

“Não Queima Meu LED!” - Um Jogo de Realidade Virtual para o Ensino de Circuitos Digitais

Odivio Caio Santos Matos¹, Victor Travassos Sarinho¹

¹Laboratório de Entretenimento Digital Aplicado (LEnDA)
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)
Feira de Santana – BA – Brasil

odiviobzr@gmail.com, vsarinho@uefs.br

Abstract. *Virtual Reality (VR) has gained popularity in educational environments in recent years, through the creation of virtual environments with a rich sensory experience and a good interactive experience. This article presents the creation and development of an educational game for virtual reality that teaches concepts of digital circuits to university students. The game incorporates electronic components in a gamified 3D environment, where users build specific circuits to advance to the next level. As a result, an educational VR game has been created that makes learning digital circuits less tedious and more effective, based on the results obtained from the validation process applied to the project.*
Keywords: *Virtual Reality; Serious Games; Digital Circuits.*

Resumo. *A Realidade Virtual (RV) ganhou popularidade em ambientes educacionais nos últimos anos, através da criação de ambientes virtuais com uma rica experiência sensorial e uma boa experiência interativa. Este artigo apresenta a criação e o desenvolvimento de um jogo educacional para realidade virtual que ensina conceitos de circuitos digitais a estudantes universitários. O jogo incorpora componentes eletrônicos em um ambiente 3D gamificado, onde os usuários constroem circuitos específicos para avançar de nível. Como resultado, tem-se a criação de um jogo educacional em RV que torna o aprendizado de circuitos digitais menos tedioso e mais eficaz, tendo como base os resultados obtidos a partir do processo de validação aplicado ao projeto.*
Palavras-chave: *Realidade Virtual; Serious Games; Circuitos Digitais.*

1. Introdução

A Realidade Virtual (RV) ganhou popularidade em ambientes educacionais nos últimos anos, uma vez que sua presença e características imersivas possibilitam novas oportunidades de aprendizado [Villena-Taranilla et al. 2022]. Trata-se de uma consequência do aprimoramento e do surgimento de novos dispositivos de RV no mercado, os quais apresentam maior nitidez, melhor qualidade de imagem e de processamento, caracterizando assim uma nova forma de mídia baseada em conteúdos de RV [Fialho 2018].

Com relação ao ensino de circuitos digitais, tem-se que o ensino de engenharia de computação pode ser tedioso quando os elementos de circuitos a serem explicados são apresentados apenas como circuitos desenhados e tabelas verdade, a qual é a apresentação típica utilizada em livros físicos [Haase 2022]. Neste sentido, jogos sérios tem sido aplicados em experimentos de simulação de circuitos digitais, de modo a criar ambientes

virtuais de experimentação com uma rica experiência sensorial e uma boa experiência interativa, abordando assim os problemas recentes de baixa interatividade e pouca imersão em softwares de experimentação de circuitos digitais existentes [Zhu and Wu 2023].

Neste sentido, este trabalho propõe o desenvolvimento do “Não Queima meu LED!”, um jogo educativo em RV que busca ensinar conceitos de circuitos digitais para alunos de graduação. A ideia é incorporar dispositivos eletrônicos como resistores e portas lógicas dentro de um ambiente tridimensional, onde o usuário deve construir circuitos específicos de uma forma gamificada para poder passar pelas fases propostas no jogo.

2. Metodologia

O objetivo do jogo educacional “Não Queima meu LED!” consiste em realizar uma série de tarefas dentro do mundo virtual organizado em sala com boards relacionadas a montagem de circuitos. Trata-se de um jogo que submete o jogador a diversos puzzles, de modo a apresentar os conceitos técnicos de circuitos digitais e suas nuances em um ambiente gamificado de RV.

Neste sentido, para a arte do jogo, foram elaborados modelos 3D iniciais de tabuleiros e de peças (Figura 1) que o jogador pode interagir. Já para a imersão e o controle da RV do jogo, foi escolhido o Oculus Quest 2 (Figura 2) como HeadSet para o desenvolvimento do protótipo inicial. O HeadSet controla a posição e altura do jogador, as quais são baseados na posição e altura inicial do mesmo quando o jogo é iniciado. Qualquer movimentação tridimensional do jogador é transmitida para o personagem virtual nos respectivos planos. As posições tridimensionais referentes a cada controle representam a sua posição no mundo real em relação ao mundo virtual. Desta forma, ao mexer os controles, o movimento é passado para as mãos virtuais presentes no jogo, acompanhando cada movimento do jogador. Para jogar, são utilizados os botões analógicos “grab” e “trigger”, presentes em ambos os controles (números 2, 3 e 4 da Figura 2), para manipular as peças que serão encaixadas nas *boards* de cada sala.

