

Metodologia de ensino moderna orientada a projetos: modelo colaborativo de aprendizagem aplicado à disciplina de Eletrônica Digital

Francisco Thales Rocha Sousa¹, Francisco Mauro Falcão Matias Filho¹, Abner Sousa Nascimento¹, Maria Raquel Lopes de Couto¹, Fábio Lucio de Almeida Sousa Junior¹, Jermana Lopes de Moraes¹.

Resumo

É comum que a abordagem de ensino em Engenharia seja pautada sobre modelos de educação tradicionalistas, nos quais aos alunos é atribuído o papel de memorizar definições e aplicar fórmulas em contextos abstratos. Contudo, tais metodologias abstêm-se do caráter empírico decorrente das aplicações de tais conhecimentos. Nesse contexto, estratégias pedagógicas que enfatizem aplicações práticas tem sido amplamente pesquisadas. O presente artigo avalia o impacto que o desenvolvimento de protótipos de sistemas reais provoca tanto na condução da disciplina de Eletrônica Digital, quanto na percepção que os discentes tem de seu desempenho acadêmico nos cursos de Graduação em Engenharia de Computação e Engenharia Elétrica da UFC *Campus* Sobral.

Palavras-chave: Engenharia Elétrica, Engenharia de Computação, Aprendizagem cooperativa, Eletrônica Digital, Prototipagem, Projetos de sistemas.

Abstract

The teaching approach of Engineering as an academic topic is oftenly based on traditional education methods, in which students are required to memorize definitions and the usage of formulae on abstract contexts. However such methodologies may not properly encompass empirical aspects of the engineering knowledge domain. Considering this scenario, pedagogical strategies that emphasize practical applications have been broadly researched. This paper assesses the impact that the development of prototypes with real-world relevance has on Digital Electronics classes in conjunction with the perception of undergraduate students in regards to their academic performance in Computer and Electrical Engineering at UFC Sobral *Campus*.

Keywords: Electrical Engineering, Computer Engineering, Cooperative learning, Digital Electronics, Prototyping, Systems projects.

¹UFC, Rua Coronel Estanislau Frota s/n – Sobral – CE – Brasil
E-mail: thales_rochasousa@hotmail.com; maurofalcao@alu.ufc.br; abnersousanascimento@alu.ufc.br; raquelcouto@outlook.com; fabioalmd@gmail.com; jermanalopes@gmail.com

1 Introdução

Em abordagens tradicionais de ensino, o processo de aprendizagem ocorre de forma unidirecional: ao professor, cabe transmitir uma coletânea de conhecimentos acadêmicos pré-estabelecidos; ao aluno, reserva-se o papel de receber e armazenar as informações que lhe foram transmitidas para reproduzi-las em exames avaliadores (MIZUKAMI, 1986). Contudo, à medida que novos conhecimentos são desenvolvidos, tal metodologia leva ao crescimento dos currículos pedagógicos e consequente aumento no tempo de permanência em sala de aula necessário para lecioná-los. Torna-se difícil, portanto, manter compromisso com a didática aplicada (DONOSO-GARCIA; TORRES, 2007).

Especificamente nos cursos de graduação em Engenharia, nota-se a dedicação de boa parte da carga horária a aulas teóricas em detrimento de práticas e atividades laboratoriais. Essas últimas, quando ocorrem, frequentemente se limitam à realização de simulações, testes virtuais, ou experimentos fastidiosos incongruentes à realidade de um engenheiro. Tais aspectos tendem a desmotivar os alunos e desestimulá-los quanto a sua permanência no curso, o que gera elevadas taxas de evasão no ensino superior dessa área (HOED, 2016).

Portanto, no âmbito da Engenharia, caracterizado pela interseção entre conceitos teóricos, atributos técnicos e habilidades ético-sociais, a questionabilidade desse método se torna mais evidente. Metodologias de ensino pouco dinâmicas, com pouca participação do aluno na construção do conhecimento, falham em prover a convergência adequada das características supracitadas. Para suprir essa deficiência, tem-se buscado a concepção de posturas letivas menos enrijecidas em seu arcabouço didático (FINK, 2002).

Nesse contexto, a introdução de projetos de sistemas e protótipos com aplicações reais surge como uma alternativa de abordagem ensino-aprendizagem. Por meio dela, pode-se proporcionar ao educando o alicerce exi-

gido pelo panorama tecnológico contemporâneo, além de mitigar as dificuldades intrínsecas às metodologias tradicionais mencionadas. Conforme elucidado em (CAVIN; JOYNER; WIGGINS, 2003), o norteamento de tais projetos deve observar um conjunto de tópicos essenciais, dentre os quais, destacam-se:

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

Atenta-se, pois, ao fato de que o desenvolvimento de projetos incumbe ao aluno 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.

Há também a utilização da metodologia da aprendizagem cooperativa a qual insere conceitos de trabalho em grupo voltados para o desenvolvimento pessoal do educando através do trabalho de responsabilidade individual e interdependente para atingir um objetivo comum ao grupo (TORRES; ALCANTARA; IRALA, 2004). A utilização desta metodologia proporciona ao educando adquirir habilidades sociais importantes para seu desenvolvimento profissional visto que o torna experiente em constituir uma equipe, sabendo lidar melhor com conflitos, valorizando o consenso, desenvolvendo a comunicação e a autonomia (BESSA; FONTAINE, 2002).

Este artigo propõe aos educadores a adoção de metodologias modernas de ensino, que estimulem o potencial criativo dos estudantes e os instiguem a utilizar os conhecimentos adquiridos nas aulas para transformar positivamente

a comunidade a que pertencem. Além de trazerem benefícios na preparação dos graduandos para o mercado de trabalho, tais princípios exprimem o caráter de responsabilidade social do engenheiro enquanto indivíduo detentor das ferramentas técnicas necessárias para produzir inovação e conhecimento. Ademais, a metodologia proposta pode também ser aplicada a diversas disciplinas teórico-práticas de variados cursos e áreas, pois sua abordagem não é atrelada ao conteúdo.

