

O TRABALHO DE DISCIPLINA COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO EM ENGENHARIA: UMA ANÁLISE DO IMPACTO DE MÉTODOS DE ENSINO NÃO TRADICIONAIS.

Felipe E. S. Reis – felipeeduardosouzareis03@gmail.com

Ronaldo F. Zampolo – zampolo@ufpa.br

Universidade Federal do Pará

Instituto de Tecnologia

Faculdade de Engenharia da Computação e Telecomunicações

Laboratório de Processamento de Sinais

Av. Augusto Corrêa, 01

66075-110 – Guamá, Belém – PA

Resumo: *Para melhorar a experiência em sala de aula, aumentar a motivação dos discentes, bem como combater as taxas de retenção e evasão, educadores em engenharia vêm adotando estratégias metodológicas não tradicionais, a fim de promover o desenvolvimento de competências mais alinhadas com as necessidades do mercado. Diante disso, temos como objetivo desse trabalho a análise de um projeto proposto na disciplina Arquitetura e Organização de Computadores (AOC) nos cursos de graduação em Engenharia da Computação e Engenharia de Telecomunicações da Universidade Federal do Pará (UFPA). Pretende-se avaliar os pontos positivos e negativos do projeto proposto, no tocante ao ensino/aprendizado, em contraste com os métodos tradicionais. Baseado nos relatos de experiências, foi avaliado como os alunos lidam com as metodologias ditas ativas baseadas em problema/projeto/prática e o quanto tais metodologias têm acrescentado na consolidação do aprendizado na engenharia.*

Palavras-chave: *Ensino/Aprendizagem. Estratégias de Ensino. Trabalho de disciplina.*

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia, aliado à globalização, os conhecimentos são renovados em uma taxa cada vez maior. Desta forma, o contexto em que o engenheiro vive hoje é muito diferente de anos passados, pois o mercado global altamente competitivo tem exigido grande competência, habilidade e capacidade de adaptação por parte desses profissionais. Logo, os profissionais de engenharia deverão estar cada vez mais preparados para apresentar soluções eficazes para problemas variados e com níveis de complexidade crescentes.

Educadores em engenharia vêm propondo estratégias não tradicionais para alinhar ensino/aprendizagem a esta realidade, a fim de que seus alunos desenvolvam mais facilmente as competências necessárias para suprir as demandas requeridas por essa sociedade e mercado globalizado. A concepção de que os graduados em engenharia devam possuir capacidade crítica, e preparo para agir e se adaptar às mudanças é consenso, sendo, inclusive, previsto em legislação :

Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia; projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados; conceber, projetar e analisar sistemas,

produtos e processos; planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia; identificar, formular e resolver problemas de engenharia; desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas; supervisionar a operação e a manutenção de sistemas; avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas; comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica; atuar em equipes multidisciplinares; compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais; avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental; avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia; assumir a postura de permanente busca de atualização profissional. (Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, Resolução nº 11/2002, art. 4º, que institui diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em engenharias).

Diante de tal desafio, Powell e Weenk dizem que para o desenvolvimento das principais competências na educação em engenharia é preciso que a abordagem educacional seja mudada e não o conteúdo. O professor tem que assumir o desafio de estimular a mudança de atitude do aluno fazendo-o trabalhar de forma efetiva, contínua e com entusiasmo. (Powell, P. e Weenk, W, 2003).

Os professores envolvidos no projeto pedagógico, e na educação em geral, precisam instigar seus alunos a realizarem atividades que demandem: “Interdependência; Participação efetiva; Interdisciplinaridade; Proposição de produção do conhecimento; Elaboração Própria; Autonomia e iniciativa; Análise crítica e reflexiva.” (ALCANTARA, P. e BEHRENS, M, 2001).

Para que esses objetivos sejam plenamente atingidos, não se deveria insistir em aulas meramente expositivas, onde se tem a impressão de que há um conteúdo sendo aprendido, mas é necessário criar situações de aprendizagem práticas e objetivas que solicitem pesquisa, identificação e resolução de problemas, tendo em vista manter alunos sempre motivados.

