

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO EM CURSOS DE GRADUAÇÃO E QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

Mário L. Roloff – mario.roloff@ifc.edu.br
Instituto Federal Catarinense – Campus Rio do Sul
Estrada do Redentor, 5665 - Cx. Postal 441
89163-356 - Rio do Sul - SC

Eduardo B. Puhl – eduardo.puhl@ifc.edu.br

Micheli C. S. Roloff – micheli.roloff@ifc.edu.br

Caio C. O. Ramos – caio.ramos@ifc.edu.br

Resumo: Este artigo apresenta pressupostos para implantação da aprendizagem baseada em projetos em cursos de Engenharia e de Qualificação Profissional. O objetivo é comprovar que com esses pressupostos o desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes nos discentes por meio de aprendizagem baseada em projeto produz resultados satisfatórios. Os resultados alcançados serão apresentados por meio de duas experiências de Projeto Integrador que envolvem disciplinas das áreas de Estatística e Probabilidade, Manufatura, Metrologia e Instrumentação, Informática Industrial e Programação. Esses pressupostos auxiliam na implantação da Engenharia Inovadora das DCN Engenharia. Promovem a articulação de docentes-discentes com o objetivo de promover uma formação em engenharia em sinergia com as demandas do mercado.

Palavras-chave: Ensino baseado em Projeto. Articulação Docente. Projeto Integrador. Competências. Habilidades. Atitudes.

1 INTRODUÇÃO

A relevância da aprovação destas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs de Engenharia) coincide com a expectativa de parte da comunidade acadêmica, das empresas empregadoras desta mão de obra qualificada e dos setores que representam a atuação profissional da área, bem como com a necessidade de atualizar a formação em Engenharia no país, visando atender as demandas futuras por mais e melhores engenheiros (MEC/CNE, 2019).

Desta forma inicia o parecer do Conselho Nacional de Educação que homologa as novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCN Engenharia). Um texto que procura destacar a importância e a necessidade urgente de mudança na formação e qualificação profissional em engenharia no país. Mais adiante, também se destacam alguns outros pontos relevantes: (i) o Brasil enfrenta dificuldades para competir no mercado internacional devido ao fraco desempenho relacionado aos recursos humanos e à pesquisa; (ii)

o desinteresse pela Engenharia, em 2014 enquanto a Coreia do Sul, Rússia, Finlândia e Áustria contavam com a proporção de mais de 20 engenheiros para cada 10 mil habitantes, países como Portugal e Chile dispunham de cerca de 16 engenheiros para cada 10 mil habitantes, enquanto o Brasil registrava somente 4,8 engenheiros para o mesmo quantitativo; (iii) entre aqueles que iniciam o estudo em Engenharia, a taxa de evasão se mantém em um patamar elevado, ou seja, da ordem de 50%; (iv) a demanda crescente por profissionais com uma formação técnica sólida, combinada com uma formação mais humanística e empreendedora (*soft skills*); (v) a emergência da manufatura avançada, como é definida a 4ª Revolução Industrial pelo governo brasileiro, requiere a atualização contínua, o centramento no discente como agente de conhecimento, a maior integração empresa-escola, a valorização da inter e da transdisciplinaridade, assim como do importante papel do professor como agente condutor das mudanças necessárias para atender a Indústria 4.0, dentro e fora da sala de aula em uma Sociedade 4.0 (MEC/CNE, 2019).

Diante deste cenário, este artigo procura contribuir com dois casos que consideramos relevantes para a qualificação profissional de estudantes de engenharia e egressos de cursos das áreas de engenharia no contexto de uma estratégia de ensino orientada a projetos baseada no desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes.