Neste artigo, retrata-se um estudo de caso referente à disciplina de Eletrônica Digital, ministrada para os cursos de graduação em Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Federal do Ceará no *Campus* de Sobral. Ao longo do período letivo, os alunos foram orientados na construção de projetos eletrônicos que consideram relevantes, com base nos conhecimentos adquiridos em sala de aula. Os protótipos construídos tinham por objetivo dinamizar a condução prática da disciplina e propiciar aos alunos a oportunidade de suprir demandas de seu cotidiano. A princípio, em (SOUSA et al., 2017), os resultados dessa metodologia foram avaliados dentro do contexto da própria disciplina. Para averiguar a aplicabilidade da abordagem orientada a projetos na Engenharia de forma geral, este artigo analisa a percepção que discentes possuem em relação ao impacto didático da proposta em outras disciplinas, que adotam posturas similares.

O presente trabalho está dividido da seguinte forma: na seção 2 serão discutidos alguns aspectos da eletrônica nos atuais contextos de aprendizagem. A seção 3 trata do impacto didático do método proposto. A seção 4 aborda os principais métodos de ensino-aprendizagem que norteiam as percepções de um engenheiro, com enfoque nas disciplinas de eletrônica e afins, além de apresentar algumas produções acadêmicas de temáticas similares à proposta. Na seção 5, são descritos alguns projetos desenvolvidos ao longo da disciplina de Eletrônica Digital no *Campus Sobral*. As seções 6 e 7 tratam dos resultados obtidos com a utilização da proposta de ensino orientado a projetos, como também trazem à tona

algumas discussões acerca da implementação da metodologia e os efeitos que ela pode trazer ao longo da carreira acadêmica.

2 A Eletrônica no Contexto Educacional

Na maioria dos cursos de graduação em Engenharia, a grade curricular reserva os primeiros semestres para a base teórica de Cálculo e Física. A Eletrônica Digital, nos cursos que a incluem, geralmente é concebida como a disciplina responsável pela introdução do aluno no ambiente laboratorial. Por meio dela, os estudantes têm seu primeiro contato com a montagem de circuitos e elaboração de sistemas eletrônicos. Nessas circunstâncias, é natural que haja certa dificuldade por parte dos alunos no manejo dos equipamentos, em virtude da pouca ou nenhuma familiaridade que possuem com tais instrumentos.

Nos cursos de Engenharia de Computação e Engenharia Elétrica da UFC - *Campus* de Sobral, a disciplina é ofertada em caráter obrigatório. 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. As aulas teóricas possuem conteúdo embasado na bibliografia adotada pelo curso. Os conceitos trabalhados em sala de aula são aplicados nas aulas de laboratório, em atividades práticas semanais.

O método avaliativo adotado para as aulas realizadas em sala consiste na realização de provas com questões que tratam tanto dos conceitos ministrados quanto da concepção teórica de projetos. As avaliações são distribuídas em duas etapas ao longo do semestre letivo, e serão componentes parciais da nota final.

Nas aulas semanais realizadas em laboratório, os estudantes agrupam-se em bancadas que possuem os equipamentos necessários para confecção de circuitos e sistemas eletrônicos. Os equipamentos incluem uma mesa digital didática, computador com acesso ao *software* de simulação Proteus (LABCENTER, 2018), fontes de alimentação, circuitos integrados (CIs) diversos e uma variedade de ou-

tros componentes eletrônicos.

Além das atividades mencionadas, é proposta a montagem de dois protótipos de sistemas eletrônicos, ao longo de prazos condizentes com as duas etapas das aulas teóricas. Em duplas, os alunos devem pesquisar e construir um projeto que possua aplicações relevantes. As etapas de desenvolvimento consistem na simulação computacional do circuito; montagem em *proto-board*; e, facultativamente, confecção da placa de circuito impresso.

Ao concluírem seus trabalhos, os alunos devem apresentá-los aos colegas, bem como descrever a motivação, objetivo, fundamentação teórica e o princípio de funcionamento do sistema construído. O segundo projeto, geralmente apresentado nas semanas finais da disciplina, deve, ainda, vir acompanhado de um relatório das atividades realizadas. Os projetos são avaliados de acordo com os seguintes critérios, que visam englobar aspectos da atuação profissional de um engenheiro no mercado de trabalho:

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

Para composição das notas avaliativas, duas médias parciais são calculadas. A primeira é formada pela nota do primeiro projeto, com peso de 30%, somada à nota das avaliações teóricas da primeira etapa, associada aos 70% restantes. Na segunda etapa, tanto a nota obtida no projeto, quanto a nota das avaliações teóricas possuem peso de 50%. A pontuação final é composta pela média das duas etapas.

3 Impacto Didático

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o ensino superior em Engenharia definem um

conjunto de princípios intrínsecos à formação do engenheiro. Dentre esses, destacam-se a habilidade para identificar problemas, bem como conduzir ações para resolvê-los ou mitigá-los (BRASIL, 2002). Tal característica demanda alto nível de dinamicidade por parte do profissional, que frequentemente deverá fazer uso máximo de seu potencial criativo para conceber soluções inovadoras. Contudo, nos métodos de ensino puramente teóricos atualmente empregados, há pouco ou nenhum espaço para o desenvolvimento de tais habilidades.

