

Uma metodologia educacional para aprendizado prático de organização e arquitetura de computadores com apoio de simulador computacional**An educational methodology for practical learning of computer organization and architecture with computer simulator support**

DOI:10.34117/bjdv5n12-209

Recebimento dos originais: 07/10/2019

Aceitação para publicação: 13/12/2019

Edson Barbosa Lisboa

Doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco

Instituição: Instituto Federal de Sergipe

Endereço: Av. Eng. Gentil Tavares da Mota, 1166 – Bairro Getúlio Vargas, Aracaju – SE, Brasil

E-mail: edson.lisboa@academico.ifs.edu.br

Lucas Fontes Cartaxo

Graduando em Sistemas de Informação pelo Instituto Federal do Ceará

Instituição: Instituto Federal do Ceará

Endereço: Rod. CE 292 Km 15, S/N – Bairro Gisélia Pinheiro, Crato – CE, Brasil

E-mail: lfonteesc@gmail.com

Cícero Samuel Rodrigues Mendes

Graduando em Sistemas de Informação pelo Instituto Federal do Ceará

Instituição: Instituto Federal do Ceará

Endereço: Rod. CE 292 Km 15, S/N – Bairro Gisélia Pinheiro, Crato – CE, Brasil

E-mail: mr.samuelmendes@gmail.com

Guilherme Álvaro Rodrigues Maia Esmeraldo

Doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco

Instituição: Instituto Federal do Ceará

Endereço: Rod. CE 292 Km 15, S/N – Bairro Gisélia Pinheiro, Crato – CE, Brasil

E-mail: guilhermealvaro@ifce.edu.br

RESUMO

Este artigo apresenta uma nova abordagem pedagógica baseada em simulador integrado a plataforma aberta de prototipação para apoio aos processos de ensino-aprendizagem e desenvolvimento de habilidades práticas na disciplina de Organização e Arquitetura de Computadores. Os resultados mostram a efetividade no aprendizado e aumenta de motivação e desempenho dos estudantes pelo uso do simulador proposto.

Palavras-chave: Abordagem Pedagógica, Simulador Computacional, Plataforma Aberta de Prototipação, Processo de Ensino-Aprendizagem, Organização e Arquitetura de Computadores.

ABSTRACT

This paper presents a simulator-based educational approach which is integrated into an open prototyping platform to support the teaching-learning processes and development of practical skills in the discipline of Computer Organization and Architecture. The results show the effectiveness of the learning process and the increase of students' motivation and performance by the use of the proposed simulator.

Key words: Educational Approach, Computational Simulator, Open Prototyping Platform, Teaching-Learning Process. Computer Organization and Architecture.

1 INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico e a alta escala de integração têm contribuído para o desenvolvimento de plataformas computacionais cada vez mais compactas com a finalidade de atender às mais variadas necessidades de mercado e pesquisa, abrangendo desde soluções para computação de alto desempenho a sistemas embarcados [Ghafarian, 2016]. Por outro lado, essas características agregam ainda mais complexidade à disciplina de Organização e Arquitetura de Computadores (OAC), tornando-a uma das mais desafiadoras em cursos de Ciência e Engenharia da Computação, uma vez que precisa abordar, de forma teórica e prática, diferentes aspectos de hardware, software de baixo nível e interfaceamento cada vez mais elaborado [ACM, 2013] [Zorzo et al., 2017].

Este trabalho apresenta uma nova abordagem para ensino de OAC, a qual faz uso de um simulador computacional integrado a uma plataforma aberta de prototipação para apoiar o aprendizado dos conteúdos e o desenvolvimento das habilidades práticas da disciplina.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Novas abordagens metodológicas têm sido propostas, na literatura, para dar suporte ao processo de transferência de conhecimento em OAC. O trabalho em [Fernandes; Silva, 2017] cita diferentes abordagens para o ensino de OAC, como são os casos de *Problem Based Learning*, Ensino baseado em Projetos, em Analogia, em Aplicação, entre outras. Da análise delas, pode-se concluir que o emprego de situações-problema e de atividades práticas aplicadas favorecem o aprendizado em OAC, porém necessitam de ferramental adequado.

