

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS APLICADA NO ENSINO DE SISTEMAS DE AQUISIÇÃO DE DADOS E INTERFACE

Thamiles Rodrigues de Melo ¹
José Sérgio da Rocha Neto ²
Jaidilson Jó da Silva ³

RESUMO

Neste artigo, apresenta-se a aplicação da metodologia ativa denominada “aprendizagem baseada em projetos” no ensino da disciplina “Sistemas de Aquisição de Dados e Interface”, do curso de graduação em Engenharia Elétrica da UFCG, durante o ano letivo de 2018. O conteúdo programático é repassado de acordo com a realização de uma sequência de etapas do projeto de engenharia, que é proposto por cada uma das equipes de alunos. No decorrer de cada semestre, o professor e a monitora fazem um acompanhamento das equipes, em que questionários de avaliação são aplicados para verificar o parecer dos alunos sobre o desenvolvimento do projeto. No total, 07 (sete) projetos de engenharia foram propostos, obtendo-se êxito na finalização dos mesmos. No término da disciplina, foi notória a aprendizagem dos alunos sobre o conteúdo repassado e a satisfação deles pela conclusão dos projetos.

Palavras-chave: Aprendizagem baseada em projetos, Sistemas de aquisição de dados e interface, Engenharia Elétrica, Eletrônica.

INTRODUÇÃO

O processo de ensino-aprendizagem baseia-se na utilização de metodologias ativas, nas quais o aluno passa a ser protagonista de seu processo de aprendizagem e os professores assumem o papel de mediadores/tutores. A implementação de metodologias ativas em cursos de graduação implica no enfrentamento de múltiplos desafios, desde os estruturais (organização acadêmica e administrativa das instituições e cursos) até os de concepções pedagógicas (crenças, valores e modos de fazer) dos professores e alunos (WALL et al., 2008). Segundo as novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, aprovadas pelo Parecer CNE/CES N° 1/2019 (BRASIL, 2019, p. 29), a aprendizagem baseada em projetos tem destaque como metodologia ativa inovadora com lastro no desenvolvimento de competências, na aprendizagem colaborativa e na interdisciplinaridade, de forma a atender às demandas de formação de engenheiros com competências técnicas, que supram as necessidades do mercado.

¹ Doutoranda do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, thamiles.melo@ee.ufcg.edu.br;

² Professor do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande - DEE/UFCG, zesergio@dee.ufcg.edu.br;

³ Professor do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande - DEE/UFCG, jaidilson@dee.ufcg.edu.br.

Especificamente, o curso de graduação em Engenharia Elétrica, vinculado ao Departamento de Engenharia Elétrica (DEE) do Centro de Engenharia Elétrica e Informática (CEEI) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), foi criado em junho de 1963, sendo reconhecido através do Decreto nº 68.624 de 17/05/71. O curso tem a duração mínima de 09 (nove) e máxima de 16 (dezesesseis) períodos letivos, e de acordo com (DEE/UFCG, 2019):

O Engenheiro Eletricista é habilitado para exercer atividades profissionais referentes à geração, transmissão, distribuição e utilização da energia elétrica; equipamentos, materiais e máquinas elétricas; sistemas de medição e controles elétricos; materiais elétricos e eletrônicos; equipamentos eletrônicos em geral; sistemas de comunicação e telecomunicações; sistemas de medição e controle elétrico e eletrônico; análise de sistemas computacionais; seus serviços afins e correlatos.

Atualmente, existem quatro áreas de atuação no curso: Controle e Automação, Eletrônica, Eletrotécnica e Telecomunicações. Para formação profissional em Eletrônica, há como requisito a realização da disciplina “Sistemas de Aquisição de Dados e Interface”. Nessa disciplina, tem-se como objetivo geral dar uma formação ao aluno sobre sistemas de aquisição de dados e interfaces de comunicação, de forma que os discentes utilizem os conceitos teóricos adquiridos em sala de aula para a realização de experimentos que envolvam o uso adequado dos recursos do laboratório. Dentre os objetivos específicos, espera-se que o discente consiga realizar experimentos relacionados aos tópicos abordados na disciplina: microprocessadores e microcontroladores; aquisição de dados via computador; condicionamento de sinais; circuitos e protocolos de interface; circuitos de acionamento; sistemas embarcados; e o uso da instrumentação virtual para desenvolvimento de supervisórios.