Nesse trabalho, propõe-se uma abordagem alternativa aos métodos tradicionalistas, capaz de atribuir ao aluno papel ativo em seu processo de aprendizagem. Assim, cabe ao discente construir o próprio conhecimento a partir das experiências práticas vivenciadas em um ambiente que se aproxime ao máximo de seu futuro meio de atuação profissional. Derrubam-se, portanto, as barreiras alicerçadas em metodologias retrógradas, nas quais os estudantes são convertidos em meros ouvintes e avaliados por seu desempenho em testes que pouco se assemelham às atividades que realizarão no mercado de trabalho.

Os benefícios do método avaliativo baseado na realização de projetos não se limitam às habilidades técnicas. Essa estratégia de ensino possibilita também o desenvolvimento de aspectos interpessoais e intrapessoais indispensáveis para o bom desempenho profissional futuro dos discentes. Nesse sentido, a capacidade de comunicação e flexibilidade para trabalho em equipe emergem como principais expoentes e incutem a formação de uma postura ética no tratamento dos colegas. Mesmo dificuldades enfrentadas durante a execução das atividades possuem impacto pedagógico positivo, pois aprofundam o pensamento crítico dos estudantes, além de sua perspicácia e proatividade.

4 Metodologias de Ensino

O processo educacional conta com metodologias de ensino que se diferenciam quanto à ma-

neira com que abordam a transmissão e aquisição do conhecimento (FERNANDES; NETO, 2016). Essencialmente, pode-se dividi-las em didática tradicional e didática moderna (RODRIGUES; MOURA; TESTA, 2011).

Dentro da didática moderna podem-se incluir todas as metodologias de ensino que escapam do método de ensino tradicional, como o método construtivista e o método construcionista, os quais defendem a autodidática. Desse modo o aluno é responsável pela própria aquisição de conhecimento e pelo desenvolvimento da criatividade (MASSON et al., 2012). Como exemplo de outras metodologias modernas, a aprendizagem cooperativa e aprendizagem colaborativa abordam o desenvolvimento do estudo em grupo e do trabalho em equipe, utilizando-se de ferramentas essenciais para que o grupo de estudo obtenha resultados positivos quanto à aquisição de conhecimento no processo educacional (JOHNSON; JOHNSON; SMITH, 1998); (MINHOTO; MEIRINHOS, 2012).

Em contraste, a metodologia educacional tradicionalista defende a idealização da predominância do ensino sobre a aprendizagem (RODRIGUES; MOURA; TESTA, 2011). Este modelo tradicional, ou modelo instrucionista, aborda a transmissão de conhecimento por parte do professor e aquisição de conhecimento por parte do aluno. Desse modo, o aluno assume um papel passivo sendo apenas instruído e o professor assume o papel de instrutor absoluto, deste modo, o método de transmissão de conhecimento é unilateral (CODÁ; PIÃO; MOURA, 2013).

A vantagem do método tradicional é que o professor é o único responsável pelo aprendizado e, portanto, existe um maior controle e melhor organização das aulas (KRÜGER, 2013). Porém, essa vantagem é unicamente organizacional e disciplinante, logo não há atenuação à passividade do aluno na aquisição de conhecimento (FERNANDES; NETO, 2016). Com isso, o aluno torna-se sujeito ao armazenamento e a memorização mecanizada de conhecimento (DARROZ; ROSA; GHIGGI, 2015).

O método instrucionista reduz a possibilidade do desenvolvimento criativo do aluno, uma vez que isto possa desviar o aluno do caminho pré-estipulado pelo professor e, portanto, um escape do controle do professor que é o único detentor de conhecimento (SILVA, 2014).

Na era da informação, a utilização total de uma metodologia de ensino tradicional é inviável, uma vez que o conhecimento é facilmente acessível através da internet. Como também, é ineficiente uma vez que não incentiva diversas outras competências importantes para o crescimento profissional de um estudante, como criatividade, proatividade, colaboração e visão empreendedora (MORÁN, 2015).

4.1 Aprendizagem Cooperativa

Diversas metodologias de aprendizagem cooperativa têm sido desenvolvidas. Uma delas fundamenta-se na capacidade de execução de tarefas pelos alunos divididos em grupos pequenos, sem prejuízo devido à ausência de um professor para supervisionar a atividade. Outras apoia a condução de um professor ou grupo líder, desde que o contato entre estes e os alunos participantes do grupo de aprendizagem cooperativa não prejudique a autonomia de nenhum dos envolvidos (BARBOSA; JÓ-FILI, 2004).

A metodologia da aprendizagem cooperativa conta com pilares que são elementos fundamentais para que um grupo seja considerado cooperativo (RIBEIRO, 2006).

Um destes elementos, a interdependência positiva é uma característica dos membros de depender um do outro para obter êxito em seu objetivo e possuem interesse não somente no seu próprio rendimento ao realizar uma tarefa, mas também no do colega (BERNAL et al., 2000). O objetivo em comum possibilita o interesse do trabalho em grupo.

Existe ainda a responsabilidade individual ou autonomia, que é um conjunto com a interdependência positiva, de forma que apesar de haver a interdependência entre os membros do grupo, exista também uma responsabilidade individual a qual cada elemento constituinte

do grupo deve atender, de forma que além do grupo funcionar em conjunto, existam tarefas para cada um dos seus participantes individualmente (JOHNSON; JOHNSON; SMITH, 1998).

O sucesso do funcionamento e harmonia de um grupo dependem também de habilidades sociais (JOHNSON; JOHNSON; MONSON, 2012). As habilidades sociais são o repertório que cada indivíduo possui e que seja adequado às demandas interpessoais do grupo (PRETTE; PRETTE, 2006). De modo que liderança, tomada de decisão, construção de confiança, comunicação e resolução de conflitos são habilidades que podem e devem ser desenvolvidas nos alunos (JOHNSON; JOHNSON; MONSON, 2012).

