

# Logicæ: Um jogo educativo sobre portas lógicas

Luis R. Santos de Lima, Kalyf Abdalla

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA) – 47.808-006 –  
Barreiras – BA – Brasil

luis.ricardo.stl@gmail.com, kalyfabdalla@ifba.edu.br

**Abstract.** *Educational games are relevant tools in the teaching-learning process and can make the teaching of logic circuits more playful. Assuming this, we propose the development of an educational game for teaching logic circuits. The proposed game, called Logicæ, is available on the platforms: Desktop (Linux and Microsoft Windows operating systems), mobile (Android operating systems), and WEB. Since the game mechanics allow the simulation of logic gates in a playful and interactive way, we expect that Logicæ facilitate the teaching of logic circuits in Computer Architecture, Algorithms and Programming Logic, and Programming Language. However, Logicæ has not been applied to programming class; consequently, the effectiveness of the game as a teaching tool requires proper evaluation.*

**Resumo.** *Jogos educacionais são ferramentas relevantes no processo de ensino-aprendizagem e podem tornar o ensino de circuitos lógicos mais lúdico. Assumindo isso, este trabalho propõe o desenvolvimento de um jogo educativo para o ensino de circuitos lógicos. O jogo proposto, chamado Logicæ, está disponível nas plataformas: Desktop (sistemas operacionais Linux, e Microsoft Windows), móveis (sistemas operacionais Android), e WEB. Uma vez que a mecânica do jogo permite a simulação de portas lógicas de forma lúdica e interativa, espera-se que Logicæ facilite o ensino de circuitos lógicos nas disciplinas de Arquitetura de computadores, Algoritmos e Lógica de Programação, e Linguagem de Programação. Entretanto, Logicæ não foi aplicado em uma disciplina até o momento; conseqüentemente, a eficácia do jogo como ferramenta de ensino requer avaliação adequada.*

## 1. Introdução

A versatilidade e a pluralidade dos jogos digitais possibilitam sua aplicação no ambiente escolar, sendo uma alternativa ao método educacional tradicional que é menos lúdico (MACENA et al, 2019; AUSUBEL, 2008). Na computação, os jogos educacionais frequentemente visam o ensino de Pensamento Computacional, que compreende a utilização do computador como ferramenta para ampliação do poder cognitivo e operacional humano (BLIKSTEIN, 2008; WING 2006; WING 2016). Em geral, jogos educacionais na computação propõem ensinar conteúdos enquanto instruem o Pensamento Computacional. Por exemplo, o jogo Alien Code propõe ensinar linguagem de programação e sistemas operacionais a partir da abstração e decomposição dos conteúdos (REGIS, 2020). Os jogos Gates of Logic e Make It True buscam lecionar sobre circuitos lógicos dinamizando de forma distinta na jogabilidade o reconhecimento de padrões e realização de algoritmos (GATES, 2020; MAKE, 2020). Make it True aborda o ensino-aprendizagem de portas lógicas dando ao jogador controle sobre as entradas do circuito lógico e Gates of Logic utilizando a movimentação do jogador

como entrada de uma porta lógica.

O ensino de circuitos lógicos é frequentemente associado à uma atividade monótona e maçante para muitos alunos (DE CARVALHO E NAKAMURA, 2013). Para calouros no curso de Ciências da Computação, recorrentemente é associado à engenharia e algo de difícil compreensão. Por conta disso, os jogos educativos podem facilitar o ensino de circuitos lógicos enquanto demonstram as suas propriedades por meio de simulações. Assumindo isso, este trabalho propõe o desenvolvimento de um jogo educativo multiplataforma sobre as portas lógicas AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR, XNOR.

## 2. Referencial Teórico

Portas lógicas são circuitos eletrônicos que permitem ou impedem a passagem de corrente elétrica a fim de fornecer uma saída específica de acordo com as entradas do circuito lógico (VIEIRA, 2000). Seguindo a álgebra booleana (TREVISAN, 1999), entradas e saídas assumem o estado “verdadeiro” quando há a passagem de corrente elétrica e o estado “falso” quando não há a passagem de corrente elétrica.