Nesse contexto, o objeto neste artigo é apresentar a aplicação da aprendizagem baseada em projetos no ensino da disciplina Sistemas de Aquisição de Dados e Interface do curso de graduação em Engenharia Elétrica da UFCG. O conteúdo programático é repassado durante a realização dos projetos de engenharia, que são propostos pelas equipes de alunos. No decorrer do semestre, questionários de avaliação são aplicados para verificar o parecer dos alunos sobre o desenvolvimento do projeto. Ao final da disciplina, foi notória a aprendizagem e a satisfação dos alunos na conclusão dos projetos.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada na disciplina Sistemas de Aquisição de Dados e Interface consiste na execução das seguintes atividades:

- Atividade 1: aulas de introdução e de complementação teórica sobre microcontroladores;
- Atividade 2: realização de experimentos em laboratório, com as seguintes tarefas:
 - (a) preparação para o experimento;
 - (b) verificação do funcionamento das plataformas de desenvolvimento, a partir da realização de testes experimentais;
 - (c) elaboração do relatório.
- Atividade 3: aulas de introdução e de complementação teórica sobre instrumentação virtual;
- Atividade 4: projeto de medição de grandezas físicas usando microcontrolador;
- Atividade 5: projeto de criação de uma interface para medição e/ou controle de grandezas físicas usando instrumentação virtual.

Para realização dos projetos, dá-se inicialmente a formação de equipes compostas por 03 alunos. Cada equipe propõe um projeto de engenharia, que deve ser executado em três etapas, conforme o prazo estabelecido no cronograma da disciplina:

– Etapa 1 do projeto:

- 1º mês: definição e entrega das propostas de projetos, contendo as listas de componentes necessários para elaboração de cada projeto.
- 2º mês: entrega dos relatórios e apresentação do projeto com o sistema em funcionamento usando o microcontrolador.

– Etapa 2 do projeto:

- 3º mês: entrega dos relatórios e apresentação do projeto com o sistema em funcionamento, a partir da integração do microcontrolador com a versão inicial da interface desenvolvida usando instrumentação virtual.

– Etapa 3 do projeto:

- 4º mês: entrega dos relatórios finais e apresentação do projeto com o sistema em funcionamento, a partir da integração do microcontrolador com a versão final da interface implementada. Todos os relatórios finais devem conter os seguintes tópicos: Resumo, Introdução, Revisão bibliográfica/ Fundamentação teórica, Exemplos de aplicações do projeto, Considerações finais e Referências bibliográficas.

Como atividade complementar, questionários de avaliação são aplicados pelo professor/monitora com cada membro das equipes, para acompanhar as opiniões dos alunos sobre o desenvolvimento do projeto.

DESENVOLVIMENTO

A aprendizagem baseada em projetos, também conhecida como *Project-Based Learning* (PBL), pode ser definida como um modelo educacional que organiza o aprendizado em torno de projetos. Na PBL, os alunos concentra-se em grupos de estudo auto-dirigidos que passam por um processo extenso de investigação em resposta a uma questão de projeto, um problema ou um desafio relacionado com a prática profissional, que geralmente requer mais do que um esforço individual para lidar e superar (CHUA et al., 2014; HUGERAT, 2016).

Dentre as vantagens da metodologia PBL, tem-se aumentar a motivação dos alunos e promover uma sensação de satisfação quando o projeto é concluído, além de ser útil para desenvolver habilidades (por exemplo: responsabilidade, gestão de tempo e recursos, capacidade de interação e independência), bem como obter uma compreensão profunda e integrada de conteúdo e processo. A PBL também contribui para aproximar a sala de aula da profissão através da aquisição de conhecimentos e resolução de situações práticas. Na sala de aula, o papel dos professores é principalmente facilitar o processo de aprendizagem, no qual ajudam os alunos a: (i) entender o problema do projeto; (ii) desenvolver soluções potenciais; (iii) aplicar soluções para atender às especificações e critérios, com justificativas sobre as escolhas feitas; (iv) construir novos conhecimentos (CHUA et al., 2014; EDSTRÖM e KOLMOS, 2014; TERRÓN-LÓPEZ et al., 2017).

