

Estudo da Abordagem de Ensino Orientado a Projetos: Reflexos no Aprendizado de Eletrônica Digital

Francisco Thales R. Sousa^{1 2}, Francisco Mauro F. M. Filho¹,
Abner S. Nascimento^{1 2}, Jermana L. Moraes¹

¹Bloco das Engenharias – Universidade Federal do Ceará (UFC)
Rua Coronel Estanislau Frota s/n – CEP 62.010-560 – Sobral – CE – Brasil

²Membro do Programa de Educação Tutorial do Curso de Engenharia de
Computação – PET-EC – UFC Campus Sobral

thales_rochasousa@hotmail.com, maurofalcao@alu.ufc.br,
abnersousanascimento@gmail.com, jermanalopes@gmail.com

Abstract. *The current teaching approach is based on the traditional educational model, since the knowledge is taken as immutable and cumulative. Therefore, memorization of definitions and application of formulae are the only roles reserved for the students. However, for Engineering classes, such methodology can be unproductive. Considering this scenario, pedagogical strategies that emphasize practical applications have been broadly researched. The current paper assesses the impact that the development of electronic system prototypes has over the conduction of the Digital Electronics undergraduate course in Computer Engineering at UFC Sobral Campus in what regards its educational benefits.*

Resumo. *A atual abordagem de ensino está pautada sobre o modelo educacional tradicional, em que o conhecimento é tido como pronto e cumulativo e aos alunos é atribuído o papel de memorizar definições e aplicar fórmulas. Para o ensino de Engenharia, tal metodologia é improdutiva, em razão do seu caráter empírico. Por esse motivo, tem-se buscado adotar estratégias que ressaltem essa característica. O presente artigo descreve o impacto que o desenvolvimento de protótipos de sistemas eletrônicos reais provoca na condução da disciplina de Eletrônica Digital, no curso de Graduação em Engenharia de Computação da UFC Campus Sobral, no tocante à melhoria da qualidade do aprendizado.*

1. Introdução

A essência da abordagem atual de ensino fundamenta-se no processo tradicional, no qual o professor age como sujeito ativo, que transmite conhecimentos curricularmente pré-estabelecidos, e o aluno torna-se um receptor passivo cujo papel se reserva à armazenagem das informações a ele apresentadas [Mizukami 1986]. Tal metodologia tem se mostrado ineficaz, visto que o crescimento da produção de informação intrínseco a ela conduz ao aumento dos currículos pedagógicos e do tempo de permanência em sala de aula, porém com reduzido compromisso com a didática aplicada [Donoso-Garcia and Torres 2007].

No âmbito da Engenharia, a questionabilidade desse método se torna mais evidente, em razão da necessidade da absorção de conceitos e integração de conhecimentos,

embasada na concepção de atributos técnicos e habilidades ético-sociais, que auxiliam na compreensão dos impactos das soluções da engenharia na sociedade. Nesse sentido, a adoção de posturas não tradicionais de ensino vem crescendo continuamente, de modo a suprir a notória deficiência da abordagem tradicionalista [Fink 2002].

Em cursos de graduação em Engenharia, nota-se, corriqueiramente, em disciplinas que possuem ênfase em aplicações práticas, a carência de atividades laboratoriais que não se limitem a realização de simulações ou testes virtuais, ou experimentos fastidiosos incongruentes à realidade de um engenheiro. Tal cenário, aliado ao fato de que a carga horária dedicada às aulas teóricas é muito superior a das aulas práticas, tende a suscitar desinteresse, por parte dos alunos, na permanência do curso, o que gera elevadas taxas de evasão nesses cursos [Hoed 2017].

Nesse contexto, a introdução de projetos de protótipos reais torna-se uma alternativa de ensino-aprendizagem capaz de proporcionar ao educando o alicerce exigido pelo panorama tecnológico contemporâneo. O norteamento da concepção desses projetos didáticos, na Engenharia, dá-se através de alguns tópicos básicos, elucidados em [Cavin et al. 2003]. Dentre eles, destacam-se:

- Manter sólida participação de atividades laboratoriais na formação acadêmica;
- Enfatizar a importância da ética profissional;
- Instigar um amor pelo aprendizado em Engenharia;
- Reconhecer o valor dos estágios profissionais;
- Valorizar o esforço de professores e orientadores.

