

Utilização de Plataformas de Hardware Aberto no Ensino: Um Estudo de Caso na Disciplina de Introdução à Engenharia de Computação

Ricardo Ribeiro dos Santos
Faculdade de Computação - FACOM
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS
Campo Grande-MS, Brasil
Email: ricardo@facom.ufms.br

Resumo—Este artigo apresenta a experiência com a adoção de projetos baseados no uso de plataformas de hardware aberto, como o kit Arduino, na disciplina de Introdução à Engenharia de Computação. Essa disciplina tem adotado atividades teóricas e práticas (demonstrações e competições) junto com uma extensa discussão sobre as características do curso e perspectivas profissionais. De acordo com as respostas obtidas por meio de avaliações anônimas, junto aos estudantes dessa disciplina, observa-se que a proposta metodológica e organizacional tem impactado positivamente na percepção dos estudantes sobre o curso e, principalmente, no aumento da motivação desses estudantes.

I. INTRODUÇÃO

Há várias proposições de técnicas e metodologias visando aumentar a motivação dos estudantes de cursos de Computação. No entanto, uma parte significativa dessas propostas são aplicadas em disciplinas específicas [1], [7], [2], [3], [4], [9]. Poucos trabalhos [6], [8], [5] apresentam métodos de ensino com esse objetivo a partir de uma disciplina como Introdução à Engenharia de Computação. Uma das possíveis razões para a ausência de tais trabalhos é que essa disciplina possui baixo impacto na taxa de reprovação do curso, ser informativa e não formativa, de aplicação específica para o curso de Engenharia de Computação [10].

Este artigo relata a experiência com a utilização de conteúdos e atividades teóricas e práticas na disciplina de Introdução à Engenharia de Computação (IEC) para o curso de Engenharia de Computação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Especificamente, enfatiza-se aqui a proposição de atividades práticas baseadas em plataformas de hardware de baixo custo como a plataforma Arduino. A adoção dessa plataforma vai ao encontro de um dos objetivos dessa disciplina que é motivar os estudantes do curso por meio do projeto e execução de atividades em que tenham contato, de forma introdutória, com tecnologias que facilitem o desenvolvimento de sistemas (hardware e software) e que envolvem áreas como a robótica, sistemas embarcados e automação industrial.

Embora seja claro que essas atividades, quando analisadas separadamente de outras ações no curso, não sejam responsáveis pela redução da evasão, acredita-se que essa proposta tenha contribuição significativa para essa redução. Na comparação com as porcentagens de evasão, no período de 2011-2012, dos cursos de Ciências da Computação (25,8%) e Engenharia Elétrica (23,3%)

da UFMS, o curso de Engenharia de Computação alcançou uma porcentagem de 16,3%. No contexto da problemática da evasão nos cursos de exatas da UFMS, essa porcentagem é maior apenas que a obtida no curso de Engenharia Civil (15%). Outro fator interessante é notar a motivação dos estudantes para disciplinas mais avançadas, especialmente voltadas para a área de sistemas de computação. Ao analisar as taxas de aprovação de disciplinas como Arquiteturas de Computadores I, nota-se que, 90% dos estudantes que cursaram previamente a disciplina de IEC alcançaram a aprovação em Arquitetura de Computadores. Comparando com estudantes de outros cursos da UFMS, essa taxa, está em torno de 72%.

II. CONTEXTO E MOTIVAÇÃO PARA UMA NOVA METODOLOGIA

Os relatórios estatísticos da UFMS revelam que uma parcela significativa da evasão dos cursos da área de ciências exatas acontece ainda no 1o. semestre dos cursos. Embora esses valores são confirmados apenas na matrícula para o 2o. semestre do curso, nota-se que os estudantes desistem, em maior proporção, após as provas do 1o. e 2o. bimestres.

Paralelamente a essas observações, verificou-se que a maioria das ementas das disciplinas de Introdução à Engenharia de Computação dos cursos do Brasil têm enfoque em preparar tecnicamente os estudantes para disciplinas mais avançadas do curso. Aliado a esse enfoque, percebe-se também a preocupação em esclarecer as características do curso e possibilidades de atuação profissional.