No caso dos cursos de engenharia, a PBL aborda um dos principais componentes do desenvolvimento da competência em engenharia, ou seja, a capacidade de estender o que foi aprendido em um contexto para outros novos contextos. A síntese de projetos é considerada como uma das funções centrais da prática de engenharia, e o aprendizado baseado em projetos é uma metodologia bem conhecida para a educação nessa área, com aplicações em cursos no Brasil e no mundo (DYM et al., 2005; PALMER e HALL, 2011; ITERRUGI et al., 2017; ZANCUL et al., 2017).

Entretanto, para adotar a PBL como metodologia de ensino de uma disciplina de engenharia, é necessário que o docente tome medidas para: (i) direcionar projetos que reflitam adequadamente como o assunto evolui, preparando questões de dificuldade equivalente; (ii) planejar projetos para ajustar o tempo alocado ao assunto; (iii) buscar abordagens realistas; (iv) estabelecer marcos ao longo o processo; (v) adaptar os níveis iniciais dos alunos, motivação e acompanhamento evitar desvios nos resultados; (vi) estabelecer um sistema adequado para avaliar conhecimento (LANTADA et al., 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A disciplina Sistema de Aquisição de Dados e Interface foi lecionada no ano letivo de 2018 da UFCG nos períodos de 2018.1 e 2018.2, compreendendo os meses de abril até dezembro do mesmo ano. Durante o ano letivo, constatou-se que 25 (vinte e cinco) discentes cursaram a disciplina, sendo 15 (quinze) deles no período 2018.1 e 10 (dez) no período 2018.2.

As atividades 1, 2 e 3, apresentadas na Seção “Metodologia”, foram executadas pelos discentes com suporte do professor/monitora, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Experimentos e exercícios realizados em cada semestre do ano letivo de 2018.

Sequência	Atividades
<p>Parte 1: Apresentação da plataforma de desenvolvimento com microcontrolador ADuC 842 (ANALOG DEVICES, 2017) para aquisição de dados.</p>	Experimento 1: Comunicação serial e mecanismos de Entrada e Saída (I/O).
	Experimento 2: Conversores Analógico/ Digital (A/D) e Digital/ Analógico (D/A).
	Experimento 3: Modulação por Largura de Pulso, também conhecido como <i>Pulse Width Modulation</i> (PWM).
	Experimento 4: Temporizadores.
<p>Parte 2: Apresentação da plataforma LabVIEW (NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION, 2013) para criação de interfaces, usando o conceito de instrumentação virtual.</p>	Exercício 1: Definição da plataforma LabVIEW; Apresentação do fabricante <i>National Instruments</i> (NI); Composição (painel frontal, diagrama de blocos e <i>toolkits</i>); Linguagem de programação (G); Tela inicial; Características gerais; Funções básicas; Tipos e acesso aos dados; Operações elementares.
	Exercício 2: Estruturas de dados; Conversão entre tipos de dados; Estruturas de execução; Fórmulas e rotinas; Temporização e Modularidade.
	Exercício 3: Registradores de deslocamento; Definição de variáveis e tipos de variáveis; Estruturas de decisão; Estruturas sequenciais; Máquina de estados.
	Exercício 4: Definição de sinais; Geração de sinais; Manipulação de sinais; Visualização de sinais; Aquisição de sinais com microcontroladores; Controles de interface; Arquivos de entrada/saída.
	Exercício 5: Refatoração de um <i>Virtual Instrument</i> (VI); Tratamento de erros; Padrões de projeto no LabVIEW; Publicação de um VI na Web; Criação e distribuição de um executável (arquivo .exe).

Já as atividades 4 e 5 da mesma Seção foram executadas pelos discentes utilizando o microcontrolador ADuC 842 e a plataforma LabVIEW, conforme apresentado no Quadro 2. No total, sete projetos de engenharia foram propostos no ano letivo de 2018.

