

RISCraft-V: Desenvolvimento de uma Experiência Minecraft de Jogo Sério para o Ensino de Sistemas Digitais e Arquitetura e Organização de Computadores

RISCraft-V: Developing a Minecraft-Based Serious Game for Teaching Digital Systems and Computer Architecture and Organization

Enzo Weder Moreira Amorim¹, Athina Galassi Strini¹, Diego Nunes Molinos¹

¹Faculdade de Computação (FACOM) – Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Uberlândia, MG - Brasil

{enzoweder, athinags, diego.molinos}@ufu.br

Abstract. Introduction: Teaching Computer Architecture (CA) and Digital Systems (DS) in higher education involves concepts of low-level abstraction that often challenge students. Serious games aligned with active methodologies and Vygotsky's socio-interactionism offer a promising solution. **Objective:** To describe the design and development of "RISCraft-V" in Minecraft, grounded in socio-interactionism, to support DS and CA teaching. **Methodology or Steps:** Qualitative, descriptive research. Hardware concepts were transposed collaboratively into the virtual environment and validated against traditional simulators, ensuring logical and conceptual consistency. **Results:** The artifact provides an immersive, interactive, and cooperative experience. Its challenge-based structure makes abstract hardware tangible and fosters student protagonism in knowledge construction.

Keywords Serious Games, Minecraft, Sociointeracionismo, Stealth Assessment, Teaching Computing

Resumo. Introdução: O ensino de Arquitetura e Organização de Computadores (AOC) e de Sistemas Digitais (SD) no Ensino Superior aborda conceitos de baixo nível de abstração, o que implica desafios de aprendizagem. Para mitigação, jogos sérios despontam como uma solução eficaz, especialmente se alinhados a metodologias ativas e à teoria de Vigotski. **Objetivo:** Descrever o design e desenvolvimento da experiência "RISCraft-V" no Minecraft, com base no sociointeracionismo, para apoiar o ensino de SD e AOC. **Metodologia ou Etapas:** Pesquisa qualitativa, aplicada e descritiva. Transposição colaborativa de hardware ao virtual, com validação técnica frente a simuladores tradicionais, atestando a fidelidade conceitual para o ensino de SD e AOC. **Resultados:** A experiência indicou imersividade, interatividade e cooperatividade. A estruturação dos desafios virtuais atesta a viabilidade para tangibilizar conceitos abstratos de hardware, com protagonismo do estudante no aprendizado.

Palavras-Chave Jogos Sérios, Minecraft, Sociointeracionismo, Avaliação Silenciosa, Ensino em Computação

1. Introdução

A (re)invenção do processo de ensino e aprendizagem contemporâneo demanda a evolução dos métodos tradicionais, nos quais o estudante é visto como um receptor passivo de informações [Beleti Junior et al. 2020]. Nesse contexto, reforça-se seu papel como protagonista no processo de aprendizagem, alinhado às abordagens construtivistas e de aprendizagem ativa [Cagnini et al. 2015, Brum et al. 2015].

Esse protagonismo encontra respaldo no sociointeracionismo de Vigotski [Van Der Veer e Valsiner 1996, Giusta 2013], que compreende a aprendizagem como um processo interpessoal mediado por interações sociais e culturais. Destaca-se o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que evidencia o avanço do aprendizado por meio da mediação adequada [Ferreira de Faria et al. 2020, Nogueira 2001].

Compatíveis com as premissas de mediação do sociointeracionismo e da aprendizagem ativa, os jogos sérios (ou educativos) destacam-se ao proporem uma aplicação prática dessa (re)invenção do formato tradicional de ensino [Gama et al. 2024a, Fernandes et al. 2025b]. Ao inserirem o estudante em um ambiente interativo que exige resolução de problemas e tomada de decisões, os jogos atuam como excelentes mediadores do conhecimento, garantindo que o estudante assuma, de fato, o papel de protagonista na construção do próprio aprendizado [SOUZA 2017, Abt 1987].

A necessidade de mediação prática torna-se evidente no ensino superior, principalmente, diante de disciplinas como Arquitetura e Organização de Computadores (AOC) e Sistemas Digitais (SD), que historicamente apresentam altos índices de reprovação [Gama et al. 2024b]. A complexidade desses conteúdos, aliada à pouca interação direta com hardware, torna o aprendizado predominantemente abstrato, exigindo dos estudantes a compreensão de estruturas que não são facilmente observáveis.

