

EXIT: um Jogo de Puzzle como Recurso de Apoio ao Ensino de Lógica Proposicional

EXIT: a Puzzle Game as a Support Resource for Teaching Propositional Logic

Beatriz Loyola Gomes de Vasconcelos, João Euclides Mártires Silva,
Pedro Vitor Chagas Bedor, Erick Simões de Matos

¹CESAR School
Recife – PE – Brasil

{blgv, jems2, pvcb, esm}@cesar.school

Abstract. Introduction: Propositional logic is a core topic in Computer Science education, but its traditional teaching through truth tables and formal proofs may hinder engagement among beginning students, contributing to the failure rates reported in the field's literature. **Objective:** This paper presents EXIT, an escape-room puzzle game set in liminal spaces whose core mechanic requires solving propositional-logic puzzles to unlock each room's exit. **Steps:** The game was developed in the Godot 4.x engine following Project-Based Learning principles, with narrative concept design, puzzle mechanics derived from the course syllabus, and informal feedback rounds throughout the two-month term. **Expected Results:** The game is complete and was informally tested with 15 classmates and the course instructor; formal validation of motivation and learning gains through the MEEGA+ model, with a larger sample, is planned as future work.

Keywords propositional logic, educational games, game-based learning, puzzle design, liminal spaces.

Resumo. Introdução: Lógica proposicional é conteúdo fundamental em Ciência da Computação, mas seu ensino tradicional por tabelas-verdade e provas formais pode dificultar o engajamento de estudantes iniciantes, contribuindo para as taxas de reprovação relatadas na literatura da área. **Objetivo:** Este trabalho apresenta o EXIT, um jogo de puzzle de escape ambientado em espaços liminares cuja mecânica central exige a resolução de proposições lógicas para liberar a passagem de cada ambiente. **Etapas:** O jogo foi desenvolvido na engine Godot 4.x segundo os princípios da Aprendizagem Baseada em Projetos, com concepção do conceito narrativo, definição de mecânicas a partir da ementa da disciplina e rodadas informais de feedback ao longo do bimestre. **Resultados Preliminares:** O jogo encontra-se completo e foi testado informalmente com 15 colegas de turma e o professor da disciplina; como próximo passo, pretende-se validar formalmente ganhos de motivação e aprendizagem por meio do modelo MEEGA+, em amostra maior. **Palavras-Chave** lógica proposicional, jogos educacionais, aprendizagem baseada em jogos, design de puzzles, espaços liminares.

1. Introdução

Cursos de graduação em Ciência da Computação apresentam historicamente índices elevados de evasão associados à reprovação em disciplinas introdutórias que envolvem

raciocínio lógico-formal. Um estudo sobre licenciaturas em Computação da Universidade Federal do Paraná identificou que 79% dos estudantes reprovados nas disciplinas de Algoritmos e Programação de campi do interior evadiram do curso [Krzyzanowski 2019]. Disciplinas como Lógica Matemática e Matemática Discreta, geralmente situadas nos primeiros períodos do curso, costumam concentrar parte importante dessa dificuldade, já que exigem do estudante iniciante uma transição rápida do raciocínio informal para a manipulação simbólica de proposições e provas.

A lógica proposicional, base conceitual dessas disciplinas, costuma ser ensinada por meio de tabelas-verdade e provas formais, abordagem que privilegia o rigor simbólico em detrimento do engajamento do estudante iniciante. Essa lacuna entre a abstração do conteúdo e a experiência do estudante dificulta a consolidação de conceitos que sustentam disciplinas subsequentes do currículo, como Estruturas de Dados, Verificação de Programas e Algoritmos.

A aprendizagem baseada em jogos digitais responde a essa lacuna ao situar o raciocínio formal dentro de um sistema de regras, desafios e recompensas que sustenta a motivação intrínseca do jogador [Prensky 2012]. Quando a mecânica central de um jogo exige a aplicação direta de operadores lógicos para progredir, o pensamento computacional (entendido como a capacidade de formular e resolver problemas por meio de conceitos fundamentais da computação [Wing 2006]) é exercitado.

Este trabalho busca responder à seguinte pergunta: como uma mecânica de puzzle de escape pode traduzir os tópicos de uma ementa de lógica proposicional em desafios jogáveis para estudantes de graduação? Para respondê-la, apresentamos o EXIT, um jogo de puzzle desenvolvido na engine Godot 4.x, no qual o jogador está preso em espaços liminares e precisa resolver puzzles de lógica proposicional para liberar a saída de cada ambiente. O jogo foi concebido como projeto de uma disciplina introdutória de Lógica Matemática para Programação, do segundo período de um curso de Ciência da Computação, e destina-se a estudantes de graduação matriculados em disciplinas de Lógica Formal, Matemática Discreta ou Fundamentos de Computação.