Um dos maiores objetivos de um professor de engenharia é, certamente, provocar no aluno a vontade para o estudo continuado, busca de conhecimentos e crescimento pessoal durante todas as etapas de sua vida. O aluno deve aprender a gostar de pesquisar, de aprender, de se desenvolver. É preciso ter entusiasmo no que se faz: aprendizado e motivação sempre andam juntos.

Para um professor de graduação isso é um desafio, considerando que seus alunos trazem, por vezes, variadas dificuldades no que tange os conhecimentos básicos oriundos dos níveis de ensino fundamental e médio. Sendo assim, o professor há que elaborar estratégias para tentar obter o melhor do grupo de alunos, levando-os a serem elementos ativos no processo de ensino e aprendizagem.

Na disciplina Arquitetura e Organização de Computadores (AOC) para os cursos de Engenharia da Computação e Engenharia de Telecomunicações da Universidade Federal do Pará (UFPA) vêm sendo inseridos novos elementos no tradicional “trabalho de disciplina”, objetivando aproximar a sala de aula (composta por alunos ainda no segundo semestre do percurso universitário) de um contexto similar ao das equipes de desenvolvimento de projetos em engenharia. Tais novos elementos pretendem facilitar a aprendizagem, proporcionando maior percepção do conteúdo técnico da disciplina por meio das pesquisas e implementações realizadas ao longo do trabalho. Essa estratégia baseia-se no princípio de que teoria e prática devem receber aproximadamente a mesma atenção, reforçando tanto os conceitos básicos como suas aplicações.

Neste texto, o “trabalho de disciplina” será usado como exemplo e instrumento para avaliar a reação dos alunos frente a metodologias de aprendizado ativo, as quais exigem do corpo discente maior participação em contraste com métodos tradicionais de aulas expositivas.

2. METODOLOGIA UTILIZADA

No início do semestre, os alunos participam de aulas totalmente expositivas para terem os primeiros contatos com conceitos básicos da disciplina necessários para aplicação do *trabalho de disciplina*. O trabalho de disciplina do semestre avaliado trata do projeto e implementação de um simulador de

memória cache. Os alunos recebem um documento/enunciado que descreve como será o desenvolvimento da tarefa. Ficam, então, cientes que o trabalho será desenvolvido em etapas, cada uma delas associada a uma pontuação, e cuja conclusão implica uma entrega com prazo para ser realizada. A seguir é apresentado um detalhamento maior da atividade proposta:

A. OBJETIVO DA ATIVIDADE

Variados são os objetivos pretendidos, que envolvem não apenas a aquisição de conhecimentos técnicos específicos da disciplina, mas também de competências outras, importantes na vida profissional do engenheiro:

1. Adquirir conhecimento prático sobre sistemas de memória cache
2. Organizar e gerenciar a divisão de tarefas em equipes de trabalho
3. Preparar slides para comunicação técnica
4. Ter experiência na execução de tarefas com prazos rígidos
5. Aprimorar habilidades para comunicação escrita e oral
6. Exercitar o pensamento crítico na tomada de decisões

B. CARACTERÍSTICAS DO SIMULADOR A SER IMPLEMENTADO

São apresentados os requisitos mínimos que o simulador deve satisfazer. Naturalmente, acréscimos são aceitos e estimulados nos projetos, entretanto os requisitos mínimos devem ser objeto da atenção e esforços iniciais dos alunos. Seguem as características do simulador:

1. O simulador deve trabalhar com um único processador, cuja representação de endereços é feita por símbolos de 64 bits.
2. O usuário deve poder selecionar o número total de linhas da memória cache e o número de palavras a ser armazenado em cada linha.
3. No simulador devem estar implementadas as seguintes funções de mapeamento:
 - 3.1. Mapeamento direto;
 - 3.2. Mapeamento associativo;
 - 3.3. Mapeamento associativo em conjunto (além das configurações acima, deve-se informar neste caso o número de linhas por conjunto).
4. Políticas de escrita a implementar:
 - 4.1. *Write through*
 - 4.2. *Write back*
5. Algoritmos de substituição:
 - 5.1. Escolha aleatória;
 - 5.2. Primeiro a entrar, primeiro a sair
6. Entrada: arquivo de texto, contendo traços de memória (indicação dos endereços de memória referenciados pelo processador e o tipo de operação, se de leitura ou escrita, durante a execução de um dado programa) fornecido pelo docente.
7. Saída: taxa de acertos (*hits*) de cache, taxa de erros (*miss*) de cache, número de acessos ao barramento/número total de referências à memória, e a estrutura de interpretação dos bits de endereço.

É sugerido um bônus de pontuação, associado a aprimoramentos de funcionalidade, como, por exemplo, poder simular um sistema com dois processadores, cada um com sua memória cache, compartilhando a memória principal, usando monitoramento de barramento associado à política de escrita *write through*.

C. ETAPAS

1. Dadas suas características e objetivos, o trabalho deve ser desenvolvido ao longo de várias semanas. A definição dos prazos para as entregas de cada etapa é feita pelo instrutor em função da turma e andamento do semestre. Contudo, tais prazos devem constar no enunciado previamente fornecido. As entregas, tal como ordinariamente em projetos de engenharia, marcam o término de uma etapa de desenvolvimento e constituem elementos concretos produzidos pela equipe de trabalho. Seguem as etapas propostas:
2. Formação das equipes: os alunos devem formar suas equipes com o número máximo de 4 integrantes cada. Há liberdade na distribuição de papéis, contudo, é obrigatória a designação de um coordenador e um secretário. Entrega: arquivo contendo nome da equipe, definição de integrantes e seus papéis; e email de contato de cada membro.
3. Aquisição de conhecimento e planejamento inicial: nesta etapa, as equipes devem planejar a execução do projeto, elaborando ou decidindo sobre definição da linguagem de programação, cronograma de desenvolvimento do projeto. Entregas: registro das reuniões da equipe e cronograma.
4. Desenvolvimento e teste do simulador de memória cache: período destinado à elaboração e realização de simulações em que as funcionalidades do sistema implementado são testadas mediante arquivos de traços de memória fornecidos pelo professor. Para cada traço, as equipes devem comparar duas configurações de memória cache diferentes. Entregas: código-fonte documentado, relatório técnico descrevendo o sistema implementado, e exemplos de uso.
5. Problema a ser resolvido e apresentação: as equipes de trabalho devem sugerir de maneira justificada uma configuração de memória cache para um traço de memória fornecido pelo instrutor, usando os simuladores implementados. Entrega: slides e apresentação de resultados à classe. Os critérios de avaliação, tanto em relação aos slides, quanto à apresentação, são apresentados antecipadamente às equipes. Não raro, professores de outras disciplinas são convidados para integrar a comissão de avaliação das apresentações.

3. AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE PELOS ALUNOS

Foi elaborado um pequeno questionário a ser respondido pelos alunos participantes do trabalho de disciplina com o objetivo de analisar sua percepção em relação a esta atividade. Os resultados obtidos fornecem subsídios para o aprimoramento do curso ministrado.

Nesta avaliação, houve a participação voluntária de 19 alunos, os quais participaram ativamente do trabalho de disciplina. Seus relatos e opiniões foram coletados por intermédio de questionário

eletrônico, composto de 10 perguntas, sendo 7 objetivas e 3 discursivas (não obrigatórias). As perguntas e seus objetivos seguem listados:

1. Antes do trabalho de disciplina, você tinha uma rotina de estudo?
Objetivo: analisar a rotina de estudos dos alunos antes da aplicação da metodologia. Identificar se o graduando cultivava a prática de estudo continuada.
2. O trabalho lhe ajudou a iniciar ou intensificar sua rotina de estudos?
Objetivo: analisar se a metodologia conseguiu despertar a prática do estudo continuado.
3. Você tem dificuldades em trabalhar em equipe?
Objetivo: analisar a autoavaliação do aluno referente a uma das maiores habilidades exigidas pelo mercado.
4. A experiência do trabalho lhe ajudou/motivou a melhorar isso?
Objetivo: verificar se o trabalho ajudou e/ou estimulou a melhoria dessa competência.
5. Os prazos de conclusão de etapas lhe ajudaram ser organizado?
Objetivo: analisar se os prazos foram vistos como algo positivo pelos alunos.
6. O trabalho lhe ajudou a buscar conhecimentos que, normalmente, não são ensinados em sala?
Objetivo: analisar se o trabalho ajudou os alunos a buscarem conhecimentos fora do ambiente estrito de sala de aula.
7. Você conseguiu terminar o projeto? Se não, diga-nos os motivos.
Objetivos: analisar os motivos pelos quais não conseguiram eventualmente terminar o projeto e expor suas dificuldades.
8. Destaque pontos positivos e negativos da sua experiência no decorrer do trabalho.
Objetivo: analisar as opiniões de cada aluno sobre suas experiências no decorrer do trabalho, a fim de estimular autoavaliação.
9. Você prefere métodos tradicionais de ensino (aulas somente expositivas) e avaliação ou método inovadores e diferentes (aulas e projetos)?
Objetivo: analisar a opinião sobre a preferência dos alunos quando se trata de ensino e avaliação.
10. Elabore sugestão de melhorias.
Objetivo: deixamos esse espaço livre para que os alunos elaborassem sugestões de melhorias baseadas na experiência que tiveram.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados obtidos com a aplicação do questionário aos alunos. Procurou-se organizar as opiniões, agrupando-as conforme afinidades, o que permitiu elaborar o seguinte resumo:

Antes do trabalho você tinha uma rotina de estudos?

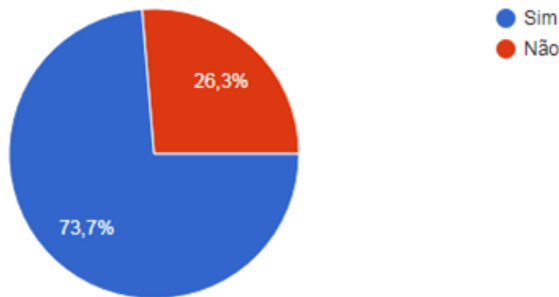


Figura 1. Respostas à questão 1.

O projeto lhe ajudou a iniciar ou intensificar sua rotina de estudos?

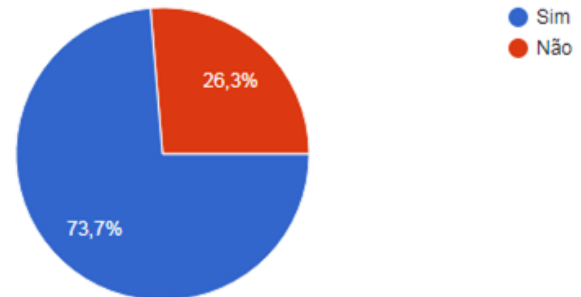


Figura 2. Respostas à questão 2

As Figuras 1 e 2 mostram que 73,7% dos alunos que responderam ao questionário tinham uma rotina de estudos antes do trabalho. Entretanto, 26,3% não tinham a prática do ensino continuado. Pode-se perceber que o trabalho de disciplina ajudou os alunos a iniciar ou a intensificar essa rotina, pois por meio de metas impostas pelo trabalho foram incentivados a estudar o problema proposto e planejar a implementação dentro dos prazos determinados. A estratégia fez com que desenvolvessem a necessidade de estudar de maneira mais regular e planejar melhor o tempo.

Você tem dificuldades em trabalhar em equipes?