Nesse sentido, tem-se adotado o uso de simuladores computacionais como ferramenta de apoio pedagógico [Fernandes; Silva, 2017]. Vários estudos, como o apresentado em [Penna; Freitas, 2013], realizaram comparativos entre simuladores da literatura, onde consideraram determinadas métricas comparativas, como, por exemplo, alto desempenho, suporte de interface gráfica, disponibilidade de documentação, distribuição livre, entre outras. Observa-se todavia que os simuladores: ou não apresentam todos os recursos didáticos necessários para apoio à disciplina [Penna; Freitas, 2013]; ou, devido à adoção de abstrações, não abordam adequadamente conteúdos importantes [Larrazza-Mendiluze; Garay-Vitoria, 2015]; ou, por focarem em determinados componentes do computador, há a necessidade de se utilizar mais de um simulador [Fernandes; Silva, 2017]; ou buscam fidelizar as características dos componentes do computador, tornando-se complexos de configurar e interagir [Duenha; Azevedo, 2016].

Além de um simulador versátil e de fácil uso, é fundamental que, em algum ponto da abordagem metodológica, o estudante tenha contato com hardware real, pois, além de aumentar a motivação para estudos avançados em OAC, terá que lidar com eles durante o exercício da profissão [Black, 2016].

Neste trabalho, o simulador utilizado, chamado de CompSim, está integrado à plataforma aberta de prototipação Arduino, os quais são utilizados conjuntamente em práticas laboratoriais da disciplina para apoio ao aprendizado em OAC e oferecer aos estudantes diferentes cenários de contato com hardware.

3 A ABORDAGEM DE ENSINO COM APOIO DE COMPSIM E ARDUINO

Considerando as diferentes ementas, contextos locais e cursos de computação, a disciplina de OAC pode sofrer variações quanto à extensão e verticalização de seus conteúdos. Desta forma, na abordagem aqui apresentada, o uso do simulador CompSim trata de um subconjunto de conteúdos da disciplina comuns a esses cursos, tais como: introdução à aritmética computacional, componentes do computador e suas funções, conjunto de instruções do processador, modos de endereçamento, entrada/saída, programação em baixo nível e análise de desempenho.

3.1 SIMULADOR COMPSIM

O simulador CompSim possui uma interface gráfica que permite configurar diferentes componentes virtuais de hardware, suportar o desenvolvimento de aplicações em baixo nível e realizar simulações. Entre os componentes que oferece, estão: processador, memórias RAM e cache, barramentos e periféricos de vídeo e teclado. A Figura 1 mostra a interface gráfica do CompSim, onde pode-se visualizar: A) editor de código; B) processador; C) memória cache; D) memória RAM; E) periférico de vídeo; F) periférico de teclado; G) periférico de Arduino; e H) componentes de configuração e execução de simulação.