Quadro 2. Projetos de engenharia propostos pelas equipes de alunos em cada semestre do ano letivo de 2018.

Semestre	Projetos
2018.1	Equipe 1: <u>Robô-transportador Seguidor de Linha</u> , cujo objetivo é desenvolver um robô que segue uma trajetória e entrega uma encomenda em um ponto específico.
	Equipe 2: <u>Estacionamento Inteligente</u> , cujo objetivo é implementar um sistema automático de abertura ou fechamento do portão de um estacionamento, para permitir ou interromper a passagem de veículos
	Equipe 3: <u>Veículo Seguidor de Linha</u> , cujo objetivo é monitorar e controlar o deslocamento de um veículo, para que este seja capaz de detectar e seguir uma linha desenhada no chão.
	Equipe 4: <u>Aeropêndulo</u> , cujo objetivo é desenvolver um sistema de controle para um pêndulo forçado, que foi modelado e montado para fins didáticos.
2018.2	Equipe 1: <u>Árvore de Natal Inteligente</u> , cujo objetivo é definir o funcionamento automático de uma iluminação natalina, de acordo com o horário do dia.
	Equipe 2: <u>Dispositivo Eletrônico para Análise do Local de Implantação de Painéis Fotovoltaicos</u> , cujo objetivo é implementar um sistema de monitoramento de grandezas elétricas e térmicas, para auxiliar na definição do local e da forma de instalação do sistema fotovoltaico.
	Equipe 3: <u>Estacionamento Inteligente</u> , cujo objetivo é desenvolver um estacionamento automatizado que realiza a abertura ou o fechamento automático da cancela, bem como indica a disponibilidade de vagas.

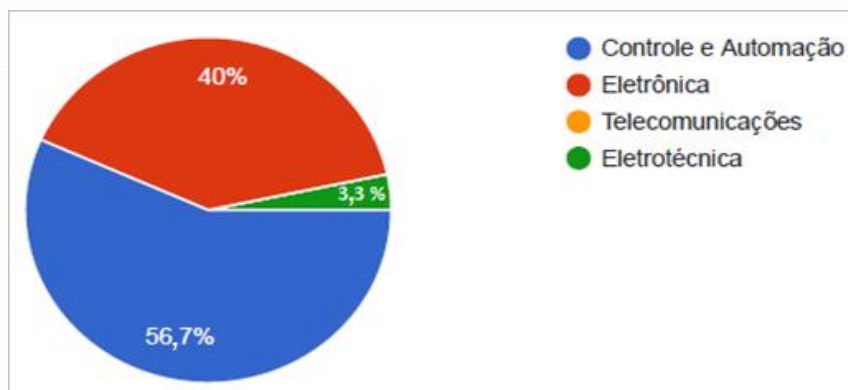
No desenvolvimento dos projetos, foram aplicados questionários de avaliação com os discentes de cada semestre, conforme apresentado no Quadro 3. Além da questão relacionada a área de atuação do projeto, quatro opções de escolha foram fornecidas para cada uma das demais perguntas, cuja resposta obtida varia de um nível mínimo a um nível máximo: “nenhum (a)”; “baixo (a)”; “médio (a)”; “elevado (a)”, no intuito de descrever a intensidade da opinião de cada membro da equipe.

Quadro 3. Questionários de avaliação aplicados em cada semestre do ano letivo de 2018.