Portanto, atenta-se ao fato de que, dada a devida observância aos pontos anteriormente elencados, o desenvolvimento de projetos torna o ensino mais envolvente e dinâmico para o aluno, visto que a ele é incumbida uma participação ativa no processo de aprendizado, que sedimenta os conhecimentos adquiridos e valoriza as habilidades de trabalho em equipe, criatividade, análise crítica e engajamento pessoal.

Neste artigo, retrata-se um estudo de caso referente a disciplina de Eletrônica Digital, ministrada para o curso de graduação em Engenharia de Computação da Universidade Federal do Ceará no Campus de Sobral. Aos alunos, no decorrer do período letivo, foi imputada a construção de projetos de sistemas eletrônicos, a partir da utilização de lógica digital, a fim de otimizar a experiência dos mesmos na condução prática da disciplina.

2. A Eletrônica no Contexto Educacional

A Eletrônica Digital pode ser concebida como uma disciplina que insere o aluno do curso de Engenharia em um ambiente de desenvolvimento de circuitos eletrônicos, sobretudo através de práticas laboratoriais. Nessa disciplina são apresentados os principais conceitos referentes a lógica digital e a utilização da mesma na construção de circuitos combinacionais e sequenciais, e na elaboração de sistemas eletrônicos [Pró-Reitoria do Curso de Engenharia de Computação 2006].

Na grande maioria dos cursos de graduação em Engenharia, a organização da grade curricular dos primeiros semestres do curso opta pela formação teórica em detrimento da prática, como no caso das disciplinas de Cálculo e Física. Nesse contexto, o primeiro contato do aluno com atividades práticas ocorre por meio da Eletrônica Digital,

isto é, após percorrer toda a base teórica daquelas disciplinas iniciais, o estudante é inserido em um ambiente integralmente novo, na qual se supõe a capacidade de manipulação de componentes e equipamentos não tão intuitivos.

Nessa circunstância, é natural que haja certa dificuldade no manejo de determinados dispositivos eletrônicos por parte do aluno, em virtude da pouca, ou nenhuma, familiaridade com tais instrumentos. Desse modo, é cada vez mais indispensável a adoção de estratégias pedagógicas que auxiliem na condução prática da disciplina, a fim de atenuar as dificuldades enfrentadas pelos estudantes e, portanto, otimizar a experiência de aprendizado do conteúdo, pois, apesar da simulação de circuitos digitais ser inserida como ferramenta de apoio ao ensino, ela sozinha não é eficaz [Amaral and da Silva Martins 2012].

O programa curricular da disciplina é bastante vasto, compreendendo diversos conceitos de circuitos eletrônicos importantes para as aplicações cotidianas, de modo a possibilitar a utilização dos sistemas digitais de forma ampla. Nesse sentido, a proposta da disciplina é introduzir tais conceitos ao estudante, de maneira que lhe seja possível cumprir os requisitos de projeto, concepção, análise e construção desses circuitos [Pró-Reitoria do Curso de Engenharia de Computação 2006].

2.1. Metodologia de Ensino e Avaliação da Disciplina

A disciplina de Eletrônica Digital, no curso de Engenharia de Computação da UFC - Campus de Sobral, tem sido ofertada em caráter obrigatório, com disponibilidade de, pelo menos, 2 turmas, cada qual com capacidade entre 12 e 14 alunos. A carga horária total exigida é de 6 créditos, que correspondem a 96 horas semestrais, com 64 horas destinadas a aulas teóricas e 32 horas correspondentes a aulas práticas.

À teoria, é dedicada fundamental atenção, em razão da importância da mesma para a realização das atividades práticas. Essa teoria é ensinada com base na bibliografia adotada pelo curso.