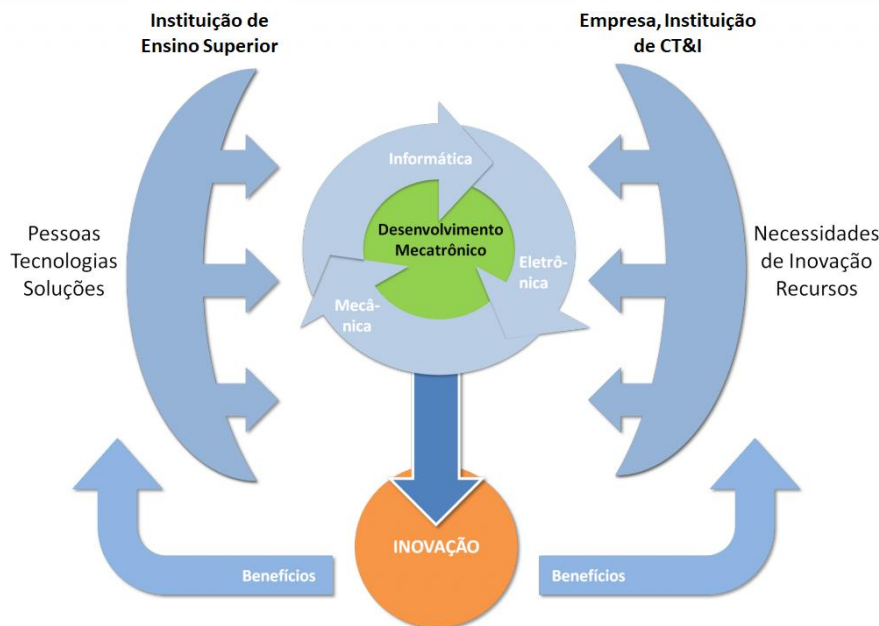
2 CONTEXTO PROPÍCIO

Acredita-se que a mudança na formação em engenharia, buscando a engenharia inovadora descrita nas DCN, passa em primeiro lugar por se conhecer as *regras do jogo*. No lado dos docentes, não se pode ignorar séculos de ensino onde o docente é o ator principal e responsável pela transmissão de informação (e nada mais) e se exigir que agora seja um docente mentor ou tutor, um agente facilitador da transmissão de conhecimento e responsável pela formação de competências, habilidades (técnicas e comportamentais). Pelo lado dos discentes, também é importante apresentar esse novo jogo pois também chegam de escolas tradicionais. Assim, a primeira competência a ser desenvolvida pelos discentes matriculados em um curso com abordagem de ensino-aprendizagem ativa é: *compreender a aprendizagem ativa e as responsabilidades dos discentes nesta abordagem*. Os discentes que iniciam em um curso com aprendizagem ativa, na sua grande maioria, são egressos de cursos de nível médio com abordagem tradicional. Neste contexto, além da recuperação do déficit do ensino médio em termos de conhecimento é essencial apresentar e capacitar os discentes na aprendizagem ativa.

Diante disso, apresenta-se aqui cinco (5) pressupostos que quando adotados, contribuem positivamente na implantação de um modelo de aprendizagem ativa, fundamentada no ensino baseado em competências, habilidades e atitudes e em uma aprendizagem baseada em projetos, que são:

- i. corpo docente diversificado, alguns docentes com perfil teórico/acadêmico e outros com perfil prático/profissional;
- ii. Projeto Pedagógico do Curso (PPC) com estratégia orientada aos pressupostos das DCN Engenharia (Figura 1);
- iii. estrutura curricular que promova a interação entre as disciplinas e desenvolvimento conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes;
- iv. foco no ensino baseado em projeto, que é um terreno vasto para exploração de ações que promovam a interação intercurricular e extracurricular docente e discente;
- v. infraestrutura física, administrativa e recursos humanos orientados a aprendizagem ativa, ensino baseada em competências, habilidades e atitudes e engenharia baseada em projetos.

Figura 1 – Modelo estratégico-operacional da área de Mecatrônica.



3 EXPERIÊNCIAS

Para comprovar esses que esses pressupostos são importantes, serão descritas duas experiências na formação em engenharia com dois perfis discentes bem distintos.

O primeiro apresenta a aplicação desses pressupostos em um curso de Qualificação Profissional de 180h. O público são profissionais graduados atuantes no mercado que passaram por cursos tradicionais na sua formação.

A outra experiência é o Mini Projeto Integrador (MiniPI), que é o desenvolvimento de um projeto de engenharia durante o terceiro semestre do curso de Engenharia Mecatrônica que envolve as disciplinas de Cálculo, Estatística e Probabilidade, Metrologia e Instrumentação e Programação. Os discentes deste curso são na maioria egressos do ensino médio tradicional e sem experiência profissional.

