Um ambiente virtual imersivo para o ensino de Sistemas Operacionais: concepção e primeiras análises

Joselice Siebra Maceu – IFCE-Sobral – joselice.moura@ifce.edu.br

Verônica Lima Pimentel de Sousa – IFCE-Fortaleza – veronica.pimentel2011@gmail.com

RESUMO

A disciplina de Sistemas Operacionais (SO) tem como objetivo apresentar conceitos, mecanismos e procedimentos utilizados no desenvolvimento de sistemas operacionais. Professores e alunos enfrentam dificuldades no ensino e aprendizagem desta disciplina, pois, ela engloba definições e funcionamentos complexos e outras operações difíceis de mentalizar e descrever. Mais difícil, ainda, é representar tais conceitos concretamente. Por esta razão, algumas metodologias vêm sendo estudadas e desenvolvidas a fim de minimizar essas dificuldades. Deste modo, foi desenvolvido um ambiente imersivo 3D utilizando a plataforma OpenSim integrada ao Moodle.

Palavras-chave: ambiente virtual 3D, Moodle, OpenSim, *CyberOS*, Sistema Operacional.

An immersive virtual environment for the teaching of Operational Systems: design and first analysis

ABSTRACT

The course of Operating Systems (OS) aims to present concepts, mechanisms and procedures used in the development of operating systems. Teachers and students face difficulties in teaching and learning this discipline, because it encompasses complex definitions and functioning and many difficult operations to conceive and describe. It is more difficult to represent these concepts in concrete terms. For that reason, some methodologies have been studied and developed to minimize these difficulties. In this way, an immersive 3D environment was developed using the OpenSim platform integrated into Moodle.

Keywords: 3D virtual environment, Moodle, OpenSim, CyberOS, Operating System.

1. INTRODUÇÃO

A disciplina de Sistemas Operacionais está presente em caráter obrigatório nos cursos da área de computação. Tal disciplina pertence ao núcleo de Fundamentos da Computação, de acordo com o Currículo de Referência da SBC (SBC, 2005).

Os conteúdos tratados na disciplina de SO são, em sua grande maioria, difíceis de serem absorvidos pelos alunos, porque “muitas vezes envolvem conceitos teóricos e alguns mecanismos complexos, exigindo certo grau de abstração dos alunos para que possam obter uma compreensão completa” (GARMPIS, 2011).

As aulas práticas possibilitam que os alunos experimentem visualizar o código de um *software* que realiza tarefas de gerenciamento de recursos de um computador de forma concreta.

Através de aulas práticas, os professores poderiam propiciar a análise e alteração do código fonte do SO por parte dos alunos, proporcionando a estes uma aprendizagem

contextualizada. No entanto, o cenário que encontramos são laboratórios compartilhados entre as diferentes disciplinas dos cursos da área de computação, e talvez, de toda instituição de ensino.

Desse modo, uma metodologia baseada em experimentações de alteração de código do SO, pode ser prejudicial ao bom funcionamento do laboratório. Isso traz um enorme transtorno, uma vez que seria necessário a constante manutenção, ou até reinstalações obrigatórias, do SO, a cada final de aula prática, visando deixar o laboratório funcional para outras disciplinas ou cursos.

Esta pesquisa justifica-se por perceber-se a necessidade de ferramentas pedagógicas alternativas ao uso de sistemas operacionais reais em aulas práticas na supracitada disciplina. A necessidade é antiga (MAIA, 2001); (MAZIERO, 2002), porém, até hoje, não foi plenamente solucionada.

MAIA (2001) identificou um problema comum a professores e alunos da disciplina de SO. O autor descreveu que existe uma relativa dificuldade em caracterizar a real dinâmica de eventos computacionais e que o entendimento dos conceitos abordados em SO fica comprometido. Ele desenvolveu o SOsim, um simulador gráfico que dinamiza os conceitos e técnicas usadas em SO.

Conforme Gadelha *et al* (2010), “Lecionar disciplinas da área de Sistemas Operacionais é um desafio em virtude das características e peculiaridades das informações a serem repassadas”.