Diante desse contexto, a disciplina de IEC foi organizada de forma a contemplar a experimentação prática com atividades motivadoras, atualizadas e que pudessem introduzir os estudantes para conceitos e aplicações práticas em disciplinas mais avançadas. Assim, os principais objetivos desse novo conteúdo programático foram [11]:

- Minimizar os impactos (negativos) na transição da Escola de Ensino Médio para a Universidade;
- Aumentar o conhecimento dos estudantes sobre as características do curso (organização curricular, possibilidade de atuação em projetos, estágios, atividades complementares, metodologia para estudo de disciplinas teóricas básicas, entre outros);
- Aproximar a relação teoria-prática nas disciplinas iniciais do curso, motivando os estudantes para a importância dos conceitos e as possibilidades de

desenvolvimento em outras áreas contempladas pelo curso;

- Estimular, ainda que de maneira simples e compacta, a criatividade e liberdade para desenvolvimento de projetos aplicados em diferentes áreas;

No programa da disciplina de IEC, o primeiro objetivo está relacionado com a apresentação e discussão de novas posturas, a fim de que os novos estudantes possam se adequar a um novo modelo de ensino existente na Universidade. Além disso, também procura-se estimulá-los sobre o auto-aprendizado, a responsabilidade no direcionamento dos estudos e seu futuro profissional.

Visando atender o segundo objetivo, algumas aulas iniciais da disciplina de IEC são dedicadas ao esclarecimento das características fundamentais do curso. Nesse sentido, enfatiza-se a metodologia para estudo de disciplinas, o papel do professor nesse novo modo de ensino, a organização curricular do curso e as possibilidades e impactos da atuação em projetos (pesquisa e extensão) oferecidos pela Universidade.

O atendimento do terceiro objetivo vai ao encontro de um anseio comum aos recém-chegados estudantes na Universidade que é a observação da prática sobre a teoria. Muitos estudantes, embora com potencial para acompanhar as disciplinas e evoluir no curso, sentem-se desmotivados ao estudar várias disciplinas teóricas sem uma perspectiva de utilização prática.

III. UMA PROPOSTA DE CONTEÚDO PARA INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

A partir das discussões no âmbito do colegiado do curso de Engenharia de Computação e nos anseios sobre a possibilidade do conteúdo dessa disciplina ir ao encontro com um das principais razões para evasão (desmotivação com o curso), o conteúdo programático foi organizado da seguinte maneira:

- 1) Conhecendo a Universidade e o Curso de Engenharia da Computação - 2h/a
- 2) Histórico da Computação e Tecnologia - 4h/a
- 3) Metodologia Científica - 2h/a
- 4) Seminários com Temas nas Áreas da Computação - 2h/a
- 5) Conceitos Fundamentais de Computação: números binários e operações aritméticas, organização de computadores - 12h/a
- 6) Aplicações: robótica ou computação física - 10h/a

O tópico 1 apresenta o funcionamento da Universidade, os principais órgãos, os recursos disponíveis e a organização e características do curso de Engenharia de Computação. O tópico 2 apresenta e discute sobre a evolução tecnológica e das áreas da Computação e seus impactos na sociedade, ambiente e tecnologias atuais. O tópico 3 é utilizado para apresentar a relevância da escrita e interpretação de textos e, também, as características de diferentes tipos de textos científicos. O tópico 4 corresponde ao momento em que os estudantes (divididos em grupos) apresentam seminários sobre áreas da computação e tecnologia. No tópico 5 são propostas aulas teóricas

sobre tópicos básicos e introdutórios ligados à Computação. Nessas aulas, conceitos fundamentais sobre álgebra booleana, manipulação de números binários, operações aritméticas binárias, funcionamento de um computador e conceitos de sistemas embarcados são apresentados. O tópico 6 corresponde ao momento na disciplina em que os estudantes têm contato com tecnologias a fim de estimulá-los quanto às possibilidades oferecidas no curso e incentivá-los sobre suas potencialidades no desenvolvimento de projetos. Nesse tópico, procura-se relacionar conceitos tecnológicos com os conceitos apresentados em outras disciplinas do 1o. semestre como Algoritmos e Programação, Fundamentos de Teoria da Computação e Cálculo I.

