

Resumos da Sessão Especial sobre o Programa Brasil-Estados Unidos de modernização da educação superior na graduação (PMG - EUA), financiado pela CAPES e pela Comissão Fulbright

APRESENTAÇÃO

O Programa Brasil - Estados Unidos de Modernização da Educação Superior na Graduação (PMG – EUA)¹ foi lançado em meados de 2018 para fomentar a modernização do ensino superior brasileiro, em consonância com as reformas educacionais que estão sendo promovidas em muitos países, e que visam fortalecer seus sistemas de educação superior, ciência, tecnologia e inovação. O PMG é realizado pela CAPES em cooperação com a Comissão Fulbright, com o apoio do Conselho Nacional de Educação – CNE, e em sua primeira chamada de propostas, financia 08 projetos institucionais de modernização (PIMs) para cursos de graduação em Engenharia.

Entre os objetivos do programa, destacam-se: (i) a criação de ambiente propício para o desenvolvimento do pensamento criativo, com sólida base teórica, da capacidade de inovação e de empreendedorismo; (ii) a geração de modelos inspiradores de currículos, de metodologias de ensino-aprendizagem e de gestão de cursos de graduação, que possam ser transbordados para o sistema de ensino superior brasileiro; (iii) a formação de redes de colaboração acadêmica entre o Brasil e os EUA para o aprimoramento da qualidade da educação na graduação e alinhamento com as tendências internacionais da área de Engenharia.

Após a análise de 50 propostas, foram contemplados os cursos de Engenharia Civil da UNISINOS (RS); de Engenharia de Produção da UFRGS (RS); de Engenharia de Materiais da UFSCar (SP); de Engenharia Ambiental da UFRJ (RJ); de Engenharia Mecânica do SENAI/CIMATEC (BA); de Engenharia Química da Escola Politécnica da USP (SP); de Engenharia de Controle e Automação da PUC-PR (PR); de Engenharia Eletrônica da UNIFEI (MG).

Estes cursos receberão ao longo dos oito anos de projeto (2019 – 2026) cerca de R\$ 2,6 milhões de investimento cada, sendo a maior parte destinada a missões de trabalho de docentes e de assistentes - doutorandos e pós-doutorandos - em universidades dos EUA, tendo em vista o planejamento e execução de atividades de modernização, com o compromisso de criação de atividades que possam se tornar referência para no Brasil.

Nesta Sessão Especial do COBENGE 2019, cada um dos cursos financiados pelo PMG – EUA apresentou suas primeiras atividades e seu planejamento. Foi uma oportunidade muito rica de aprendizagem e discussão, visando as melhorias vislumbradas para a Educação em Engenharia no Brasil. As duas partes da Sessão foram gravadas e estão disponíveis no YouTube². Todos os projetos elaboraram um breve resumo, os quais estão compilados a seguir e mostram os avanços e desafios de cada projeto. Esperamos que esta possa ser a primeira de várias sessões especiais sobre o PMG – EUA no COBENGE, de maneira a facilitar a disseminação dos resultados do programa.

Prof. Daniel Rodrigo Leiva
Departamento de Engenharia de Materiais da UFSCar

Prof. Antonio Carlos Seabra
Escola Politécnica da USP

Organizadores da Sessão Especial do PMG – EUA no COBENGE 2019

¹ Mais informações estão disponíveis em <https://www.capes.gov.br/bolsas-e-auxilios-internacionais/pais/204-estados-unidos/8914-pmg-eua>

² Os links são: <https://www.youtube.com/watch?v=OmC9HeaMLH8> e <https://www.youtube.com/watch?v=gM9JJ-KcoNo>

PROGRAMA BRASIL-ESTADOS UNIDOS DE MODERNIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO SUPERIOR NA GRADUAÇÃO – PIM UNISINOS

<http://www.youtube.com/watch?v=OmC9HeaMLH8&t=1m40s>

Grupo Gestor

Prof. Dr. Gustavo Severo de Borba
Prof. Dr. Daniel Reis Medeiros
Prof. Ms. Jeferson Ost Patzlaff
Prof. Dr. Uziel Cavalcanti de Medeiros Quinino
Prof. Dr. Mauricio Mancio
Prof. Dra. Tatiana Louise Avila de Campos Rocha
Prof. Dra. Amanda Goncalves Kieling
Prof. Dr. Sandro Jose Rigo

1 INTRODUÇÃO

Os cursos de graduação em Engenharia têm sido amplificados e melhorados ao longo dos anos, desde sua criação no Brasil. Porém, o país ainda enfrenta dificuldades para competir no mercado internacional. Como mostra o Índice Global de Inovação (IGI), o país perdeu 22 posições no ranking entre 2011 e 2016, situando-se em 2017 em 69º lugar entre os 128 países avaliados. (CORNEL; INSEAD; OMPI, 2018).

Analisando a quantidade de engenheiros por habitante, observa-se que o Brasil, de acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2016), ocupava uma das últimas posições no ranking. Em 2014, enquanto a Coreia, 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.

Nos últimos anos, foi possível expandir significativamente o número de matriculados e concluintes dos cursos de Engenharia no país. Somente em 2016, cerca de 100 mil bacharéis graduaram-se em cursos presenciais e à distância. Algumas estimativas apontam, porém, que a taxa de evasão se mantém em um patamar elevado, ou seja, da ordem de 50%.