4.2 Trabalhos Relacionados

A abordagem de ensino orientado a projetos tem sido amplamente utilizada como ferramenta para auxiliar a condução prática de disciplinas majoritariamente empíricas. Diversas contribuições literárias relacionadas ao tema respaldam o fato de que os discentes demonstram maior interesse por metodologias que se valem de atividades práticas. A quantidade de novas abordagens propostas vem crescendo continuamente.

Em (DUARTE; GARCIA, 2011), foi descrita uma experiência de aprendizado inspirada na metodologia de ensino conhecida como *Problem Based Learning* (PBL), em que o estudante é orientado a pensar e solucionar problemas do mundo real por meio da integração de conhecimentos adquiridos (DUCH; GROH; ALLEN, 2001). A adoção dessa metodologia foi necessária em virtude do desinteresse e desmotivação dos alunos na execução das aulas práticas, que consistiam na elaboração de relatórios individuais acerca de roteiros descritivos sobre experiências relativas ao assunto estudado.

Nesse sentido, o ensino orientado a projeto foi utilizado para tentar contornar tal situação. A metodologia fundamentou-se na elaboração de projetos em grupos utilizando os conceitos abordados em sala. Semanalmente, os mem-

bro deviam apresentar ao professor os avanços obtidos e, ao final do período estabelecido, um *workshop* foi realizado com todos os projetos. Os resultados observados foram o aumento da motivação, aumento do aprendizado e da participação dos alunos nas aulas e atividades propostas e a diminuição do índice de evasão e repetência.

Com base em atividades instrucionais orientadas a grupos no contexto de eletrônica aplicada em Engenharia, (GONZÁLEZ; RUGGIERO, 2006) propuseram o *Modelo Conceitual para Aprendizagem Colaborativa Baseada na execução de Projetos* (MAC-BP). O objetivo da abordagem proposta era representar as características e funções as quais as atividades colaborativas que utilizam o método de projetos devem prover.

A necessidade do desenvolvimento desse trabalho surgiu em virtude da carência de práticas eficientes no âmbito do ensino colaborativo em eletrônica. A metodologia empregada enfocou os membros do grupo, os chamados aprendizes, na geração de soluções colaborativas. Para tanto, utilizou-se de quatro abordagens fundamentais: interação com o ambiente, execução do projeto, coordenação das intervenções e processo colaborativo.

A interação com o ambiente trata da intuitividade de uso da interface de aplicação pelo usuário. A execução do projeto diz respeito às regras de participação dos membros do grupo nas etapas do projeto. A coordenação das intervenções propõe protocolos de comunicação entre os aprendizes a fim de organizar as etapas de execução do projeto. E, por fim, o processo colaborativo tem o intuito de validar as soluções propostas pelos membros de acordo com o consenso coletivo.

Já em (SANTANA et al., 2009), os autores adotaram uma metodologia baseada em uma estratégia didático-pedagógica de ensino, com o objetivo de oferecer a descrição de uma área de conhecimento. Essa metodologia dividiu-se em três etapas: pré-projeto, projeto e pós-projeto.

A primeira etapa, realizada antes do início do semestre, consistiu na preparação do “Ma-

nual do Estudante”, o qual iria orientar os alunos durante o semestre. Os professores e monitores discutiam os objetivos, problemáticas, métodos de avaliação, e alguns outros pontos importantes.

A segunda etapa dizia respeito a elaboração do projeto em si, e ocorreu ao longo do semestre. Os trabalhos eram divididos em cinco fases que definiam o ciclo de vida do projeto: apresentação, planejamento, execução, monitoramento e finalização.

A terceira e última etapa consistiu na coleta de notas, acompanhada da análise geral do sucesso ou fracasso da metodologia, além de sugestões para melhorias futuras. Os resultados indicaram que grande parte dos estudantes avaliaram positivamente a metodologia proposta pelos autores.

De acordo com os alunos participantes, a metodologia foi proveitosa, pois permitiu praticar os conceitos aprendidos em aula, tornando o aprendizado mais interessante. Já os professores submetidos à metodologia manifestaram-se positivamente com relação à abordagem, afirmando a contribuição do método tanto no que diz respeito à melhoria do ensino quanto na evolução dos estudantes.

5 Projetos Eletrônicos

Nesta seção, são listados quatro projetos desenvolvidos durante a disciplina de Eletrônica Digital nos anos de 2016 e 2017

5.1 Sistema para Controle de Fluxo de Veículos

Este projeto teve como objetivo a construção de um sistema de cancela eletrônica automática que visava ao controle de acesso de tráfego de automotores. Para o desenvolvimento deste projeto, foram utilizados elementos da Eletrônica Digital, tais como *flip-flops*, contadores e decodificadores. Durante a produção do projeto, os alunos elaboraram uma placa de circuito impresso com a finalidade de controlar todas as entradas e saídas do sistema digital. Este projeto pode ser observado na Figura 1. Na produção da placa, foram utiliza-

dos Circuitos Integrados da família 74, osciladores 555, dentre outros componentes eletrônicos (SOUSA et al., 2017).

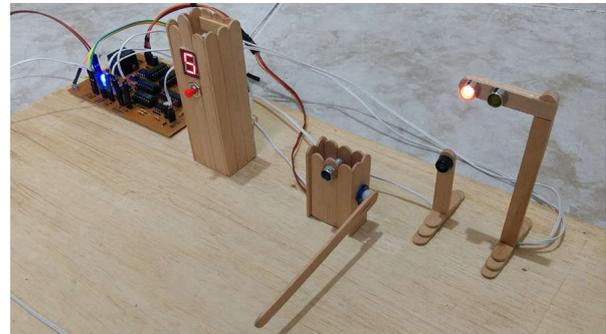


Figura 1: Maquete elaborada pelos autores do projeto. Fonte: (SOUSA et al., 2017).

