

DESENVOLVIMENTO DE JOGO EDUCATIVO PARA AUXÍLIO NO ENSINO DA TEORIA DE SISTEMAS OPERACIONAIS NO CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

Veronica Isabela Quandt – veronica.quandt@up.edu.br
Universidade Positivo, Engenharia da Computação
R. Professor Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300
81280-330 – Curitiba – PR

Julio Cesar Becker Vasconcelos – julio.vasconcelos@up.edu.br
Universidade Positivo, Engenharia da Computação
R. Professor Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300
81280-330 – Curitiba – PR

Guilherme Eduardo Rodrigues – guilherme.erodrigues@aluno.positivo.edu.br
Universidade Positivo, Engenharia da Computação
R. Professor Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300
81280-330 – Curitiba – PR

Eder de Almeida Chiquito – eder.almeida40@gmail.com
Universidade Positivo, Engenharia da Computação
R. Professor Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300
81280-330 – Curitiba – PR

Leonardo Gomes Tavares – leonardo.tavares@up.edu.br
Universidade Positivo, Engenharia Elétrica
R. Professor Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300
81280-330 – Curitiba – PR

Solivan Arantes Valente – solivan@up.edu.br
Universidade Positivo, Engenharia Elétrica
R. Professor Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300
81280-330 – Curitiba – PR

Resumo: Durante a formação de um Engenheiro da Computação, conteúdos teóricos inerentes ao curso não atraem a atenção dos alunos devido à sua profundidade. Para auxiliar no ensino da teoria de semáforos em Sistemas Operacionais, foi proposta a criação de um jogo digital, onde além dos alunos executores do projeto se aprofundarem no assunto, outros alunos que utilizem o jogo aprenderão de forma interativa. O jogo foi desenvolvido em ambiente gráfico utilizando a ferramenta Game Maker Studio, e utilizando o conceito de cruzamentos de trânsito, semáforos e carros, aliados a um tutorial, ensina o conteúdo teórico de forma lúdica.

Palavras-chave: Sistemas Operacionais. Semáforos. Jogos Educativos.

1 INTRODUÇÃO

Os jogos digitais aparecem, no contexto de mídia interativas, como um recurso didático contendo características que trazem diversos benefícios para o ensino da disciplina. Devido ao papel que os jogos digitais têm na vida de jovens estudantes, proporcionar práticas educacionais atrativas através desses meios pode ser uma forma interessante de buscar a atenção dos alunos para o aprendizado (SAVI et al., 2008).

Os jogos digitais podem apresentar variedade na sua dificuldade e história, ou seja, um jogo pode ter uma dificuldade muito elevada e não apresentar história, ou ser extremamente fácil e se dedicar muito à história. A partir disso, os jogos podem ser usados de forma educativa, pois proporcionam o desenvolvimento de habilidades motoras facilitando o aprendizado e fixação de informações.

Com base nisso, dois alunos da Universidade Estadual de Londrina (UEL) desenvolveram um jogo para auxiliar o aprendizado de Séries de Fourier, um tópico do curso de Engenharia Elétrica. Para tal, o jogo entrega quatro sinais de entrada (senos ou cossenos) e uma saída desejada. É pedido que o jogador, ajustando os sinais de entrada, tenha a saída do sistema como o pedido pelo jogo. Esse jogo permite que o aluno consiga visualizar e aprender a série de Fourier de forma simplificada (ELERO et al., 2017).

Outra equipe de estudantes, da Faculdade de Ciências Aplicadas e Sociais de Petrolina (FACAPE), criou um jogo chamado de WarGrafos, baseado no famoso jogo de tabuleiro War distribuído no Brasil pela empresa Grow. O jogo deles utiliza uma mapa mundi dividido em partes, e cada pedaço é dado a um dos jogadores. Os jogadores devem usar estratégias baseadas na teoria de grafos para conseguir chegar a um objetivo entregue no começo do jogo (FIGUEIREDO et al., 2011).