Para mitigar essas barreiras, o uso de ambientes virtuais e de jogos educativos apresenta-se como uma solução altamente eficaz [Gama et al. 2024a, Cagnini et al. 2015]. A adoção de mundos virtuais, como o *Minecraft*, permite que o estudante experimente, construa e observe, de forma dinâmica e interativa, o comportamento de circuitos e de portas lógicas [Gama et al. 2024a]. Neste contexto, a literatura apresenta diversos estudos voltados ao aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem no ensino superior de computação [da Silva et al. 2018], [Cagnini et al. 2015], [Gama et al. 2024a] e [Fernandes et al. 2025a]. Embora distintos, estes estudos se assimilam ao examinar, ora, a percepção dos alunos sobre os jogos sérios como novo método de aprendizagem, ora ponderar a capacidade de aplicação desse método na viabilização do aprendizado.

Ante o exposto, este trabalho contribui para a criação de uma experiência virtual, sociointeracionista e imersiva que apoie as disciplinas de AOC e SD. Essa experiência é fundamentada nos conceitos de jogo sério, na teoria sociointeracionista e no jogo *Minecraft*, permitindo que estudantes desempenhem papéis em uma narrativa que aborda conceitos de AOC e SD. Este trabalho é guiado por duas questões de pesquisa: (a) Como os conceitos teóricos das disciplinas de AOC e SD podem ser modelados e transpostos para as mecânicas de um jogo sério no ambiente *Minecraft*? e, (b) Quais são os desafios, limitações e potencialidades técnicas do *Minecraft* ao ser adaptado como plataforma para o desenvolvimento de desafios práticos de AOC e SD?

2. Arcabouço Conceitual e Trabalhos Correlatos

Esta seção apresenta o arcabouço conceitual do trabalho, abordando jogos sérios na educação, o sociointeracionismo, a Avaliação Silenciosa e SD e AOC como disciplinas desafiadoras, além de trabalhos correlatos que fundamentam a proposta.

2.1. Jogos Sérios no Contexto Educacional

De acordo com [Michael e Chen 2005], os jogos sérios são ferramentas com propósito educacional, em vez de entretenimento, e trazem consigo fatores que se mostram engajadores para os estudantes. A aplicação de jogos sérios no ensino potencializou-se com o crescimento da era digital [Mattar 2009], e diversos jogos foram desenvolvidos e aplicados na área da computação até mesmo no nível do ensino superior, como trazido pelo mapeamento de [Luccas et al. 2025].

Diante desse cenário, os jogos sérios despontam não apenas como recursos atrativos, mas também como espaços práticos de experimentação onde o aluno constrói o conhecimento de maneira imersiva. Ao aliarem mecânicas lúdicas ao desenvolvimento do pensamento crítico e da resolução de problemas, essas ferramentas transformam o estudante em um agente ativo, capaz de interagir com o objeto de estudo de forma dinâmica, rompendo as limitações dos modelos tradicionais de ensino [Fernandes et al. 2025b].

2.2. Sociointeracionismo de Vigotski na Era Digital

A teoria sociointeracionista, desenvolvida por Lev Vigotski [Van Der Veer e Valsiner 1996], evidencia o papel da vivência cultural e das interações sociais na aprendizagem e no desenvolvimento humanos [Ferreira de Faria et al. 2020]. Um dos pilares dessa abordagem é o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que é a distância entre o nível de desenvolvimento real (o que o estudante aprende sozinho) e o potencial (o que o estudante aprende com ajuda).

Neste contexto, a ZDP apresenta-se como um ambiente propício à aplicação de métodos e ferramentas que auxiliem o processo de aprendizagem, mantendo o papel ativo do estudante, como é o caso dos jogos sérios, que podem ter sua eficácia amplificada quando combinados com métodos de responsividade ao aprendizado [Nogueira 2001]. Na era digital, a mediação da aprendizagem expande-se com o uso de tecnologias educacionais, nas quais jogos sérios atuam como mediadores interativos na ZDP do estudante. Ao oferecerem desafios adaptativos e *feedback* imediato, essas ferramentas favorecem o avanço no aprendizado e estimulam o protagonismo do aluno na construção do conhecimento.

2.3. Avaliação Silenciosa

A Avaliação Silenciosa, ou *Stealth Assessment*, postulada por [Shute e Ventura 2013], é uma abordagem em que o ambiente de aprendizagem adapta-se dinamicamente ao desempenho dos estudantes, direcionando-os a desafios com níveis de complexidade adequados à sua evolução, sem quebrar a imersão. O uso conjunto dos jogos sérios com a Avaliação Silenciosa em trabalhos voltados à inovação do ensino tem crescido, como evidenciado por [Fellows et al. 2022, Abbasi e Kazi 2020], onde é destacado o potencial do método para realizar a avaliação de aprendizagem em um contexto engajador

e enriquecer a imersão das soluções que a aplicam, especialmente devido ao seu caráter não disruptivo.