Para desenvolvimento das atividades práticas, a turma é dividida em grupos e cada grupo recebe um kit didático (Figura 1). Esse kit contém uma placa de hardware aberto (Arduino) com microcontrolador AVR8, sensores de temperatura e umidade, *push-buttons*, LDRs, resistores, *buzzers*, potenciômetros, servo-motores, sensores ultrassônicos e LEDs. Esse kit foi elaborado a partir de uma lista de projetos simples e de rápido desenvolvimento que faz parte do material didático utilizado na disciplina. A escolha pela plataforma de hardware aberto Arduino foi justificada pelo seu custo, simplicidade e rapidez no desenvolvimento de aplicações e circuitos, além do suporte a variados tipos de sensores e dispositivos eletrônicos.



Figura 1. Kit didático utilizado nas atividades práticas da disciplina de IEC.

A partir do entendimento sobre o funcionamento dos elementos que compõe o kit didático e após algumas aulas sobre o desenvolvimento de projetos baseados na plataforma de hardware aberto definida, os grupos de estudantes são apresentados a uma ampla lista de projetos práticos. Com base nessa lista e tendo a liberdade de propor novos projetos, os grupos devem iniciar o desenvolvimento de um projeto prático. As Figuras 2 e 3 apresentam dois projetos implementados pela turma de 2013: uma luminária inteligente e uma bateria.

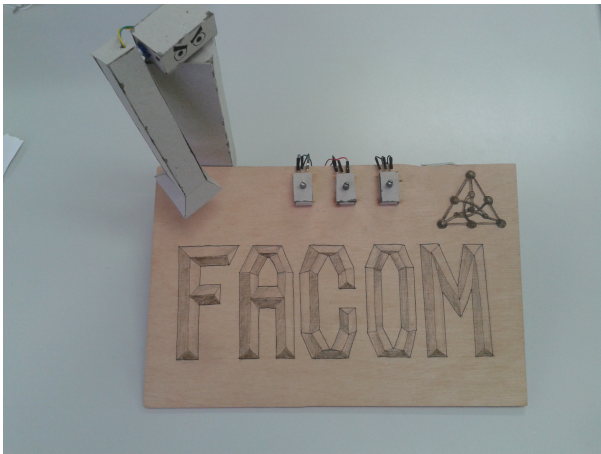


Figura 2. Luminária inteligente com regulagem de altura e intensidade da luz desenvolvida com kit didático das aulas de IEC.

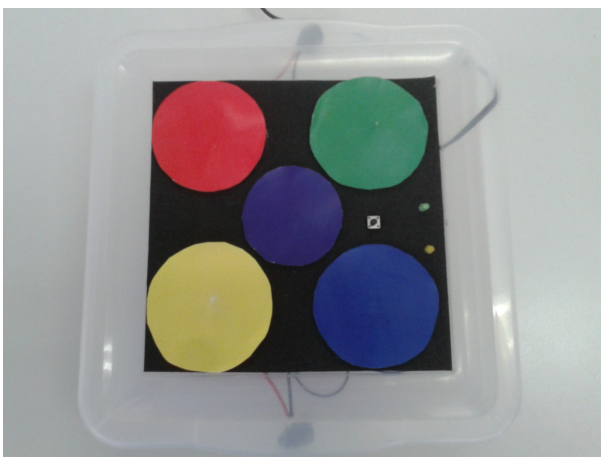


Figura 3. Bateria com regulagem de tonalidade (*push-button*) desenvolvida com kit didático das aulas de IEC.

IV. OBSERVAÇÕES E ANÁLISES DOS IMPACTOS

A fim de avaliar os impactos das atividades desenvolvidas na disciplina de Introdução à Engenharia de Computação de acordo com a percepção dos estudantes, o professor desenvolveu um questionário de avaliação *online* e convidou todos os estudantes das turmas de 2011, 2012 e 2013 para preencherem as questões. O preenchimento desse questionário foi realizado de forma voluntária, e anônima.