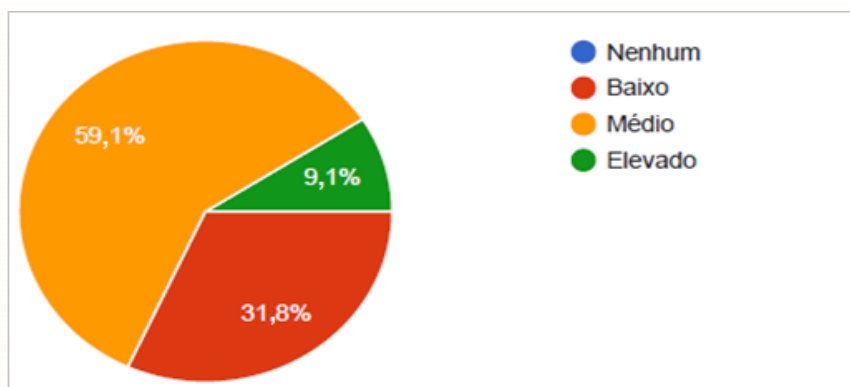
Questões	Opções de resposta
Q1) Em qual área de atuação de Engenharia Elétrica o seu projeto se enquadra?	() Controle e Automação () Eletrônica () Telecomunicações () Eletrotécnica
Q2) Qual foi o nível de dificuldade em desenvolver o seu projeto?	() Nenhum () Baixo () Médio () Elevado
Q3) Como você avalia o tempo de duração que você gastou para desenvolver o seu projeto?	() Nenhum () Baixo () Médio () Elevado
Q4) Como você avalia a disponibilidade de recursos (materiais, didáticos, etc.) para desenvolver o seu projeto?	() Nenhuma () Baixa () Média () Elevada
Q5) Como você avalia o nível do conteúdo repassado durante as aulas experimentais?	() Nenhum () Baixo () Médio () Elevado

Do total de questionários respondidos no decorrer do ano letivo – no caso, 22 (vinte e dois) questionários –, uma análise percentual das respostas foi feita por semestre, conforme os gráficos apresentados nas Figs. 1(a) a 1(e).

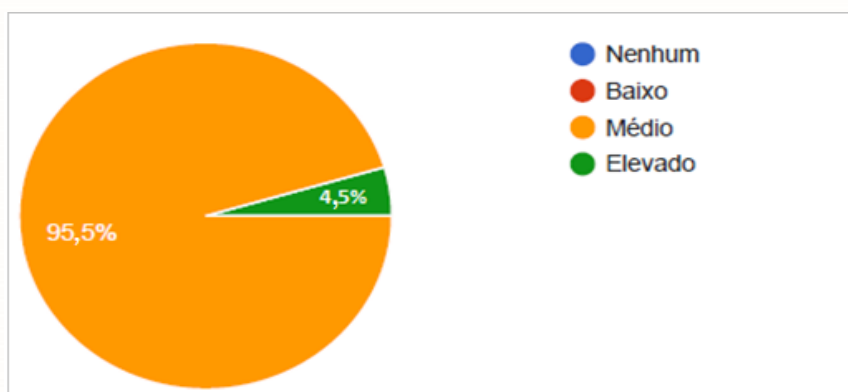
Figura 1. Respostas dos alunos no ano letivo de 2018: (a) questão Q1; (b) questão Q2; (c) questão Q3; (d) questão Q4; (e) questão Q5.



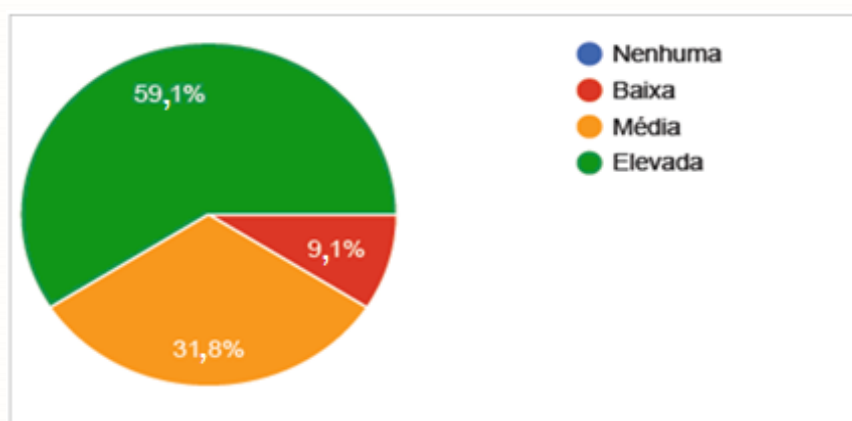
(a)