Em cada experiência os pressupostos apresentados foram importantes para se chegar nos resultados apresentados a seguir e inspirados em abordagens como apresentadas em Woods (2014).

3.1 FIC Indústria 4.0

O objetivo geral deste curso de qualificação profissional é: *propiciar qualificação profissional no contexto da Manufatura Avançada (Internet Industrial ou Indústria 4.0) para profissionais das indústrias e entusiastas da região do Alto Vale do Itajaí capacitando-os nas terminologias, conceitos e tecnologias fundamentais deste novo modelo de produção industrial.*

A primeira turma (20 vagas) foi ofertada no semestre 2018/02 e concluíram o curso 17 discentes das mais diversas áreas de formação, inclusive de áreas fora da engenharia, como administração de empresas.

Analisando o curso quanto aos pressupostos:

- i. Corpo Docente: o curso foi ofertado por dois docentes da área de Mecatrônica com formações nas áreas de bacharelado e tecnologia em Automação Industrial, um com experiência profissional e outro com experiência acadêmica. Com isso, o curso equilibra bem os aspectos teóricos fundamentais a serem desenvolvidos mas como foco na aplicação no dia-a-dia do discente-profissional;
- ii. PPC: o curso foi criado considerando as demandas do mercado da região. A Figura 1 define bem a estratégia de construir o PPC de *fora para dentro*. A demanda apresentada foi no desenvolvimento de competência e habilidades para saber e saber fazer projetos e análises sobre a implantação de tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 na empresa em que atua.
- iii. Estrutura Curricular: afim de atingir o perfil desejado para o egresso a estrutura do curso foi em 3 módulos (Quadro 1): Fundamentos; Supervisão e Controle; e Novas Tecnologias. Em cada módulo as disciplinas promovem o desenvolvimento de competências compartilhadas e orientadas ao Projeto Integrador.

Quadro 1 - Estrutura Curricular do FIC Indústria 4.0

| # | Módulo | Componentes Curriculares | CH (em horas) |
|--------------------------------|---------------------------------|---|---------------|
| 1. | I Fundamentos de Programação | Controlador Lógico Programável | 20 |
| 2. | | Lógica de Programação aplicada com <u>Arduino</u> | 20 |
| 3. | | Projeto Integrador I – Fundamentos* | 20 |
| 4. | II Supervisão e Controle | Internet das coisas com <u>Raspberry Pi</u> | 20 |
| 5. | | Sistema supervisorio | 20 |
| 6. | | Projeto Integrador II – Supervisão e Controle* | 20 |
| 7. | III Novas Tecnologias | Manufatura Aditiva | 20 |
| 8. | | Inteligência Artificial | 20 |
| 9. | | Projeto Integrador III – Novas Tecnologias* | 20 |
| Carga Horária Total (em horas) | | | 180 |

* Um projeto no contexto da Indústria 4.0 será desenvolvido nas disciplinas denominadas Projeto Integrador que serão ofertadas em cada módulo. A dinâmica da disciplina é constituída de atividades de pesquisa e desenvolvimento de projeto aplicado, modelagem, construção, prototipação, testes e defesa final (demonstração). As atividades nesta disciplina serão presenciais e também poder-se-á empregar EaD como suporte às atividades presenciais.

Fonte: PPC Qualificação Profissional em Manufatura Avançada, 2018

- iv. Ensino Baseado em Projeto: a temática da Indústria 4.0 possui um conjunto de onze (11) Tecnologias ditas Habilitadoras (Figura 2) para a implantação da Manufatura Avançada nas indústrias. Possuindo como referencial essas tecnologias, as demandas apresentadas, o perfil dos docentes, foram definidas as disciplinas para o curso. Diante das demandas e dos interesses dos discentes foram definidos os projetos integradores. As Figuras 3, 4 e 5 apresentam três projetos para diferentes setores (indústria/residencial, piscicultura, agricultura) que empregaram as tecnologias da Indústria 4.0 e foram desenvolvidos durante o curso ofertado em 2018/02.