A realização das aulas práticas se dá através da construção de sistemas eletrônicos, com base nos conceitos abordados nas aulas teóricas. Para tanto, utilizam-se bancadas, compostas por equipes de três estudantes, que possuem componentes essenciais à confecção das atividades, em suma, uma mesa digital didática, computador com acesso ao *software* de simulação Proteus [LabCenter 2017], fontes de alimentação, circuitos integrados (CIs) diversos e uma variedade de outros componentes eletrônicos.

Além das atividades mencionadas, é proposta a montagem de dois projetos de protótipos de sistemas eletrônicos reais. Em duplas, os alunos devem pesquisar e confeccionar um projeto que possua aplicações relevantes. Essa confecção é feita a partir dos conhecimentos adquiridos ao longo do período letivo, e envolve as etapas de simulação no *software* Proteus e montagem em *proto-board* e, facultativamente, em placa de circuito impressa. Exige-se também, somente para o segundo projeto, a elaboração de um relatório técnico e uma apresentação em mídia digital que descreva a motivação, objetivo, fundamentação teórica e o princípio de funcionamento do sistema construído.

O desempenho dos alunos ao decorrer da disciplina é avaliado com base nos conteúdos teóricos abordados e no desenvolvimento das atividades práticas propostas, bem como com a análise dos resultados dos projetos realizados.

A avaliação dos projetos é realizada por dois métodos distintos, um referente

a cada projeto. Para o primeiro, realiza-se uma avaliação simples, que consta de apresentação oral acerca do funcionamento do sistema construído, com enfoque nos componentes eletrônicos utilizados. Já com relação ao segundo projeto, utiliza-se uma avaliação mais rigorosa, baseada nos seguintes quesitos:

- Apresentação do projeto (utilização do tempo, organização de mídia digital, clareza, objetividade, conhecimento sobre o assunto abordado);
- Ideia de implementação do protótipo;
- Teste e funcionamento do sistema;
- Elaboração do relatório.

A partir da determinação dessas notas, é possível calcular a média final do aluno através de um cálculo de média ponderada. Nesse sentido, são necessárias duas notas médias parciais (MPs). A MP1 é composta pela média da primeira etapa, com peso igual a 70%, e a nota do primeiro projeto, que equivale a 30%. A MP2 é formada pela média da segunda etapa e a média do segundo projeto, ambas correspondendo a 50% da média parcial. Por fim, a nota final é a média aritmética dessas duas MPs.

Nesse contexto, a metodologia de avaliação empregada se propõe a simular, o mais fielmente possível, um ambiente de trabalho correspondente à realidade de um engenheiro, tendo em vista o comprometimento do discente na execução dos projetos.

3. Projetos Eletrônicos

Nesta seção, são listados três projetos desenvolvidos durante a disciplina de eletrônica digital nos anos de 2016 e 2017.

3.1. Sistema para Controle de Fluxo de Veículos

O trabalho em questão teve por finalidade a construção de um sistema de cancela eletrônica que visava ao controle do acesso de tráfego de automotores. Para o desenvolvimento deste projeto, foram utilizados elementos da teoria de circuitos sequenciais, tais como *flip-flops*, contadores e decodificadores. Durante a produção do projeto, os alunos elaboraram uma placa de circuito impresso e que teve por finalidade controlar todas as entradas e saídas do sistema digital. Este projeto pode ser observado na Figura 1. Na produção da placa, foram utilizados CI's da família 74, osciladores 555, dentre outros componentes eletrônicos.

3.2. Sistema para Controle de Motor de Passo

O projeto “Controle de Motor de Passo”, implementado a partir de lógica digital, foi desenvolvido com o intuito de reger os passos de um motor através das bobinas que o compõem. O funcionamento do sistema depende de elementos eletrônicos típicos, obtidos a partir dos circuitos integrados 555 e da família 74, especificamente, oscilador, contador e decodificador. A partir do embasamento teórico adquirido nas aulas, foi possível entender o funcionamento do sistema, bem como os pormenores envolvidos na sua montagem, de modo a possibilitar o entendimento da importância da referida atividade prática. O circuito montado é ilustrado na Figura 2.