Normalmente, os estudantes são levados a construir várias abstrações acerca do funcionamento dos sistemas para compreender melhor seu funcionamento, pois os recursos didáticos adotados na maioria das vezes por professores da referida disciplina (livros, slides, quadro e pincel) não conseguem relacionar teoria e prática de forma objetiva.

Outro desafio que pode comprometer o ensino da disciplina de SO é a dinâmica inerente de alguns conceitos. Por exemplo, os códigos dos algoritmos de SO não são vistos em execução pois, grande parte dos recursos adotados na metodologia de ensino dessa disciplina não permite tal dinamismo.

O ensino de Sistemas Operacionais (SO) exige que conceitos abstratos e atividades práticas estejam interligada. Para isso, é indispensável uma atividade prática bem elaborada, devido ao grau de dificuldade encontrado pelos alunos em integrar e aplicar tais conceitos (GADELHA *et al.*, 2010). Percebe-se, portanto que, o objetivo das atividades práticas em SO é associar a teoria com a prática, de forma mais simples, uma vez que pode utilizar sistemas reais para realizar o ensino.

Para isso é fundamental um laboratório de informática, equipado com computadores e programas devidamente adequados para viabilizar a prática da disciplina.

Com os avanços tecnológicos e o surgimento de novas alternativas que podem complementar as atividades da sala de aula, tais como os ambientes virtuais imersivos, abre-se um leque de possibilidades para a criação de um ambiente rico em interatividade, imersão e colaboração.

Ambientes Virtuais Imersivos são ferramentas que simulam o mundo real em um ambiente 3D e são capazes de promover a imersão e a interação entre vários usuários, o que torna esses ambientes uma ampliação da vida real, possibilitando que o usuário desfrute de inúmeras experiências quer seja para trabalhar, estudar ou se divertir (BAINBRIDGE, 2010).

Atualmente, há uma gama de plataformas que possibilitam a construção de ambientes virtuais imersivos. Dentre eles, podem-se citar exemplos como, *Second Life*, *Open Wonderland* e o *OpenSim*.

Nesta pesquisa optamos pelo ambiente *OpenSim*, por ser gratuito e oferecer a possibilidade de construção do servidor próprio.

O *OpenSim* é escrito em C#, executa tanto em plataforma *Windows* utilizando o *framework* .NET, como em máquinas *Linux*, utilizando o *framework* Mono. O código fonte é distribuído sob a licença BSD (OPENSIM, 2016).

Segundo Amaral (2015), a utilização da tecnologia de mundos virtuais eleva o processo de aprendizagem a um outro patamar, uma vez que promove a motivação e a atenção do aluno. Esta tecnologia apoia-se nas características de simulação e interação dos estudantes do mundo virtual.

Para Burbules (2010), ambientes de aprendizagem imersivo não fazem distinção entre ação, reflexão e questionamentos, uma vez que o sujeito aprende por meio da apresentação de conceitos, a teoria; através das simulações, inerentes desses ambientes, experimenta a prática e por meio das ferramentas de comunicação faz questionamentos.

Em um mundo virtual, a aprendizagem realizada através das experiências pessoais dos participantes e das interações com outros participantes, tornam-se mais produtivas, consolidadas e dinâmicas (MEDINA *et al.*, 2013).

Conforme Girvan e Savage (2010), os principais aspectos que contribuem para a imersão do usuário em ambientes 3D, são a interação e as possibilidades de comunicação. Na educação, essas ferramentas são sustentáculos da aprendizagem construtivista, contribuindo assim, para que o aluno dê significância ao conhecimento.

Para a criação de AVA's imersivos é necessário a integração entre um Ambiente Virtual de Aprendizagem, como o Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*), por exemplo, e uma plataforma de mundos virtuais (*opensim*, *second life*, etc), interligados por um plugin como o *Sloodle (Simulation-Linked Object Oriented Dyanamic Learning Environment)* que oferece uma gama de recursos para apoiar o ensino e aprendizagem no mundo virtual imersivo. Dentre elas pode-se citar: *Webintercom*, *Presenter*, *Quiz Chair*, *Meta Gloss*, *Vending Machine*, *Prim Drop*, *Registration Booth*, etc...

