



## RELATO DE EXPERIÊNCIAS: DISCIPLINA DE ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES DO CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO DA UFPA

**Ronaldo F. Zampolo** – zampolo@ufpa.br  
Universidade Federal do Pará  
Faculdade de Engenharia da Computação e Telecomunicações  
Av. Augusto Correa, 1  
66075-110– Belém - PA

**Charles L. Ferreira** – charles.ferreira@itec.ufpa.br

**Luiz F. A. Soares** – luiz.angioletti@itec.ufpa.br

**Resumo:** *Este documento relata a experiência docente no ensino da disciplina Arquitetura e Organização de Computadores, no curso de Engenharia da Computação da Universidade Federal do Pará. Relata-se a experiência de docência amparada por programa de monitoria, e por ferramenta online para discussão e difusão de conteúdo pertinente. Tanto a monitoria quanto a ferramenta online são esforços para se desenvolver uma metodologia de ensino diferente da tradicionalmente aplicada na instituição, mais orientada a projeto e experiências práticas, e que envolvam ainda mais o aluno no processo de aprendizagem.*

**Palavras-chave:** *Relato de experiências, Organização de disciplina, Aspectos metodológicos, Moodle, Monitoria.*

### 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta um relato de experiências referente à disciplina de Arquitetura e Organização de Computadores (AOC) do curso de Engenharia de Computação, vinculado à Faculdade de Engenharia de Computação e de Telecomunicações (FCT) da Universidade Federal do Pará (UFPA). O objetivo deste texto é fazer um registro da atual estrutura dessa disciplina, ao mesmo tempo que procura contribuir para o debate do ensino de engenharia.

A AOC é apontada como de expressiva importância na formação de profissionais da área da computação (ACM et al., 2005; IEEE-CS & ACM, 2001; IEEE-CS & ACM, 2004), pois aborda conceitos que tanto projetistas de *hardware* quanto desenvolvedores de *software* necessitam para que sejam criados sistemas equilibrados nos aspectos de custo e desempenho. Uma outra área que também se beneficia sobremaneira dos conhecimentos de AOC é a de seleção de soluções tecnológicas para um determinado problema, onde cabe ao engenheiro a escolha daquele produto que atenda tanto aos requisitos técnicos estabelecidos quanto à disponibilidade de recursos para aquisição de equipamentos.

Realização:



Organização:





Dentre os tópicos tipicamente abordados na referida disciplina, encontram-se a história dos computadores modernos, os sistemas de memória, conjunto de instruções de processadores, paralelismo em nível de instrução, sistemas multiprocessados, e unidade de controle. Atualmente, na FCT/UFPA, essa disciplina é ministrada no 2º bloco letivo do curso de Engenharia da Computação, com carga horária de 60 horas.

A sua importância e a extensão do conteúdo associado exigem dos responsáveis pela disciplina, cuidado no planejamento e na condução dos encontros em sala de aula, bem como dos recursos extra-classe de apoio, a fim de facilitar o processo de ensino-aprendizagem. Especial atenção também deve ser dada às estratégias de avaliação, de maneira que se infira adequadamente sobre a qualidade do resultado das ações executadas.

Nesse sentido, várias iniciativas vêm sendo levadas a efeito ao longo dos últimos períodos letivos, objetivando melhorar a capacitação correspondente ao conteúdo da disciplina de AOC, através de uma maior participação discente, ampliação do atendimento extra-classe e ações que visam ao estímulo de múltiplas competências. Algumas dessas iniciativas foram implantadas no âmbito da FCT ou UFPA, enquanto outras abrangem somente a disciplina de AOC. Dentre as iniciativas de maior impacto, podemos citar o programa de bolsas de monitoria da Pró-reitoria de Ensino de Graduação (PROEG) da UFPA, e a adoção da plataforma Moodle (MOODLE, 2012) pela FCT na manutenção das páginas das disciplinas de seus cursos de graduação.

O restante deste texto é organizado como segue. A Seção 2 trata da maneira como a monitoria se insere na organização da disciplina de AOC, a quantidade de monitores e as tarefas a eles destinadas. Na Seção 3, apresentamos os principais aspectos relacionados à utilização da plataforma Moodle, as facilidades e as eventuais dificuldades dele advindas. A Seção 4 detalha a metodologia atualmente em uso na disciplina, com especial ênfase nos instrumentos de avaliação adotados.