Conforme Vieira (2000), as portas lógicas mais usadas são: **(i) AND**, cuja a saída torna-se “verdadeiro” caso todas as entradas também forem “verdadeiro”; **(ii) OR**, cuja a saída é “verdadeiro” quando pelo menos uma das entradas também é “verdadeiro”; **(iii) NOT**, cuja a saída é a inversão do estado de entrada; **(iv) XOR**, cuja saída somente é “verdadeiro” quando as entradas do circuitos são diferentes; **(v) NAND**, que é equivalente a negação da porta lógica AND; **(vi) NOR**, que é equivalente a negação da porta lógica OR; e **(vii) XNOR**, que é equivalente a negação da porta lógica XOR.

### 2.1. Desenvolvimento de jogos usando um motor

Motor de jogo é um *software* responsável por realizar tarefas básicas de um jogo, como a renderização, mecânica física e entradas de comandos de modo que os componentes possam ser reutilizados durante o desenvolvimento de um jogo (WARD, 2008). Usando um motor de jogo, o desenvolvedor pode direcionar-se a programar os elementos necessários para desenvolver a sua ideia e concretizá-la em jogo digital.

O Godot Game Engine é um motor de jogo de código aberto, multiplataforma, para criação de jogos em 2D e 3D com interface unificada (GODOT, 2021). Esse motor de jogo fornece um conjunto extenso de ferramentas a fim de facilitar o desenvolvimento de um jogo multiplataforma, como em desktops (sistemas operacionais Linux, macOS e Windows), plataformas móveis (sistemas operacionais Android e iOS), e WEB (usando o HTML5). Em contraste à outros motores de jogo disponíveis no mercado, o Godot exige pouco custo computacional, o que é crucial para o desenvolvimento de jogos *indie*.

## 3. Proposta

Utilizando a plataforma Godot, nós desenvolvemos o jogo educacional Logicaæ, um jogo do gênero plataforma para a aprendizagem de circuitos lógicos. Uma vez que o jogo deve instruir os jogadores sobre sua mecânica e a portas lógicas, foram inseridas placas informativas no cenário que orientam o jogador ao se aproximar. Como ilustrado na Fig. 1, o jogador inicia próximo à primeira placa que já o alerta sobre a importância de interagir e ler as instruções contidas nas placas. Além disso, nós incluímos uma interface Touch Screen nas versões voltadas para dispositivos móveis uma vez que se

propõe tornar o jogo Logicæ multiplataforma. Quatro botões são ilustrados na tela do jogo: Mover para esquerda, mover para direita, interagir com as portas lógicas e pular, respectivamente.



Figura 1. Botões de controle e placa informativa.

A fim de introduzir os circuitos lógicos de forma didática, nós inserimos estruturas denominadas pedestais (no círculo vermelho da Fig. 2) que permitem simular circuitos lógicos dinamicamente. Para isso, o jogador pode colocar e remover portas lógicas dos pedestais como lhe convém e observar os resultados de uma porta lógica específica. No momento em que uma porta lógica é acoplada, os pedestais geram valores de acordo com as entradas. Desta forma, o jogador deve interagir com as portas lógicas disponíveis no cenário usando a mecânica de segurar-e-soltar (ilustrada com ímãs que levitam a porta lógica na Fig. 3) e levar as portas lógicas ao pedestal adequado.



Figura 2. Estrutura denominada de pedestal.

Os pedestais possuem *leds* (retângulos escuros e vermelhos circulado na Fig. 4) para indicar os valores das entradas e saídas. A cor do led é cinza escuro se o valor é “falso” e vermelha se o valor é “verdadeiro”. Além disso, os pedestais possuem apenas a quantidade de *leds* de acordo com as portas lógicas suportadas. Por exemplo, pedestais que suportam apenas a porta lógica NOT possuem apenas dois *leds*, indicando uma única entrada e saída, sendo o mais à direita a saída, conforme ilustrado na Fig. 3. Os pedestais que suportam as demais portas lógicas possuem três *leds*, sendo dois de entrada e um de saída, como ilustrado na Fig. 4. Caso a porta lógica seja incompatível

com o pedestal, um aviso de alerta será exibido na tela, como ilustrado na Fig. 5.