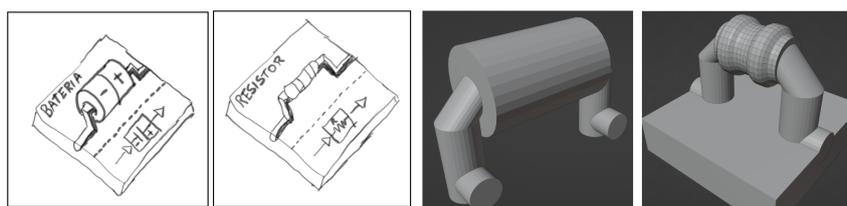


Figura 1. Rascunhos e modelos das peças de bateria e resistor do jogo proposto.

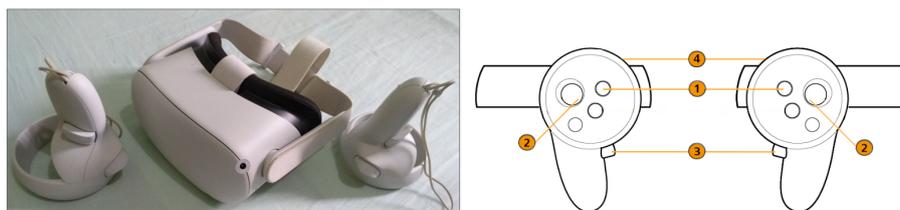


Figura 2. Oculus Quest 2 e mapa de botões de controle aplicados ao jogo.

Com relação a programação do jogo, esta foi desenvolvida em C# utilizando a

ferramenta Unity¹, a qual possui os módulos necessários de integração com o HeadSet escolhido. Trata-se da parte do projeto responsável pela realização da simulação dos comportamentos das peças e boards em cada sala do jogo. Assim, cada sala do jogo possui inicialmente uma lista de peças vazia com o tamanho equivalente à quantidade de encaixes presentes. Para cada posição na lista que existir uma peça, é criado um código que representa a informação da posição, tipo e rotação da mesma, o qual é concatenando a uma string de verificação. Com o código em mãos é feita a verificação de sua existência no grupo de soluções. Caso exista, os comportamentos atribuídos ao código encontrado são representados no circuito, permitindo assim uma configuração dinâmica de possíveis soluções para cada circuito de cada sala do jogo.

3. Resultados e Discussões

3.1. Jogo Desenvolvido

Para cada fase do jogo, o jogador tem à sua disposição um painel central indicando as atividades que precisam ser realizadas para completar a mesma. Um cartão de ajuda (cor branca) com informações que indicam como o circuito da fase funciona também fica a disposição do jogador para eventual consulta e aprendizagem do que deve ser feito. Caso o jogador tenha queimado algum componente necessário para completar o circuito, ele pode reiniciar a qualquer momento a sala apertando o botão de *reset* disponível no canto inferior esquerdo ao lado do painel principal da fase. A Figura 3 apresenta algumas imagens coletadas do jogo utilizando o dispositivo de RV selecionado para o projeto.

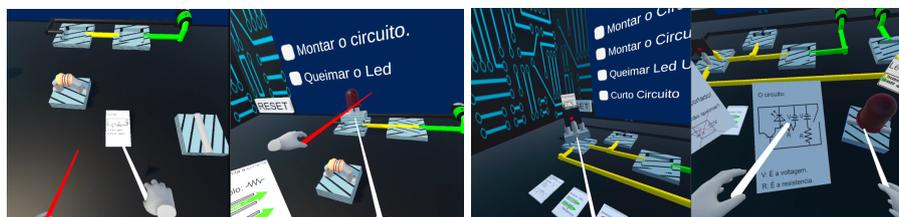


Figura 3. Demonstração da jogabilidade do jogo desenvolvido.

Cada sala do jogo possui um conjunto de desafios, peças e número de *boards* diferentes, onde o desafio cresce em complexidade para cada sala, sendo cinco salas ao todo. Em frente ao jogador existe uma tela apresentando os desafios (Figura 4) que ele deve alcançar para cada sala, as quais foram construídas com o objetivo de focar em um determinado tema de eletrônica:

Desafio 1: Busca acomodar o jogador com os controles e as dinâmicas do jogo, apresentando uma situação simples de ser resolvida. Na sala virtual estão presentes uma peça de resistor, cabo e LED, tendo como possíveis resultados o acendimento do LED ou a queima do mesmo.

