

ULA LÁ!: Gamificação no Ensino de Arquitetura e Organização de Computadores

Relatório de Desenvolvimento e Mecânicas de Jogo

Lucas Molinari

Enrique Susin

Pedro Abreu

24 de novembro de 2025

Resumo

Este relatório descreve o desenvolvimento e as regras do jogo de tabuleiro “ULA LÁ!”, uma adaptação educativa do jogo *Saboteur*. O projeto visa auxiliar no ensino de conceitos fundamentais de Arquitetura e Organização de Computadores (AOC), simulando o fluxo de dados desde os periféricos de entrada até a Unidade Lógica e Aritmética (ULA). O jogo introduz uma dinâmica de identidades ocultas onde jogadores assumem papéis de “Instruções” ou “Gargalos”, promovendo o aprendizado ativo sobre barramentos, hierarquia de memória, hazards e interrupções.

Sumário

1 Introdução	2
2 Conceito e Adaptação	2
2.1 A Metáfora do Hardware	2
3 Mecânicas e Regras do Jogo	2
3.1 Papéis e Identidades Ocultas	2
3.2 Tipos de Cartas	3
3.2.1 1. Cartas de Caminho	3
3.2.2 2. Cartas de Destino	3
3.2.3 3. Cartas de Sabotagem (Problemas)	3
3.2.4 4. Cartas de Solução (Técnicas)	3
3.2.5 5. Cartas de Pergunta (Quiz)	4
4 Desenvolvimento e Materiais	4
4.1 Processo de Construção	4
5 Aspectos Educacionais e Resultados Esperados	4
6 Conclusão	4
Referências	5

1 Introdução

A disciplina de Arquitetura e Organização de Computadores (AOC) é fundamental para a formação em Computação, porém, apresenta desafios pedagógicos devido à abstração de conceitos como latência, fluxo de dados e microarquitetura.

O projeto “ULA LÁ!” surge como uma proposta de metodologia ativa para minimizar essas dificuldades, combinando conhecimento e diversão para concretizar conceitos abstratos.

2 Conceito e Adaptação

O jogo é fortemente inspirado na mecânica de *Saboteur*, adaptando o tema de mineração para o hardware de computadores.

2.1 A Metáfora do Hardware

No jogo original, anões mineradores buscam ouro. Em “ULA LÁ!”, os jogadores são componentes do sistema computacional:

- **O Caminho:** Em vez de túneis, os jogadores constroem barramentos de dados e endereços que conectam a Entrada/Saída (E/S) à CPU.
- **O Objetivo (Ouro):** O tesouro a ser alcançado é a **ULA** (Unidade Lógica e Aritmética), representando o sucesso no processamento da instrução.
- **Os Sabotadores:** São representados pelos **Gargalos** do sistema (ex: discos lentos, falhas de barramento), que tentam impedir o fluxo de dados.

3 Mecânicas e Regras do Jogo

3.1 Papéis e Identidades Ocultas

No início da partida, cada jogador recebe uma carta de identidade secreta que define seu time e objetivo:

1. Time das Instruções:

- **Representação:** Instruções de baixo nível como LOAD, STORE e ADD.
- **Objetivo:** Construir um caminho ininterrupto da carta de início até a carta da ULA.

2. Time dos Gargalos (Sabotadores):

- **Representação:** São representados apenas com uma carta "Gargalo".
- **Objetivo:** Impedir que as instruções cheguem à ULA até que o baralho de compras acabe.
- **Estratégia:** Devem agir discretamente para não serem descobertos muito cedo, colocando caminhos sem saída ou cartas de sabotagem.

3.2 Tipos de Cartas

O baralho é composto por quatro categorias principais de cartas, desenhadas para ensinar conceitos técnicos específicos:

3.2.1 1. Cartas de Caminho

Representam os componentes físicos e lógicos por onde os dados trafegam. Os jogadores devem conectar as linhas dos barramentos corretamente.

3.2.2 2. Cartas de Destino

São três cartas colocadas viradas para baixo no final do tabuleiro (a 7 cartas de distância do início).

- Apenas uma é a verdadeira **ULA** (Recompensa).
- As outras duas são distrações (ou falhas), representadas por um Cache Miss.

3.2.3 3. Cartas de Sabotagem (Problemas)

Utilizadas pelos Gargalos (ou por Instruções confusas) para bloquear um jogador ou destruir um caminho. Cada sabotagem é baseada em um problema real de arquitetura:

- **Deadlock:** Bloqueia o fluxo quando processos esperam recursos uns dos outros indefinidamente.
- **Pipeline Stall:** Atrasa a execução de instruções, criando bolhas no processamento.
- **Falha no Barramento:** Remove uma carta de caminho do tabuleiro, simulando perda de conexão física.
- **Gargalo de E/S:** Representa a lentidão na comunicação com periféricos (I/O Wait).
- **Latência de Memória:** Ocorre quando o processador precisa buscar dados na memória principal (RAM) devido a um *Cache Miss*, resultando em espera.