## 2. MONITORIA

A cada semestre, em torno de 40 alunos são matriculados na disciplina de AOC. Na história recente dessa disciplina, o desenvolvimento de projetos visando ao melhoramento da sua qualidade vem sendo uma constante. Em 2008, tivemos um subprojeto no PROINT<sup>1</sup> (Programa Integrado de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão), intitulado *Aprimoramento de Infraestrutura e ampliação de utilização do Laboratório de Arquitetura de Computadores*. Mediante tal projeto, foram repassados recursos para aparelhamento e manutenção do laboratório de AOC, bem como para a contratação de um monitor que auxiliasse o professor nas atividades programadas.

A partir do 2º semestre do ano de 2009, com a finalidade de estimular um maior envolvimento com o curso de graduação e reduzir a retenção, foi criado no âmbito da FCT (na época, Faculdade de Engenharia da Computação) o Programa de Monitoria Voluntária, orientado a diversas disciplinas da grade curricular, dentre as quais: cálculo (I, II e III), métodos numéricos, física, algoritmos e estruturas de dados, laboratórios práticos, e AOC.

---

<sup>1</sup> O referido subprojeto fazia parte do projeto *Implantação de Laboratórios de Ensino de Graduação que Fomentem o Aprendizado ExtraClasse e Empreendedorismo de Forma Integrada à Pesquisa e Extensão*, aprovado no PROINT 2008.



Os monitores eram os próprios alunos do curso, de semestres posteriores às das disciplinas em que iriam colaborar e com disponibilidade para atendimentos extra-classe. O Programa ficou sob a responsabilidade de um professor da faculdade e contou inicialmente com 12 monitores. Infelizmente, por diversas dificuldades, o programa foi suspenso em junho de 2011.

Em 2009, a atuação do monitor de AOC se restringia ao laboratório, auxiliando na elaboração e condução de experimentos em classe. Atividades adicionais foram atribuídas com o passar do tempo, como por exemplo, a elaboração de material didático complementar, redação de tutoriais para as ferramentas de *software* utilizadas nas experiências e apresentação introdutória de alguns conteúdos.

Em agosto de 2010, a PROEG/UFPA publica um edital que oferece bolsas para projetos de monitoria no ensino de graduação visando contribuições que melhorassem o processo ensino-aprendizagem, objetivando ampliar a qualificação técnica e científica dos discentes em diversas faculdades, assim como a criação de novos instrumentos de ensino que facilitassem a compreensão do conteúdo ministrado. Nessa oportunidade, foi submetido e aprovado um projeto de monitoria para a disciplina de AOC que previa um bolsista-monitor com carga horária de 15 horas semanais e que trazia outras responsabilidades: administrar a página da disciplina na plataforma Moodle (ver Seção 3), controle da realização de experiências pelos diferentes grupos formados em classe e auxílio na avaliação dos relatórios finais entregues.

Em janeiro de 2012, mediante a aprovação de um novo projeto no programa de monitoria da PROEG/UFPA, conseguimos a inclusão de um segundo monitor para a disciplina de AOC. Este assumiria a parte virtual da disciplina: postagem de conteúdos, avisos, planilhas de notas e esclarecimento de dúvidas via fórum ou *chat* na ferramenta Moodle. Os alunos são informados por *email* quando alguma alteração ocorre na plataforma. A atuação do segundo monitor, permite que o primeiro monitor se concentre nas atividades de atendimento presencial, tais como o esclarecimento de dúvidas e o acompanhamento do desenvolvimento de trabalhos, junto ao professor da disciplina.

### **3. MOODLE**

#### **3.1 Histórico de utilização na disciplina**

Em 2008, a FCT (à época ainda Faculdade de Engenharia de Computação) iniciou o uso da plataforma Moodle (MOODLE, 2012) como uma ferramenta de auxílio ao docente e, desde então, vem estimulando seus membros a fazerem uso dela. A ferramenta é bastante completa; tendo sido originalmente pensada para ensino a distância, dispõe de recursos como publicação de material de estudo, provas e notas, fórum de discussão, *chat*, enquetes, dentre outros.