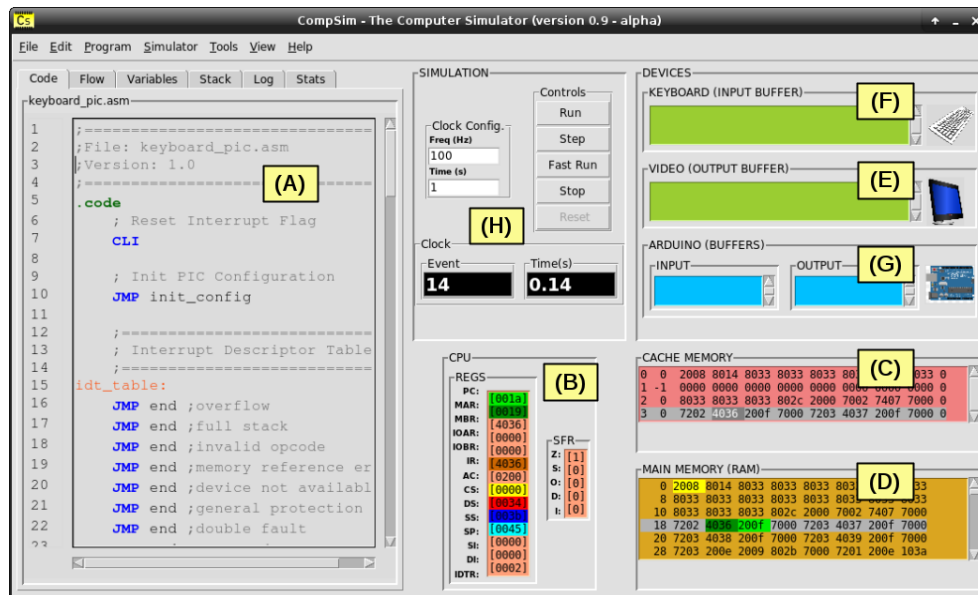


Figura 1. Interface gráfica do simulador CompSim.

Para estimular o contato com o hardware real, a integração com a plataforma Arduino permite que os estudantes possam desenvolver dispositivos eletrônicos, de forma simplificada [Egea; Rosa; Rodriguez, 2017], e integrá-los aos componentes virtuais do CompSim, compondo assim sistemas computacionais complexos. Desta forma, durante o desenvolvimento da disciplina, podem ser oferecidos diferentes cenários para o desenvolvimento de dispositivos, onde os estudantes podem manusear componentes eletrônicos como resistores, capacitores, sensores, motores, leds, displays, chaves táteis, entre outros, para a criação de novos dispositivos integrados ao CompSim. Entre os cenários propostos estão: “pisca leds” (“árvore-de-natal”, semáforos e jogos), exibição de dados em displays (contadores numéricos, relógio e menu interativo), monitoramento (temperatura, umidade, luminosidade, proximidade e infravermelho), sinalizadores (alarme e código morse) e movimento (hélices, carrinho e braço mecânico).

3.2 METODOLOGIA EDUCACIONAL COM APOIO DE SIMULADOR

A Figura 2 ilustra, através de um fluxograma, as etapas da abordagem de ensino proposta neste artigo. As etapas em cor branca estão relacionadas às aulas onde há exposição puramente teórica dos conteúdos da disciplina de OAC; as etapas em cor cinza estão relacionadas às aulas práticas em laboratório com suporte do simulador CompSim; e as etapas em cor amarelo abrangem as aulas práticas em laboratório com suporte do simulador CompSim e de plataformas Arduino. Ressalta-se que, neste último grupo de atividades, deverão estar disponíveis para os estudantes, além do simulador, kits compostos por plataformas Arduino (UNO ou MEGA) e por componentes eletrônicos

(tais como protoboards, resistores, leds, chaves táteis, capacitores, potenciômetros, entre outros), necessários à realização dos cenários propostos pelo professor da disciplina.