2.4. Desafios no Processo de Aprendizagem nas Disciplinas de SD e AOC

No contexto do Ensino Superior em Computação, matérias que abordam conceitos de baixo nível de abstração, como SD e AOC, se apresentam como desafiadoras para estudantes [da Silva et al. 2018, da Luz Brum et al. 2017], e essa dificuldade se agrava ainda mais quando o processo de aprendizado não se mostra atrativo. A literatura aponta o uso de simuladores para mitigar dificuldades no aprendizado, como *Logic Circuit* [Eugene Lepekhin 2025] e *RARS* [Pete Sanderson and Kenneth Vollmar 2023], exercitando, de forma satisfatória, o fluxo de processamento de dados. Apesar de serem constantemente atualizados, os simuladores oferecem uma imersão limitada e pouco interativa ao estudante.

Diante dessa lacuna, a aplicação de jogos sérios imersivos, fundamentados em premissas sociointeracionistas, desponta como uma abordagem promissora para essas disciplinas. Além de promover o protagonismo do estudante por meio da experimentação e da interação com o ambiente virtual, essa abordagem permite a coleta contínua de métricas durante a jogabilidade. Essa rastreabilidade possibilita identificar dificuldades e facilidades em tempo de execução, oferecendo suporte ao aprimoramento do processo pedagógico.

2.5. Trabalhos Correlatos

A Tabela 1 apresenta uma síntese comparativa entre o RISCraft-V e trabalhos relacionados na literatura. A análise considera cinco eixos: (a) contexto de jogo sério; (b) multidisciplinaridade, integrando áreas como Sistemas Digitais e Arquitetura de Computadores; (c) abordagem colaborativa; (d) avaliação silenciosa (*Stealth Assessment*), com adaptação dinâmica; e (e) material integrado, evitando quebras de imersão.

Tabela 1. Síntese dos trabalhos correlatos e diferenciais propostos

Trabalhos Correlatos	Jogo Séri	Multidisciplinar	Colaborativa	Avaliação Silenciosa	Material Integrado
[Wu et al. 2015]	✓				
[Oren et al. 2020]	✓				
[Gama et al. 2024a]	✓				
[Cagnini et al. 2015]	✓				
RISCraft-V	✓	✓	✓	✓	✓

Fonte: Autor

Com base nos trabalhos correlatos, o RISCraft-V destaca-se por sua abrangência multidisciplinar e profundidade de interação, englobando simultaneamente o ensino de Arquitetura e Organização de Computadores (AOC) e de Sistemas Digitais (SD). Além disso, o RISCraft-V vai além da dependência de simuladores 2D abstratos, exigindo que o estudante navegue fisicamente e interaja com componentes materializados em blocos 3D no próprio jogo.

O RISCraft-V se destaca pelo foco no sociointeracionismo e na preservação da imersão. A experiência exige a colaboração entre dois estudantes em papéis complementares: um atua na manipulação prática dos circuitos, enquanto o outro orienta

com base em materiais de apoio, disponibilizados no próprio ambiente virtual. Além disso, a proposta incorpora avaliação silenciosa, registrando tempo e número de tentativas de forma não intrusiva e ajustando dinamicamente a dificuldade dos desafios, promovendo um aprendizado adaptativo e contínuo.

3. Metodologia

Esta pesquisa apresenta-se como um estudo de abordagem qualitativa, descritivo e de natureza aplicada, voltado ao desenvolvimento de uma experiência de jogo digital sério e imersivo, fundamentado na teoria sociointeracionista e na abordagem do conteúdo programático das disciplinas de AOC e SD. A Figura 1 ilustra as macroetapas do processo de construção do conhecimento.

Figura 1. Fluxograma da Metodologia



Fonte: Autor

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, com viés descritivo, visando à compreensão e interpretação dos fenômenos envolvidos no desenvolvimento de uma experiência de jogo sério. Sua natureza aplicada evidencia-se na proposta de criação de um produto tecnológico voltado ao ensino de SD e AOC no Ensino Superior. A etapa inicial consistiu na revisão da literatura e no levantamento de requisitos, estabelecendo os fundamentos teóricos e pedagógicos que orientaram a concepção da experiência.