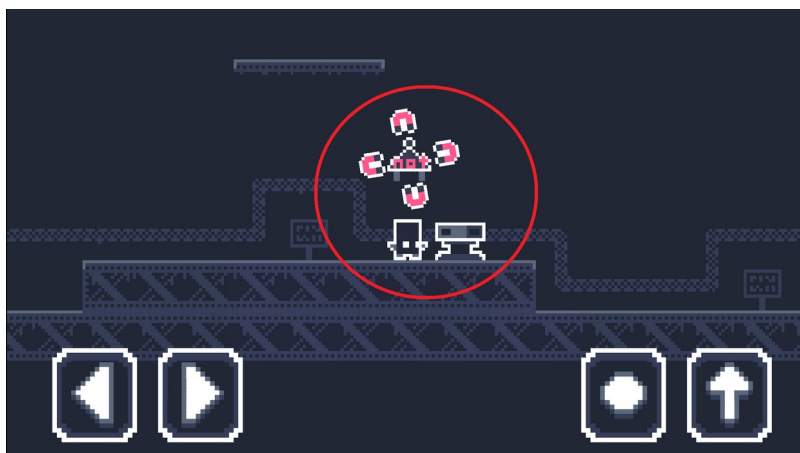


Figura 3. Interação do personagem com uma porta lógica.

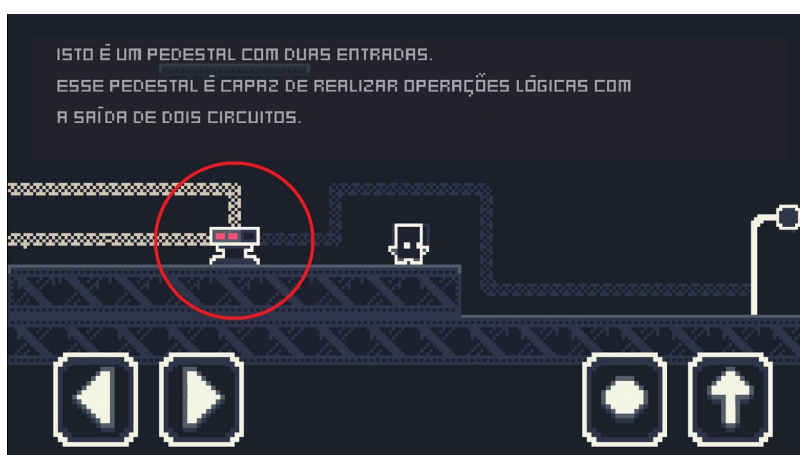


Figura 4. Pedestal com duas entradas.

O funcionamento do pedestal depende da porta lógica acoplada a ele, sendo o objetivo do jogo tornar “verdadeiro” a saída do último pedestal que se liga a uma porta para a próxima fase, como ilustrado na Fig. 6. O circuito lógico é formado pela disposição de pedestais já conectados previamente cabendo apenas ao jogador buscar as portas lógicas e acoplá-las no pedestal adequado. Uma vez acopladas, a lâmpada se acende ativando o portal para a próxima fase.

Por padrão, o jogo proposto inicia da primeira fase para que o jogador progrida de forma gradual. Por outro lado, assumindo que o jogador queira aprender uma porta lógica específica dentre as ilustradas na Fig. 7, o jogador pode selecionar as fases diretamente no menu do jogo. O seletor de fase é um recurso relevante para docentes que queiram instruir conteúdos específicos em atividades.



Figura 5. Portas lógicas incompatíveis com o pedestal.



Figura 6. Saída do circuito lógico liberando a porta.

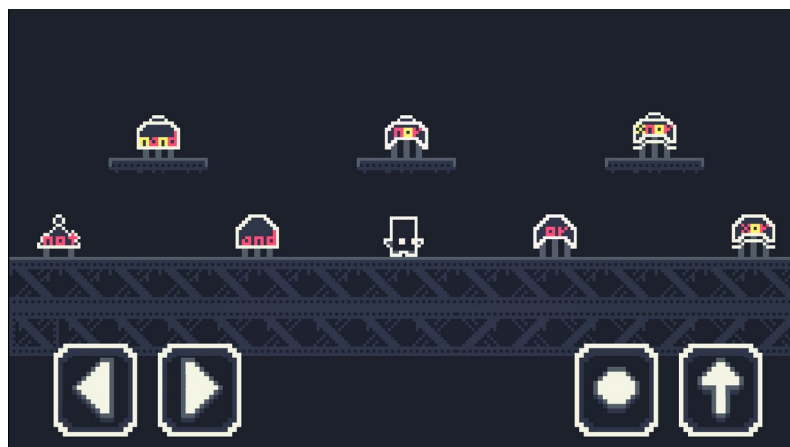


Figura 7. Todas as portas lógicas disponíveis no jogo.