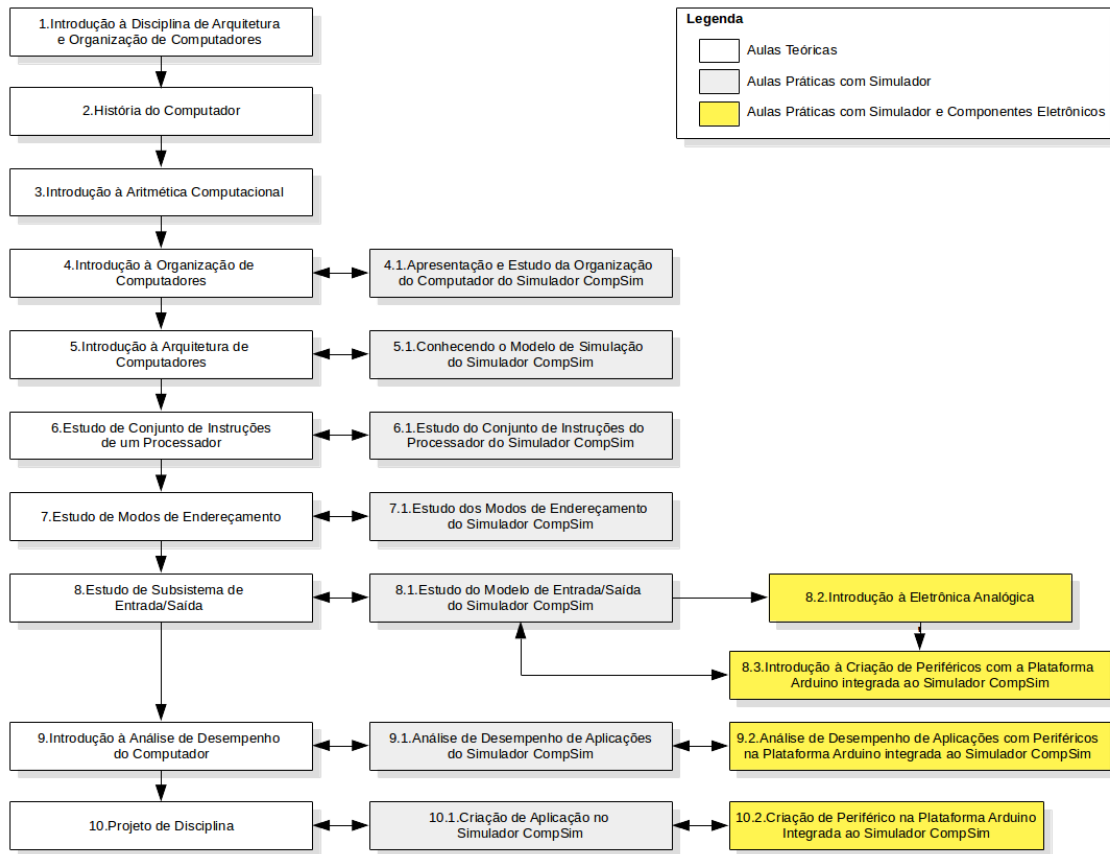


Figura 2. Fluxograma da abordagem de ensino proposta.

No fluxo ilustrado na Fig. 2, o uso do simulador CompSim inicia durante os estudos de organização de computadores (Estágio 4). O estudo da organização de computadores inclui uma análise detalhada da estrutura, funções, parâmetros de configuração, interfaces de comunicação e interconexões de cada um dos componentes da plataforma de hardware virtual do CompSim.

De acordo com o fluxo proposto, as próximas etapas abrangem o estudo de arquitetura de computadores, realizado com programação de baixo nível. Nessa etapa, o simulador CompSim é usado novamente como estudo de caso, onde o conjunto de instruções da arquitetura de seu processador, modos de endereços suportados e mecanismos de entrada/saída são estudados com mais detalhes, seguidos pela análise de desempenho de aplicativos computacionais (estágios 6.1, 7.1, 8.1 e 9.1, respectivamente). Observa-se que os estágios 8.1 e 9.1 são complementados por projetos de sistemas eletrônicos, onde os alunos aprendem a criar periféricos físicos, conectados à plataforma

virtual do CompSim, utilizando o Arduino e componentes eletrônicos físicos (estágios 8.2 e 8.3) e otimizam seu desempenho no estágio 9.2.

Na última etapa do fluxo proposto (etapa 10), os estudantes devem combinar os conhecimentos adquiridos, durante as aulas do curso, para construir novos conhecimentos. Nesse ponto, eles utilizarão o simulador CompSim para desenvolver um novo sistema computacional completo, que deve incluir uma solução de programação de baixo nível (estágio 10.1) e um periférico físico construído com Arduino e componentes eletrônicos (estágio 10.2).

Considerando que os cursos de OAC podem incluir diferentes programas e objetivos, a abordagem apresentada aqui pode ser customizada para atender a seus requisitos particulares, assim como diferentes números de aulas podem ser alocados para cada um de seus estágios.