Desafio 2: Apresenta situações de circuitos em série e paralelo e os impactos dessas configurações no funcionamento do circuito. O jogador tem com tarefa montar o circuito de forma que o LED não fique aceso. Na sala virtual estão presentes uma peça de resistor, cabo, LED e switch.

¹<https://unity.com/>

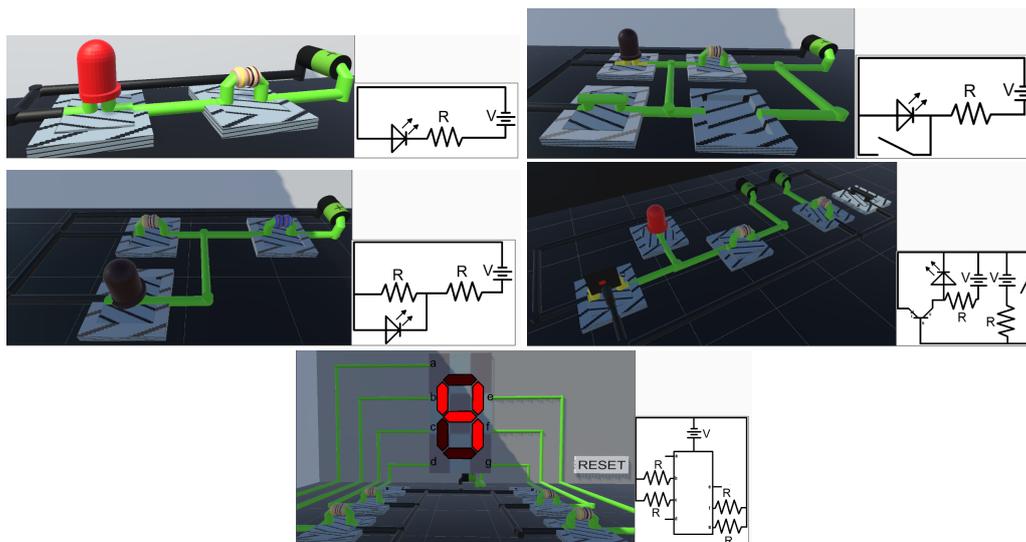


Figura 4. Circuitos a serem montados nos desafios propostos.

Desafio 3: Apresenta o impacto do valor da resistência no funcionamento do LED, a configuração apresentada para o circuito é equivalente a um divisor de tensão. Na sala virtual estão presentes duas peças de resistor no valor de $1K\Omega$, duas peças de resistor no valor de $10k\Omega$, um LED e um cabo.

Desafio 4: Apresenta o transistor como sendo um novo dispositivo para a montagem do circuito. Para facilitar o desafio, a peça para o transistor possui um encaixe diferente dos demais mostrando aos jogadores onde ela deve ser encaixada. Na sala virtual estão presentes duas peças de resistor, um cabo, um LED, um switch e um transistor.

Desafio 5: Utilização de um display de sete segmentos para a construção de símbolos. Na sala virtual estão presentes cinco peças de resistores.

3.2. Validação do Jogo

Para fins de validação do jogo produzido, o mesmo foi avaliado por estudantes de um curso de Engenharia de Computação. Em relação aos entrevistados no processo, o perfil dos jogadores reflete um público unicamente masculino, em sua maioria entre 18 e 28 anos e sem nenhum contato com um dispositivo de RV. Foram coletadas respostas de 10 alunos que se encontravam em sala de aula no dia da avaliação do jogo, os quais jogaram uma partida que durou em média entre 20 a 30 minutos. Após as partidas foi pedido aos alunos o preenchimento do questionário MEEGA+ para a análise dos resultados², uma vez que este método apresenta um escopo de questionamentos e um conjunto de recursos adequados para a avaliação do mesmo. Os resultados obtidos foram analisados com base nas ferramentas oferecidas pelo próprio MEEGA+ para criação de tabelas e gráficos avaliativos [Petri et al. 2018]. Como resultado, obteve-se um score de 48,62 pontos confirmando a boa qualidade do jogo educacional produzido, segundo o próprio modelo MEEGA+, mesmo não sendo vinculado diretamente a uma turma de ensino de circuitos digitais.