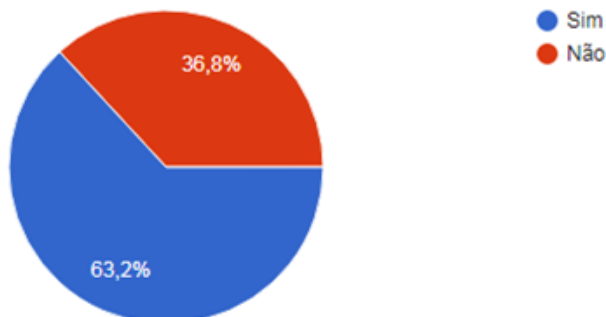


Figura 3. Respostas à pergunta 3.

A experiência do projeto lhe ajudou a melhorar isso?

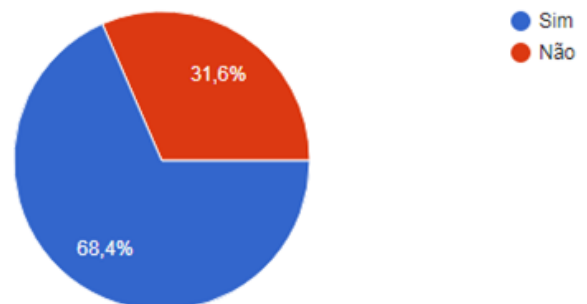


Figura 4. Respostas à pergunta 4.

Uma das competências de grande importância para o profissional de engenharia é a habilidade de comunicar-se e trabalhar em equipe. Pode-se notar, nas Figuras 3 e 4 que mais de 50% dos alunos têm dificuldades em trabalhar com outras pessoas, entretanto a estratégia ajudou 68% dos voluntários da pesquisa. Note que uma pequena parte dos alunos que declarou que não tem dificuldades em trabalhar em grupo relata que o trabalho ajudou a melhorar essa competência.

Os prazos de conclusão de etapas lhe ajudou a se organizar?

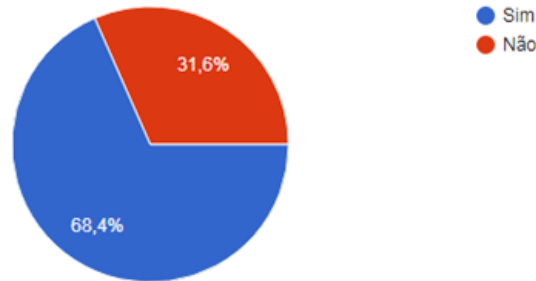


Figura 5. Resposta da pergunta 5.

Trabalhar com prazos também é uma competência indispensável na formação de um engenheiro. Observou-se na Figura 5 que, para a maioria dos alunos (68,4%), os prazos definidos com antecedência e de caráter mais rígido ajudaram na organização e execução do trabalho. Os 31,6% dos alunos que responderam negativamente à pergunta, disseram que os prazos eram muitos curtos para muita atividade.

O projeto estimulou você a buscar conhecimentos que não foram ensinados em sala?

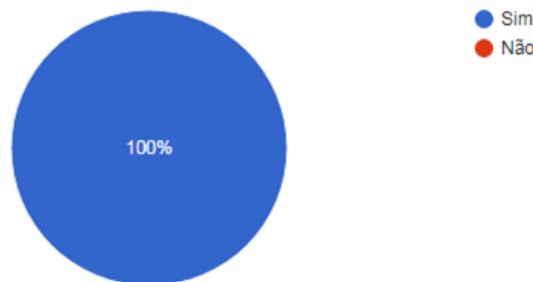


Figura 6. Respostas da questão 6.

Através da Figura 6, nota-se que 100% dos alunos declaram que o trabalho os estimulou a buscar conhecimento a mais do recebidos em sala. Esse é um grande resultado já que esse é um dos principais objetivos da estratégia.

Nota-se que a Figura 7 mostra que 84,2% dos entrevistados preferem técnicas e estratégias novas de ensino em engenharia. Os 19 alunos declararam que as metodologias devem ser sempre inovadas para que o ensino/aprendizagem seja dinâmico e não uma rotina. Nota-se que a preferência por métodos inovadores é da maioria, mas não de todos. 15,8% (3 alunos) declaram que preferem a metodologia tradicional com aula totalmente expositivas e avaliações tradicionais.