Com base nos requisitos definidos, foram realizadas as etapas de *design* e de especificação da experiência. Nessa fase, estruturou-se a proposta pedagógica contemplando 8 conceitos de SD e 7 de AOC, selecionados por sua relevância e interdependência. A organização dos conteúdos seguiu um modelo de desafios sequenciais, permitindo guiar o estudante no processo de aprendizagem, com possibilidade de adaptação do nível de dificuldade conforme seu desempenho.

A experiência foi implementada no ambiente do jogo *Minecraft*, escolhido por seu alto nível de personalização, suporte a múltiplos jogadores e capacidade de representar circuitos digitais virtualmente. O desenvolvimento foi conduzido por dois estudantes de graduação em Bacharelado em Sistemas de Informação (BSI) da Universidade Federal de Uberlândia, que atuaram nas etapas de levantamento de requisitos, especificação, implementação e testes preliminares.

A avaliação ocorreu por meio de validação funcional contínua ao longo do desenvolvimento, complementada pela interação direta dos desenvolvedores com a versão final da experiência. Nessa etapa, foi possível comprovar a correção e consistência dos resultados obtidos por meio da reprodução de implementações equivalentes em ferramentas consolidadas, como *LogicCircuit* [Eugene Lepekhin 2025] e *RARS* [Pete Sanderson and Kenneth Vollmar 2023]. Essa comparação evidenciou a equivalência funcional entre as soluções, reforçando a validade da abordagem proposta.

como suporte ao ensino dos conteúdos. Ressalta-se, contudo, que ainda não foram realizados experimentos com discentes. Está prevista a submissão do projeto ao comitê de ética, a fim de viabilizar futuras avaliações com participantes.

4. Desenvolvimento da Experiência

O processo de desenvolvimento da experiência abrangeu uma etapa de levantamento de requisitos, *design* e especificação da experiência e, por fim, a implementação efetiva. O levantamento de requisitos visou mapear as características que orientassem a construção de uma experiência de jogo sério sociointeracionista e imersiva, apresentadas na Tabela 2. A incorporação desses requisitos moldou diretamente todo o processo de *design* dos desafios e do RISCraft-V como experiência.

Tabela 2. Requisitos do RISCraft-V

Identificação	Requisito	Descrição
R-01	Conceitos fundamentais	Experiência deve conter desafios funcionais que abordem os conceitos fundamentais das disciplinas de SD e AOC
R-02	Sociointeracionismo	Experiência deve permitir o exercício do Sociointeracionismo através da interação social e cultural
R-03	Avaliação Silenciosa	Os desafios presentes na experiência devem implementar a Avaliação Silenciosa para avaliação de aprendizado
R-04	Imersão	Experiência deve ter um <i>design</i> engajador, interativo e com narrativa envolvente

Fonte: Autor

4.1. Conceitos Fundamentais

O processo de *design* dos desafios, para atender ao requisito R-01, contou com a eleição de 8 conceitos da disciplina de SD, sendo eles: (a) conceito de barramento; (b) portas *NOT*, *OR*, *NOR*, *AND*, *NAND*, *XOR*; e (c) estruturas de *Flip-Flop*, mapeados nos desafios SD-01 a SD-08. No contexto de AOC, são 7 conceitos, (a) armazenamento de informação com registradores; (b) largura de barramento; (c) recuperação de informação; (d) decodificação de instrução; (e) configuração de Unidade Lógica e Aritmética (ULA); (f) paralelização em *pipelines*; e (g) memória cache, mapeados nos desafios AOC-01 a AOC-07.

A seleção dos conceitos foi orientada por sua relevância no contexto das disciplinas de SD e AOC, priorizando conteúdos fundamentais para a compreensão do funcionamento de sistemas computacionais. Também foram considerados tópicos de maior abstração e de maior dificuldade de aprendizagem.

O *design* dos desafios visa testar a compreensão do conteúdo teórico e de suas aplicações práticas, em que os estudantes precisam, por exemplo, montar o circuito com as ferramentas disponibilizadas pelo jogo e responder a uma pergunta relacionada às características e aos casos de uso do circuito no próprio ambiente virtual.