Figura 2 – Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0



Fonte: Boston Consulting Group, 2018

Figura 4 – Estufa 4.0 – Hardware IoT para monitorar condições climáticas em Estufas de Tabaco

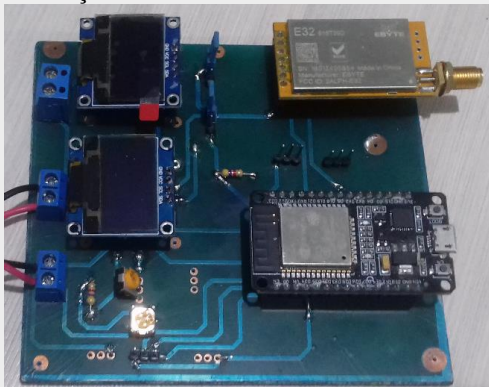
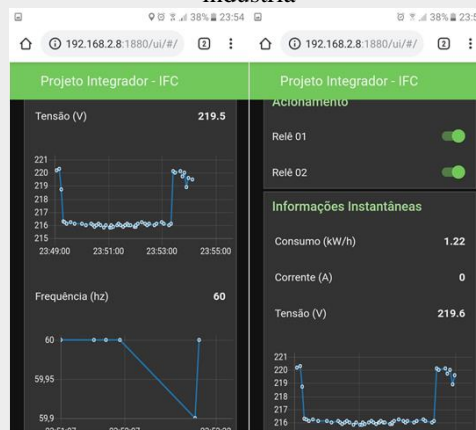


Figura 3 – Aerotech – Aerador para açudes de peixes de água doce



Figura 5 – Energia 4.0 – App para monitoramento inteligente da demanda de casa ou setores da indústria



- v. Infraestrutura: para que os pressupostos anteriores sejam atingidos é fundamental a existência de mecanismos de suporte a esse modelo: (a) laboratórios para etapas de planejamento, projeto, simulação e fabricação são indispensáveis; (b) laboratoristas e outros técnicos que garantem o suporte as atividades docentes e discentes; (c) suprimentos e materiais para prototipação e fabricação, enfim, manutenção das atividades práticas. A articulação empresa-escola pode ser uma forma de viabilizar a aprendizagem ativa em momentos de restrições orçamentárias, cabe a empresa entender como investimento e não despesa os recursos que são destinados as atividades de suporte do ensino.

Figura 6 – Infraestrutura Física disponível.



Fonte: PPC Qualificação Profissional em Manufatura Avançada, 2018

3.2 MiniPI

Quanto ao Projeto Integrador desenvolvido no terceiro semestre do curso de Engenharia Mecatrônica - MiniPI. O curso iniciou suas atividades em 2017 e o MiniPI aconteceu nas ofertas do terceiro semestre em 2018/01 e em 2019/01. O objetivo do MiniPI é desenvolver um sistema de coleta de dados de algum tipo de variável (temperatura, umidade, velocidade, luminosidade, massa) por meio de um sensor adequado. Os dados coletados são enviados de um microcontrolador dedicado para um software baseado em PC que apresenta as coletas instantâneas dos dados bem como análise estatística (média, desvio padrão, máximo e mínimo).

O curso de Engenharia Mecatrônica foi concebido orientado na estratégia da Figura 1, para atender as demandas do mercado (Figura 7), inspirado no ensino-aprendizagem baseado em competências, habilidades e atitudes referenciado pelo ensino baseado em projetos – Projetos Integradores (PI) (Figura 8).

O MiniPI é um projeto integrador que não está na estrutura curricular, contudo, devido aos pressupostos apresentados aqui os docentes visualizaram uma oportunidade de desenvolver competências, habilidades e atitudes em conjunto também no 3º semestre. Como não há uma disciplina dedicada ao PI o mesmo acontece em cada uma das disciplinas envolvidas que disponibilizam parte da carga horária para o PI. No final do semestre as equipes defendem o PI para a banca formada pelos professores das disciplinas envolvidas que atribuem uma avaliação para o projeto em conjunto e uma avaliação individualizada para cada disciplina.