A disciplina de AOC vem, desde então, aprimorando o uso que faz da ferramenta. Com o passar dos períodos letivos, a reserva de material na plataforma aumenta, bem como as ferramentas utilizadas. Na Figura 1, é mostrada a página inicial de AOC no Moodle, a título de ilustração.



Figura 1- Página inicial da disciplina de AOC na plataforma Moodle.

Os fóruns da disciplina são divididos de forma a permitir que o aluno poste suas dúvidas ou suas sugestões e questionamentos sobre o andamento da disciplina em si. Entretanto, nenhuma postagem no fórum pode ser anônima. O quadro de notícias reflete, em boa parte, tudo que acontece no fórum; deixando mais à vista quais as postagens mais recentes.

O material de ensino disponibilizado aos alunos é, em grande parte, aquele utilizado pelo professor em sala (slides com o conteúdo ministrado). Existem também materiais de apoio, como apostilas e manuais de *softwares* utilizados em trabalhos. Trabalhos e tarefas são informados em classe, mas seus enunciados completos e instruções detalhadas (bem como o material de apoio) ficam à disposição na plataforma. O calendário de atividades se destina a informar aos alunos as datas importantes da disciplina: prazos para a entrega de trabalhos, datas de avaliações ou testes.

### 3.2 Benefícios experimentados

A plataforma traz benefícios ao docente, que não precisa se preocupar em onde ou como disponibilizar seu material de ensino. Traz também benefícios aos discentes, que têm centralizadas todas as informações e material de apoio para a disciplina que cursa.

Ferramentas como essa permitem que se enriqueça a experiência de aula, já que permite a difusão de *links* interessantes para a disciplina; permite também que a discussão sobre os assuntos seja estendida para fora da sala de aula (e, virtualmente, para qualquer lugar com conexão à Internet).

Os monitores (e o professor) também podem participar na plataforma no sentido de enriquecer a disciplina e as discussões, respondendo questionamentos ou simplesmente participando nos fóruns.



### 3.3 Dificuldades experimentadas

Os problemas encontrados ao utilizar a plataforma são de dois tipos: infraestrutura e participação.

A plataforma depende de um administrador para funcionar apropriadamente, atendendo às necessidades dos professores (e de monitores, eventualmente), resolvendo problemas de instabilidade ou indisponibilidade; bem como de configurações avançadas como *templates*, por exemplo. Infelizmente, nossa faculdade não dispõe de recursos para tal. Dessa forma, a ferramenta fica alojada na infraestrutura de um dos laboratórios de pesquisa, sob a responsabilidade de um de seus bolsistas, por cortesia do professor responsável.

Ao longo dos anos, já ocorreu de se perderem todos os dados na plataforma, o que gerou a necessidade de reserva de tempo para reconstruir o conjunto do material de ensino adquirido até então.

Atualmente, o problema mais frequente é a indisponibilidade do serviço por problemas na estrutura de rede da instituição de ensino, quedas de energia no campus e outros fatores relacionados.

Quanto à participação, temos que relatar a total omissão dos alunos nos fóruns e no chat, inclusive no horário de atendimento virtual reservado ao “tira-dúvidas”. Tem-se observado que os alunos aproveitam a ferramenta apenas como base de consulta e *download*, ainda não acostumados ao atendimento virtual.

## 4. METODOLOGIA

Nesta seção, são apresentados os principais aspectos relativos à metodologia adotada no processo de ensino e aprendizagem da disciplina sob análise. Vale ressaltar que não há, por parte da FCT, do Instituto de Tecnologia, nem mesmo da Universidade Federal do Pará, qualquer tipo de diretriz no sentido de utilizar uma proposta metodológica em particular, o que na prática é deixado à cargo do docente. Contudo, essa liberdade de escolha esbarra na falta de estrutura (dos cursos e do corpo docente) para implementar qualquer outra metodologia que não seja a tradicional. Dito de outra forma, o formato dos cursos (carga horária semanal, conteúdo estabelecido) e até uma certa falta de um amadurecimento pedagógico dos docentes envolvidos no processo favorecem grandemente à metodologia tradicional de aulas expositivas, avaliação quase que exclusivamente baseada em testes escritos, onde o professor é protagonista e o aluno assume um papel passivo (ARAÚJO & SASTRE, 2009; PINTO et al., 2010). Obviamente há iniciativas individuais, porém sem coordenação e, portanto, ainda sem impacto institucional relevante.