4 RESULTADOS EXPERIMENTAIS

O CompSim tem sido utilizado e avaliado por turmas de OAC do curso de bacharelado em Sistemas de Informação do Instituto Federal de Educação do Ceará *campus* Crato. Ao final de cada semestre letivo, os estudantes preenchem uma rubrica, onde são avaliados o “Suporte Educacional” e a “Experiência de Uso” do simulador CompSim. Nos resultados das avaliações, até o presente momento, os estudantes qualificaram, em média, como “Excelente” e “Bom” o suporte educacional e a experiência de uso, respectivamente.

Cabe ressaltar ainda que os estudantes têm destacado positivamente o suporte ao pensamento de alto nível e a efetividade no ensino pelo uso do simulador. Além disso, foi possível constatar um aumento significativo na motivação e desempenho geral da turma, através da comparação entre médias de frequência/participação dos estudantes em aulas práticas em laboratório e de conceitos acadêmicos atribuídos às turmas, respectivamente, em relação às turmas que não tiveram contato com o simulador.

Atualmente, a abordagem proposta neste artigo está sendo aplicada a uma nova turma da disciplina de OAC, onde ainda não foi possível avaliar a efetividade do aprendizado baseado em cenários de uso de hardware real através da integração CompSim-Arduino.

5 CONCLUSÕES

Abordagens baseadas em uso de simuladores têm se mostrado bastante efetivas nos processos de ensino-aprendizagem de OAC. No entanto, é importante que os estudantes tenham contato com hardware real para desenvolverem as habilidades práticas necessárias à profissão. Nesse cerne, o uso de simulador integrado a uma plataforma aberta de prototipação constitui-se uma opção viável, desde

que podem ser projetados a partir de simples dispositivos eletrônicos até sistemas computacionais complexos.

Como trabalhos futuros, espera-se validar a abordagem aqui proposta, além de estendê-la para oferecer um comportamento multidisciplinar, onde pode-se inserir o simulador CompSim em outras disciplinas, tais como Compiladores, Linguagens de Programação e Sistemas Operacionais.

REFERÊNCIAS

- ACM. Association for Computing Machinery, IEEE Computer Society. Curriculum Guidelines for undergraduate degree programs in computer science, December, 2013.
- Black, M. (2016) “Export to arduino: a tool to teach processor design on real hardware”. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 31(6). pp. 21-26.
- Duenha, L.; Azevedo, R. (2016) “Utilização dos Simuladores do MPSoCBench para o Ensino e Aprendizagem de Arquitetura de Computadores”. In: *International Journal of Computer Architecture Education (IJCAE)*, V. 5, n. 1. pp 26-31.
- Egea, R; Rosa., R.; Rodriguez, D. Z. (2017) “An Open Electronic Prototyping Platform as Resource for Teaching”. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE*. p. 1739.
- Fernandes, S. R.; Silva, I. S. (2017) “Relato de Experiência Interdisciplinar Usando MIPS”. In: *International Journal of Computer Architecture Education (IJCAE)*, V. 6, n. 1. pp. 52-61.
- Ghafarian, R. Microelectronics packaging technology roadmaps, assembly reliability, and prognostics. In *Facta universitatis-series: Electronics and Energetics*, 29(4), pp.543-611, 2016.
- Larraza-Mendiluze, E.; Garay-Vitoria, N. (2015) “Approaches and tools used to teach the computer input/output subsystem: A survey”. *IEEE Transactions on Education*, v. 58, n. 1, p. 1-6.
- Penna, P. H; Freitas, H. C. (2013) “Análise e Avaliação de Simuladores de Sistemas Completos para o Ensino de Arquitetura de Computadores”. In: *Int. Journal of Computer Architecture Education*, V. 2, N.1. pp. 13-16.
- Zorzo, A. F.; Nunes, D.; Matos, E.; Steinmacher, I.; Leite, J.; Araujo, R. M.; Correia, R.; Martins, S. Referenciais de formação para os cursos de graduação em computação. In *Sociedade Brasileira de Computação (SBC)*, 153p, 2017.