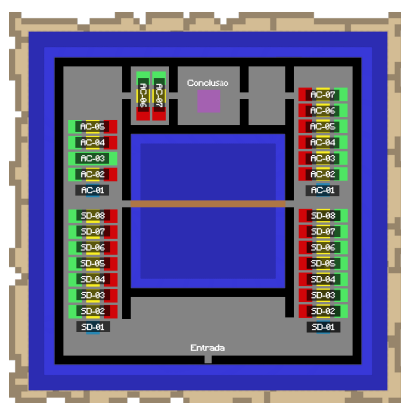
4.2. Sociointeracionismo

O *design* dos desafios, para além de contemplar a abordagem do conteúdo programático das disciplinas, também visou o requisito R-02, tendo sido construídos de forma que são necessários dois jogadores atuando cooperativamente em papéis distintos, onde um dos jogadores performa um papel mais prático, tendo acesso a circuitos lógicos que precisam

ser consertados, estruturas que permitam responder a perguntas de múltipla escolha, elementos da arquitetura computacional que precisam ser operados, entre outros, e o outro jogador exerce um papel mais consultivo, tendo acesso a materiais de referência sobre o funcionamento, características e implementações de circuitos lógicos, elementos da arquitetura ou conceitos da computação.

Os papéis a serem desempenhados em cada desafio são realizados em salas distintas posicionadas em pontas opostas dentro do ambiente virtual, conforme visualizado na Figura 2, sendo usualmente seis salas para cada desafio, sendo três (uma sala por nível de desafio, com as cores representando o nível de dificuldade) na ponta esquerda e três na ponta direita, onde a completude de um desafio depende da atuação em ambas, exigindo a cooperação entre os estudantes que pode ser intermediada com a funcionalidade de *chat* nativa do jogo ou através de chamadas de voz em plataformas paralelas. Excepcionalmente, para o primeiro desafio de SD e AOC, não existem níveis de dificuldade, pois esses níveis são utilizados para o nivelamento inicial; e, para o desafio AOC-03, existe apenas uma sala compartilhada entre todas as variações de dificuldade.

Figura 2. Planta do RISCraft-V



Fonte: Autor

4.3. Avaliação Silenciosa

Para atender ao requisito R-03 (Avaliação Silenciosa), foi implementado um sistema de mensuração de desempenho baseado no número de tentativas por desafio, utilizando funcionalidades nativas do *Minecraft*. Cada submissão é contabilizada como uma tentativa, o que permite classificar o desempenho em três níveis: alto (1 tentativa), médio (2–3 tentativas) e baixo (mais de 3 tentativas). Com base nessa classificação, foram definidas variações de dificuldade para cada desafio (fácil, médio e difícil) e um algoritmo adaptativo que determina a dificuldade do desafio subsequente a partir da combinação entre a dificuldade atual e o desempenho do estudante, conforme apresentado na Tabela 3. Adicionalmente, são coletadas métricas como o tempo de conclusão, e informações sobre erros nas tentativas, disponibilizada ao fim da experiência, o que possibilita uma análise mais aprofundada das dificuldades e do processo de aprendizagem dos estudantes.

4.4. Imersão

Para atender ao requisito R-04, os desafios foram projetados com material de apoio integrado ao ambiente virtual, evitando a quebra de imersão. Além disso, foram inseridos em uma narrativa que orienta o aprendizado e reforça o papel ativo dos estudantes.

Tabela 3. Algoritmo da Avaliação Silenciosa do RISCraft-V

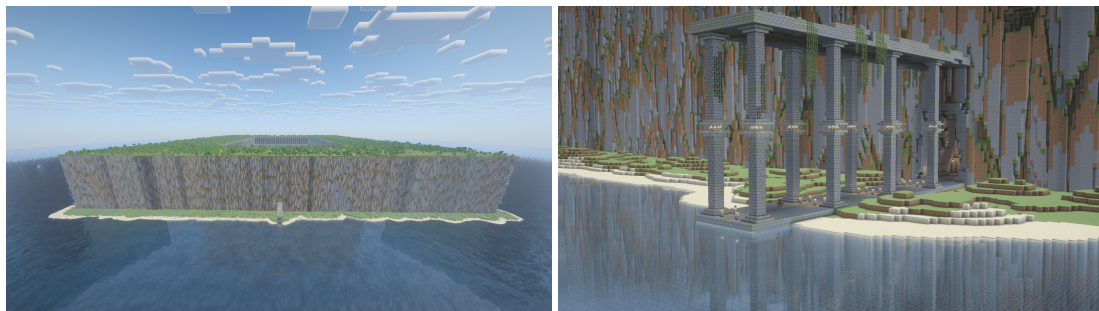
Dificuldade do Desafio Atual	Desempenho		
	Baixo	Médio	Alto
Fácil	Fácil	Fácil	Médio
Média	Fácil	Médio	Difícil
Difícil	Médio	Difícil	Difícil

Fonte: Autor

Após o mapeamento dos requisitos, iniciou-se a implementação no *Minecraft*, com a construção dos desafios e suas variações de dificuldade, seguida de validação funcional e de testes dos mecanismos de adaptação de desempenho. Com a integração da coleta de métricas, o ambiente foi estruturado em um circuito sequencial de desafios, incorporando elementos narrativos e estéticos.