Além dos jogos, existem também os simuladores, que são usados para proporcionar acesso fácil ao ensino de funções e questões de difícil entendimento. Utilizando essa tecnologia em conjunto com a técnica de realidade aumentada, foi desenvolvido um simulador para o ensino de sistemas operacionais utilizando realidade virtual, designado ESORV. O intuito é deixar que o usuário do *software* possa manipular e explorar o processo de escalonamento de processos na Unidade Central de Processamento (CPU) em tempo real (SCAMATI, 2017).

Dentro da área de Sistemas Operacionais, também foi desenvolvido o simulador BRASILOS, que, utilizando recursos gráficos, ajuda o aluno na compreensão do gerenciamento de processos. A ferramenta foi utilizada e validada por um grupo de estudantes da disciplina de Sistemas Operacionais do sexto semestre do curso de Engenharia de Telecomunicações do IFCE Campus Fortaleza (SILVA et al., 2011).

A prática de uso de jogos, mesmo não sendo digitais, na disciplina de Sistemas Operacionais, já vem sendo estudada e disseminada há algum tempo, com jogos de perguntas e respostas, batalha naval e de transição de estados de processos. Essa prática vem proporcionando uma experiência muito positiva para os alunos e o curso em si (HILL, 2003).

A teoria de semáforos, usados em sistemas operacionais, é lecionada no curso de Engenharia da Computação da Universidade Positivo, na disciplina de Sistemas Operacionais, ofertada no segundo ano do curso. Por ser uma disciplina bastante teórica, apenas com atividades práticas utilizando programação em C, foi sugerido pelo docente o desenvolvimento de jogos digitais pelos próprios alunos, para ajudar na compreensão dos tópicos, pelo ponto de vista de quem desenvolve o jogo e de quem os joga.

Este trabalho apresenta a criação de um jogo digital educacional que ensina a teoria de semáforos. O objetivo é trazer uma interface simples, visual e com tutoriais para que o aluno resolva, de forma lúdica e interativa, problemas relacionados à teoria de semáforos, assunto relevante na formação de engenheiros da computação.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do jogo digital, visando a aprendizagem de semáforos, foi escolhido pelos alunos a ferramenta Game Maker Studio 2 (GAMEMAKER, 2018).

2.1 Semáforos

Segundo Tanenbaum (2016), o conceito de semáforos teve início em 1965, quando E. W. Dijkstra propôs utilizar uma variável inteira com o objetivo de contar o número de sinais “acordar” salvos para um futuro uso. Esse tipo de variável recebeu o nome de semáforo. Essa variável poderia ter o valor 0, tendo como função a indicação de que nenhum sinal “acordar” foi salvo, ou possuiria algum valor positivo se houvesse um ou mais sinais “acordar” pendentes.

Basicamente, levando a ideia de Dijkstra para um contexto prático, comparando com um semáforo de trânsito, sua proposição pode ser apresentada da seguinte maneira: o semáforo ficará verde caso não exista *threads* em sua “Seção Crítica”, e ficará vermelho caso exista uma *thread* em sua “Seção Crítica”. Se uma nova *thread* encontrar o semáforo vermelho, ela deverá esperar até que fique verde para passar pela “Seção Crítica”.

Dijkstra propôs, ainda, a criação de duas operações de manipulação de semáforo, designadas *down* e *up* (expressões derivadas, respectivamente de P (“*proberen*” - testar em holandês) e V (“*verhogen*” - incrementar em holandês), e remetidas a *sleep* - dormir ou aguardar - e *wakeup* - acordar ou continuar).

A operação *down* tem como função verificar se o valor do semáforo é maior que 0. Em caso afirmativo, o valor será decrementado, consumindo um sinal “acordar” armazenado e a *thread* continuará sua execução. Se o valor for 0 ou menor, a *thread* será colocada para dormir, ou aguardar. A operação *up* possui a função de incrementar o valor do semáforo e, se uma ou mais *threads* estiverem esperando para utilizar este semáforo, uma delas é escolhida pelo sistema, permitindo que termine seu *down*. Logo após um *up*, se existir *threads* esperando o semáforo, e este possuir o valor igual ou menor que 0, uma *thread* é escolhida para realizar sua atividade. Esse processo pode ser visualizado em forma de algoritmo na Figura 1 e com um esquema representativo de um semáforo na Figura 2.