Ao mesmo tempo, o setor produtivo encontra dificuldades para recrutar trabalhadores qualificados para atuar na fronteira do conhecimento das engenharias, que, para além da técnica, exige que seus profissionais tenham domínio de habilidades como liderança, trabalho em grupo, planejamento, gestão estratégica e aprendizado de forma autônoma, competências conhecidas como *soft skills*. Em outras palavras, há uma demanda crescente de profissionais com um desenvolvimento técnico sólido, combinado com uma formação mais humanística e empreendedora.

Tendo em vista o lugar central ocupado pela Engenharia na geração de conhecimento, tecnologias e inovações, é estratégico considerar essas novas tendências e dar ênfase à melhoria da qualidade dos cursos oferecidos no país, a fim de aumentar a produtividade e ampliar as possibilidades de crescimento econômico, tanto hoje quanto no futuro.

Buscando a melhoria contínua do processo de ensino, a UNISINOS, no seu planejamento estratégico, definiu a reformular seus cursos de engenharia como um projeto prioritário, focado na personalização do curso de graduação para o aluno e no aprofundamento das experiências no ecossistema UNISINOS, por meio de práticas curriculares mais próximas aos desafios do trabalho, de forma a integrar ensino, pesquisa e extensão.

Para desenvolver e aplicar as melhorias propostas no processo de planejamento estratégico da Universidade, a UNISINOS elaborou o Projeto Institucional de Modernização (PIM), para os cursos de Engenharia Civil e Engenharia Ambiental, com base no edital de seleção do "Programa Brasil-Estados Unidos de Modernização da Educação Superior na Graduação (PMG - EUA), ao qual foi contemplada.

O objetivo geral do PIM da UNISINOS é implementar um novo Modelo de Graduação flexível e personalizado, que extrapola a visão disciplinar e os limites da sala de aula em uma trajetória formativa continuada e integrada à realidade;

Os objetivos específicos são:

a) Ampliar a parceria com empresas do setor produtivo, aproximando também as práticas de sala de aula aos Institutos Tecnológicos;

- b) Criar um espaço de integração de projetos que incentivem a geração de ideias, a proposição de solução à problemas e ações empreendedoras;
 - c) Desenvolver um ambiente virtual que permita a construção e o acompanhamento individualizado do portfólio de cada aluno;
 - d) Fortalecer e ampliar as relações com instituições americanas para intercâmbio de alunos e professores, além de implementar a dupla titulação.
- a) Gerenciar a implementação do novo currículo, a fim de garantir o desenvolvimento das competências necessárias para atuação do egresso em um contexto profissional em constante transformação.

2 ENGENHARIA CIVIL E ENGENHARIA AMBIENTAL

O Curso de Engenharia Civil da UNISINOS obteve autorização para seu funcionamento em 1977. Seu reconhecimento ocorreu em 1982 e a renovação do reconhecimento deu-se em 2015. Desde sua primeira colação de grau, em 1982, o Curso já formou aproximadamente 1850 alunos. Nos últimos anos, o Curso tem tido uma média em torno de 1.400 alunos matriculados e 50 alunos graduados por ano, com um tempo médio de graduação de 7 anos.

O Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental da UNISINOS foi associado ao PIM considerando a interface existente com o curso de Engenharia Civil. O curso iniciou suas atividades em 2010 e obteve seu reconhecimento em 2015. Atualmente, conta com 115 alunos regularmente matriculados.

Os projetos curriculares dos cursos apresentam forte relação não somente em conteúdos de formação básica como também em atividades acadêmicas de formação profissionalizante potencializadoras de práticas integradas. Estes profissionais podem atuar em equipes multidisciplinares na elaboração e execução de planos, programas e projetos de gerenciamento tendo em vista o tratamento de resíduos e a recuperação de áreas contaminadas ou degradadas, bem como elaborar, planejar, e monitorar sistemas hídricos, tratamento de água, de esgoto e de efluentes industriais, no sentido de reduzir impactos ambientais. Um outro ponto de convergência entre estes cursos está na área de pesquisa, visto que o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil apresenta como área de Concentração o Gerenciamento de Resíduos, desenvolvendo pesquisas nas linhas de Minimização de resíduos em processos industriais e Reciclagem e disposição final de resíduos. Neste sentido, os procedimentos de modernização aplicados ao curso de Engenharia Civil contribuirão para a qualificação do curso de Engenharia Ambiental oportunizando a integração das áreas no desenvolvimento de projetos aplicados.

3 CURRÍCULO: UM NOVO MODELO PARA DESENVOLVIMENTO DO ALUNO

O novo modelo de currículo desenvolvido, alinhado ao projeto, busca a formação de profissionais capazes de mobilizar competências para agir em contextos atuais e futuros e resolver problemas locais e globais, bem como criar soluções inovadoras e replicáveis. Pretende-se, desse modo, subsidiar a constituição de um *modo de ser* profissional, permeado pelos valores institucionais da Universidade que possibilita uma formação sólida e comprometida com a comunidade local, além de ser projetada para atender aos desafios da formação dos profissionais do futuro. Este currículo propõe que o estudante personalize sua jornada acadêmica de acordo com seus interesses, conforme a Figura 1 que representa a trajetória do aluno no currículo que alinha competências pessoais e profissionais, através de vivências práticas da carreira escolhida.