Ao responder sobre o impacto das atividades na sua percepção sobre o curso, os estudantes poderiam escolher qualquer das opções a seguir:

- Melhorou meu conhecimento sobre o curso (organização, disciplinas, etc.) de Engenharia de Computação
- Melhorou meu conhecimento sobre áreas de atuação de um egresso de Engenharia de Computação
- Aumentou minha motivação para continuar no curso
- Motivou-me a procurar e desenvolver atividades extra-classe
- Nenhuma das anteriores

De um total de 70 estudantes que responderam ao

questionário (20 da turma de 2013, 30 da turma de 2012 e 20 da turma de 2011), no tocante aos impactos observados pelos estudantes, as respostas foram divididas em:

- Em 45% das respostas, houve a escolha do item “Aumentou minha motivação para continuar no curso”. Em 10% das respostas, houve a escolha de um único item nessa pergunta que foi, justamente, o aumento da motivação para continuar no curso;
- 35% das respostas escolheram o item “Melhorou meu conhecimento sobre o curso (organização, disciplinas, etc.) de Engenharia de Computação”;
- Em 30% das respostas o item “Melhorou meu conhecimento sobre áreas de atuação de um egresso de Engenharia de Computação” foi selecionado;
- Em 38% das respostas o item “Motivou-me a procurar e desenvolver atividades extra-classe” foi selecionado;

Como pode-se observar pelas respostas, o impacto mais sentido pelos estudantes quanto às atividades da disciplina de Introdução à Engenharia de Computação, foi o aumento da sua motivação para continuar no curso. Sabe-se, obviamente, que a simples proposição e desenvolvimento de tais atividades teóricas e práticas não são determinantes para reduzir a evasão de um curso.

Como forma de avaliar os impactos dessas ações de redução de evasão, comparou-se as porcentagens de evasão de vários cursos da área de exatas da UFMS com o curso de Engenharia de Computação. A Tabela I apresenta os dados de evasões dos estudantes ingressantes no período 2011-2012.

Curso	Evasões	% de Evasões
Análise de Sist.	53	37,9
Ciência da Comp.	31	25,8
Eng. Elétrica	28	23,3
Eng. Civil	18	15,0
Eng. Ambiental	20	16,6
Eng. de Produção	23	19,2
Eng. de Comp.	18	16,3

Tabela I
EVASÕES DE INGRESSANTES EM 2011-2012 DE ALGUNS CURSOS DA UFMS.

Ao comparar os valores absolutos (número de estudantes) de evasão dos cursos apresentados na Tabela I, pode-se observar que mesmo sendo um curso recém-implantado, com a mesma oferta de vagas anuais dos demais cursos, o curso de Engenharia de Computação apresenta uma porcentagem de evasão bem próxima ao do curso de Engenharia Civil (menor porcentagem de evasão entre os cursos analisados) e menor do que os cursos da área de Computação da UFMS. Os cursos avaliados e comparados sobre a porcentagem de evasão possuem números bem próximos de vagas anuais e carga-horária total de disciplinas, compartilham professores em várias disciplinas, possuem regime de dedicação integral (exceção de Análise de Sistemas que é realizado no período noturno) e participam das mesmas atividades institucionais de combate à

evasão (programas de nivelamento, programas de bolsas de estudos, entre outros).

Os resultados obtidos até o momento revelam a importância de uma disciplina Introdutória, em cursos como Engenharia de Computação, que possa contemplar atividades práticas motivadores a fim de mostrar as potencialidades da área e aproximar os estudantes do processo de desenvolvimento de soluções tecnológicas. Tal disciplina pode ser organizada e proposta para discorrer sobre temas variados relacionados ao curso e, principalmente, que tenha um papel de integrar temas/tópicos do curso através de atividades teóricas e práticas.