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos utilizados na metodologia desta pesquisa foram o descritivo e o comparativo, com abordagem quantitativa.

Os estudos descritivos procuram descrever as características de uma população e usa o questionário como instrumento de coleta de dados. Os estudos comparativos realizam comparações com a finalidade de verificar semelhanças e explicar divergências (LAKATOS; MARCONI, 2010).

Os estudos quantitativos têm como objetivo trazer à luz dados, indicadores e tendências observáveis ou produzir modelos teóricos de alta abstração com aplicabilidade prática (MINAYO, 2014).

As etapas metodológicas seguidas na realização da referida pesquisa, foram:

a) Inicialmente foi feito um levantamento de requisitos através da aplicação de questionários de sondagem, nos meses de junho e julho, alunos e professores Instituto

Federal do Ceará (IFCE) que haviam concluído a disciplina de Sistemas Operacionais. O objetivo da sondagem foi obter informações sobre a percepção de alunos e professores quanto ao processo de ensino e de aprendizagem da supracitada disciplina.

b) A etapa seguinte foi a estruturação do AVA imersivo, denominado *CyberOS*. As ferramentas selecionadas para tal desenvolvimento foram: o AVA Moodle, como plataforma, por ser gratuito, *open source* e amplamente utilizado pela comunidade acadêmica no ensino à distância; o metaverso OpenSim, que foi escolhido pelos mesmos motivos; o Sloodle, responsável pela ligação entre o mundo virtual (OpenSim) e o AVA (Moodle); o visualizador de mundos virtuais *Firestorm Viewer*, selecionado por apresentar bom desempenho da visualização gráfica do ambiente e, por fim, o *Xampp Server* para hospedar as aplicações necessárias ao funcionamento do ambiente, selecionado por ser uma tecnologia gratuita e já consolidada no mercado.

c) Uma vez feita a estruturação e integração de toda base do ambiente, seguiu-se na busca de objetos digitais que alimentassem e dinamizassem o ensino com conteúdos didáticos digitais, tais como, imagens, *slides*, simuladores 2D's e desenvolvimento de *scripts* para simulações 3D's a fim compor as aulas imersivas de SO.

d) Após o desenvolvimento do ambiente virtual imersivo foi aplicado um questionário de teste de validação do *CyberOS*, desta vez, com estudantes que estavam cursando a disciplina. A turma selecionada foram estudantes do 3º semestre do curso de Ciências da Computação que possuía 12 alunos matriculados na disciplina de SO. Contudo, apenas 10 estavam presentes no dia do teste.

Os estudantes tiveram uma explanação sobre o ambiente *CyberOS* e sobre as atividades que seriam desenvolvidas. De posse do Roteiro de Aula Prática e do Questionário de Validação do *CyberOS*, os estudantes praticaram a imersão, responderam as questões propostas no roteiro e avaliaram as funcionalidades do *CyberOS*.

O questionário foi elaborado sob o modelo de Escala de Likert para padrões de respostas e suas questões envolveram aspectos, como: Usabilidade, recursos motivacionais e interesse na disciplina, imersão, interação e colaboração no ambiente *CyberOS*, comparação entre o ambiente físico da sala de aula e o ambiente virtual imersivo, papel do *software* como facilitador do processo de aprendizagem.

O *CyberOS* tem como foco a integração e desenvolvimento de objetos com licença livre que simulam as ações realizadas pelo SO para gerenciar o computador.

Ele visa contemplar o núcleo básico da disciplina, abordando os seguintes tópicos de conteúdos normalmente ministrados em cursos de graduação: Gerência de Processos (*System Call*, Estado dos Processos, Algoritmos de Escalonamento, Comunicação entre Processos, *Deadlock*); Gerência de Memória (Hierarquia de Memórias e Algoritmos de Alocação); Gerência de Dispositivos (Métodos de E/S: Programada, Interrupção e DMA, Interrupção, Camadas de *Software* de E/S) e Gerência de Sistemas de Arquivos (Estratégias de Alocação).

