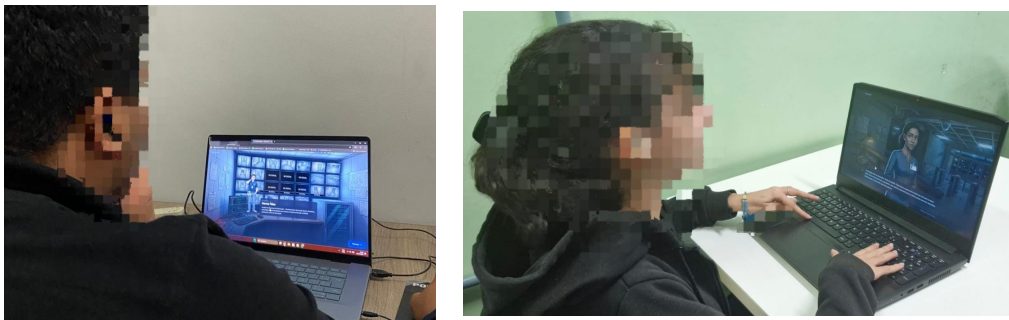


Figura 4. Registro da aplicação do jogo em sala de aula

Conforme apresentado na figura 4, a atividade foi conduzida de forma individual, em um ambiente controlado de sala de aula. Cada participante acessou a plataforma, explorou as fases do jogo e buscou solucionar o caso investigativo até a etapa final. A finalização do jogo, no entanto, não foi obrigatória, cabendo aos estudantes decidir se concluiriam ou não todas as etapas propostas. A aplicação da ferramenta teve duração aproximada de 50 minutos a 1 hora.

Durante a aplicação, os participantes foram acompanhados pelos pesquisadores, que registraram possíveis percepções, dificuldades e comentários espontâneos dos estu-

dantes em relação ao jogo. Para a coleta de dados, foi utilizado um questionário estruturado em duas seções. A primeira contemplou a caracterização dos participantes, enquanto a segunda correspondeu à avaliação pós-uso do jogo, elaborada com base no modelo MEEGA+ [Petri et al. 2019]. Os resultados do questionário e as percepções dos estudantes obtidas a partir desses instrumentos serão descritos na Seção 6.

6. Resultados e Discussões

A aplicação do jogo contou com 27 respostas ao questionário baseado no modelo MEEGA+ [Petri et al. 2019]. O questionário foi aplicado de forma integral e contemplou todas as dimensões do modelo MEEGA+, exceto a dimensão Interação Social, por não se alinhar à dinâmica do jogo, uma vez que se trata de um jogo individual. Para a discussão apresentada nesta seção, optou-se por destacar quatro dimensões diretamente alinhadas aos objetivos do jogo Detetive Lógico: Confiança, Relevância, Percepção de Aprendizagem e Aprendizizibilidade³. A figura 5 apresenta a distribuição das respostas dos participantes para essas quatro dimensões do modelo MEEGA+.

As respostas foram organizadas na escala Likert de cinco pontos do MEEGA+, que varia de Discordo Totalmente (-2) a Concordo Totalmente (+2), com o ponto neutro em 0. Para cada item, reportam-se o percentual de concordância (Concordo + Concordo Totalmente) e a mediana como medida de tendência central apropriada a dados ordinais.