A disciplina de AOC é semestral, possui carga horária de 60 horas, sendo previstos dois encontros de 2 horas-aula por semana. O planejamento geral da disciplina, onde são distribuídos os assuntos ao longo do semestre, é atualizado semanalmente, de acordo com o andamento do curso, garantindo adaptabilidade para turmas com diferentes características.

Na avaliação de aprendizagem da disciplina optou-se por considerar quatro elementos objetivos: a) testes escritos; b) trabalhos de médio prazo; c) atividades avaliativas de curto prazo; e d) frequência às aulas.

Os testes escritos, em geral, são individuais, podendo ser ou não com consulta. Tais testes visam avaliar a segurança, organização do pensamento, habilidade na redação, capacidade de trabalho sob pressão, e controle do tempo, além da memória em caso do teste ser sem



consulta. Todavia, tais testes, válidos certamente, não revelam nem estimulam outros aspectos do aluno relacionados aos conteúdos da disciplina. Por exemplo, a capacidade de resolução de problemas, criatividade, dentre outras habilidades, são pouco apreciadas através desses testes escritos e, daí, a adoção dos outros recursos de avaliação descritos a seguir. Dependendo do número de testes escritos realizados, o pior ou os dois piores são descartados, sendo que o número de testes remanescentes não deve ser inferior a três. O conteúdo dos testes não é restrito ao capítulo corrente, mas envolve os capítulos previamente estudados também.

Os trabalhos de médio prazo são normalmente dois por semestre e têm por meta estimular principalmente o trabalho em equipe, e a resolução de problemas por meio da programação de computadores. Em tais trabalhos, procura-se avaliar o processo de trabalho e não apenas o produto final. Nesse sentido, são formadas as equipes, tipicamente entre quatro e cinco integrantes, que têm como primeira tarefa formular um pequeno plano de atividades que inclui um cronograma. Mediante tal cronograma, as equipes são acompanhadas ao longo de todo o período de desenvolvimento do trabalho. Ao final desse período, as equipes apresentam o produto de suas atividades. Essa apresentação pode ser pela realização de seminários em sala ou por equipe na sala do professor ou laboratório.

As atividades avaliativas de curto prazo compreendem pequenos testes ou tarefas realizadas em sala de aula ou extra classe, individuais ou em grupo, com ou sem consulta, que tenham prazo de entrega não superior a uma semana. Tais atividades visam estimular o estudo continuado do conteúdo da disciplina pelos alunos, evitando o estudo pontual (apenas na véspera da prova).

O histórico nessa disciplina demonstra que há uma correlação significativa entre aprendizagem, bom desempenho acadêmico e frequência em sala de aula. Excluindo as exceções, em geral, os alunos que mais frequentam às aulas e se envolvem nas atividades da disciplina obtêm melhores resultados em comparação aos de frequência irregular. Apesar da UFPA, em seu regimento geral (UFPA, 2006), estabelecer o percentual mínimo de 75% de presença em relação ao total de aulas ministradas como condição necessária à aprovação (reforço negativo), decidiu-se atribuir 10% da nota final do aluno condicionado à sua frequência (reforço positivo).

O cálculo da nota final do aluno ( $\eta$ ) é realizado segundo a expressão

$$\eta = 0,5 Te + 0,3 Tr + 0,1 At + 0,1 Fr \quad (1)$$

onde  $Te$  representa a média obtida nos testes escritos;  $Tr$  denota a média obtida no(s) trabalho(s) de longo prazo;  $At$  é a média das atividades avaliativas de curto prazo; e  $Fr$  é o fator relativo à frequência. Este último vem sendo calculado como