Para o desenvolvimento do ambiente *CyberOS* foram utilizados objetos 3D disponíveis em repositórios *online*, como o *Zadaro* e *Sketchup*. E a ilha escolhida foi da Universidade de *Edinburgh* (Escócia) que está disponível gratuitamente para *download*.

Para enriquecer o ambiente com conteúdos consolidados optou-se em povoar o *CyberOS* com Recursos Educacionais Abertos (REA) do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (ICMC/USP).

Ao chegar no ambiente, o aluno é recepcionado por Ada (Figura 1), um NPC (*Non Player Character*) que lhe dará as boas vindas e as primeiras orientações para a movimentação dentro do mundo virtual.

Figura 1. Chegada do usuário ao CyberOS

Após fazer o *login* no sistema, o usuário irá escolher para onde deseja se teleportar dentro do ambiente, clicando com o botão direito do *mouse* em um dos círculos coloridos dispostos no painel e selecionando a opção *teleport*.

a) **Sala Gerência de Processos:** O espaço destinado a aprendizagem de “Processos” aborda três conteúdos: Conceitos Iniciais, Escalonamento e Comunicação entre Processos. Em cada um dos conteúdos, o usuário terá uma abordagem teórica do assunto em forma de apresentação de *slides*.

Ao abordar o conteúdo sobre Escalonamento de Processos, além da apresentação sobre conceitos teóricos, no centro, há um simulador 2D. O simulador possui quatro etapas. Na primeira etapa, há uma descrição sobre o algoritmo selecionado. Na segunda, o aluno irá adicionar os processos a serem escalonados. Neste momento, ele tanto pode adicionar processos como utilizar uma lista pré-definida. Na terceira, o aluno irá configurar os parâmetros da simulação, tais como: *quantum*, tempo para troca de contexto, tempo de operação de E/S, etc. Na quarta e última etapa será executada a simulação. Esta etapa pode ser realizada de forma automática ou manual, fica a critério do aluno.

Do lado direito há um simulador que serve como exemplo para o cálculo da média de tempo de espera dos processos na fila. O cálculo é feito de acordo com o tipo de algoritmo de escalonamento escolhido no menu e exibido (Figura 2).

Figura 2 - Escalonamento de Processos

Para abordagem do tópico a Comunicação entre Processos (IPC) há uma simulação sobre produtor/consumidor usando semáforos, e outra sobre *deadlocks*.

b) **Sala Gerência de Dispositivos:** Para abordar a Gerência de Dispositivos (E/S) há uma simulação sobre como o SO realiza as operações de E/S de dados através dos dispositivos de E/S do computador.

Na Figura 3 há duas áreas do cenário, uma à esquerda e outra à direita, ambas apresentando possibilidades de simulação.

No lado esquerdo a simulação diz respeito à interrupções de E/S e à direita a simulação refere-se aos métodos de E/S que podem ser utilizados na Gerência de Dispositivos.

No centro da Figura 3, Ada explica aos *avatares* todo o processo do funcionamento em camadas envolvendo um dispositivo de Entrada (mouse), Controladora, Drive de Entrada (leitura), Subsistema de E/S e Dispositivo de Saída (tela).

Figura 3. Simulações de Gerência de Dispositivos de E/S

c) Sala Gerência de Memória: Na Gerência de Memória são abordados os conceitos de Hierarquia de Memória, representado na forma de pirâmide. Há, também, uma simulação sobre Gerência de Memória (Figura 4) através do qual o aluno observa como os algoritmos de alocação da memória e falha de páginas são gerenciados pelo SO.

Figura 4. Simulação da Gerência de Memória

d) Sala de Atividades: Na sala de atividades do *CyberOS* o aluno pode encontrar diversas atividades individuais ou em grupo, síncronas ou assíncronas, como: *Chat*, *Glossário*, *Máquina de Vendas*, *Quiz*, *Tarefas*, etc.