Figura 7 – Concepção do curso orientado ao mercado

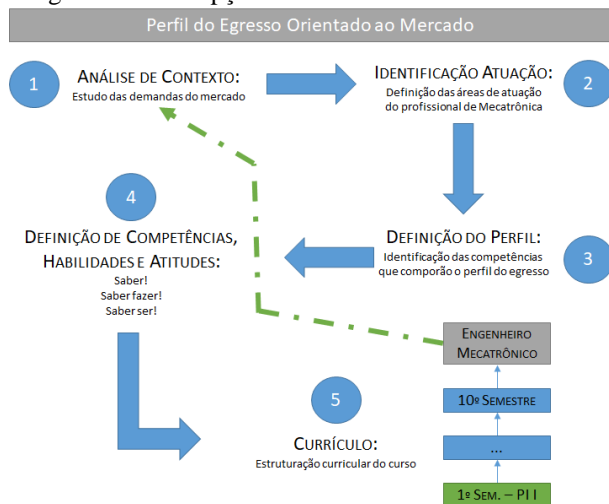
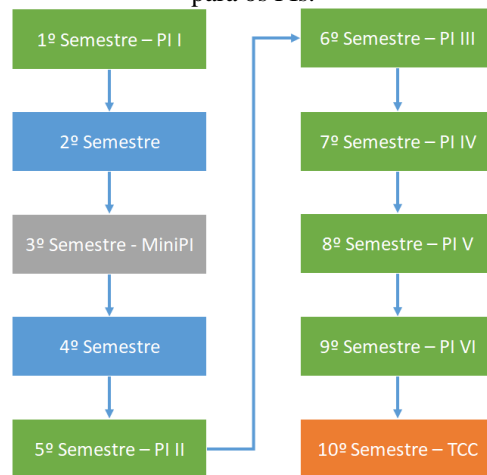


Figura 8 – Estrutura curricular do curso. Destaque para os PIs.



As Figuras 9 e 10 apresentam dois dos projetos do MiniPI no ano de 2018. Os projetos de 2018 foram finalizados com o desenvolvimento de um protótipo empregando um microcontrolador para aquisição dos dados, programação de uma interface gráfica com o usuário onde os dados tratados são exibidos e resultados estatísticos apresentados. Os projetos de 2019 foram finalizados para a versão final deste artigo. As propostas dos MiniPIs da turma de 2019 estão na Tabela 1 e dois dos protótipos desenvolvidos são apresentados nas Figuras 11 e 12.

Figura 9 – Sistema de dosagem de líquidos (MiniPI – 2018)

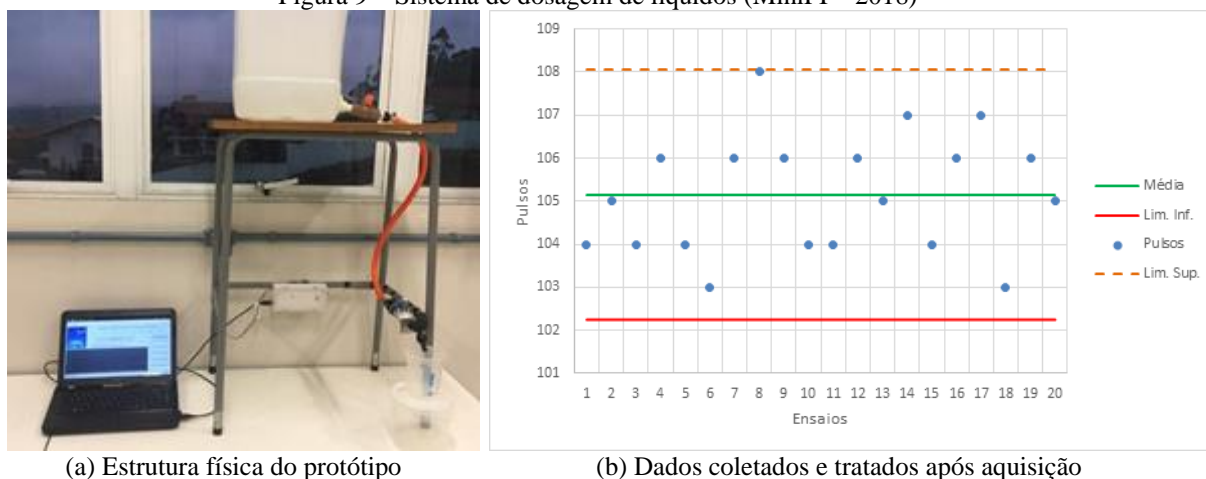


Figura 10 – Análise estatística de ensaios de tração (MiniPI – 2018)