3.2.4 4. Cartas de Solução (Técnicas)

Para remover uma sabotagem, o jogador deve jogar a carta de solução **teoricamente correta** para aquele problema específico, forçando o aprendizado do conteúdo:

- **Forwarding (Adiantamento):** Soluciona Hazards de Dados, enviando o resultado de uma instrução diretamente para a próxima sem esperar a escrita no registrador.
- **Semáforo:** Mecanismo de sincronização utilizado para controlar o acesso a recursos compartilhados e evitar conflitos de disputa (Bus Contention).
- **Cache Hierárquico:** Soluciona a **Latência de Memória** aplicando o princípio da localidade para manter dados frequentes em memórias mais rápidas (L1, L2).
- **Buffering:** Soluciona o **Gargalo de E/S** (I/O Wait), armazenando dados temporariamente em uma memória intermediária para compensar a diferença de velocidade entre dispositivos.

3.2.5 5. Cartas de Pergunta (Quiz)

Mecânica auxiliar onde o jogador deve responder corretamente a uma questão de múltipla escolha sobre a matéria (ex: "Quando ocorre hazard estrutural?") para se livrar de penalidades.

4 Desenvolvimento e Materiais

4.1 Processo de Construção

O desenvolvimento seguiu quatro etapas principais:

1. **Definição de Regras:** Adaptação do *Saboteur* para incluir a correspondência obrigatória entre Problema (Sabotagem) e Solução Técnica.
2. **Criação das Cartas:** Design gráfico ilustrando componentes de hardware (CPU, RAM, Barramentos) e ícones de ações.
3. **Prototipagem:** Impressão de um baralho contendo:
 - 80-100 cartas de caminho.
 - 50-60 cartas de ação (sabotagem/solução).
 - Cartas de identidade e destino.
 - 30 cartas de perguntas.
4. **Testes (Playtesting):** Sessões com alunos para balancear a dificuldade entre o time das Instruções e dos Gargalos.

5 Aspectos Educacionais e Resultados Esperados

O jogo “ULA LÁ!” promove o aprendizado através de:

- **Associação Correta:** O aluno não pode apenas jogar uma carta de "conserto" genérica; ele precisa saber que *Forwarding* resolve *Hazard*, fixando o conteúdo teórico.
- **Engajamento:** A mecânica de dedução social e bluff mantém os alunos interessados e discutindo conceitos técnicos para justificar suas jogadas.

6 Conclusão

O projeto “ULA LÁ!” cumpre seu objetivo de tornar tangíveis os conceitos de Arquitetura de Computadores através da adaptação do jogo de cartas, *Saboteur*. Além de uma ferramenta de ensino, o jogo revelou ser uma forma de aprendizado muito boa. O desafio de traduzir a complexidade do hardware para um mundo tangível de cartas exigiu que os conceitos fossem não apenas compreendidos, mas dissecados e reconstruídos sob um novo olhar.

Ao exigir a aplicação de soluções técnicas precisas para cada tipo de sabotagem, o jogo transforma a abstração do fluxo de dados em uma experiência prática. Conclui-se, que

a modelagem criativa do conhecimento técnico demonstrou ser uma estratégia poderosa, onde o rigor acadêmico e o lazer podem se combinar para trazerem uma nova forma de aprender.

Referências

- [1] Costa, T. K. L. and Silva, M. A. A. (2017) "Jogo digital educacional para o ensino de organização de computadores", In: *Anais do XXIII Workshop de Informática na Escola*, Porto Alegre, SBC, p. 91-100.
- [2] Patterson, D. A. and Hennessy, J. L. (2017), *Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface*, 5th edition, Elsevier, Rio de Janeiro.
- [3] Savi, R. and Ulbricht, V. R. (2008) "Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios", *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 6, n. 1, p. 1-10.
- [4] Silva, J. C. et al. (2015) "Simulador visual de pipeline MIPS como ferramenta de apoio ao ensino de Arquitetura de Computadores", In: *Anais do XXIII Workshop sobre Educação em Computação*, Porto Alegre, SBC, p. 123-132.
- [5] Stallings, W. (2010), *Computer Organization and Architecture*, 8th edition, Pearson Prentice Hall, São Paulo.
- [6] Tanenbaum, A. S. and Austin, T. (2013), *Structured Computer Organization*, 6th edition, Pearson, São Paulo.