Figura 1 – Trajetória do Aluno

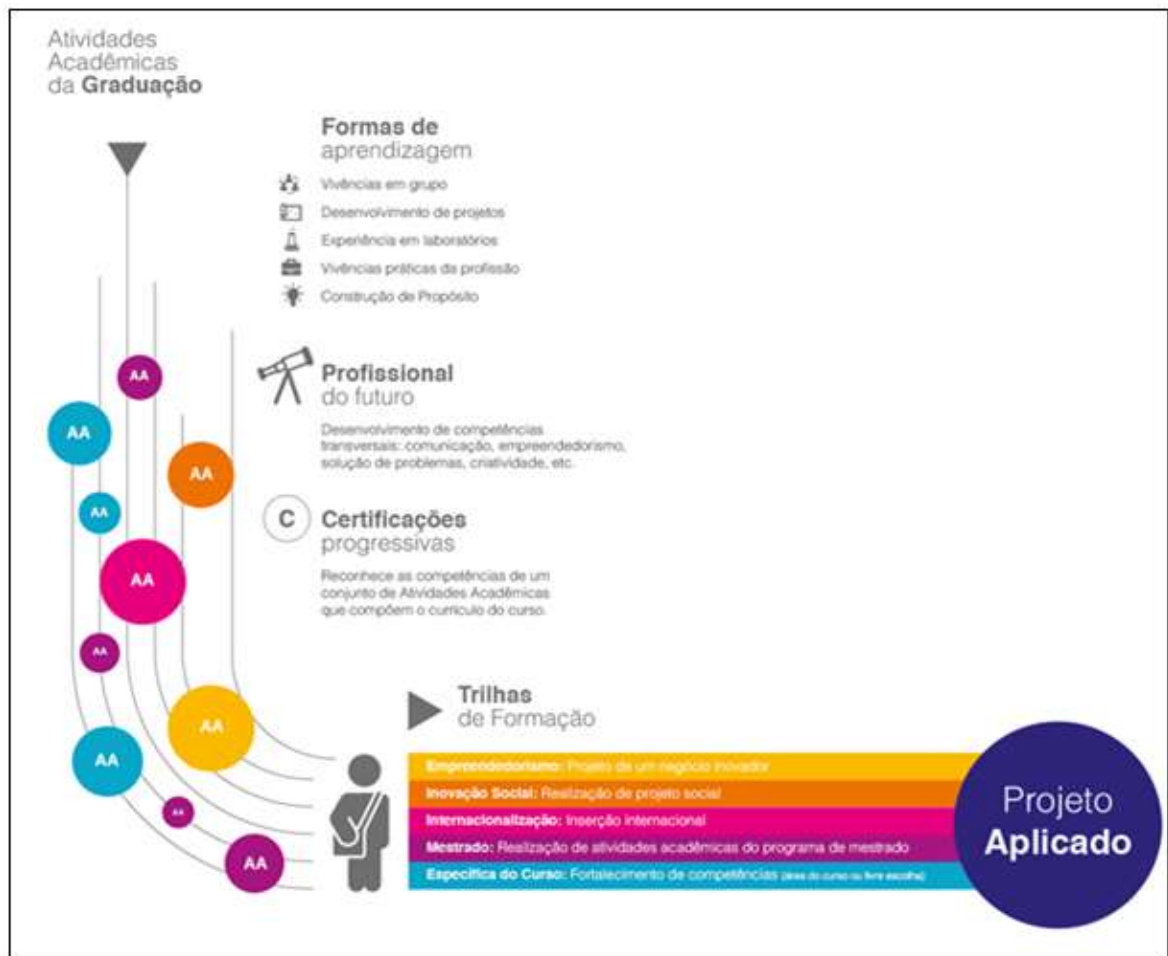


A construção do currículo é estruturada a partir de Trilhas de Formação que tem como objetivo permitir a institucionalização de um currículo de Graduação personalizado, dentro de uma lógica formativa que vise à construção de *um curso para cada aluno*, levando em consideração, já em nível de Graduação, os diferentes interesses e as diferentes perspectivas de futuro de cada um. O aluno terá cinco Trilhas de Formação à sua escolha: *Empreendedorismo, Inovação Social, Internacionalização, Mestrado e Específica do Curso*, conforme Figura 2.

Ao longo da Trilha de Formação escolhida, o estudante poderá desenvolver de forma mais específica suas aptidões e os conhecimentos na sua área de interesse. Neste modelo, o aluno é introduzido no mercado, possibilitando que tenha acesso desde o início da formação ao ambiente transdisciplinar e múltiplo do Parque Tecnológico, dos Institutos Tecnológicos da UNISINOS, além de outras empresas parceiras. Desenvolvendo projetos inter e transdisciplinares por meio das Atividades de seu Curso e atividades compartilhadas entre cursos de engenharias afins onde ele possa conviver com estudantes com diferentes formações.

Destacam-se ainda no projeto curricular as Atividades Articuladoras, que integram as atividades acadêmicas e a interdisciplinaridade. Por meio destas atividades ao longo do Curso os alunos, orientados por Professores Articuladores, desenvolvem projetos que ampliam a complexidade à medida que avançam em relação ao desenvolvimento de competências no Curso, e mobilizam conhecimentos de diferentes áreas para solucionar problemas reais e projetados no futuro.