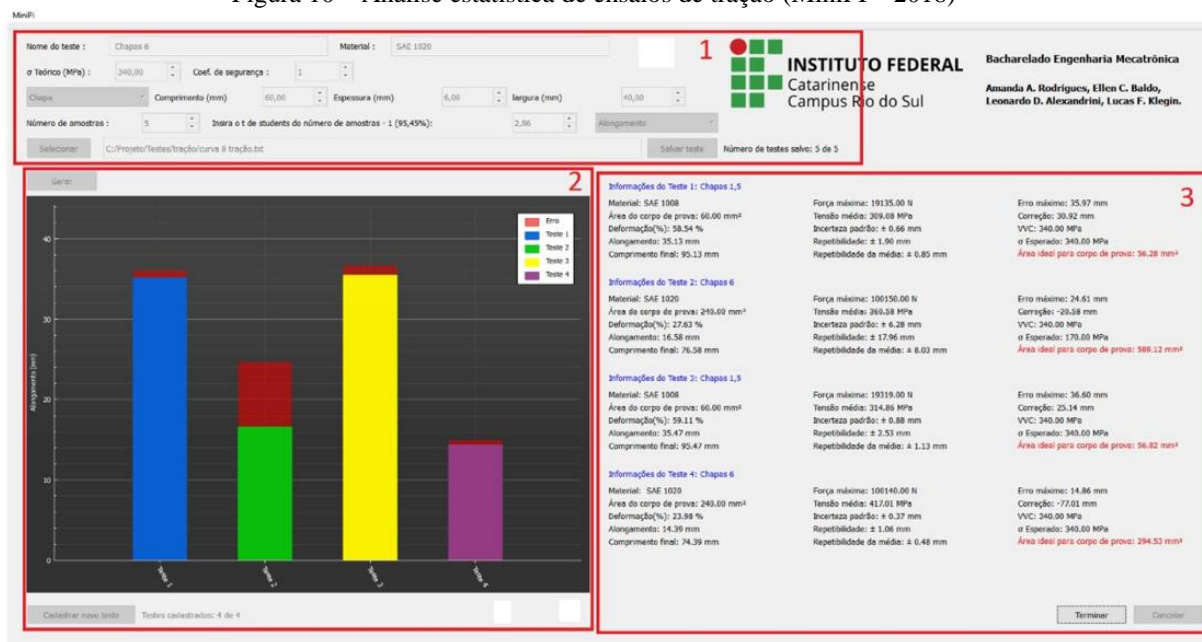


Figura 11 – Vertedouro (MiniPI - 2019)