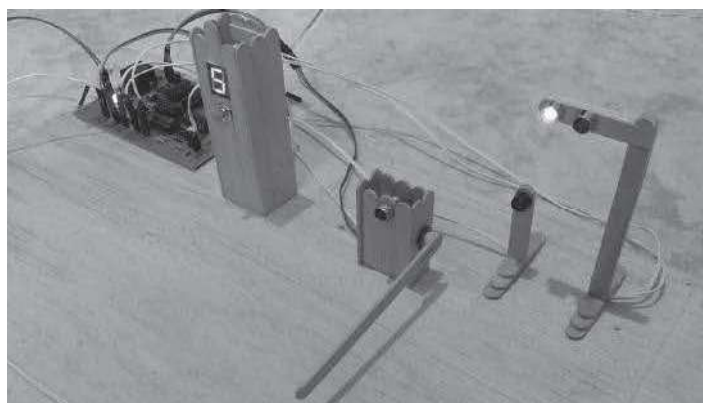


Figura 1. Maquete elaborada pelos autores do projeto.

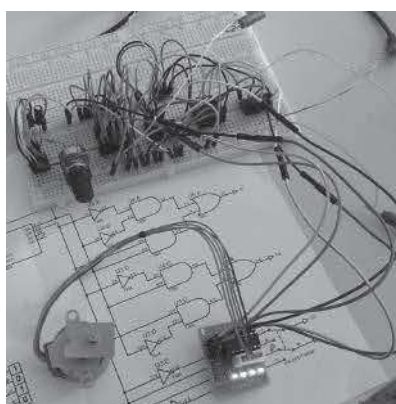


Figura 2. Circuito elaborado pelos autores do projeto.

3.3. Sistema para Controle de Estacionamentos

O trabalho “Sistema para Organização de Estacionamentos”, embasado na teoria da lógica de circuitos combinacionais e sequenciais, propôs a construção de um sistema para otimizar a experiência de uso dos clientes de estabelecimentos comerciais que oferecem serviço de estacionamento. Por meio da utilização de componentes, como circuitos integrados da família 74, decodificadores e *displays*, os alunos vivenciaram a aplicação prática de conceitos aprendidos em sala de aula para a solução de problemas reais, presentes no contexto social em que estão inseridos. O protótipo desenvolvido pode ser observado na Figura 3.

4. Impacto Didático

Conforme definido pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para o ensino de graduação em Engenharia, alguns princípios fundamentais são essenciais para a formação de um engenheiro, entre os quais ressalva-se a necessidade de estímulo a atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas [Brasil 2002]. Nesse sentido, os métodos de ensino atualmente empregados não conseguem suprir tais necessidades.

A abordagem apresentada neste trabalho se propõe a derrubar a barreira alicerçada sobre o método tradicionalista, que imputa ao aluno um papel passivo no processo de ensino. Dessa forma, torna-se possível uma formação acadêmica na qual o indivíduo é capaz de produzir seu próprio conhecimento a partir de experiências que simulam o real ambiente de atuação em que o futuro profissional estará envolvido.

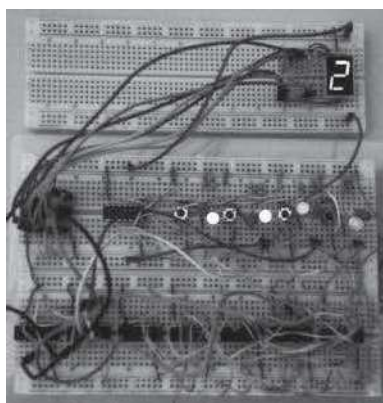


Figura 3. Protótipo construído pelos autores do projeto.

O impacto da utilização da abordagem do ensino orientado a projetos se reflete diretamente no desempenho acadêmico dos estudantes, pois, por meio dessa metodologia, atribui-se ao mesmo o papel de protagonista no seu próprio processo de ensino-aprendizagem. Além disso, a implementação desse sistema de atividades estimula o desenvolvimento de habilidades notáveis em um engenheiro, tais como, capacidade de trabalhar em equipe, desenvolvimento do pensamento crítico, fortalecimento da habilidade de comunicação entre companheiros e incitação a criação de uma postura ética no tratamento dos colegas.