2. Fundamentação e Trabalhos Relacionados

A aprendizagem baseada em jogos digitais parte do princípio de que sistemas lúdicos bem projetados produzem engajamento por meio de metas claras, feedback imediato e progressão de dificuldade ajustada à habilidade do jogador [Prensky 2012]. Associado a esse princípio, o pensamento computacional [Wing 2006] fornece o repertório conceitual — abstração, decomposição, reconhecimento de padrões — que a lógica proposicional exercita diretamente.

No design de puzzles, jogos de progressão apresentam desafios preparados diretamente pelo projetista e organizados em dificuldade crescente, ao contrário de jogos de emergência, cujos desafios surgem da interação entre regras [Tonéis 2016]. Essa distinção orienta a estrutura do EXIT, cujas salas formam uma sequência de dificuldade alinhada aos tópicos da ementa da disciplina. A ambientação do jogo também se apoia na noção de espaços liminares — lugares de passagem, sem identidade fixa, que geram tensão narrativa por si mesmos [Augé 1994]. Por serem desprovidos de referências familiares, esses espaços direcionam a atenção do jogador para os elementos lógicos disponíveis na cena, já que não há pistas ambientais supérfluas competindo com a

resolução do puzzle.

Entre os correlatos diretos, o Boolace é um jogo educacional de mundo aberto e multijogador para lógica proposicional, avaliado com resultados favoráveis de aprovação e percepção de aprendizagem [Souza et al. 2024]. O Bug Quest é um jogo híbrido de cartas para ensino de lógica de programação, cujo retorno qualitativo indicou desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas em lógica de predicados [Liberalino et al. 2025]. Mais próximo do escopo do EXIT, o Digital Logic modifica um JRPG de código aberto por meio de game modding para ensinar lógica computacional a estudantes de graduação, com alta aprovação dos participantes [Costa et al. 2025]. Já o jogo sério em realidade virtual baseado em escape room com minijogos do desafio Bebras utiliza a mesma mecânica de fuga do EXIT, mas volta-se ao pensamento computacional geral de estudantes da educação básica, dependendo de hardware de realidade virtual [Lima et al. 2024]. Em escala mais ampla, um levantamento de 17 jogos com propósito educacional para o ensino de programação identificou visualização e jogos com propósito como as abordagens mais indicadas para reduzir a evasão em disciplinas introdutórias [Monclar et al. 2018].

Diferentemente do Boolace e do Bug Quest, o EXIT propõe a lógica proposicional embutida em uma mecânica de puzzle de escape. Diferentemente do jogo baseado no desafio Bebras, essa mecânica de escape roda em hardware convencional e mira especificamente a lógica proposicional de nível superior, não o pensamento computacional geral da educação básica; e diferentemente do Digital Logic, que modifica um JRPG existente, o EXIT foi construído como um artefato original desde a concepção narrativa até a implementação. Em todos os casos, cada sala do EXIT corresponde a uma proposição lógica cuja resolução, por meio de alavancas, libera a saída do ambiente.

3. Etapas

O desenvolvimento do EXIT seguiu os princípios da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), abordagem pedagógica na qual o estudante constrói conhecimento por meio da produção de um artefato concreto [Bender 2014]. O projeto foi realizado ao longo de um bimestre letivo como atividade avaliativa da disciplina de Lógica Matemática para Programação, com rodadas informais de feedback do professor orientador nos principais marcos de desenvolvimento (concepção do conceito, primeiro protótipo jogável e versão quase final).

A concepção do jogo partiu da definição do conceito narrativo: o jogador está preso em uma sequência de espaços liminares e só pode avançar satisfazendo a proposição-alvo de cada ambiente por meio de alavancas. A definição das mecânicas de puzzle seguiu de perto os tópicos da ementa da disciplina, de modo que cada sala representa uma proposição lógica a ser solucionada, e a dificuldade cresce à medida que o jogador avança pelos ambientes, seguindo a lógica de progressão descrita na Seção 2. Por exemplo, uma sala de conjunção apresenta a proposição-alvo “ $(A \text{ e } B) = ?$ (meta: V)” e o estado atual “ $A=V, B=F$ ”; o jogador precisa reconhecer que a conjunção só é verdadeira com ambos operandos verdadeiros e acionar a alavanca de B para liberar a passagem.