5.2 Sistema para Controle de Estacionamentos

Alicerçado na teoria da lógica de circuitos combinacionais e sequenciais, a proposta do projeto em questão foi 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 (SOUSA et al., 2017). O protótipo desenvolvido pode ser observado na Figura 2.

5.3 Relógio Digital

O projeto “Relógio Digital” foi implementado utilizando lógica booleana e a teoria de Eletrônica Digital assimilada em sala de aula. Para o funcionamento do mesmo foram criados blocos de horas, minutos e segundos, e em cada um destes foram utilizados os CI’s contadores e decodificadores da família 74. *Displays* de 7 segmentos foram utilizados para a exibição dos números. Além disso, o CI 555 foi utilizado no modo astável para a geração dos *clocks* de 60 segundos. Os conceitos aprendidos durante as aulas foram de fundamental importância para a

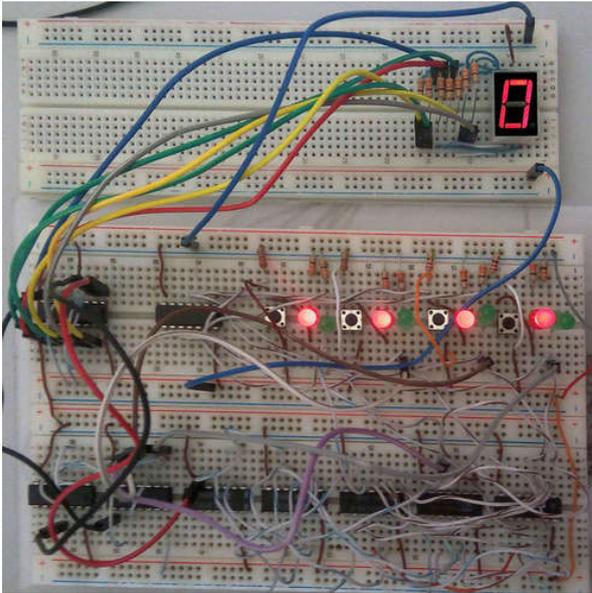


Figura 2: Protótipo construído pelos autores do projeto. Fonte: (SOUSA et al., 2017).

conclusão do projeto. Obter um objeto do cotidiano utilizando apenas circuitos lógicos integrados trouxe uma maior percepção da variedade de aplicações que podem ser implementadas a partir de Eletrônica Digital. A placa de circuito impresso do relógio pode ser visualizada na Figura 3.

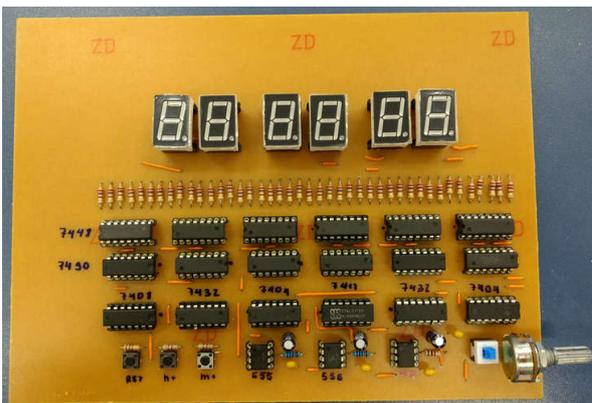


Figura 3: Protótipo construído pelos autores do projeto. Fonte: (AUTORES, 2018).

5.4 Termômetro

Um requisito básico para desenvolvimento de projetos eletrônicos diz respeito à simulação virtual. Esta etapa é necessária para facilitar o entendimento do projeto a ser construído,

prever eventuais erros e incompatibilidades e auxiliar na montagem. O projeto do Termômetro foi desenvolvido utilizando o *software* de simulação Proteus, versão 8.5 (LABCENTER, 2018). O projeto em questão reuniu conceitos mais avançados da Eletrônica Digital, tais como conversores Analógico/Digital, em razão da necessidade de discretizar os valores medidos de temperatura. Este conversor é composto por um grupo de resistores, cujo os valores são escolhidos de acordo com os valores de saída desejados, e um amplificador operacional. Logo, os componentes básicos de montagem do projeto foram resistores, amplificadores operacionais (LM358), e displays de 7 segmentos para a exibição da temperatura. Na Figura 4 é exibido o digrama de blocos do termômetro.

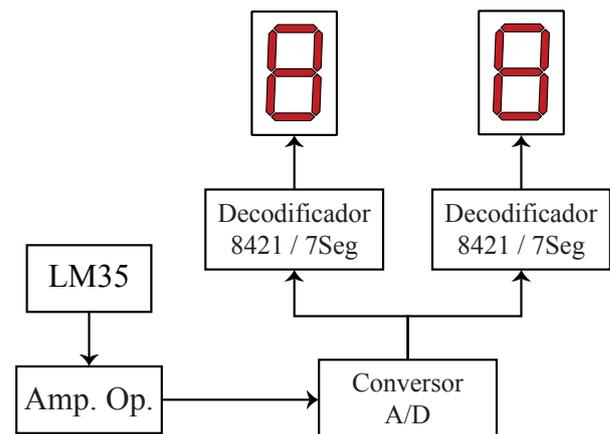


Figura 4: Diagrama de blocos do projeto “termômetro”. Fonte: (AUTORES, 2018).

6 Resultados

O ensino de Eletrônica Digital sob o viés da construção de projetos práticos tem sido adotado nos cursos de graduação em Engenharia Elétrica e Engenharia da Computação no *campus* da Universidade Federal do Ceará em Sobral desde o segundo período letivo de 2015. Conforme as diretrizes curriculares, a disciplina é ofertada no 4º período da graduação. Ambos os cursos possuem duração recomendada de 10 semestres letivos, mas os discentes podem estender sua graduação em até 5 períodos adicionais, caso ainda não tenham cum-

prido a carga horária necessária para sua integralização curricular.