Figura 2 – Trajetória do Aluno



4 METODOLOGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM: PARTICIPAÇÃO DISCENTE E DOCENTE

Como um dos mobilizadores da proposta curricular do Curso, destacam-se as metodologias de ensino e de aprendizagem, fundadas em uma concepção de construção ativa e colaborativa de conhecimento, sustentadas na trilogia: experiência, reflexão e ação. Essa concepção permite que discentes vivenciem as realidades distintas, reflitam sobre tais realidades e construam projetos de ação que possam contribuir para transformar o contexto onde estão inseridos.

Nesse projeto, a intencionalidade pedagógica mobiliza uma construção metodológica orientada para as experiências que articulam teoria e prática, de modo indissociável, e que transcende o espaço pedagógico da sala de aula para debruçar-se sobre contextos, problemáticas e vivências da contemporaneidade profissional do egresso. Essa intencionalidade constitui-se como vetor de mobilização estudantil em relação ao contexto social de atuação desde o princípio do curso e ao longo de distintas disciplinas, tanto aquelas com caráter mais teórico quanto aquelas mais aplicadas.

A intencionalidade pedagógica concretiza-se em diferentes cenários de aprendizagem, pautada por uma perspectiva ativa, humanística, tecnológica e projetual, e viabiliza: a) espaços colaborativos de construção de conhecimento, tanto dentro do curso quanto entre cursos distintos; b) a construção e o desenvolvimento de parcerias com contextos diversos de atuação profissional; c) a exploração de espaços distintos de aprendizagem, tanto no âmbito virtual quanto presencial, acadêmico e profissional; d) a proposição de projetos colaborativos de aprendizagem investigativa com proposição de soluções reais; e) o fomento do protagonismo compartilhado entre docentes e discentes, de modo que a universidade seja tanto um espaço de construção de conhecimento quanto de convívio entre diferentes seres e saberes; f) a construção de portfólios dos discentes; g) o desenvolvimento de postura crítica, investigativa, empreendedora, propositiva e colaborativa.

Ao delinear o percurso formativo, é indispensável projetar o percurso de avaliação, que acompanha e dá sustentação ao desenvolvimento de competências. A avaliação, nesse cenário, pressupõe o acompanhamento contínuo dos processos individuais e coletivos de desenvolvimento de competências, e projeta técnicas distintas, tanto para que o professor faça o acompanhamento quanto para o discente, que constrói o senso de progressão no curso. Essa avaliação atenderá três funções básicas: diagnóstica, formativa e acreditativa. A partir dessas funções, a concepção de avaliação proposta, em sintonia com as metodologias ativas e com vistas ao desenvolvimento de competências, prevê a criação de estratégias de acompanhamento, mapeamento e registros apropriados e condizentes com a Atividade Acadêmica articuladas com o projeto curricular do curso.

5 PARCERIAS COM O SETOR PRODUTIVO

O Sistema Unisinos de Ciência, Tecnologia e Inovação interconecta diferentes práticas que oferecem conhecimento e tecnologia para dar suporte ao processo de inovação de maneira colaborativa e consistente. Como aliados da relação Universidade-Empresa, a Unisinos possui cinco Institutos Tecnológicos (itts), o Portal de Inovação (incubadora de projetos) e o Complexo Tecnológico Unitec (incubadora de empresas). A participação na governança do Tecnosinos, parque tecnológico anexo à universidade, permite a interação de professores e alunos com as 105 empresas de base tecnológica na região de São Leopoldo. Os Institutos Tecnológicos da Unisinos reforçam o foco estratégico da instituição na prestação de serviços e atendimento de necessidades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação de empresas e organizações, além da formação de quadros técnicos altamente especializados.

Os Institutos Tecnológicos são amparados pelo NITT Unisinos – Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia e atuam como parceiros de empresas e organizações, contribuindo para a competitividade e sustentabilidade do estado e do país. A Unisinos conta com o Portal da Inovação como parte da estratégia institucional de promoção da Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Com o objetivo de reforçar a interação entre universidade, empresas, governo e sociedade, o espaço se propõe a estimular o desenvolvimento de inovações tecnológicas. O Complexo Tecnológico Unitec é a unidade de negócios da Unisinos, que estimula, planeja e realiza inovações tecnológicas, fomentando o conhecimento gerado na universidade e o integrando com as empresas, por meio de pesquisa aplicada.

REFERÊNCIAS

Universidade Cornell, INSEAD; Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI). **Índice Global de Inovação de 2018: Energizando o Mundo com Inovação**. 11 ed. Ithaca, Fontainebleau e Genebra: Universidade Cornell; INSEAD; OMPI, 2018.

Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD). **Education at a Glance 2016: OECD Indicators**. Paris: OECD Publishing, 2016. <http://dx.doi.org/10.187/eag-2016-en>

Abordagem para Modernização do Curso Graduação de Engenharia de Produção da UFRGS

Approach for Modernization of the Production Engineering Undergraduate Course at UFRGS

<http://www.youtube.com/watch?v=OmC9HeaMLH8&t=54m32>

Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco
macannarozzo@gmail.com
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Luiz Carlos Pinto da Silva Filho
lcarlos66@gmail.com
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Carla Schwengber ten Caten
carlacaten@gmail.com
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Resumo:

O presente trabalho objetiva apresentar uma abordagem para a modernização do curso de engenharia de produção da UFRGS e os resultados parciais obtidos nas suas primeiras duas etapas de execução: i) identificação e análise de *stakeholders* do curso e ii) identificação de requisitos. Para isso, a abordagem proposta é baseada no Processo de Engenharia de Sistemas, seguindo 5 etapas alinhadas à metodologia Conceive-Design-Implement-Operate – CDIO, durante o período de 8 anos. Dentre os resultados parciais obtidos destacam-se a identificação, sensibilização e levantamento de demandas de diversos *stakeholders*: expectativas e necessidades dos discentes; avaliação de competências na perspectiva dos egressos; análise de pontos fortes e fraquezas do curso pelos docentes; consolidação de parcerias com instituições norte-americanas e engajamento de unidades e setores da UFRGS.

Abstract:

This paper aims to present an approach for the modernization of the production engineering program at UFRGS and the partial results obtained in its first two stages developed: i) identification and analysis of course stakeholders and ii) requirements identification. For this, the proposed approach is based on the Systems Engineering Process following 5 steps aligned with the Conceive-Design-Implement-Operate - CDIO methodology over a period of 8 years. Among the partial results obtained are the identification, sensitization and survey of demands of different stakeholders: expectations and needs of students; skills assessment from the perspective of alumni; analysis of strengths and weaknesses of the course by professors; consolidation of partnerships with US institutions and engagement of UFRGS units and sectors.

1. Introdução

A Educação em Engenharia tem passado por um processo evolutivo no que diz respeito a formação, em nível mundial. O ensino superior de engenharia precisa se adequar para acompanhar esses avanços e, em particular, para contribuir com essas oportunidades e desafios globais. O ensino superior precisa preparar os engenheiros do futuro com as habilidades e conhecimentos que eles precisarão para gerenciar mudanças rápidas, incertezas e complexidades (Brasil, 2019; Meixell et al., 2015). Por esta razão, as universidades estão explorando maneiras de atualizar os seus currículos de engenharia, a fim de atender às novas necessidades da indústria e da sociedade (e.g., Domschke; Blaho, 2017; Buyurgan, Kiassat, 2017).

No Brasil, a proposta de novas diretrizes curriculares para a Engenharia (Brasil, 2019) e o dinâmico cenário futuro que o engenheiro de produção precisará enfrentar (Meixell et al., 2015), intensifica a necessidade de modernizar o curso de forma a atender as novas competências do engenheiro de produção e as demandas dos diversos stakeholders, a partir de um curso relevante, prático, flexível e atraente para os discentes.

Neste contexto, o presente estudo objetiva apresentar uma abordagem para a modernização do curso de engenharia de produção da UFRGS e os resultados parciais obtidos nas suas primeiras

etapas de execução. A abordagem considera a atualização curricular, incorporação de práticas pedagógicas inovadoras e capacitação de docentes; de forma a promover o desenvolvimento de profissionais com as competências necessárias para enfrentar os desafios e oportunidades advindos das mudanças rápidas, incertezas e complexidades que moldam o cenário do futuro do engenheiro (e.g., Parashar; Parashar, 2012; Meixell et al., 2015).

2. Abordagem proposta

Para a modernização do curso é usada a abordagem de processo de engenharia de sistemas (Buyurgan e Kiassat, 2017; Meixell et al., 2015). Esta abordagem permite realizar uma análise das partes interessadas, identificar necessidades e requisitos do programa e executar um processo de design iterativo, consistindo de um desenho preliminar e detalhado, antes de chegar na validação, avaliação e contínua melhoria. As etapas definidas na abordagem e alinhadas à abordagem Conceive-Design-Implement-Operate (CRAWLEY et al., 2007) são: i) Identificação e análise de stakeholders do curso; ii) Definição de requisitos do curso; iii) Design conceitual; iv) Design Preliminar; v) Design Detalhado; vi) Implementação e Avaliação.

A abordagem tem uma duração de 8 anos, sendo que as primeiras 5 etapas acontecem nos primeiros 3 anos, iniciando em 2019 e a última etapa com duração de 5 anos. Na Figura 1 se apresentam as etapas e principais atividades compreendidas na abordagem de modernização proposta.

Figura 1. Etapas da abordagem de modernização.

Etapas da abordagem	Descrição
1. Identificação e Análise de Stakeholders – 2019	Mapeamento e engajamento dos principais atores envolvidos. Sensibilização e levantamento de demandas e expectativas.
2. Identificação de Requisitos - 2019	Definição e priorização de requisitos para a modernização do curso junto aos stakeholders. Definição dos objetivos do curso e perfil desejado. Adequação de salas de aula para uso de práticas pedagógicas ativas.
3. Design Conceitual - 2020	Verificar alinhamento dos requisitos com o PPC (projeto pedagógico do curso) atual. Desenho de alternativas de currículo baseados em competências.
4. Design Preliminar - 2020	Seleção de alternativa de currículo e validação com stakeholders e requisitos. Definição de métodos de avaliação por competências
5. Design Detalhado - 2021	Atualização do PPC, implementação de alterações curriculares e ajuste de planos de ensino. Capacitação de docentes em práticas pedagógicas ativas.
6. Implementação e avaliação – 2022 a 2026	Implementação do novo currículo, acompanhamento e melhoria. Avaliação de feedback dos stakeholders.