Os sinais “acordar” vêm do conceito de *multithreading*, e é associado ao fato de um Sistema Operacional possuir a capacidade de executar diversas *threads* ao mesmo tempo, sem que exista algum tipo de interferência entre elas, ou seja, de forma independente mesmo que compartilhem os mesmos recursos de um processo que as executa.

A Seção Crítica conhecida também como Região Crítica, vem da programação concorrente e pode ser definida como uma área do programa em que ocorre o acesso à memória compartilhada. No contexto das *threads*, as seções críticas são situações nas quais ocorrem conflitos entre *threads* concorrentes; quando uma *thread* está em uma dessas regiões, o sistema deve proteger o acesso aos recursos compartilhados e assegurar que o processo que

já está dentro dessa região crítica termine sua execução, fazendo com que outras *threads* esperem até que esta área esteja desocupada.

Figura 1 - Algoritmo para semáforos.

```

Struct semaforo{
    int count;
    queueType q;
}

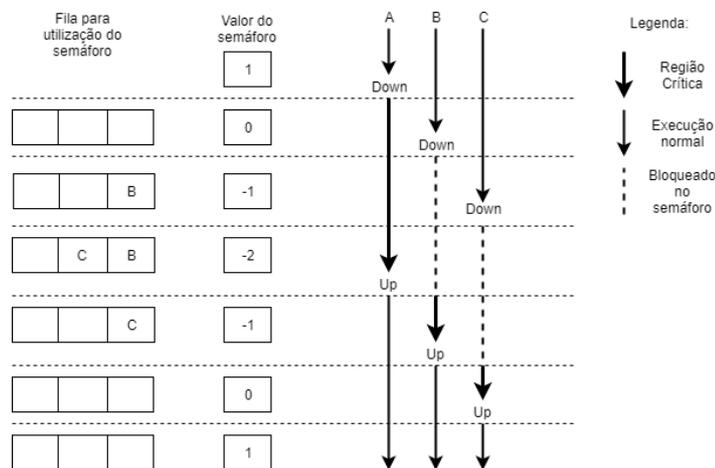
void P(semaforo s){
    s.count--;
    if(s.count < 0){
        coloca o processo na fila q de s;
        bloqueia o processo;
    }
}

void V(semaforo s){
    s.count++;
    if(s.count <= 0){
        remove o processo P da fila q de s;
        coloca o processo P na fila de prontos;
    }
}
    
```

Semáforo pode ser inicializado com um valor não negativo

Fonte: Adaptado de Tanenbaum (2016)

Figura 2 - Esquema representativo de um semáforo.



Fonte: Adaptado de Tanenbaum (2016)

Em geral, a teoria de semáforos é ensinada na disciplina de Sistemas Operacionais no segundo bimestre, em conjunto com a teoria de *threads*. Além da parte teórica, os alunos praticam a utilização de *threads* através da programação de exemplos e exercícios desenvolvidos na linguagem C.

2.2 Game Maker Studio 2

O Game Maker Studio 2 é uma ferramenta de desenvolvimento de jogos, fornecida pela empresa Yo-Yo Games. Nessa IDE (*Integrated Design Environment* - Ambiente de Desenvolvimento Integrado) é utilizado a linguagem de programação GML (*Game Maker Language*), linguagem orientada a objetos com sintaxe similar a do C. Ela permite exportar jogos diretamente ao Microsoft Windows, Apple MacOS, Linux entre outros (GAMEMAKER, 2018).