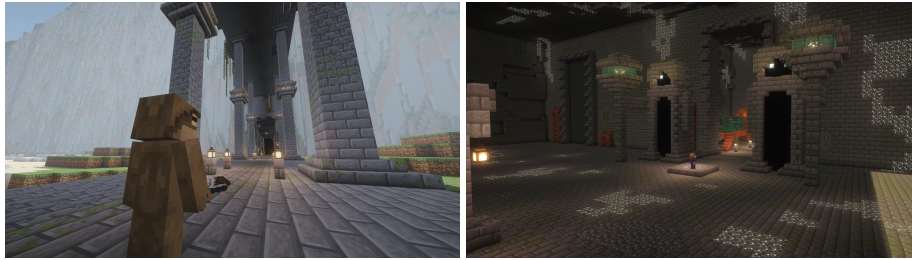
5. RISCraft-V

O RISCraft-V apresenta-se como uma experiência imersiva e responsiva de jogo sério cooperativo, voltada à abordagem de conceitos fundamentais das disciplinas de AOC e SD. A experiência se expressa em um mapa do *Minecraft*, termo utilizado para descrever um ambiente virtual personalizado pelos jogadores, visualizado nas Figuras 3 e 4 que utiliza as ferramentas nativas do jogo para ofertar um circuito de desafios sequencial que guia o processo de aprendizado dos estudantes desde os conceitos mais simples de SD, como barramento, até os conceitos mais completos de AOC, como os conceitos de *pipeline* e *HIT/MISS* da memória cache.

Figura 3. Panorama Geral do RISCraft-V

Fonte: Autor

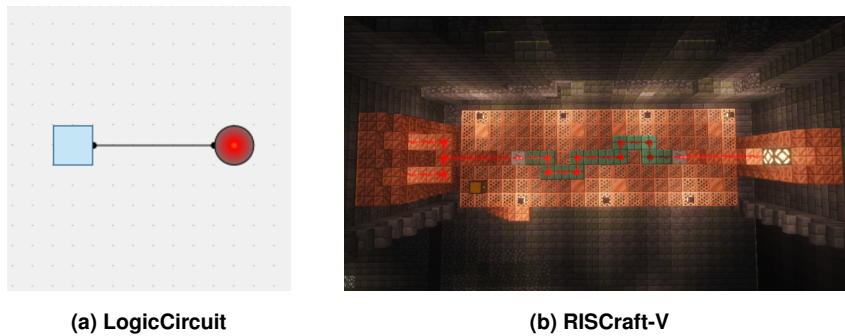
A experiência construída teve foco em elementos de responsividade, cooperatividade e imersividade para engajar estudantes no processo de aprendizado, buscando trazer não somente uma experiência educacional como também uma experiência divertida, que possa ser utilizada como método de apoio no processo pedagógico das disciplinas de SD e AOC no Ensino Superior, seja para revisar conceitos, de forma complementar às aulas convencionais ou como forma de mitigação das dificuldades do ensino, tal como a literatura atualmente aponta o uso de simuladores.

Figura 4. Estudante Iniciando a Experiência no RISCraft-V

Fonte: Autor

6. Análise Comparativa: Simuladores versus RISCraft-V

A análise comparativa entre o RISCraft-V e as ferramentas *LogicCircuit* [Eugene Lepekhin 2025] e *RARS* [Pete Sanderson and Kenneth Vollmar 2023] evidenciou diferenças significativas. Observou-se que o *LogicCircuit* adota um modelo baseado em componentes prontos, no qual o usuário conecta elementos previamente definidos, o que favorece a simulação e a validação rápidas de circuitos, porém com menor exploração do funcionamento interno desses componentes. Em contraste, no RISCraft-V, os estudantes interagem diretamente com a construção e o reparo de circuitos lógicos materializados, desde portas lógicas básicas até estruturas mais complexas, como *Flip-Flops*. Conforme ilustrado na Figura 5, essa abordagem proporciona maior granularidade na interação com os elementos do circuito. Como resultado, observa-se que a representação dos componentes em blocos no ambiente do jogo sugere uma experiência de aprendizagem mais concreta, imersiva e engajadora, com potencial para ampliar a compreensão dos conceitos abordados.