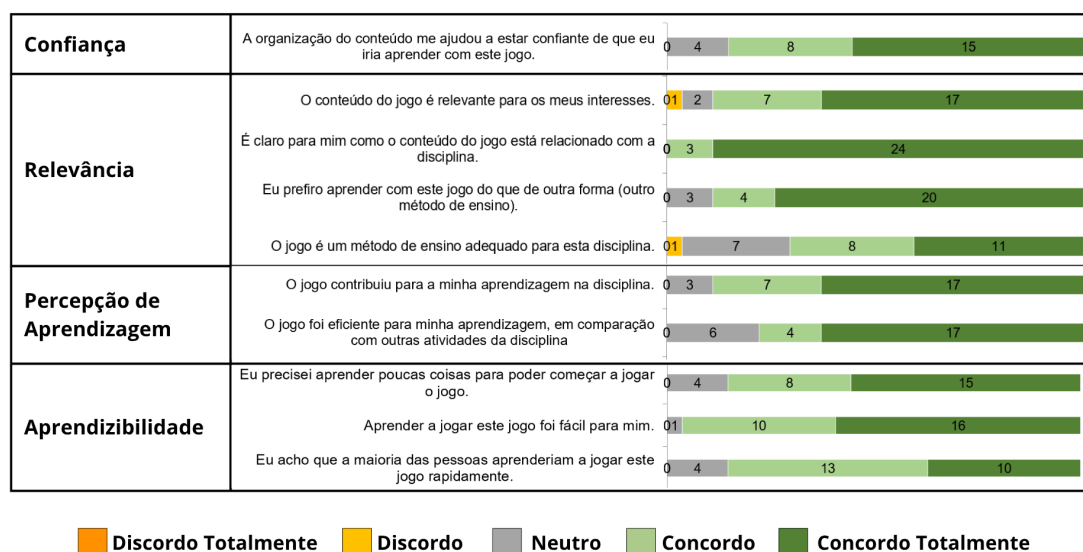


Figura 5. Distribuição das respostas por dimensão do MEEGA+

Na dimensão Confiança, composta por um único item, observou-se uma tendência positiva nas respostas dos participantes. Dos 27 participantes, 85% concordaram ou concordaram totalmente que a organização do conteúdo contribuiu para aumentar sua confiança na aprendizagem durante a utilização do jogo, com 15% de respostas neutras e nenhuma discordância (mediana = 2). Esse resultado pode estar associado à estrutura

³Os gráficos referentes às demais dimensões do MEEGA+ estão disponíveis em: Gráficos MEEGA+.

progressiva dos desafios e ao *feedback* imediato fornecido após cada atividade, em linha com os critérios de progressão e acompanhamento da aprendizagem discutidos por [Rocha 2017] no projeto de jogos sérios educacionais.

Na dimensão Relevância, observou-se a predominância de respostas positivas (mediana = 2). Do total, 89% concordaram ou concordaram totalmente que o conteúdo do jogo é relevante para seus interesses, e 100% reconheceram a relação do jogo com a disciplina. O item sobre preferência por esse método de aprendizagem também foi positivo, com 89% de concordância. Em contraste, o item "o jogo é um método de ensino adequado para esta disciplina" apresentou a menor concordância da dimensão (70%; mediana = 1), com a maior incidência de respostas neutras entre todos os itens do estudo.

Na dimensão Percepção de Aprendizagem, houve novamente predominância de avaliações positivas (mediana = 2). Dos 27 participantes, 89% concordaram ou concordaram totalmente que o jogo contribuiu para sua aprendizagem na disciplina. No item que compara a eficiência do jogo a outras atividades do curso, 78% responderam positivamente, com maior incidência de respostas neutras (22%) e nenhuma discordância.

Quanto à dimensão Aprendizabilidade, a mais bem avaliada do estudo, os resultados indicam percepção positiva sobre a compreensão das mecânicas e a utilização do jogo, com 89% de concordância no conjunto (mediana = 2). O item "Aprender a jogar este jogo foi fácil para mim" alcançou 96% de concordância; "Eu precisei aprender poucas coisas para começar a jogar esse jogo", 85%; e "Eu acho que a maioria das pessoas aprenderia a jogar este jogo rapidamente", também 85% (mediana = 1).

Além dos dados quantitativos, os comentários abertos dos participantes permitiram identificar percepções qualitativas sobre o jogo sério. Entre os aspectos positivos, os estudantes destacaram a narrativa do jogo, associada a experiências com jogos similares, a dinâmica investigativa e a fluidez da interação. Também foi mencionada de forma positiva a estrutura dos desafios, considerada interessante pelos participantes. Esses comentários reforçam a percepção de que a proposta narrativa contribuiu para tornar a aprendizagem de Lógica Proposicional mais contextualizada e atrativa.

Por outro lado, os comentários também apontaram aspectos que podem ser aprimorados. Alguns estudantes relataram dificuldade para se orientar na navegação entre as fases, enquanto outros consideraram a narrativa extensa em determinados momentos. Além disso, foram mencionadas dificuldades iniciais na construção das tabelas-verdade, o que indica a necessidade de maior apoio nas primeiras etapas do jogo. Esses resultados sugerem que, embora o Detetive Lógico tenha sido bem recebido, futuras versões podem incluir orientações mais claras sobre o fluxo das fases, ajustes no tamanho dos textos narrativos e mecanismos de apoio gradual para a resolução das tabelas-verdade.

De forma geral, os resultados indicam que o jogo Detetive Lógico apresenta potencial como recurso de apoio ao ensino de Lógica Proposicional em MD. A utilização de uma abordagem investigativa associada à resolução de desafios lógicos pode contribuir para tornar conteúdos abstratos mais contextualizados e interativos.