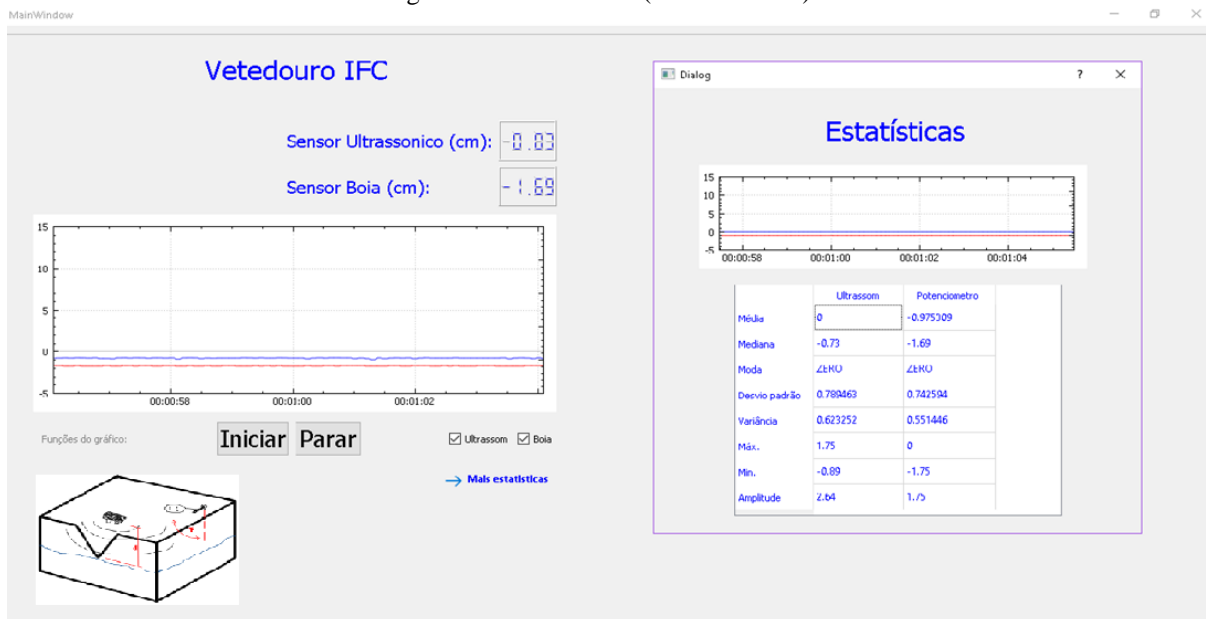


Figura 12 – Protótipo de um Scanner 3D (MiniPI – 2019)

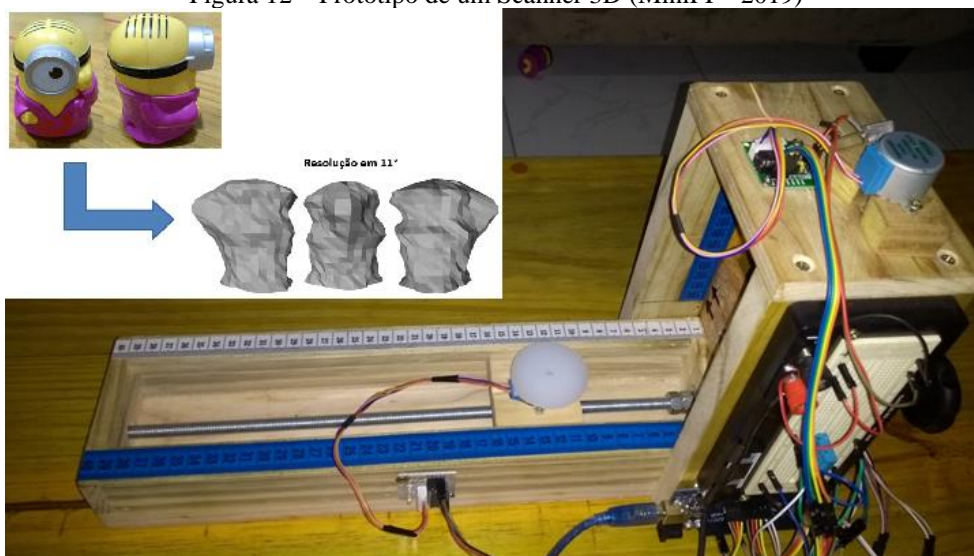


Tabela 1 – MiniPIs 2019/01.

| Equipe | Tema |
|--------|--|
| I | Avaliação metrológica de um pluviômetro de báscula microcontrolado |
| II | Desenvolvimento e calibração de uma balança digital com célula de carga |
| III | Desenvolvimento e avaliação de um Scanner 3D através de um sensor infravermelho com capacidade de medição das dimensões de um objeto |
| IV | Desenvolvimento e calibração de um Scanner 3D com sensores ultrassnicos e laser |
| V | Desenvolvimento e calibração de um sistema de medição de baixo custo para a altura de vertedouro de barragens por meio de um sensor ultrassnico |
| VI | Desenvolvimento de um sistema de medição de vazão por vertedor triangular microcontrolador |

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nós concordamos que o principal desafio na implantação do Ensino-Aprendizagem Ativo em cursos de Engenharia está explicitado no seguinte trecho do trabalho de Lima (2017): “[...] *deve-se considerar que a força da inércia representa um forte obstáculo a ser enfrentado, quando se buscam mudanças na prática educacional. A polêmica, ainda atual, em relação à transferência do centro do processo do professor [...]*” (LIMA, 2017, p.431).

Diante do posto e vivenciando-se o dia-a-dia de cursos com ensino baseado em projetos e aprendizagem baseada em competências, habilidades e atitudes, constata-se que as exigências em sala de aula e extraclasse são maiores e a responsabilidade do docente é ampliada – transmissor de conhecimento e mentor dos discentes. Os docentes devem estar preparados para atuar além de transmissores de conhecimento e atuar também como mentores/tutores/gestores dos discentes. Na Engenharia Ativa os discentes se deparam com situações de tomada de decisões (tal como nas empresas) em várias situações extracurriculares (nos projetos integradores, de pesquisa e extensão, nos grupos de trabalho, nos times de competição) e estas decisões também ocorrem nas disciplinas que fazem parte de cada semestre do curso, disciplinas estas que se encontram articuladas com práticas que estimulam até mesmo a inovação e o empreendedorismo no discente.