Neste trabalho são apresentados os resultados parciais das duas primeiras etapas que estão sendo desenvolvidas no primeiro ano do projeto de modernização.

3. Resultados Parciais

Os resultados apresentados neste trabalho estão relacionados às duas primeiras etapas da abordagem proposta para modernizar o curso de Engenharia de produção, que compreendem a identificação e análise de stakeholders do curso e a Definição dos requisitos do curso.

3.1 Identificação e análise de stakeholders do curso

Nesta etapa foram identificados e priorizados os stakeholders envolvidos e impactados na modernização do curso. Para cada um dos stakeholders foram definidas ações para engajamento, sensibilização e levantamento de demandas (ver Figura 2).

Figura 2. Ações definidas para os stakeholders do curso.

Nível	Stakeholders	Ações
1	Discentes	Comunicação do projeto. Pesquisa para levantamento de expectativas e necessidades
2	Docentes	Comunicação e sensibilização. Grupos focados para levantamento de expectativas e análise estratégica do curso.
3,4,5	Setores e docentes outros departamentos	Comunicação e engajamento.
6	Outras instituições de ensino parceiras	Consolidação de parcerias. Benchmarking para levantamento de boas práticas.
7	Egressos e setor produtivo	Levantamento de demandas do mercado. Oportunidades de parcerias para o curso.
8 e 9	Associações de classe e agentes regulamentadores	Levantamento de novas diretrizes curriculares, competências demandadas do perfil do engenheiro de produção.

3.2 Identificação de requisitos

A partir de ações com stakeholders foram identificados diversas demandas e necessidades que estão sendo desdobradas em requisitos para a modernização do curso, a partir da metodologia Gestão de Requisitos (Sommerville, 2007). A Figura 3 apresenta uma amostra dos requisitos levantados junto aos principais stakeholders.

Figura 3. Requisitos identificados juntos aos stakeholders.

Stakeholder	Requisitos para o curso
Discentes	Currículo flexível (horários), Práticas pedagógicas inovadoras, Maior proximidade com mercado e setor produtivo, Curso mais prático, Material didático moderno, Interdisciplinaridade.
Docentes	Capacitação em práticas pedagógicas inovadoras e métodos de avaliação por competências; Adequação de infraestrutura às novas práticas; Atualização
Instituições parceiras	Uso de ferramentas de ensino online como suporte ao ensino presencial
Egressos	Priorizar desenvolvimento de competências: Negociação e resolução de conflitos, Liderança, Capacidade de Comunicação, Conhecimento de questões atuais, Postura inovadora
Associações de Classe e agentes regulamentadores	Competências de engenheiro (DCNs); Competências do engenheiro de produção (ABEPRO); outros requisitos.

4. Considerações finais

A abordagem proposta para modernização do curso de graduação em engenharia de produção da UFRGS tem se mostrado adequada no primeiro ano do projeto, uma vez que permitiu identificar os principais atores envolvidos e impactados (stakeholders do curso), seu grau de influência e demandas que estão sendo transformadas em requisitos do novo curso. Estas primeiras etapas são essenciais para o redesenho curricular e definição do perfil do egresso que melhor atenda as demandas do mercado e da sociedade. As próximas atividades devem dar continuidade ao plano de comunicação e consolidação de parcerias com o setor produtivo e dar início à **etapa de design conceitual**.

5. Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério da Educação. Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 08 mai. 2019.

BUYURGAN, N.; KIASSAT, C. Developing a new industrial engineering curriculum using a systems engineering approach. **European Journal of Engineering Education**, 2017. DOI: 10.1080/03043797.2017.1287665.

CRAWLEY, Edward et al. **Rethinking engineering education**. The CDIO Approach, v. 302, p.60-62, 2007.

DOMSCHKE, A. BLAHO, J. A. Adapting the Industrial Stage-Gate® Process to Create a Novel Master's Degree Innovation Curriculum. **Technology and Innovation**, Vol. 19, pp. 363-379, 2017.

MEIXELL, M. J.; BUYURGAN, N.; KIASSAT, C. Curriculum Innovation in Industrial Engineering: Developing a New Degree Program. 122nd **ASEE Annual Conference & Exposition**. American Society for Engineering Education, 2015.

PARASHAR, A.K.; PARASHAR, R. Innovations and curriculum development for Engineering education and research in India. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, v.56, p. 685-690, 2012.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2007.