$$Fr = 0, \text{ se } Freq \leq 75 \quad (2)$$

$$Fr = \frac{5}{75} Freq - 5, \text{ se } 75 < Freq < 90 \quad (3)$$

$$Fr = 1, \text{ se } Freq \geq 90 \quad (4)$$

onde  $Freq$  é a frequência do aluno em valores percentuais.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho descreve de forma concisa as experiências referentes à aplicação de um programa de monitoria implementado tanto de forma presencial quanto virtual, através do uso da plataforma Moodle, bem como a atual proposta metodológica aplicada na disciplina de Arquitetura e Organização de Computadores da Faculdade de Engenharia da Computação e Telecomunicações. Tais ações objetivam melhorar a qualidade de ensino, absorção e compreensão do conteúdo ministrado, contribuindo assim para a diminuição dos índices de retenção e de evasão do curso.

Apesar dos avanços verificados, ainda há muito a fazer no sentido de tornar a disciplina de AOC mais dinâmica e prática. Em especial, gostaríamos de destacar a necessidade de estimular a maior participação dos discentes, tradicionalmente habituados ao formato clássico de aulas expositivas e avaliação pontual mediante testes escritos individuais.

### **Agradecimentos**

Os autores gostariam de agradecer à Faculdade de Engenharia da Computação e Telecomunicações e ao Programa de Monitoria da Pró-Reitoria de Ensino de Graduação pelo apoio logístico e financeiro, respectivamente, dado às iniciativas relatadas aqui. Especial agradecimento, também ao alunos de AOC de todos os semestres que contribuem, muitas vezes sem o saber para o aprimoramento da disciplina, professores e monitores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACM; AIS; IEEE-CS. **Computing Curricula 2005 – The overview report** (30 de setembro de 2005). Disponível em: <[http://www.acm.org/education/education/curric\\_vols/CC2005-March06Final.pdf](http://www.acm.org/education/education/curric_vols/CC2005-March06Final.pdf)> Acesso em: 04 jun. 2012.

ARAÚJO, Ulisses F.; SASTRE, Genoveva (orgs.). **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. São Paulo: Summus editorial, 2009.

IEEE-CS; ACM. **Computing Curricula 2001 – Computer Science** (Final Report, 15 de dezembro de 2001). Disponível em: <[http://www.acm.org/education/education/education/curric\\_vols/cc2001.pdf](http://www.acm.org/education/education/education/curric_vols/cc2001.pdf)> Acesso em: 04 jun. 2012.

IEEE-CS; ACM. **Computer Engineering 2004 – Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in computer engineering** (12 de dezembro de 2004). Disponível em: <[http://www.acm.org/education/education/curric\\_vols/CE-Final-Report.pdf](http://www.acm.org/education/education/curric_vols/CE-Final-Report.pdf)> Acesso em: 04 jun. 2012.

MOODLE, Projeto de código aberto desenvolvido por Moodle Pty Ltd. Disponível em: <<http://moodle.com/>> Acesso em: 03 jun. 2012.

PINTO, Danilo Pereira; NUNES, Roberta C. Pereira; OLIVEIRA, Vanderlí Fava (orgs.). **Educação em Engenharia – evolução, bases e formação**. Juiz de Fora: FMEPRO, 2010.



UFPA - Universidade Federal do Pará. **Regimento Geral** (de 29 dez. 2006 - Art. 179).  
Disponível em:  
<[http://www.ufpa.br/sege/boletim\\_interno/downloads/regimentos/regimento\\_geral.pdf](http://www.ufpa.br/sege/boletim_interno/downloads/regimentos/regimento_geral.pdf)>  
Acesso em: 03 jun. 2012.

## **TEACHING EXPERIENCE REPORT: COMPUTER ARCHITECTURE AND ORGANIZATION COURSE OF THE COMPUTER ENGINEERING PROGRAM AT THE FEDERAL UNIVERSITY OF PARÁ**

**Abstract:** *This paper reports the teaching experience during the Computer Architecture and Organization course at the Computer Engineering program at the Federal University of Pará. The authors report herein the teaching experience supported by two teacher assistants (T.A.s) and a tool for online discussion and related content diffusion. The T.A.s and the online tool mount an effort towards the development of a more hands-on and project-oriented methodology than the one traditionally used in the institution.*

**Key-words:** *Teaching experience report, Course organization, Methodological aspects, Moodle, Teacher Assistant.*