Embora seja uma disciplina de carga-horária reduzida, entende-se que tais atividades precisam ser abordadas em uma disciplina específica e não como parte de uma disciplina formativa do 1o. semestre do curso. As atividades propostas (seminários sobre temas ligados às disciplinas, atividades práticas de robótica ou utilizando plataformas de hardware aberto) têm um encadeamento particular, possível de ser trabalhado em uma disciplina específica mas que pode ser alvo de restrições em uma outra disciplina com carga-horária maior e de conteúdos específicos mais densos.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou a experiência adotada na disciplina de Introdução à Engenharia de Computação, do curso de Engenharia de Computação da UFMS, com a proposição de atividades práticas, na forma de projetos, utilizando a plataforma de hardware aberto Arduino. mudança de conteúdo programática para contemplar atividades teóricas e práticas visando o aumento da motivação para continuidade no curso e, como consequência, a redução da evasão de estudantes.

De acordo com a respostas providas pelos estudantes de duas turmas (ingressantes em 2011 e 2012), as atividades dessa disciplina têm contribuído para a redução da evasão e, também, com o aumento da motivação dos estudantes em buscar novas possibilidades de conhecimento dentro do curso. Comparando com as porcentagens de evasão de outros cursos de bacharelado na área de Computação e Engenharias da UFMS, o curso de Engenharia de Computação tem obtido porcentagens menores nas taxas de evasão.

VI. AGRADECIMENTOS

O autor agradece às agências, CAPES, CNPq e FUNDECT-MS, assim como à UFMS pelo apoio financeiro para as pesquisas no Laboratório de Sistemas Computacionais de Alto Desempenho (LSCAD) da Faculdade de Computação (FACOM) da UFMS.

REFERÊNCIAS

[1] M. C. Pereira, P. S. Martins, B. Edson A, A. C. R. da Silva, and F. Leonardi, "Motivando Alunos em Circuitos Digitais: Um Estudo de Caso," in *Anais do XXIV Congresso da SBC-WEI*. SBC, 2006, pp. 190–191.

[2] L. A. Digiampietri, D. D. Kropiwiec, and R. A. C. Silva, "O Uso de Jogos como Fator Motivacional em Cursos de Computação," in *Anais do XXX Congresso da SBC-WEI*. SBC, 2010, pp. 1–2.

[3] P. V. Vieira, P. R. M. Rech, R. C. Mensch, C. A. Zeferrino, and A. L. A. Raabe, "Estendendo a Arquitetura dos Processadores BIP para Ampliar o seu Potencial de Uso em Disciplinas de Introdução à Programação," *International Journal of Computer Architecture Education (IJCAE)*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2012.

[4] R. O. Duarte and P. F. Donoso-Garcia, "Ensino Prático de Projeto de Processadores Segundo uma Metodologia de Ensino-Aprendizagem Baseada em Projetos na Escola de Engenharia da UFMG," *International Journal of Computer Architecture Education (IJCAE)*, vol. 1, no. 1, pp. 11–20, 2012.

[5] M. A. Rubio, C. M. Hierro, Á. P. M. Pablo, "Using Arduino to Enhance Computer Programming Courses in Science and Engineering," in *Proceedings of the EDULEARN13 Conference*, 2013, pp. 5127–5133.

[6] G. W. Recktenwald and D. E. Hall, "Using Aduino as a Platform for Programming, Design and Measurement in a Freshman Engineering Course," in *Proceedings of the 118th Annual Conference & Exposition*, American Society for Engineering Education, 2011.

[7] J. Sarik and I. Kymissis, "Lab Kits Using the Arduino Prototyping Platform," in *Proceedings of the 40th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, IEEE, 2010.

[8] P. Mellodge and I. Russell, "Using the Arduino Platform to Enhance Student Learning Experiences," in *Proceedings of the 18th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, ACM, 2013.

[9] R. Duarte and P. D. Garcia, "Metodologia de Ensino Orientada a Projetos e Criação de Material Didático Aplicada ao Projeto de Processadores," in *Anais do Simpósio em Sistemas Computacionais - Workshop sobre Educação em Arquitetura de Computadores*, 2011, pp. 1–6.

[10] SBC, "Currículo de Referencia para Cursos de Graduação em Bacharelado em Ciência da Computação e Engenharia de Computação," [online]. Disponível em <http://portal.sbc.org.br/educacao/doku.php?id=docs>, 2005.

[11] UFMS, "Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Computação," [online]. Disponível em <http://www.facom.ufms.br>, 2011.