**'MOVIMENTA MATERIAIS': PROJETO INSTITUCIONAL DE MODERNIZAÇÃO DO CURSO DE
ENGENHARIA DE MATERIAIS DA UFSCar**

**'MATERIALS IN MOVEMENT': INSTITUTIONAL PROJECT FOR MODERNIZING THE MATERIALS
ENGINEERING COURSE AT UFSCar**

<http://www.youtube.com/watch?v=gM9JJ-KcoNo&t=50m26s>

Leonardo Pollettini Marcos, Bráulio Salumão de Oliveira, Lidiane Cristina Costa,
Daniel Rodrigo Leiva, Luiz Fernando de Oriani e Paulillo

Correspondência: daniel.leiva@ufscar.br
Universidade Federal de São Carlos

Resumo:

A Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) rege-se pelo princípio da excelência acadêmica. Assim, busca constantemente o aprimoramento de suas atividades, dentre elas o ensino. Alinhado a isso, o curso de Engenharia de Materiais tem liderado, dentro da instituição, a implementação do Programa Brasil-EUA de Modernização da Educação Superior na Graduação (PMG)^[1] a fim de colaborar amplamente com o desenvolvimento de habilidades e competências dos educandos, pautado nas Diretrizes Nacionais Curriculares^[2], preparando-os para atuar nos mais diversos cenários profissionais. Assim, propôs-se a formação de grupos focados na gestão e na execução do projeto. Os times foram concebidos de forma flexível e multidisciplinar. Eles interagem intensamente entre si de maneira que o planejamento para o desenvolvimento do projeto está concretizado.

Abstract:

The Federal University of São Carlos (UFSCar) has one of its main principles the academic excellence. Thus, it constantly seeks to improve its activities, including teaching. In line with this, the Materials Engineering course has led, within the institution, the implementation of the Brazil-USA Program for the Modernization of Higher Education in Graduation (PMG) [1] in order to collaborate widely with the development of skills and competences of students, guided by the National Curriculum Guidelines [2], preparing them to work in the most diverse professional settings. Thus, it was proposed to form groups focused on the management and execution of the project. The teams were designed in a flexible and multidisciplinary way. They interact intensively with each other so that the planning for the development of the project is accomplished.

1. Estruturação do projeto

O projeto PMG-2018984450P aprovado, e atualmente no primeiro ano de sua execução, propõe a modernização do curso de graduação em Engenharia de Materiais da UFSCar. Para melhor implementação da proposta foram estabelecidos dois grupos principais para acompanhamento sistemático do planejamento e da execução das atividades, denominados Equipes de Gestão e Equipes de Trabalho. As equipes de gestão são compostas por representantes de diversas instâncias da Universidade, de departamentos envolvidos com a graduação em Engenharia de Materiais e de membros internos e externos à comunidade do DEMA/UFSCar. Por sua vez, as equipes de trabalho contemplam os docentes, discentes, assistentes, técnico-administrativos e outros, diretamente envolvidos na execução das atividades. Este documento objetiva descrever a organização básica dessas equipes e suas funções, metas estabelecidas e andamento das atividades até o momento.

2. Equipes de gestão

As equipes de gestão do Projeto Institucional de Modernização do curso de Engenharia de Materiais da UFSCar foram divididas em quatro times: Grupo de Apoio Institucional; Grupo Gestor; Equipe de Avaliação e Grupo Consultor.

O grupo de apoio institucional possui como principal função a disponibilização de pessoal, infraestrutura e incentivo acadêmico. Entre suas atividades, são previstas o apoio na obtenção e

registro de indicadores, uso de ferramentas de educação à distância, produção de material audiovisual, formalização de convênios e apoio aos estrangeiros. Este grupo é composto pela reitoria da UFSCar, pelas pró-reitorias de graduação e administração (ProGrad e ProAd), e pelas secretarias de planejamento e desenvolvimento institucional (SPDI), de educação a distância (SEAD) e de relações internacionais (SRInter).

O grupo gestor é o responsável pelo gerenciamento das atividades estabelecidas pelas equipes de trabalho, seus prazos e resultados, além da integração do trabalho de todas as outras equipes. Esse grupo é constituído pelo diretor e vice-diretor do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia (CCET) da UFSCar, chefe e vice-chefe do Departamento de Engenharia de Materiais, Coordenador e vice-coordenador do curso de graduação, representantes docentes de outros departamentos responsáveis pelas disciplinas do ciclo básico e docentes das ênfases do núcleo específico do curso (Metais, Cerâmicas e Polímeros).

A equipe de avaliação é formada pelos membros do grupo gestor e ex-membros de diferentes atividades do PIM que contribuíram ao longo da execução do projeto. Sua principal atividade é mensurar os resultados obtidos pelas propostas e ações, avaliar a eficácia das práticas, e orientar a revisão do planejamento das atividades.

O grupo consultor tem como principal função servir como um suporte para análise prévia do ambiente interno e externo o curso de graduação e apoiador à tomada de decisão. É composto por ex-alunos de diferentes áreas de atuação, gestores de recursos humanos e de empresas que recrutam egressos do curso, representantes dos alunos dos ciclos profissionalizante e específicos do curso de graduação, além de docentes das diferentes ênfases.

3. Equipes de trabalho

Foram também organizadas equipes de trabalho, divididas em várias frentes, com o objetivo de desempenhar as atividades relativas à execução do projeto. A estrutura foi pensada de maneira flexível, de forma que equipes de trabalho podem surgir ou se dissolver de acordo com as necessidades que forem identificadas ao longo da execução do projeto. No presente momento, temos as equipes identificadas na Figura 1.