Outro ponto importante desta abordagem ativa é a geração e a divulgação do conhecimento para a comunidade interna e externa. A transferência da tecnologia de forma articulada com a comunidade interna e externa fomenta novas parcerias para novos projetos e garante apoio para continuidade e fortalecimento do curso.

Todavia, é necessário ressaltar que tal abordagem apresenta resultados positivos quando os pressupostos aqui apresentados estão presentes:

- i. *corpo docente diversificado, alguns docentes com perfil teórico/acadêmico e outros com perfil prático/profissional;*
- ii. *Projeto Pedagógico do Curso (PPC) com estratégia orientada aos pressupostos das DCN Engenharia (Figura 1);*
- iii. *estrutura curricular que promova a interação entre as disciplinas e desenvolvimento conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes;*
- iv. *foco no ensino baseado em projeto, que é um terreno vasto para exploração de ações que promovam a interação intracurricular e extracurricular docente e discente;*
- v. *infraestrutura física, administrativa e recursos humanos orientados a aprendizagem ativa, ensino baseada em competências, habilidades e atitudes e engenharia baseada em projetos.*

Para encerrar, Lima (2017) também argumenta que “[...] *quanto mais ativo, crítico e reflexivo for esse processo, maiores serão as chances para produzirmos mudanças na educação e na sociedade.*” e também concordamos neste aspecto, que é preciso sair da inatividade e das discussões e passar para ações concretas.

REFERÊNCIAS

MEC/CNE. Ministério da Educação/Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. PARECER CNE/CES Nº: 1/2019. APROVADO EM: 23/1/2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=109871-pces001-19-1&category_slug=marco-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 09 maio 2019.

LIMA, Valéria Vernaschi. Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino aprendizagem. Constructivist spiral: an active learning methodology. Interface - Comunicação, Saúde, Educação. 21, 61, 421-434, Apr. 2017.

PROJETO PEDAGÓGICO DE CURSO (PPC) DE QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL, MANUFATURA AVANÇADA/INDÚSTRIA 4.0/INTERNET INDUSTRIAL IFC - CAMPUS RIO DO SUL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC), SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA (SETEC), INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA CATARINENSE (IFC), Campus Rio do Sul, Março, 2018.

PROJETO PEDAGÓGICO DE CURSO SUPERIOR (PPC), ENGENHARIA MECATRÔNICA - BACHARELADO – IFC - CAMPUS RIO DO SUL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC), SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA (SETEC), INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA CATARINENSE (IFC), Campus Rio do Sul, Outubro, 2016.

WOODS, D. R. Problem-Oriented Learning, Problem-Based Learning, Problem-Based Synthesis, Process Oriented Guided Inquiry Learning, Peer-Led Team Learning, Model-Eliciting Activities, and Project-Based. Learning: What Is Best for You? ACS Publications. America Chemical Society. Industrial and Engineering Chemical Research 2014, no. 53, pgs. 5337–5354. Washington, DC, USA. dx.doi.org/10.1021/ie401202k

PROJECT-BASED LEARNING IN GRADUATION AND PROFESSIONAL QUALIFICATION ENGINEERING COURSES: A REPORT OF EXPERIENCE

Abstract: *This article presents assumptions for the implementation of project-based learning in Engineering and Professional Qualification courses. The objective is to prove that with these assumptions the development of skills, abilities and attitudes in students through project-based learning produces satisfactory results. The results achieved will be presented through two experiences of Integrator Project involving subjects from Statistics and Probability, Manufacturing, Metrology and Instrumentation, Industrial Informatic and Programming. These assumptions help in the implementation of DCN Engenharia's. They promote the articulation of teacher-students with the objective of promoting a engineering course in synergy with the demands of the market.*

Key-words: *Project-Based Learning. Teachers Synergy. Integrator Project. Skills. Abilities. Attitudes.*