**Você prefere métodos tradicionais de ensino e
avaliação ou prefere métodos inovadores e diferentes?**

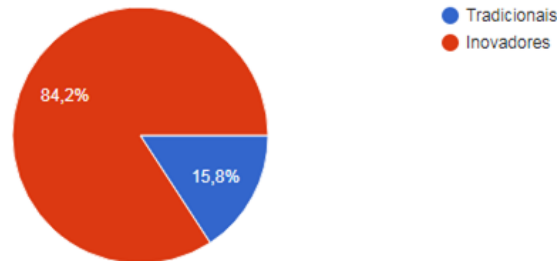


Figura 7. Respostas da questão 9.

A seguir, são destacados os principais positivos e negativos da atividade, tendo como base as respostas obtidas às perguntas 7,8 e 10 do questionário:

1. Pontos positivos

- Aprofundamento nos conhecimentos ensinados em aula;
- Conhecer novas pessoas;
- Possibilidade de uma autoavaliação;
- Aperfeiçoamento na postura em trabalhos em grupo;
- Adquirir conhecimentos em planejamento de projetos;
- Buscar conhecimento além do que é ensinado em sala;
- Aprender uma nova linguagem de programação.

2. Pontos negativos

- Pouco tempo para muita atividade;
- Dificuldade de iniciar o trabalho;
- Problemas com integrantes do grupo;
- Dificuldades de encontrar materiais de apoio;
- Necessidade de maior apoio prático e acompanhamento do professor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados neste artigo, baseados na perspectiva dos alunos, demonstram o impacto positivo do uso de estratégias não tradicionais no processo de ensino e aprendizagem dos alunos de engenharia. As respostas ao questionário aplicado levam a concluir que, embora seja um desafio aos professores, investir esforço para inovar a forma de ensinar engenharia gera resultados benéficos, contribuindo para a formação profissional dos futuros engenheiros. Os relatos coletados ainda demonstram o desenvolvimento da habilidade de aprender a aprender, individualmente e em grupo. Nota-se que o trabalho criou um ambiente mais dinâmico, desafiador e produtivo em comparação com a metodologia tradicional quando aplicada na condução da disciplina de AOC.

O trabalho de disciplina ajudou os alunos a aprofundarem os conhecimentos ensinados em sala e a buscarem conhecimentos novos além da sala. Proporcionou o exercício do pensamento crítico na tomada de decisões, experiências reais de trabalho em equipe, aprimoramento de habilidades e competências. Uma das mais importantes competências desenvolvidas pelos alunos foi a autoavaliação, onde os próprios alunos podem perceber-se como elementos ativos no processo de ensino/aprendizagem. Por fim, conclui-se que o uso de métodos inovadores para o ensino de engenharia tem um impacto positivo para a maioria dos alunos. E que tais métodos precisam ser continuamente aperfeiçoados e avaliados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, P. e BEHRENS, M. Pacto: Aprendizagem colaborativa com tecnologia interativa. Curitiba: PUCPR: CDROM, 2001.

CNE. Resolução CNE/CES 11/2002. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32.1

POWELL, P. E WEENK, W.: Project-Led Engineering Education. Utrecht: Lemma, 2003.

PRACTICAL PROJECTS AS A STRATEGY FOR TEACHING IN ENGINEERING: ANALYSIS OF THE IMPACT OF NON TRADITIONAL TEACHING METHODS.

Abstract: In order to enhance the classroom experience, increase student motivation, and mitigate retention and dropout rates, educators in engineering have been adopting non-traditional teaching methods for promoting the development of professional competences better aligned with the actual needs of the market. This paper addresses the potential of such methods by analysing the results of a survey, regarding a final project proposed for Computer and Telecommunications Engineering undergraduate students in the Computer Architecture and Organisation course at the Federal University of Pará (UFPA). We aim to highlight pros and cons of the project experience from students standpoint, regarding teaching and learning aspects of the so-called active methodologies when compared with traditional methods.

Key-words: *Teaching / Learning. Teaching Strategies. Final Project.*