Em (SOUSA et al., 2017), discentes que já haviam cursado ou estavam cursando a disciplina de Eletrônica Digital foram questionados quanto às dificuldades que tiveram durante as aulas práticas e a maneira como julgaram o desenvolvimento de projetos enquanto ferramenta pedagógica. As principais dificuldades relatadas foram montagem de circuitos, ausência de contato anterior com a eletrônica e dificuldade em reconhecer componentes eletrônicos danificados. Dentre os discentes pesquisados, 97,8% afirmaram que o desenvolvimento de projetos auxiliou muito no processo de aprendizagem.

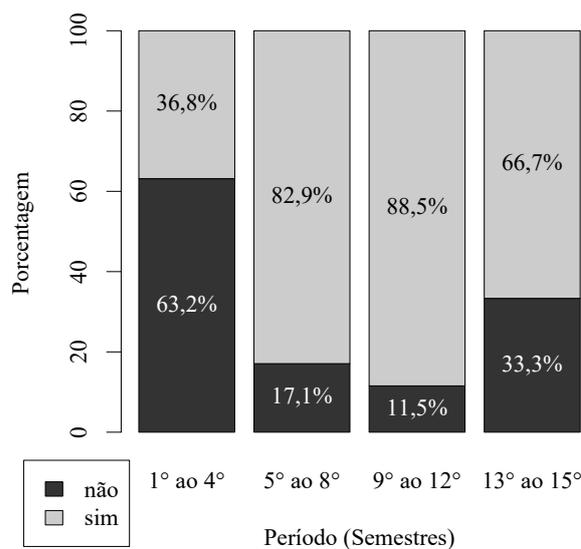


Figura 5: Percentual de respostas para a pergunta: “Você já cursou disciplinas que adotaram abordagens práticas, com a construção de projetos ou sistemas?” por período do curso. Fonte: (AUTORES, 2018).

A fim de comparar os resultados obtidos com a abordagem de desenvolvimento de projetos aplicada a outras disciplinas do currículo de Engenharia no *Campus* Sobral da Universidade Federal do Ceará, nova pesquisa foi realizada entre alunos dos cursos de Engenharia da Computação e Engenharia Elétrica. Participaram da pesquisa 92 estudantes dos cursos supracitados, sem restrição ao período do curso,

sem limitação aos que já cursaram a disciplina de Eletrônica Digital.

Os participantes foram separados em 2 grupos distintos:

- aqueles que já cursaram disciplinas orientadas a projetos, não necessariamente em Eletrônica Digital;
- aqueles que nunca cursaram disciplinas orientadas a projetos.

Na Figura 5 estão expostos os percentuais de alunos de cada grupo para cada intervalo de 4 períodos ao longo do prazo estipulado para conclusão do curso. É possível observar que os alunos dos 4 primeiros períodos relataram menor participação em disciplinas com abordagem prática que os demais, o que sugere uma presença mais forte de ensino teórico tradicional nesse período.

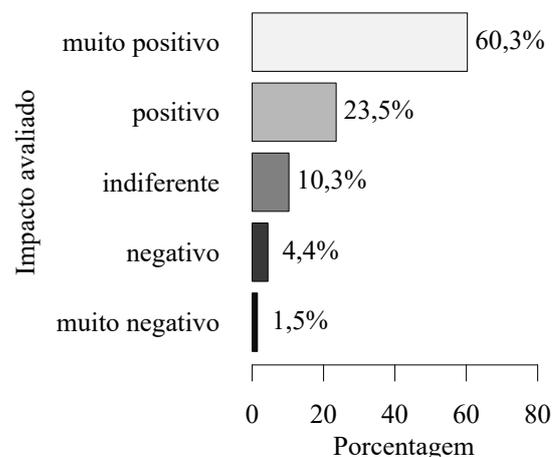


Figura 6: Percentual de respostas para a pergunta: “Como você avalia o impacto das diferenças entre a abordagem voltada para o desenvolvimento de projetos e os métodos de ensino que não as adotam?”. Fonte: (AUTORES, 2018).

O grupo que já cursou disciplinas nas quais participaram da implementação de projetos foi questionado quanto ao impacto das diferenças percebidas entre essa metodologia e as formas de ensino que não as adotam. As respostas deveriam ser atribuídas em uma escala linear de

1, para quem considera as diferenças como negativamente impactantes, até 5, para quem as percebe como positivamente impactantes.

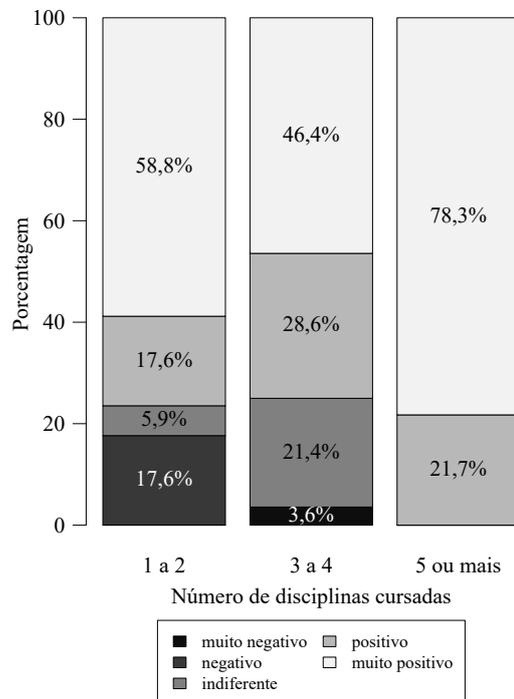


Figura 7: Percentual de respostas para a pergunta: “Como você avalia o impacto das diferenças entre a abordagem voltada para o desenvolvimento de projetos e os métodos de ensino que não as adotam?” por número de disciplinas cursadas. Fonte: (AUTORES, 2018).