Do ponto de vista do design, o EXIT foi estruturado considerando as quatro camadas da Tétrade Elementar de Schell — mecânica, narrativa, estética e tecnologia [Schell 2008]. A mecânica central consiste em ler notas com pistas lógicas espalhadas

pelo ambiente, comparar a proposição-alvo exibida na interface com o estado atual das variáveis envolvidas e acionar as alavancas correspondentes até que a proposição avalie para o valor-meta indicado, liberando a passagem. A narrativa é minimalista e ambientada em espaços liminares — corredores, salas de espera e ambientes de transição com estética inspirada em *backrooms* —, cuja função é sustentar o desconforto e a urgência de escapar, reforçada por iluminação de baixo contraste, ambientes esparsos e trilha sonora ambiente que não sobrecarrega a atenção destinada aos puzzles. A Figura 1 ilustra uma dessas notas e a proposição lógica que ela apresenta ao jogador.



Figura 1. Nota encontrada em um dos espaços liminares do EXIT, apresentando a proposição lógica “ $A \wedge B = V$ ” a ser satisfeita pelo jogador.

Do ponto de vista tecnológico, o jogo foi implementado na engine Godot 4.x, com lógica de jogo escrita em GDScript, escolhida pela curva de aprendizado compatível com um curso introdutório de programação, pela licença gratuita e de código aberto, e pelos recursos nativos de cena e sinal. Cada ambiente foi modelado como uma cena independente, com nós de alavanca associados a variáveis proposicionais que alternam seu estado lógico ao serem acionados, o que favorece a reutilização de lógica entre salas, como ilustra a Figura 2.

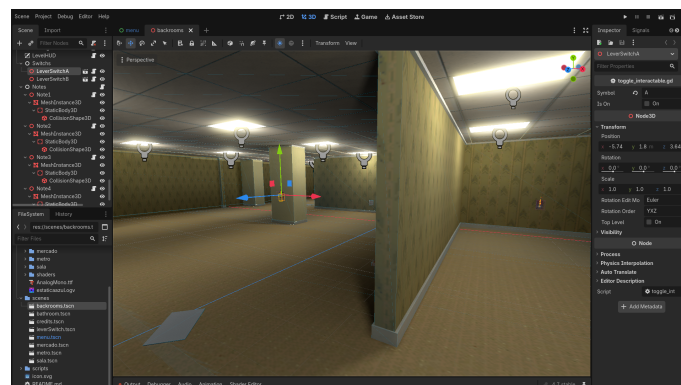


Figura 2. Editor da engine Godot 4.x exibindo a hierarquia de nós de uma sala do EXIT, com os nós de alavanca (Switches) e de notas (Notes) que compõem o puzzle.

A progressão de dificuldade entre ambientes foi calibrada de forma incremental: as primeiras salas exigem apenas a identificação do valor-verdade de proposições simples, enquanto as salas finais demandam a combinação de múltiplos conectivos. Essa

calibração buscou aproximar a curva de dificuldade do jogo da sequência de tópicos apresentada em sala de aula, de modo que o estudante avance no jogo do mesmo modo que avança no conteúdo da disciplina.

4. Resultados Preliminares

Na versão avaliada, o EXIT é composto por cinco salas, cada uma estruturada em torno de um puzzle de lógica proposicional, totalizando cinco puzzles distintos que exploram os conectivos de conjunção e disjunção. O tempo médio de conclusão observado nos testes foi de aproximadamente 15 minutos. O jogo roda em Windows e exige, como requisitos mínimos, processador Core i3, 4 GB de memória RAM, 500 MB de armazenamento em disco e suporte a DirectX 11. Uma build jogável está disponível publicamente em <https://beatrizloyola.itch.io/exit>, e o código-fonte, no repositório aberto em <https://github.com/beatrizloyola/exit-game>.

O EXIT encontra-se em versão completa e foi jogado por 15 colegas de turma e pelo professor da disciplina ao final do bimestre letivo. Como verificação preliminar de completude, o projeto foi avaliado no contexto da disciplina e considerado funcional em relação aos requisitos estabelecidos para a atividade. Essa avaliação, contudo, não constitui evidência de eficácia educacional. Os testes informais identificaram problemas pontuais, entre eles glitches visuais e uma cena ambientada em um banheiro da qual o jogador não conseguia escapar; ambos foram corrigidos nas rodadas seguintes de desenvolvimento, a partir do retorno dos próprios jogadores. Ainda assim, o retorno qualitativo indicou boa compreensão da mecânica central e reconhecimento da progressão de dificuldade como coerente com os tópicos estudados em sala.