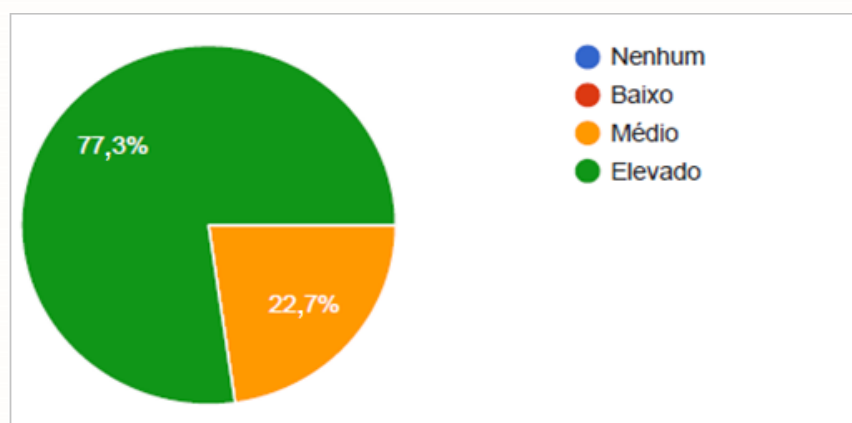
(b)



(c)



(d)



(e)

Por meio do levantamento de dados realizado na Fig. 1(a), pode-se notar que a maioria das equipes enquadraram o escopo do projeto na ênfase de Controle e Automação (56,7%) do curso de Engenharia Elétrica, considerando como segunda opção a ênfase de Eletrônica (40%). Apesar da disciplina lecionada estar definida na segunda opção, grande parte dos projetos propostos tratavam do monitoramento e controle de processos típicos (tais como: temperatura, luminosidade, posição, etc.), que apresentam maior afinidade com a primeira opção.

Durante a execução das etapas do projeto na plataforma de desenvolvimento, as turmas de ambos os semestres classificaram nas Figs. 1(b) e 1(c) como nível “médio” a dificuldade que tiveram na implementação (59,1%) e o tempo que gastaram para alcançarem as metas pré-estabelecidas em cada etapa (95,5%). Isso se deve ao fato de serem plataformas novas para os alunos, exigindo mais deles para se familiarizar com a linguagem e o ambiente de programação.

Conforme na Fig. 1(d), os alunos avaliaram como nível “elevado” a disponibilidade de recursos materiais e didáticos no laboratório (59,1%), uma vez que a disciplina é lecionada em um laboratório de grande infraestrutura e apoio de iniciativa privada, no qual permite armazenar uma grande quantidade de componentes e equipamentos eletrônicos. Por fim, os alunos também consideraram na Fig. 1(e) como nível “elevado” o conteúdo repassado nas aulas experimentais (77,3%), pois vários tópicos sobre as plataformas utilizadas tiveram que ser abordados com profundidade ao longo do desenvolvimento do projeto, relacionando com outras áreas do curso de Engenharia Elétrica, para alcançar a finalização dos projetos com sucesso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desse trabalho, pode-se abordar sobre a aprendizagem baseada em projetos como grande aliada no ensino de engenharia, tendo como estudo de caso a aplicação dessa metodologia no ensino da disciplina Sistemas de Aquisição de Dados e Interface, do curso de graduação em Engenharia Elétrica da UFCG, durante o ano letivo de 2018.

Além da realização das aulas experimentais, os projetos de cada equipe foram executados em três etapas, desde a concepção da ideia até a apresentação do trabalho concluído, utilizando o microcontrolador AduC 842 e a plataforma LabVIEW. As respostas dos questionários de avaliação representaram, de maneira quantitativa, as impressões dos alunos no desenvolvimento dos projetos.

Durante cada semestre, pode-se notar o entusiasmo e a dedicação dos alunos para alcançar os objetivos definidos em cada projeto. Além disso, observou-se que os alunos vinculados a projetos de pesquisa da universidade apresentavam maior facilidade na execução das tarefas. Entretanto, alguns deles tinham mais resistência em aprender sobre novas plataformas, já que eram acostumados a trabalhar com outras plataformas de desenvolvimento.