5. Resultados

A abordagem do ensino orientado a projetos somente passou a ser adotada a partir das turmas do segundo semestre de 2015, após a realização de uma pesquisa sobre a metodologia de ensino da disciplina de eletrônica digital. Os resultados desta pesquisa mostraram o interesse dos alunos na parte de desenvolvimento de projetos como um método mais eficaz de ensino e aprendizagem de eletrônica.

A pesquisa foi destinada, exclusivamente, a alunos que cursaram (75,8%) ou estavam cursando (24,2%) a disciplina de Eletrônica Digital até encerramento da pesquisa, com um total de 91 alunos entrevistados. Os resultados dessa pesquisa podem ser analisados nas Figuras 4 e 5.

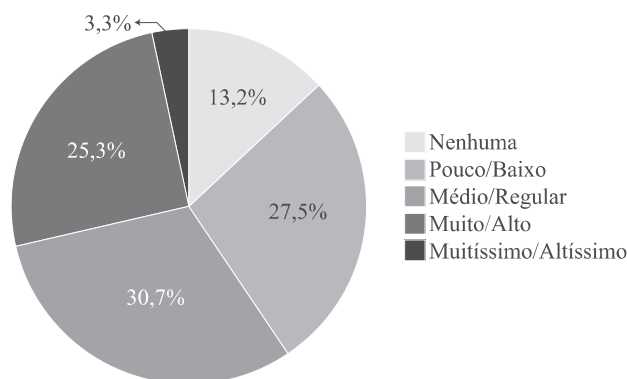


Figura 4. Você teve/tem alguma dificuldade nas aulas práticas da disciplina?

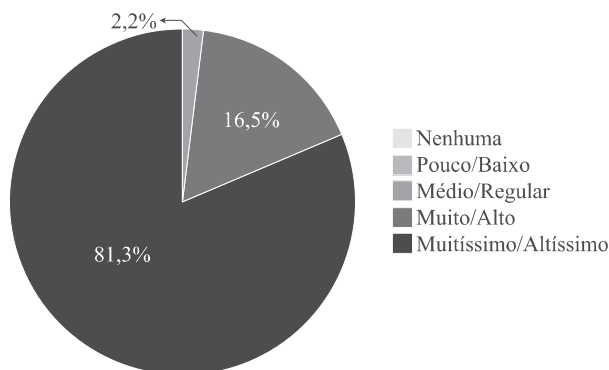


Figura 5. Você acredita que o desenvolvimento de projetos ao longo da disciplina de Eletrônica Digital auxilia no aprendizado?

Através da análise da Figura 4, percebe-se que os alunos apresentaram uma certa dificuldade nas aulas práticas. Já pela análise da Figura 5, nota-se um elevado percentual de alunos (81,3%) que acreditam que o desenvolvimento de projetos auxilia no aprendizado da disciplina de eletrônica digital.