3. ANÁLISES E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Com relação ao Questionário de Sondagem uma das respostas dos estudantes (Figura 5) que vale discutir é a seguinte: “A que você atribui as dificuldades encontradas na assimilação do (s) conteúdo(s)”? Os itens que mais se destacaram foram “Complexidade dos conteúdos abordados” e “Alto Nível de abstração”.

Figura 5. Dificuldades na assimilação dos conteúdos de SO

Pesquisas antigas e recentes mostram que são muitos os problemas relacionados ao processo de ensino e aprendizagem de SO.

Ainda em 2002, (MAZIERO, 2002) já percebia que uma das principais dificuldades da disciplina de SO é a inexistência de uma sequência didática clara entre os diversos assuntos a serem abordados. A causa desta dificuldade seria devida a característica de inter-relacionamento das tarefas executadas pelo SO. Por exemplo, o conceito referente a contexto de processo depende de conceitos associados a gerência de memória, como por exemplo, espaço de endereçamento, enquanto este depende de conceitos presentes na gerência de processos, como é o caso, do estado dos processos (MAZIERO, 2002).

As aulas práticas são fundamentais para esta disciplina. Porém, uma dificuldade muito discutida na prática de SO estava relacionada à falta de um laboratório exclusivo para análise e alteração do código fonte do SO por parte do aluno, o que força os professores a lançarem mão de uma metodologia extremamente teórica.

Segundo Cohen (2010), os estudantes de SO apresentam uma certa dificuldade na aprendizagem da disciplina, devido a disciplina envolver uma grande quantidade de novos conhecimentos e conceitos e, que não são vistos em funcionamento pela carência de recursos didáticos apropriados para este caso.

Sendo assim, é fundamental a adoção de recursos coerentes com tais características. Uma solução para tal problema pode ser a utilização de recursos tecnológicos alternativos no processo de ensino da disciplina. Hodiernamente, tais recursos vêm sendo cada vez mais adotada por professores como mediação didática apoiando o processo de ensino e aprendizagem de forma clara e dinâmica.

A análise do Questionário de Sondagem levou a proposta do protótipo, *CyberOS*, como recurso didático pedagógico capaz minimizar ou mesmo solucionar as dificuldades apresentadas no ensino e aprendizagem de SO.

Com relação a usabilidade pode-se perceber que os alunos avaliaram positivamente o ambiente. 60% concordaram plenamente que o ambiente é fácil de usar (Figura 6) e possui simulações e terminologias consistentes com a disciplina de SO (Figura7).

Figura 6. Facilidade de uso

Figura 7. Simulações e terminologias consistentes com SO

Ao analisarmos as questões acima concluímos que a usabilidade presente no *CyberOS* foi avaliada positivamente pelos participantes.

Sobre a comparação da exposição de conceitos no *CyberOS* com as aulas expositivas utilizando recursos tradicionais, 70% concordaram, total ou parcialmente, que as simulações foram suficientes para suprir as dificuldades (Figura 8).

Figura 8. Suficiência do CyberOS sobre aulas expositivas com recursos tradicionais

Ao investigar se o *CyberOS* facilita o estudo teórico de conteúdos de SO e a prática de atividades. Concluímos que o ambiente é uma ferramenta facilitadora, pois 100% dos participantes, concordam total ou parcialmente (Figura 9) que ele é.

Figura 9. Facilita o estudo teórico dos conteúdos e as atividades práticas

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa foi impulsionada pelas dificuldades encontradas no ensino e aprendizagem de Sistemas Operacionais (SO), e demonstrou, através da aplicação de

questionários de sondagem, que tais dificuldades devem-se, ao alto nível de abstração que envolve seus conceitos básicos.

O protótipo desenvolvido neste trabalho, o *CyberOS*, teve abordagem 3D por proporcionar imersão, atrativos visuais e, eventualmente, por agregar outros recursos ricos para um processo de ensino e aprendizagem mais participativo e colaborativo.