Figura 5. Barramento Simples representado no *LogicCircuit* e no RISCraft-V(a) *LogicCircuit*

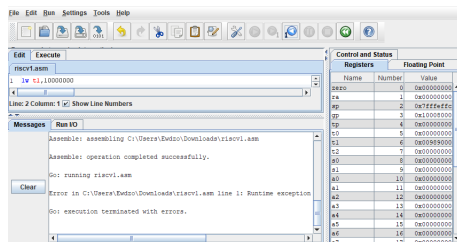
(b) RISCraft-V

Fonte: Autor

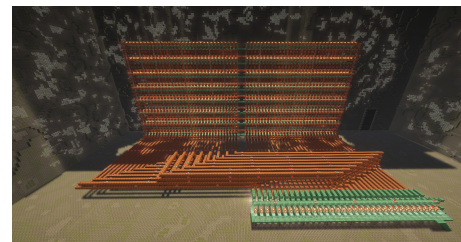
Em relação ao ambiente RISC-V Assembler and Runtime Simulator (RARS), observou-se que a ferramenta apresenta uma interface genérica e altamente abstrata para o ensino de AOC, na qual o acesso à memória ocorre por meio da seleção de endereços em uma janela de dados, enquanto os registradores são representados como valores hexadecimais atualizados a cada execução. Em contraste, os desafios implementados no RISCraft-V propõem uma abordagem imersiva, na qual o estudante precisa decodificar e navegar fisicamente pela memória para progredir, conforme ilustrado na Figura 6. Nesse ambiente, registradores, barramentos e demais componentes são representados visualmente e de forma manipulável por meio de blocos e estruturas lógicas construídas

no jogo. Como resultado, considera-se que essa representação concreta e interativa pode oferecer um apoio visual significativo, podendo contribuir para a compreensão dos processos envolvidos e atenuar o nível de abstração característico de ferramentas tradicionais.

Figura 6. Interação com Memória através do RARS e do RISCraft-V



(a) RARS



(b) RISCraft-V

Fonte: Autor

Em síntese, enquanto *LogicCircuit* e *RARS* priorizam a abstração e a simulação, o *RISCraft-V* propõe uma abordagem interativa e imersiva baseada na materialização dos conceitos, indicando potencial para reduzir a abstração e favorecer o engajamento e a compreensão no ensino de SD e AOC.

7. Considerações Finais

O *RISCraft-V* demonstrou viabilidade técnica e consistência lógica para transpor conceitos de SD e AOC, e seus desenvolvedores consideram que a ferramenta possui potencial promissor como experiência educativa. Em relação à primeira questão de pesquisa, verificou-se que é viável modelar e transpor conceitos teóricos dessas disciplinas para mecânicas de jogo no ambiente *Minecraft*, mantendo consistência lógica e promovendo uma abordagem que indica interatividade e imersividade. Quanto à segunda questão, a experiência evidenciou que, embora o *Minecraft* ofereça grande potencial para a construção de ambientes imersivos e responsivos, sua adaptação envolve desafios técnicos e de design, especialmente na implementação de mecanismos de avaliação e progressão. Ainda assim, os resultados indicam que a proposta possa vir a favorecer o engajamento, a autonomia e o interesse dos estudantes, além de apresentar potencial de expansão para novos conceitos.

Como trabalhos futuros, prevê-se a realização de um estudo de caso para a coleta de métricas da experiência, incluindo a aplicação de instrumentos consolidados de avaliação de jogos sérios, como o MEEGA+ [Gresse von Wangenheim et al. 2025], bem como a análise de usabilidade, a identificação de melhorias e a investigação do uso da ferramenta como apoio complementar ao aprendizado e à avaliação do conteúdo.

7.1. Disponibilidade de Artefatos

Um artefato foi disponibilizado apresentando um *tour* demonstrativo que destaca a imersividade e a interatividade do *RISCraft-V*. Nesse mesmo artefato, é possível visualizar a apresentação do primeiro desafio da experiência, assim como o mecanismo de liberação dos próximos desafios.

Link do Artefato: <https://youtu.be/CABJ62daxQo>.