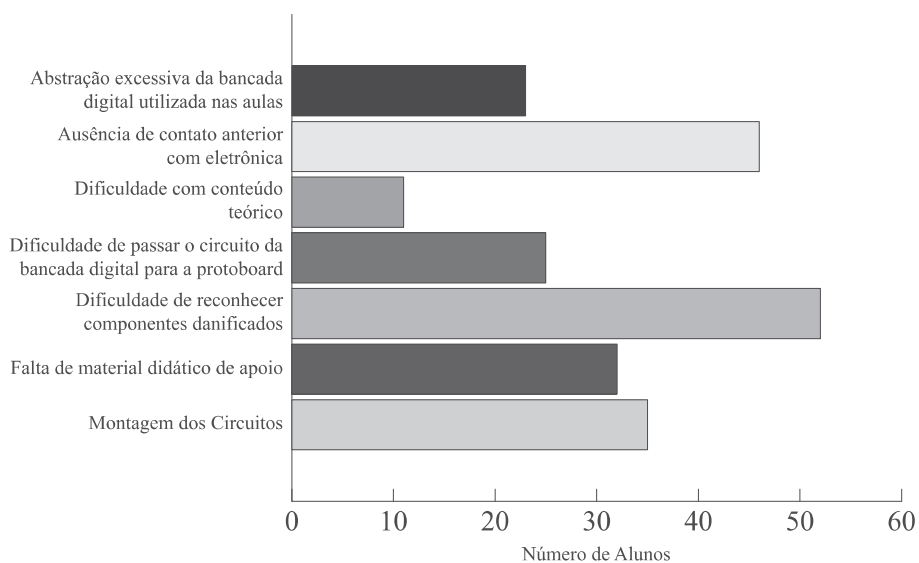


Figura 6. Principais dificuldades dos alunos durante as aulas práticas.

Na pesquisa realizada também foi perguntado aos alunos quais as principais dificuldades durante as aulas práticas de eletrônica digital. As principais dificuldades listadas pelos alunos podem ser verificadas na Figura 6. Cada aluno poderia identificar até três principais dificuldades. Pela análise da Figura 6, percebe-se que as três principais maiores dificuldades dos alunos são Montagem dos Circuitos, Ausência de contato anterior com eletrônica e Dificuldade de reconhecer componentes danificados.

Desta forma, nota-se que o desenvolvimento de projetos durante a disciplina de eletrônica digital é uma maneira satisfatória de solucionar as três principais dificuldades listadas pelos alunos. O estudante passa a ter maior contato com montagem de circuitos, entender com maior excelência o funcionamento dos CIs e identificar mais facilmente os

problemas comuns de cada circuito integrado.

6. Conclusões

A abordagem do ensino orientado a projetos busca equilibrar teoria e prática por meio do desenvolvimento de protótipos de sistemas eletrônicos reais. Portanto, por meio desse método, pretende-se conferir ao estudante a carga teórica necessária para o desenvolvimento desses projetos, de tal forma que não seja preciso memorização de conceitos, mas sim a compreensão dos mesmos.

A disciplina de Eletrônica Digital é essencial na formação acadêmica de um engenheiro, visto que é, frequentemente, o primeiro contado que o aluno tem com atividades práticas. Por ser de caráter fundamentalmente tecnológico, tal disciplina possui conteúdo curricular extenso, que compreende conceitos que permeiam desde a criação de tabelas-verdade até a implementação de circuitos.

Nesse contexto, a implementação da abordagem descrita foi executada de tal forma que semelhante metodologia pode ser aplicada em diferentes áreas do conhecimento, especialmente nas de cunho teórico-prático, de forma que seja possível envolver intensamente os discentes na jornada da Engenharia.

Referências

- Amaral, A. M. and da Silva Martins, C. A. (2012). Método de aprendizado de eletrônica digital baseado em projeto e implementação de sistemas dedicados em hardware.
- Brasil (2002). Resolução cne/ces 11/2002, de 11 de março de 2002. Institui as diretrizes curriculares do curso de graduação em engenharia. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 11 mar. 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2017.
- Cavin, R., Joyner, W. H., and Wiggins, V. C. (2003). A semiconductor industry perspective on future directions in ece education. *IEEE Transactions on Education*, 46(4):463–466.
- Donoso-Garcia, P. F. and Torres, L. (2007). Ensino orientado ao projeto desafio: uma experiência para o ensino de controle, instrumentação e eletrônica. In *CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA-COBENGE*, volume 35.
- Fink, F. K. (2002). Problem-based learning in engineering education: a catalyst for regional industrial development. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 1(1):29–32.
- Hoed, R. M. (2017). Análise da evasão em cursos superiores: o caso da evasão em cursos superiores da área de computação.
- LabCenter (2017). Proteus pcb design and simulation software. Disponível em: <https://www.labcenter.com/>. Acesso em: 21 jul. 2017.
- Mizukami, M. d. G. N. (1986). *Ensino: as abordagens do processo*. Editora Pedagógica e Universitária.
- Pró-Reitoria do Curso de Engenharia de Computação, C. (2006). Programa da disciplina de eletrônica digital. Universidade Federal do Ceará - Campus Sobral.