No entanto, vale ressaltar que o nível de qualidade do ensino que o *CyberOS* pode proporcionar não depende só da interação. Ele depende também de fatores, tais como: o envolvimento do estudante, a metodologia pedagógica dos docentes, os materiais e recursos disponibilizados dentro do ambiente.

Deste modo, esta pesquisa empenhou-se em contribuir para o processo de construção de conhecimento dos complexos conceitos e cenários que envolvem a disciplina de SO.

5. REFERENCIAS

BAINBRIDGE, W. S. **Online worlds: convergence of the real and the virtual.** in human-computer interaction series, Springer-Verlag: London Limited, 2010.

BURBULES, N. C. **Meanings of “Ubiquitous Learning”.** In: Kalantzis, M.; COPE, B. *Ubiquitous Learning.* Urbana: University of Illinois Press, 2010.

COHEN, S. Teaching operating systems scheduling. In: **Proceedings of informing science & it education conference**, Israel, 2010.

GADELHA, R. N. S.; AZEVEDO, R.; OLIVEIRA, H. T.; SOUZA, C. C.; SOUSA, T., SILVA, E. L. OS simulator: um simulador de sistema de arquivos para apoiar o ensino/aprendizagem de sistemas operacionais. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**, 10., 2010 João Pessoa, Anais... João Pessoa, PB. 2010.

GARMPIS, A. **Design and development of a web-based interactive software tool for teaching operating systems.** Journal of Information Technology Education, v. 10, n. 5, 2011.

GIRVAN, C., SAVAGE, T. **Identifying an appropriate pedagogy for virtual worlds: a communal constructivism case study.** Computers & Education. 2010.

LAKATOS, E. M., MARCONI, M. A., **Metodologia do Trabalho Científico.** 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

LOPES, A. R. **MEMO:** software de apoio didático para o ensino de gerência de memória. 2012. 73 f. Dissertação (Mestrado Profissional Integrado em Computação Aplicada) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE. 2012.

MAIA, L. P. **SOsim:** Simulador para o Ensino de Sistemas Operacionais. 2001. 85 f. Dissertação (Mestrado em Computação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2001.

MATTAR, J. Interatividade e aprendizagem. In: LITTO, F. M; FORMIGA, M. M. M. (Orgs.). **Educação a distância: o estado da arte**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009, p. 112-120.

MAZIERO, C. Reflexões sobre o ensino prático de sistemas operacionais. In **WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO DA SBC**, 10., 2002. Anais... São Paulo, p. 1-12, 2002.

MEDEIROS, T.; SOUZA, C.; SOUSA, T.; GADELHA, R.; LEITE, E.; DELFINO JÚNIOR, J. IO simulator: um simulador de dispositivos de entrada e saída para auxiliar o ensino de sistemas operacionais. In **WORKSHOP DE EDUCAÇÃO E INFORMÁTICA. XXXI CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO**. 2011.

MEHIGAN, T.; PITT, I. Toward a ubiquitous future: modeling existing mobile learning system research. Chapter 17. In **Mobile Learning - Pilot Projects And Initiatives**. Guy, R., Santa Rosa, California: Informing Science Press, 2010.

MINAYO, M. C. de S.; **O Desafio do Conhecimento: Pesquisas qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo. Hucitec. 2014.

MOURA, J. S. **CyberOS: um ambiente virtual de aprendizagem imersivo para o Ensino de Sistemas Operacionais**. 2017. 119 f. Dissertação (Mestrado Profissional Integrado em Computação Aplicada) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE. 2017.

OPENSIM. www.opensimulator.org. Acesso em: 25/07/2016.

SBC - Sociedade Brasileira de Computação. **Currículo de Referência da SBC para Cursos de Graduação em Computação e Informática**. 2005. Disponível em: <<http://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/131-curriculos-de-referencia/760-curriculo-de-referencia-cc-ec-versao2005>>. Acesso em: 25 jul. 2016.