Neste trabalho foi utilizada a versão gratuita da ferramenta, que fornece a opção de criar jogos para fins educacionais em ambiente Microsoft Windows.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 O Jogo

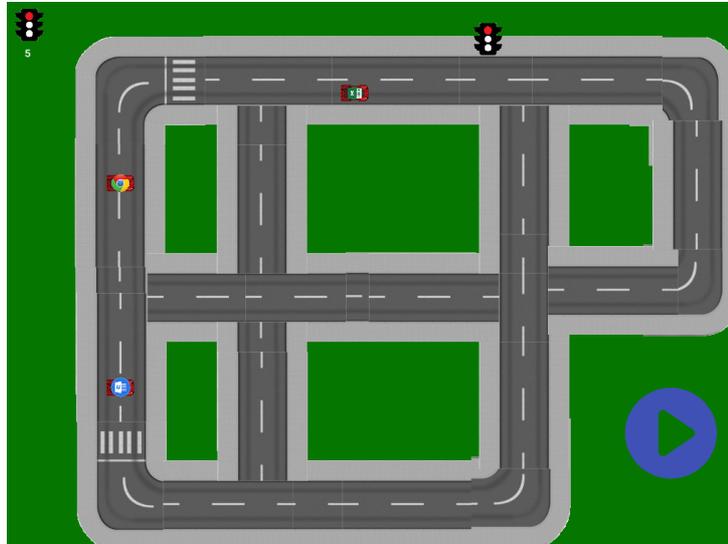
O jogo consiste em uma simulação de ruas de tráfego, onde há veículos circulando, representando os processos, e semáforos de trânsito, representando os semáforos da computação. O objetivo do jogador é colocar semáforos nos cruzamentos (que estão representando as seções críticas) de maneira que os carros não colidam entre si.

A simulação segue as seguintes regras:

- O jogador possui um número limitado de semáforos para colocar na planta;
- Todos os carros saem do seu ponto de saída, fazem uma rota específica, voltam ao ponto inicial, e param, aguardando o resultado final da fase;
- Caso um carro colida com outro, o nível inteiro é reiniciado;
- Caso todos os carros voltem para seus pontos de partida sem colisões, o nível é concluído.

O jogo possui múltiplas fases, com níveis de dificuldade que aumentam progressivamente, restringindo mais o número de semáforos, aumentando o número de carros e ruas e aumentando a quantidade de carros que passam por um mesmo cruzamento. Um exemplo de uma das fases é ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Tela do jogo proposto



Fonte: Os autores (2018)

A tela inicial do jogo dá a opção de começar um novo jogo ou aprender a teoria da simulação. Ela é mostrada na Figura 4.

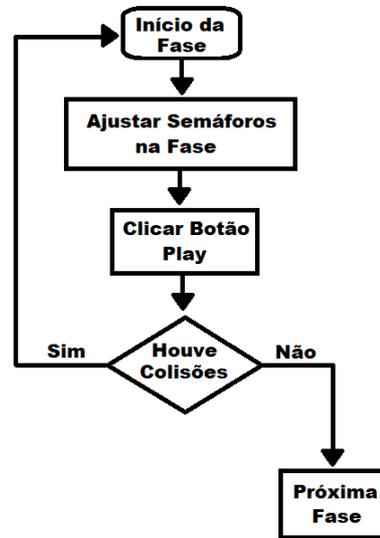
Figura 4 - Tela inicial



Fonte: Os autores (2018)

Na tela das fases (Figura 3) há dois botões disponíveis ao jogador: um para colocar semáforos no mapa (representado por um semáforo) e outro para iniciar a simulação (representado pelo ícone triangular, que denota um botão de *Play*). Essa lógica está representada no fluxograma da Figura 5.

Figura 5 - Fluxograma do jogo



Fonte: Os autores (2018)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Disseminar os conhecimentos teóricos de cadeiras da Engenharia da Computação é um desafio. Para aproveitarmos o grande interesse dos alunos em novas tecnologias, foi proposto um jogo digital, com o intuito de apresentar aos alunos da disciplina de Sistemas Operacionais uma forma de aprendizado nova e interessante.

O jogo apresentado, desenvolvido para Windows com a ferramenta Game Maker Studio 2, visa auxiliar o entendimento da teoria de semáforos e estimular o aluno/jogador a participar de forma ativa da resolução do problema proposto.

Além de poder ser utilizado ativamente por alunos em sala de aula, o desenvolvimento do jogo, que também foi realizado por alunos de Engenharia da Computação, está estimulando outros alunos a se interessarem pelo desenvolvimento de ferramentas digitais, como jogos, para auxiliar no ensino da engenharia.