#### 4. Resultados preliminares

Uma vez que a mecânica do jogo permite a simulação de portas lógicas de forma lúdica e interativa, espera-se que Logicæ facilite o ensino de circuitos lógicos nas disciplinas de Arquitetura de computadores, Algoritmos e Lógica de Programação, e Linguagem de

Programação. Para que o jogo possa ser utilizado em diferentes plataformas, nós exportamos o jogo para as plataformas Microsoft Windows, Linux, Android e Web.

Em comparação aos os jogos educativos Make it True e Gates of Logic (GATES, 2020; MAKE, 2020), Logicæ apresenta uma nova perspectiva de aprendizagem. Entretanto, o jogo educativo Logicæ não foi aplicado em uma disciplina até o momento; consequentemente, a eficácia do jogo como ferramenta de ensino requer avaliação adequada.

## 5. Conclusão

Jogos educacionais têm sido utilizados como ferramenta em diversas áreas do conhecimento pois possibilitam uma melhoria no ensino-aprendizagem quando adequadamente inseridos na metodologia educacional. O jogo proposto neste trabalho, chamado Logicæ, foca-se no ensino de portas lógicas a partir de simulações e manipulação de circuitos pré-definidos com as portas lógicas AND, OR, NOT, XOR, NAND, NOR e XNOR.

A fragmentação dos circuitos lógicos em pequenas etapas propicia a instrução de portas lógicas de forma lúdica. Entretanto, há diversos elementos de gamificação que não foram utilizados e possibilitam um maior engajamento dos jogadores. Por exemplo, elementos como inimigos, vida e temporizador não foram utilizados e podem ser inseridos em futuras versões do jogo.

## Referências

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia educacional. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BLIKSTEIN, Paulo. O pensamento computacional e a reinvenção do computador na educação. Paulo Blikstein, 2008. Disponível em: < [http://www.blikstein.com/paulo/documents/online/ol\\_pensamento\\_computacional.html](http://www.blikstein.com/paulo/documents/online/ol_pensamento_computacional.html) > Acesso em: 22 de junho de 2021.
- DE CARVALHO, Leandro Silva Galvão; NAKAMURA, Fabíola Guerra. Práticas de Ensino na Disciplina de Circuitos Lógicos. International Journal of Computer Architecture Education (IJCAE), v. 2, n. 1, p. 09-12, 2013.
- GATES of Logic. Sean Flannigan. [S.l.]. 2020. 1 jogo eletrônico.
- MACENA, Jenifer et al. Gramática: um jogo educativo para praticar classificação silábica através do Pensamento Computacional. 2019.
- MAKE it true. Viacheslav Rud. [S.l.]. 2021. 1 jogo eletrônico.
- REGIS, Caroline Ayane dos Santos. Desenvolvimento de uma interface gráfica de jogo educativo adaptado para jovens com transtorno do espectro autista. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Informática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Barreiras, 2020.
- TREVISAN, Marcelo. Portas Lógicas: álgebra booleana ou álgebra de Boole, Universidade Federal de Santa Maria, 1999.
- VIEIRA, Fábila Magali Santos. Álgebra booleana. Educação & Tecnologia, v. 5, n. 1, 2000.

WARD, Jeff. What is a Game Engine?, Game Career Guide, 2008. Disponível em: < [https://www.gamecareerguide.com /features/529/what\\_is\\_a\\_game\\_.php](https://www.gamecareerguide.com/features/529/what_is_a_game_.php) > Acesso em: 22 de junho de 2021.

WING, Jeannette M. Computational thinking. Communications of the ACM, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

WING, Jeannette. PENSAMENTO COMPUTACIONAL – Um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 9, n. 2, 2016.