Cabe ressaltar que esse retorno não permite afirmar, com rigor metodológico, ganhos de aprendizagem ou de usabilidade, uma vez que não houve questionário validado nem amostra ou procedimento de coleta definidos previamente — ao contrário do Boolace (90,5% de aprovação, 96,6% de percepção de aprendizagem) [Souza et al. 2024] e do Digital Logic (96,7% de aprovação) [Costa et al. 2025], ambos avaliados formalmente. A boa recepção informal relatada por colegas e professor é, portanto, um indício favorável, não uma evidência de eficácia pedagógica.

Essa lacuna é assumida como um passo necessário para trabalhos futuros: os próximos estágios do projeto preveem avaliação estruturada com o modelo MEEGA+ (Modelo para Avaliação de Jogos Educacionais para o Ensino de Computação), instrumento validado que mede motivação, experiência do usuário e percepção de aprendizagem por meio de questionário Likert [Petri et al. 2019], a ser aplicado a uma amostra maior de estudantes em outras turmas de Lógica Matemática ou Matemática Discreta.

5. Considerações Finais

Este trabalho apresentou o EXIT, um jogo de puzzle concebido como recurso de apoio ao ensino de lógica proposicional, desenvolvido como projeto de uma disciplina introdutória de Ciência da Computação segundo os princípios da Aprendizagem Baseada em Projetos. A contribuição central do trabalho está na tradução dos tópicos de uma ementa de lógica formal em uma progressão de puzzles jogável, testada informalmente com colegas de turma e o professor da disciplina.

Como limitações, destacam-se a amostra reduzida e informal de jogadores e o fato de o jogo ter sido testado em uma única turma, o que impede qualquer generalização sobre seu impacto pedagógico. Como trabalhos futuros, planeja-se ainda comparar o desempenho de estudantes que utilizaram o EXIT com o de turmas que seguiram apenas o método tradicional de listas de exercícios, e expandir o número de ambientes para cobrir tópicos adicionais da ementa, como quantificadores e inferência lógica.

Referências

- AUGÉ, M. *Não-lugares: Introdução a uma Antropologia da Sobremodernidade*. Campinas: Papirus, 1994.
- BENDER, W. N. *Aprendizagem Baseada em Projetos: Educação Diferenciada para o Século XXI*. Tradução de Fernando de Siqueira Rodrigues. Porto Alegre: Penso, 2014.
- COSTA, C. M.; COSTA, R. M.; SILVA, J. P.; SILVEIRA, I. F. Digital Logic: um Jogo RPG Baseado em Modding para o Ensino e Aprendizagem de Lógica Computacional. In: *Anais do SBGames 2025*, Salvador, 2025.
- KRZYŻANOWSKI, L. P. *Desempenho Acadêmico em Disciplinas de Algoritmos e Programação e a Evasão nos Cursos de Licenciatura em Computação*. Monografia (Licenciatura em Computação) — Universidade Federal do Paraná, 2019.
- LIBERALINO, C. H. P.; NUNES, D. F. L.; SILVA, E. C. P.; LAUREANO, R. S.; SOUSA, G. C. M.; PINTO, M. E. S. Bug Quest: um Jogo para o Ensino da Programação. In: *Anais Estendidos do SBGames 2025*, Salvador, 2025.
- LIMA, M. A. V.; CARDOSO, A.; LOPES, R. A.; DOMINGUES, R. G.; GASPAR, G. L. C.; TOFFOLI, G. D.; OTONI, G. H. A.; BARBOSA, L. A. R. Jogo Sério de Realidade Virtual Baseado em Escape Room com Minijogos para Promoção do Pensamento Computacional. In: *Anais Estendidos do SBGames 2024*, 2024.
- MONCLAR, R. S.; SILVA, M. A.; XEXÉO, G. Jogos com Propósito para o Ensino de Programação. In: *Anais do SBGames 2018 — Trilha Educação (Full Papers)*, Foz do Iguaçu, 2018.
- PETRI, G.; VON WANGENHEIM, C. G.; BORGATTO, A. F. MEEGA+: um Modelo para a Avaliação de Jogos Educacionais para o Ensino de Computação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 27, n. 3, p. 52–81, 2019.
- PRENSKY, M. *Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais*. Tradução de Eric Yamagute. São Paulo: Senac São Paulo, 2012.
- SCHELL, J. *The Art of Game Design: A Book of Lenses*. Boca Raton: CRC Press, 2008.
- SOUZA, M. F. B.; OLIVEIRA, M. G.; SOUZA, M. A. V. F. Boolace: Jogo Educacional para Auxiliar o Ensino e a Aprendizagem de Lógica Proposicional. In: *Anais Estendidos do SBGames 2024*, 2024.
- TONÉIS, C. N. O Design de Puzzles nos Jogos Digitais. In: *Anais do SBGames 2016*, São Paulo, 2016.
- WING, J. M. Computational Thinking. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, p. 33–35, 2006.