6.1. Ameaças à Validade

Em relação à validade interna, ou seja, à confiança nos resultados obtidos dentro do próprio estudo, destaca-se que a avaliação se baseou apenas na opinião dos estudantes,

coletada pelo modelo MEEGA+ [Petri et al. 2019], sem testes aplicados antes e depois do uso do jogo para medir de forma direta o quanto eles o nível de aprendizagem alcançado. Por isso, os resultados mostram a percepção de aprendizagem e não uma aprendizagem comprovada. Também é preciso considerar que respostas em escalas de concordância tendem a apresentar viés de aquiescência e que a conclusão do jogo não era obrigatória, o que pode ter contribuído para que apenas os estudantes mais interessados terminassem todas as fases.

Quanto à validade externa, isto é, à possibilidade de aplicar os resultados a outras situações, a atividade foi realizada em uma única instituição, Universidade do Estado do Amazonas, e com um número pequeno de participantes (27 respostas consideradas na análise). Isso limita a generalização dos resultados para outros cursos, instituições e contextos de ensino. Para reduzir essas limitações, estudos futuros devem repetir a aplicação em mais instituições, com mais participantes e com testes que avaliem diretamente a aprendizagem. Além disso, a versão apresentada neste estudo foi avaliada apenas por estudantes e ainda não contemplou uma validação com especialistas da área de computação.

7. Conclusões Finais

Este artigo apresentou o Detetive Lógico⁴, um jogo sério desenvolvido para apoiar o ensino de Lógica Proposicional na disciplina de MD, por meio de uma narrativa investigativa. A validação realizada com estudantes, com base em dimensões selecionadas do modelo MEEGA+ [Petri et al. 2019], indicou percepção positiva quanto à experiência e à relevância, sem evidência de ganho de aprendizagem objetivo. Em relação aos trabalhos correlatos, a principal contribuição do Detetive Lógico consiste na integração, em um único recurso digital, de construção de tabelas-verdade, feedback imediato, princípios do PC e uma narrativa diretamente vinculada às ações realizadas pelo estudante. Apesar dos resultados favoráveis, a pesquisa apresenta limitações relacionadas à aplicação em um único contexto institucional e com um número restrito de participantes, o que indica a necessidade de novas avaliações em diferentes turmas e instituições.

Como trabalhos futuros, pretende-se submeter o jogo à avaliação de especialistas da área de computação, com o objetivo de validar a curva de aprendizagem proposta e analisar se os conteúdos, desafios e níveis de complexidade estão alinhados ao plano de ensino da disciplina de MD. A partir dessa avaliação, espera-se identificar oportunidades de melhoria e propor uma versão aprimorada do Detetive Lógico, com ajustes pedagógicos e expansão dos desafios apresentados aos estudantes.

Declaração sobre uso de Inteligência Artificial

Declaramos que as ferramentas de Inteligência Artificial (IA) não foram utilizadas para escrita deste estudo; os autores prezaram pela autoria e originalidade do trabalho. Todas as decisões metodológicas, aplicação, análises de dados e interpretações foram realizadas exclusivamente pelos autores. Nenhuma ferramenta de IA contribuiu para o conteúdo científico, afirmações ou as conclusões deste artigo. O uso de ferramentas de IA generativa restringiu-se à produção dos elementos visuais do jogo (sprites dos personagens e cenários), conforme descrito na Seção 5.3. Os elementos produzidos foram posteriormente selecionados e ajustados pelas pessoas autoras.