Para as próximas etapas desse trabalho, espera-se fazer um acompanhamento continuado sobre as opiniões dos alunos a respeito das plataformas fornecidas na disciplina e ver o impacto delas como ferramenta de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ANALOG DEVICES. *MicroConverter 12-Bit ADCs and DACs with Embedded High Speed 62kB Flash MCU ADuC841/ADuC842/ADuC843 (Data Sheet)*. Rev. B 6/2017. Disponível em: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/aduc841_842_843.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Parecer CNE/CES nº 1/2019 de 23/01/2019. Aprova as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Despacho do Ministro, publicado no D.O.U. de 23/4/2019, Seção 1, Pág. 109.

CHUA, K. J.; YANG, W. M.; LEO, H. L. *Enhanced and conventional project-based learning in an engineering design module*. *International Journal of Technology and Design Education*, 24(4), 437–458, 2014. DOI: 10.1007/s10798-013-9255-7.

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UFCG (DEE/UFCG). Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da UFCG. 2019. Disponível em: <<https://sites.google.com/a/dee.ufcg.edu.br/cgee/apresentacao>>. Acesso em: 11 mai. 2019.

DYM, C. L.; AGOGINO, A. M.; ERIS, O.; FREY, D.; LEIFER, L. J. *Engineering design thinking, teaching, and learning*. *Journal of Engineering Education*, 94(1): 103–120, 2005. DOI: 10.1002/j.2168-9830.2005.tb00832.x.

EDSTRÖM, K.; KOLMOS, A. *PBL and CDIO: complementary models for engineering education development*. *European Journal of Engineering Education*, 39(5): 539–555, 2014. DOI: 10.1080/03043797.2014.895703.

HUGERAT, M. *How teaching science using project-based learning strategies affects the classroom learning environment*. *Learning Environments Research*, 19(3), 383–395, 2016. DOI: 10.1007/s10984-016-9212-y.

ITURREGI, A.; MATE, E.; LARRUSKAIN, D.M.; ABARRATEGUI, O.; ETXEGARAI, A. *Work in Progress: Project-based learning for electrical engineering*. In: **2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**, 25-28 de Abril de 2017, Atenas, Grécia, pp. 464 – 467.

LANTADA, A. D.; MORGADO, P. L.; MUNOZ-GUIJOSA, J. M.; SANZ, J. L. M.; VARRI OTERO, J. E.; GARCÍA, J. M.; TANARRO, E. C.; DE LA GUERRA OCHOA; E. *Towards successful project-based teaching-learning experiences in engineering education*. *International Journal of Engineering Education*, 29(2): 476–490, 2013. Impresso na Grã-Bretanha.

NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION. *Getting Started with LabVIEW (Manual)*. 2013. Disponível em: < <http://www.ni.com/pdf/manuals/373427j.pdf>>. Acesso em: 11 mai. 2019.

PALMER, S.; HALL, W. *An evaluation of a project-based learning initiative in engineering education*. *European Journal of Engineering Education*, 36(4): 357–365, 2011. DOI: 10.1080/03043797.2011.593095.

TERRÓN-LÓPEZ, M.-J.; GARCÍA-GARCÍA, M.-J.; VELASCO-QUINTANA, P.-J.; OCAMPO, J.; VIGIL MONTAÑO, M.-R.; GAYA-LÓPEZ, M.-C. *Implementation of a project-based engineering school: increasing student motivation and relevant learning*, **European Journal of Engineering Education**, 42(6): 618–631, 2017. DOI: 10.1080/03043797.2016.1209462

WALL, M. L., PRADO, M. L., CARRARO, T. E. A experiência de realizar um Estágio Docência aplicando metodologias ativas. **Acta Paul Enferm**, 21(3): 515–519, 2008.

ZANCUL, E. S.; SOUSA-ZOMER, T. T.; CAUCHICK-MIGUEL, P. A. *Project-based learning approach: improvements of an undergraduate course in new product development*. **Production**, 27(spe), e20162252, 2017. DOI: 10.1590/0103-6513.225216.