Com relação ao retorno dado por todos os que jogaram o jogo virtual, este foi bas-

²https://drive.google.com/drive/folders/17eUTaIBok-9ML8Lyyee-q6aW_7nF_WlN?usp=sharing

tante positivo, principalmente em elogios a mecânica e a sátira de queimar o LED imposta nas missões do jogo. Como a maior parte dos jogadores que tiveram experiência com o jogo nunca tinham utilizado um dispositivo de RV anteriormente, a experiência se tornou bastante única e imersiva. Assim que colocavam o HeadSet, os jogadores entendiam o que tinham que fazer e começavam a solucionar o circuito, principalmente tentando queimar o LED. Algumas dúvidas foram levantadas sobre os controles, principalmente em relação ao switch, o qual utilizava o botão “trigger” para abrir e fechar, o que dentro do jogo não estava descrito ao jogador. Porém, a reclamação mais comum foi a de não ser possível tirar peças que já foram encaixadas para colocar em outro lugar, o que era uma ação que o jogador julgava ser possível, sendo que no jogo, para isso, era necessário reiniciar a fase.

Durante a coleta de resultados, também foram analisados os feedbacks fornecidos pelos jogadores durante e após a experiência com o jogo. Dentre os comentários, o principal destaque e ponto forte do jogo foi o seu desenvolvimento em RV. A experiência em RV proporcionou uma imersão muito mais profunda e envolvente, garantindo uma participação ativa dos jogadores nas atividades propostas. Outro ponto forte foi a forma como os desafios foram apresentados, onde os jogadores precisavam montar um circuito inicialmente, mas também eram incentivados a solucionar outros problemas, como queimar o LED ou causar um curto-circuito. Observou-se também que faltava informação dentro do jogo explicando o uso dos controles, levando muitos alunos a pressionarem todos os botões até encontrarem os corretos, ou a questionarem durante o jogo quais botões deveriam ser pressionados. Outra reclamação foi a incapacidade de mover uma peça após colocá-la no encaixe, o que frustrou alguns alunos que precisaram reiniciar o nível devido a um posicionamento incorreto da peça.

4. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este artigo apresentou o jogo “Não Queima meu LED!”, um ambiente de RV que permite a montagem de circuitos elétricos com base em desafios propostos. Trata-se de um trabalho que apresentou uma proposta desafiadora de jogo educacional em RV, tornando o aprendizado de circuitos digitais menos tedioso e mais eficaz, tendo como base os resultados obtidos a partir do processo de validação aplicado ao projeto.

Para o desenvolvimento do jogo, foram necessários estudos relacionados a ferramentas de programação, controles e HeadSets, e limitações tecnológicas em geral para a construção de jogos em RV. Um outro fator complicante se dá pelo desenvolvimento de jogos educacionais em si, o qual representa um desafio consolidar diversão e ensino de forma responsável e atraente. Muitos jogos acabam se tornando monótonos em designs e mecânicas, não atraindo o jogador com sua proposta de ensino e gamificação, algo que não aconteceu com o jogo proposto.

Como trabalhos futuros para este projeto, pretende-se ampliar o número de fases do jogo, bem como aplicar um sistema de recompensas com elementos de competitividade de modo a criar um ranking comparativo de desempenho dos jogadores. Uma versão simplificada do jogo para ambientes 2D e 3D também se encontra em produção, de modo a adaptar as mecânicas e dinâmicas consolidadas do jogo para plataformas disponíveis para a maioria dos jogadores atuais. Por fim, espera-se concluir a implementação de um ambiente configurável para a produção rápida de novas fases do jogo, permitindo assim que novas fases sejam produzidas por diferentes pessoas apreciadoras do jogo proposto.

Referências

- Fialho, A. B. (2018). *Realidade Virtual e aumentada tecnologias para aplicações profissionais*. Saraiva Educação SA.
- Haase, J. (2022). Flipped classroom with digital circuits: An html5-based interactive simulation tool. In *2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pages 307–312. IEEE.
- Petri, G., von Wangenheim, C. G., and Borgatto, A. F. (2018). Meega+: a method for the evaluation of educational games for computing education. *INCoD–Brazilian Institute for Digital Convergence*, pages 1–47.
- Villena-Taranilla, R., Tirado-Olivares, S., Cozar-Gutierrez, R., and González-Calero, J. A. (2022). Effects of virtual reality on learning outcomes in k-6 education: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 35:100434.
- Zhu, W. and Wu, S. (2023). Design and implementation of digital circuit virtual simulation experimental system based on serious games. In *Proceedings of the 2023 8th International Conference on Distance Education and Learning*, pages 98–104.