⁴O jogo está disponível no seguinte link: <https://detetivelogico.vercel.app>

Referências

- Aragão, P. A. P., Avellar, G. M. N., and Barbosa, E. F. (2023). Ensino de programação e pensamento computacional utilizando realidade virtual, realidade aumentada e jogos: Um mapeamento sistemático da literatura. In *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 86(6):84–92.
- Cordenonzi, W. H., Del Pino, J. C., and Cardoso, V. M. (2021). Analisando o desenvolvimento do pensamento computacional na disciplina matemática discreta. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 29:880–902.
- Ding, A.-C. E. and Yu, C.-H. (2024). Serious game-based learning and learning by making games: Types of game-based pedagogies and student gaming hours impact students’ science learning outcomes. *Computers Education*, 218:105075.
- Diniz, J. R. B., Lima Filho, M. P. d., and França, S. V. A. (2022). Avaliando artefatos para o ensino e aprendizagem do pensamento computacional junto aos licenciandos em computação. In *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1292–1302, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Dobler, T., Galeotti, L., and van Rozen, R. (2025). Logecraft: A game modification framework for learning propositional logic. In *Proceedings of the 20th International Conference on the Foundations of Digital Games*, pages 1–11.
- Fehér, Z., Jaruska, L., Szarka, K., and Tóthová Tarová, E. (2023). Students’ propositional logic thinking in higher education from the perspective of disciplines. *Frontiers in Education*, Volume 8 - 2023.
- Genesio, N., Oliveira, A., Oliveira, E., and Valle, P. (2024). Panorama de estudos sobre jogos educacionais digitais em educação em computação. In *Anais do XXXII Workshop sobre Educação em Computação*, pages 737–749, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Gersting, J. L. (2017). *Fundamentos matemáticos para a ciência da computação: matemática discreta e suas aplicações*. LTC, Rio de Janeiro, 7 edition. Tradução de: Mathematical Structures for Computer Science.
- Liu, Y. A. and Castellana, M. S. (2020). Discrete math with programming: A principled approach. *CoRR*, abs/2011.14059.
- Luccas, M., Pereira, L., and Branco, K. C. (2025). Um mapeamento sistemático da literatura sobre jogos sérios no ensino superior em ciência da computação. In *Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 1230–1244, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Mayer, P. and Baraniuk, R. (2025). The importance of teaching logic to computer scientists and electrical engineers. *ACM Trans. Comput. Educ.*, 25(2).
- Michael, D. R. and Chen, S. (2006). *Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform*. Thomson Course Technology, Boston.
- Miroló, C., IZU, C., LONATI, V., and SCAPIN, E. (2022). Abstraction in computer science education: An overview. *Informatics in Education*, 20(4):615–639.

- Moura, G., Poltronieri, I., and Finger, A. (2024). Trueble: Prototipação e avaliação do aplicativo para ensino de tabelas verdade. In *Anais do XXXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1417–1429, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Moura, G., Sifuentes, E., Poltronieri, I., and Finger, A. (2025). Inovação no ensino de lógica: Desenvolvimento e avaliação de uma ferramenta para construção de tabelas verdade. In *Anais do XXXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1082–1094, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Mourão, A., Brito, L., Nascimento, F., and Melo, R. (2025). Relato de experiência: instrumento lúdico para a aprendizagem e aplicação de conceitos da matemática discreta. In *Anais do V Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 368–379, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Petri, G., von Wangenheim, C. G., and Borgatto, A. F. (2019). Meega+: Um modelo para a avaliação de jogos educacionais para o ensino de computação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 27(3):52–81.
- Pires, F., Honda, F., Macena, J., and Pessoa, M. (2026). Sprites for educational games: an empirical study with generative artificial models. *RENOTE*, 24(2):477–488.
- Pruitt, J. and Adlin, T. (2006). *The Persona Lifecycle: Keeping People in Mind Throughout Product Design*. Morgan Kaufmann, San Francisco.
- Rocha, R. V. d. (2017). Critérios para a construção de jogos sérios. In *Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 947–956. Sociedade Brasileira de Computação.
- Rosal, T. A., São Mamede, H., and Mira da Silva, M. (2022). Design thinking for training with serious games: A systematic literature review. In Buchmann, R. A., Silaghi, G. C., Bufnea, D., Niculescu, V., Czibula, G., Barry, C., Lang, M., Linger, H., and Schneider, C., editors, *Information Systems Development: Artificial Intelligence for Information Systems Development and Operations (ISD2022 Proceedings)*, Cluj-Napoca, Romania. Risoprint.
- Souza, M. F. B. d., Oliveira, M. G. d., and Souza, M. A. V. F. d. (2022). Boolace: Um jogo-curso de lógica proposicional - wtd. In *Anais Estendidos do II Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 47–49. Sociedade Brasileira de Computação.
- Tene, T., Vique López, D. F., Valverde Aguirre, P. E., Cabezas Oviedo, N. I., Vacacela Gomez, C., and Bellucci, S. (2025). A systematic review of serious games as tools for stem education. *Frontiers in Education*, Volume 10 - 2025.
- Ullah, M., Amin, S. U., Munsif, M., Yamin, M. M., Safaev, U., Khan, H., Khan, S., and Ullah, H. (2022). Serious games in science education: a systematic literature. *Virtual Reality Intelligent Hardware*, 4(3):189–209.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.