O jogo foi apresentado para alunos do curso de Engenharia da Computação, que se interessaram em conhecer a proposta e puderam enriquecer seus conhecimentos sobre a teoria de semáforos, mostrando, assim, a aplicabilidade da proposta.

Para trabalhos futuros sugere-se:

- Criar níveis de dificuldade na fases para aprofundar o conhecimento do jogador/aluno;
- Aperfeiçoar o tutorial apresentado para os jogadores/alunos;
- Uma pesquisa de utilização do jogo, com questionários que permitam realizar uma avaliação da aplicação e possíveis melhorias.

REFERÊNCIAS

SAVI, Rafael; ULBRICHT, Vania Ribas. Jogos Digitais Educacionais: Benefícios e Desafios, **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 6, n.1, 2008.

ELERO, Matheus R.; RAMÍREZ, Ernesto F. Ferreyra. Desenvolvimento de Software para Aprimoramento do Ensino Em Engenharia Elétrica, In: **XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 2017, Joinville. Anais. Joinville, 2017.

FIGUEIREDO, Roberto Tenorio; FIGUEIREDO, Carla Brandão de Carvalho. WarGrafos – Jogo para Auxílio na Aprendizagem da Disciplina de Teoria dos Grafos, In: **X SBGames**, Salvador. Proceedings. Salvador, 2011.

SCAMATI, Vagner. **Um Simulador para o Ensino de Sistemas Operacionais com a Tecnologia da Realidade Virtual (ESORV)**. 2017. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade Campo Limpo Paulista – FACCAMP, São Paulo, 2017.

HILL, John M. D.; RAY, Clark K.; BLAIR, Jean R. S.; CARVER, Curtis A.. Puzzles and games: Addressing different learning styles in teaching operating systems concepts. In: **34th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education**, Reno. Proceedings. Nevada, USA, 2003

ELERO, Matheus R.; RAMÍREZ, Ernesto F. Ferreyra. Desenvolvimento de Software para Aprimoramento do Ensino Em Engenharia Elétrica, In: **XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 2017, Joinville. Anais. Joinville, 2017.

SILVA, Marcos Aurélio Medeiros; FILHO, Rogério Guerra Diógenes; QUEIROZ, Emanuel Feliciano; SILVA, Hedwio Carvalho e; MENEZES, José Wally Mendonça. Desenvolvimento e Validação de um Objeto de Aprendizagem para Ensino de Sistemas Operacionais: O Caso BRASILOS, In: **XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 2011, Blumenau. Anais. Blumenau, 2011.

TANENBAUM, Andrew S., BOSS, Herbert. **Sistemas Operacionais Modernos**. 4ª edição, São Paulo: Prentice-Hall do Brasil, 2016.

GAMEMAKER: software de desenvolvimento de jogos. Disponível em: <https://www.yoyogames.com/gamemaker/features>. Acesso em: 19 abr. 2018.



COBENGE

2018

XLVI Congresso Brasileiro
de Educação em Engenharia
e 1º Simpósio Internacional
de Educação em Engenharia

03 a 06 de setembro de 2018
SALVADOR / BA

“Educação inovadora
para uma Engenharia sustentável”

DEVELOPMENT OF AN EDUCATIONAL GAME FOR AID BY TEACHING OPERATIONAL SYSTEMS THEORY IN THE COMPUTER ENGINEERING COURSE

***Abstract:** During the formation of a Computer Engineer, theoretical content inherent to the course does not attract students' attention due to its complexity. In order to aid in the teaching of the theory of semaphores in Operating Systems, it was proposed the creation of a digital game, where in addition to the project executors students get deeper into the subject, other students who use the game will learn in an interactive way. The game was developed in a graphical environment using the tool Game Maker Studio, and using the concept of traffic crossings, traffic lights and cars, allied to a tutorial, teaches the theoretical content in a playful way.*

***Key-words:** Operational systems. Traffic lights. Educational games.*