Conforme os dados da Figura 6, grande parte dos alunos em geral observa diferenças positivamente impactantes. Os resultados médios com distinção entre o número de disciplinas cursadas estão expostos na Figura 7. Nota-se que, embora a percepção geral seja relativamente uniforme, há certa correlação positiva entre a quantidade de disciplinas cursadas e o impacto percebido, apontada pelas médias mais altas dos participantes que relataram ter cursado 5 ou mais disciplinas.

Os mesmos participantes foram indagados, ainda, quanto a seu engajamento e desempenho acadêmico em ambos os cenários pesquisados. Conforme explícito na Figura 8, grande percentual dos alunos relatou melhora em sua frequência, participação nas atividades curriculares e aprofundamento em estudos extra-

curriculares. Tais observâncias levam à conclusão de que o ensino orientado a projetos não apenas promove maior interesse estudantil, mas também amplia o escopo pedagógico original dos cursos em que é aplicado.

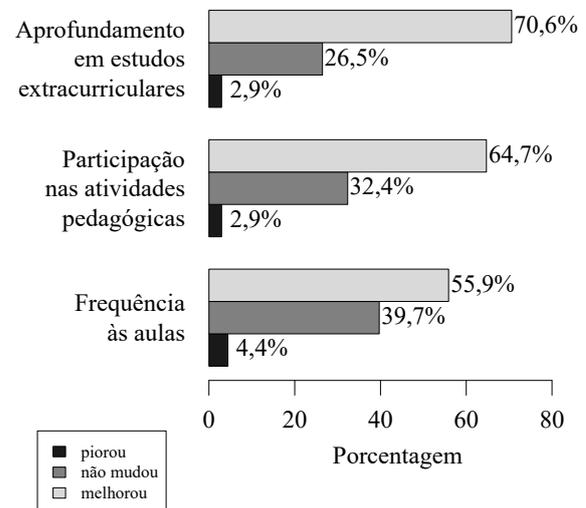


Figura 8: Percentual de respostas para a pergunta: “Com relação aos tópicos listados, qual foi a diferença entre seu nível de engajamento nas disciplinas com metodologia prática em comparação às que não adotam essa abordagem?” Fonte: (AUTORES, 2018).

Por fim, os discentes relataram sua inclinação para a desistência do curso em decorrência do uso de metodologias que não favoreceram aplicações práticas. Em escala linear, de 1 para nenhuma inclinação até 5 para grande inclinação, as respostas distribuíram-se conforme o gráfico da Figura 9. Dentre os pesquisados, apenas 14,7% não relataram ter contemplado desistência do curso. Isso corrobora a hipótese de que abordagens de ensino tradicionalistas e demasiadamente teóricas possuem influência nos níveis de evasão do ensino superior em Engenharia.

A ampla aceitação da metodologia entre os alunos e o impacto didático positivo que proporciona permitem concluir que outras disciplinas também podem usufruir dos benefícios alcançados. O alto percentual de pesquisados que relataram ter vivenciado melhorias em seu desempenho acadêmico sugere que a adoção do ensino orientado a projeto é capaz de atri-

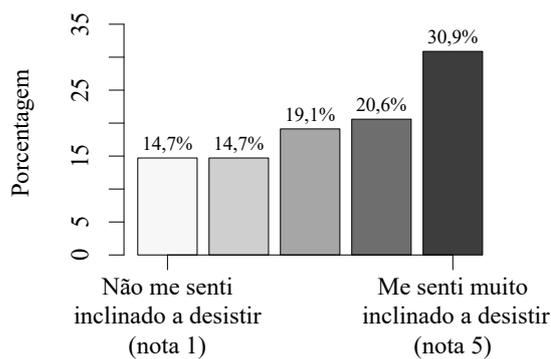


Figura 9: Percentual de respostas para a pergunta: “Você já se sentiu inclinado a desistir do curso por influência de abordagens didáticas que não favoreceram implementações práticas?” Fonte: (AUTORES, 2018).

morar a qualidade da formação superior em Engenharia.

7 Conclusões

O primeiro convívio laboratorial e de teor prático na graduação em Engenharia Elétrica e de Computação, essencial para a formação acadêmica dos educandos, dá-se, na maioria das vezes, através da Eletrônica Digital. Em sua abordagem voltada ao *hardware*, a disciplina dispõe de uma ampla grade curricular que engloba conceitos de lógica e montagem de circuitos com componentes eletrônicos.

A metodologia de ensino orientado a projetos busca equilibrar o aprendizado da teoria e da prática através da criação de protótipos de sistemas reais, com aplicações relevantes para a sociedade. A análise dos resultados deste trabalho permite concluir que esse método, enquanto aprimora a capacidade de trabalho em grupo e proatividade dos alunos, lhes concede a oportunidade de desenvolver suas ideias e aprofundar seu potencial inovador.

Nesse cenário, a prática da abordagem descrita se mostra muito efetiva, visto que os dados coletados ratificam o apoio positivo dos alunos pela adoção dessa metodologia. Dessa forma, cabe aos professores a atualização do método de ensino considerado tradicional; e aos alunos a exposição de propostas dos métodos de ensino moderno. A abordagem pro-

posta pode, ainda, ser implementada em diversas áreas de conhecimento, em especial, as que possuem tanto caráter teórico quanto prático. Assim, fomenta-se o aprendizado e envolvimento mais profundo dos alunos no contexto em que for adotada.