Referências

- Abbasi, S. e Kazi, H. (2020). Stealth assessment in serious games to improve OO learning outcomes . In *2019 International Conference on Advances in the Emerging Computing Technologies (AECT)*, pages 1–5, Los Alamitos, CA, USA. IEEE Computer Society.
- Abt, C. (1987). *Serious Games*. Bloomsbury Academic.
- Beleti Junior, C. R., de Macedo, C. A., Alencar, V. H. S., Santiago Junior, R. M., e Züge, A. P. (2020). Abordagem metodológica para o ensino de arquitetura de computadores em ambientes não formais. *Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE)*, 28:335–359.
- Brum, L. M. d. L., de Pinho, L. B., e Camargo, S. d. S. (2015). Avaliação do uso de realidade aumentada no ensino de arquitetura e organização de computadores. *International Journal of Computer Architecture Education (IJCAE)*, 4(1):17–20.
- Cagnini, H., Charão, A., Barcelos, P., e de Azevedo, B. (2015). Mundo virtual minecraft: uma experiência no ensino de circuitos digitais. In *Anais do XXIII Workshop sobre Educação em Computação*, pages 206–215, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- da Luz Brum, L. M., de Pinho, L. B., e da Silva Camargo, S. (2017). Avaliação do uso de realidade aumentada no ensino de arquitetura e organização de computadores. *International Journal of Computer Architecture Education (IJCAE)*, 6(1):10–17.
- da Silva, G. C., Oliveira, L. C., e Fernandes, S. R. (2018). Proposta de ensino de arquitetura de computadores com gamificação e realidade aumentada. *International Journal of Computer Architecture Education (IJCAE)*, 7(1):39–47.
- Eugene Lepekhin (2025). Logiccircuit.
- Fellows, R., Braga, J., e Dotta, S. (2022). Revisão sistemática de literatura sobre métodos, técnicas e critérios de avaliação de aprendizagem em jogos sérios sociointeracionistas. In *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 528–539, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Fernandes, K., Oliveira, L., Lima, I., Cunha, J., e Fernandes, G. (2025a). Palavras da vida: Desenvolvimento de um jogo digital baseado na metodologia de paulo freire para a alfabetização de jovens e adultos. In *Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 1182–1193, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Fernandes, K. T., de Oliveira, L. V. N., Lima, I. M. d. S., da Cunha, J. L., e Fernandes, G. L. d. S. (2025b). Palavras da vida: Desenvolvimento de um jogo digital baseado na metodologia de paulo freire para a alfabetização de jovens e adultos. In *Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, Salvador, BA.
- Ferreira de Faria, P., de Camargo, D., e Venâncio, A. (2020). *Vigotski no Ensino Superior: concepção e práticas de inclusão*. Editora Fi, Porto Alegre, RS, Brasil.
- Gama, G., Fernandes, G., Junior, M. C., e Aylon, L. (2024a). Jogando, aprendendo e construindo: Utilizando o minecraft como ferramenta de auxílio no ensino de circuitos digitais. In *Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 1223–1232, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Gama, G. V. d. M., Fernandes, G. A., Junior, M. M. C., e Aylon, L. B. R. (2024b). Jogando, aprendendo e construindo: Utilizando o minecraft como ferramenta de

- auxílio no ensino de circuitos digitais. In *Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, Manaus, AM.
- Giusta, A. d. S. (2013). Vygotsky e as teorias da aprendizagem. *Série-Estudos - Periódico do Mestrado em Educação*.
- Gresse von Wangenheim, C., Petri, G., e Borgatto, A. (2025). Usando meega/meega+ para a avaliação de jogos educacionais: uma retrospectiva. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 33:943–971.
- Luccas, M., Pereira, L., e 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.
- Mattar, J. (2009). *Games em Educação: Como os nativos Digitais Aprendem*. Pearson Universidades.
- Michael, D. R. e Chen, S. L. (2005). *Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform*. Thomson Course Technology.
- Nogueira, C. F. (2001). Vygotsky e a zona de desenvolvimento proximal (zdp): três implicações pedagógicas. *Revista Portuguesa de educação*, 14(2):0.
- Oren, M., Pedersen, S., e Butler-Purry, K. L. (2020). Teaching digital circuit design with a 3-d video game: The impact of using in-game tools on students' performance. *IEEE Transactions on Education*, 67(1):24–31.
- Pete Sanderson and Kenneth Vollmar (2023). Rars.
- Shute, V. e Ventura, M. (2013). *Stealth Assessment: Measuring and Supporting Learning in Video Games*. The MIT Press.
- SOUZA, C. V. d. (2017). Gamificação na educação superior: experimentações na docência. Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco.
- Van Der Veer, R. e Valsiner, J. (1996). *Vygotsky-uma síntese*. Edições Loyola.
- Wu, Q., Zhu, Y., e Luo, Z. (2015). A gamification approach to getting students engaged in academic study. *Bulletin of the IEEE Technical Committee on Learning Technology*, 17(4):26–29.