Referências

- BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. M. S. Aprendizagem cooperativa e ensino de química: parceria que dá certo. *Ciência & Educação*, Universidade Estadual Paulista, v. 10, n. 1, p. 55–61, 2004.
- BERNAL, O. et al. Aprendizaje cooperativo: un eficaz instrumento de trabajo para las escuelas multiculturales y multiétnicas del siglo xxi. *Revista Electrónica Iberoamericana de Psicología Social*, 2000.
- BESSA, N.; FONTAINE, A. M. A aprendizagem cooperativa numa pós-modernidade crítica. *Educação, Sociedade e Culturas*, 2002.
- BRASIL. Resolução cne/ces 11/2002. 2002. Institui as diretrizes curriculares do curso de graduação em engenharia. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 11 mar. 2002.
- CAVIN, R.; JOYNER, W. H.; WIGGINS, V. C. A semiconductor industry perspective on future directions in ece education. *IEEE Transactions on Education*, IEEE, v. 46, n. 4, p. 463–466, 2003.
- CODÁ, L. M. R.; PIÃO, S. S.; MOURA, R. S. Estímulo ao aprendizado prático de eletrônica digital utilizando protótipos de projetos reais. In: *Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE*. [S.l.: s.n.], 2013.
- DARROZ, L. M.; ROSA, C.; GHIGGI, C. M. Método tradicional x aprendizagem significativa: investigação na ação dos professores de física. *Aprendizagem Significativa em Revista, Porto Alegre*, v. 5, n. 1, p. 70–85, 2015.

- DONOSO-GARCIA, P. F.; TORRES, L. Ensino orientado ao projeto desafio: uma experiência para o ensino de controle, instrumentação e eletrônica. In: *Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE*. [S.l.: s.n.], 2007. v. 35.
- DUARTE, R. de O.; GARCIA, P. F. D. Metodologia de ensino orientada para projetos e criação de material didático: um relato de caso da disciplina sistemas, processadores e periféricos–laboratório, da escola de engenharia da ufmg. *Revista Docência do Ensino Superior*, v. 1, p. 112–127, 2011.
- DUCH, B. J.; GROH, S. E.; ALLEN, D. E. *The power of problem-based learning: a practical “how to” for teaching undergraduate courses in any discipline*. [S.l.]: Stylus Publishing, LLC., 2001.
- FERNANDES, R. C. A.; NETO, J. M. Modelos educacionais em 30 pesquisas sobre práticas pedagógicas no ensino de ciências nos anos iniciais da escolarização. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 3, p. 641–662, 2016.
- FINK, F. K. Problem-based learning in engineering education: a catalyst for regional industrial development. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, v. 1, n. 1, p. 29–32, 2002.
- GONZÁLEZ, L. A.; RUGGIERO, W. V. Modelo aprendiz para atividades colaborativas de projeto em sistemas de aprendizagem eletrônico. *Revista IEEE América Latina*, v. 4, p. 283–288, 2006.
- HOED, R. M. *Análise da evasão em cursos superiores: o caso da evasão em cursos superiores da área de computação*. Dissertação (Mestrado) — Universidade de Brasília, Curso de Pós-Graduação em Computação Aplicada, 2016.
- JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; MONSON, V. Cooperation-competition and constructive controversy in developing professional ethics in law school classes. *U. St. Thomas LJ*, v. 10, p. 317, 2012.
- JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; SMITH, K. A. *Active learning: Cooperation in the college classroom*. [S.l.]: Interaction Book Company, 1998.
- KRÜGER, L. M. *Método Tradicional e Método Construtivista de Ensino no Processo de Aprendizagem: uma investigação com os acadêmicos da disciplina Contabilidade III do curso de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Santa Catarina*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.
- LABCENTER. *Proteus PCB Design and Simulation Software*. 2018. Versão 8.5. Disponível em: <<https://www.labcenter.com/>>.
- MASSON, T. J. et al. Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (pbl). In: *Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), Belém, PA, Brasil*. [S.l.: s.n.], 2012.
- MINHOTO, P.; MEIRINHOS, M. As redes sociais na promoção da aprendizagem colaborativa: um estudo no ensino secundário. *Educação, Formação & Tecnologias-ISSN 1646-933X*, v. 4, n. 2, p. 25–34, 2012.
- MIZUKAMI, M. d. G. N. *Ensino: as abordagens do processo*. [S.l.]: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.
- MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. *Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens*, v. 2, p. 15–33, 2015.
- PRETTE, A. D.; PRETTE, Z. D. Habilidades sociais: conceitos e campo teórico-prático. *Acedido em <http://www.rihs.ufscar.br>*, 2006.
- RIBEIRO, C. *Aprendizagem cooperativa na sala de aula: Uma estratégia para aquisição de algumas competências cognitivas e atitudinais definidas pelo Ministério da Educação*. Dissertação (Mestrado), 2006.

RODRIGUES, L. P.; MOURA, L. S.; TESTA, E. O tradicional e o moderno quanto a didática no ensino superior. *Revista científica do ITPAC, Araguaína*, v. 4, n. 3, p. 1–9, 2011.

SANTANA, A. C. et al. Aprendizagem orientada por projetos com ênfase em práticas de gerência como estratégia didático-pedagógica. In: *Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE*. [S.l.: s.n.], 2009.

SILVA, A. R. Ensino tradicional x construtivista: a perspectiva do letramento na alfabetização. *Revista ciências da Educação*, 2014.

SOUSA, F. T. R. et al. Estudo da abordagem de ensino orientado a projetos: Reflexos no aprendizado de eletrônica digital. In: *X Encontro Unificado de Computação - ENUCOMP*. Parnaíba: Fundação Universidade Estadual do Piauí, 2017.

TORRES, P. L.; ALCANTARA, P. R.; IRALA, E. A. F. Grupos de consenso: uma proposta de aprendizagem colaborativa para o processo de ensino-aprendizagem. *Revista diálogo educacional*, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, v. 4, n. 13, 2004.