A equipe intitulada "métodos" é responsável pelo desenvolvimento do projeto pedagógico modernizado. É competência deste time a análise do projeto pedagógico vigente, análise das novas DCNs de Engenharia; análise crítica dos resultados obtidos através das missões com os Estados Unidos e implementação das trilhas de formação (Inovação tecnológica e empreendedorismo e Engenharia de materiais computacional). Além de estabelecer direções para o progresso do projeto, cabe ao time métodos a organização de oficinas pedagógicas para capacitação docente em metodologias ativas de ensino, aprendizagem e avaliação da aprendizagem. É uma equipe diversa, dada a natureza abrangente do trabalho a ser por ela desempenhado, e atualmente é composta por docentes e alunos de pós-graduação do Departamento de Engenharia de Materiais e pedagogas da Pró-Reitoria de Graduação e da Secretaria Geral de Educação a Distância. As principais metas do time podem ser definidas como: Analisar e debater o atual plano pedagógico do curso de Engenharia de Materiais da UFSCar; Propor interações verticais e horizontais entre as disciplinas do curso, visando uma maior conexão entre os assuntos trabalhados; Analisar e estudar novas filosofias e metodologias para a educação em engenharia, para propor aquelas que mais se adequam à realidade local; Preparar e executar atividades para mobilização da comunidade acadêmica frente à importância e necessidade de colaboração do projeto; Oferecer oficinas voltadas ao desenvolvimento docente com base nas filosofias de educação a serem adotadas, coletar e tratar os dados adequados para elaboração dos indicadores de progresso do projeto, e também necessários para realizar uma inteligência competitiva.

A equipe já deu início às importantes discussões acerca do projeto pedagógico do curso, reuniu dados para elaboração dos indicadores iniciais do projeto, ofereceu oficinas pedagógicas de capacitação docente, apoiado pelo grupo META-UFSCar (Metodologia Ativa e Avaliação). As indicações para possíveis membros do grupo consultor também se encontram em andamento.

A equipe "Infraestrutura" foi criada com o principal objetivo de gerir e destinar os recursos financeiros oferecidos para o projeto, seguindo as demandas colocadas pelas outras equipes, em especial às da equipe "métodos". Integram esta equipe professores e funcionários técnico-administrativos do Departamento de Engenharia de Materiais. As metas desta equipe incluem: Levantamento da infraestrutura disponível na universidade para uso no projeto; Avaliar as demandas de compras das outras equipes; Gerir os recursos financeiros; Planejar as formas de utilização mais eficientes dos recursos, incluindo pesquisas de preço no mercado; Realizar as compras.

Metódos	Infraestrutura	Assistentes	Missões	Comunicação
<ul style="list-style-type: none"> •Elaboração de indicadores •Mapeamento das disciplinas •Planejamento e oferta de oficinas •Eventos de mobilização da comunidade do curso 	<ul style="list-style-type: none"> •Levantamento da infraestrutura disponível para o projeto •Orçar e comprar insumos aprovados pelas outras equipes •Gerir os recursos financeiros do projeto 	<ul style="list-style-type: none"> •Estabelecer objetivos e benefícios para a participação de doutorandos nas missões de trabalho aos EUA •Elaborar e divulgar editais para seleção dos assistentes 	<ul style="list-style-type: none"> •Planejamento das parcerias com universidades dos EUA •Indicação e seleção de especialistas dos EUA para visitarem a UFSCar •Seleção de docentes da UFSCar para enviar nas missões de trabalho aos EUA 	<ul style="list-style-type: none"> •Desenvolver e alimentar plataformas de divulgação interna e externa do projeto •Desenvolver e aplicar identidade visual do projeto

Figura 2: Estruturação das equipes de trabalho associadas ao PIM - Engenharia de Materiais UFSCar.

As realizações da equipe até o momento incluem a decisão e informação às outras equipes sobre uma previsão geral dos gastos, aquisição de materiais e software, organização de espaço físico para adequação de salas que melhor atendam ao ensino através de metodologias ativas. Além disso, patrimônio de interesse ao projeto e que já se encontra disponível pela universidade também foi levantado.

A equipe chamada "Assistentes" surgiu frente à necessidade de se estabelecerem linhas de trabalho para os doutorandos e pós-doutorandos que se tornarão assistentes do projeto. Também cabe a este grupo definir as obrigações e critérios para que estes assistentes sejam selecionados, e sejam encaminhados às missões de trabalho nos EUA. Atualmente, a equipe é composta exclusivamente por docentes do Departamento de Engenharia de Materiais. Os principais objetivos da equipe são: Estabelecer critérios de seleção para os assistentes do projeto; Definir a contribuição mínima esperada dos assistentes selecionados; Redigir e divulgar edital de seleção destes; Atuar na seleção dos inscritos no edital. Até o momento, esta equipe já cumpriu toda a etapa de planejamento, redação, divulgação do edital e seleção dos candidatos para a missão 2019.

A equipe Missões busca rastrear a rede de contatos do Departamento de Engenharia de Materiais e da UFSCar, como um todo, para construir uma relação de instituições e pessoas dos EUA que melhor poderiam colaborar com os objetivos do projeto. Atualmente é composta exclusivamente por docentes do Departamento de Engenharia de Materiais. Os principais objetivos da equipe incluem: Planejar as parcerias com instituições e pessoas dos EUA; Selecionar os especialistas estadunidenses que virão à UFSCar como parte de missões de trabalho; Selecionar os docentes da UFSCar que irão em missões de trabalho a instituições dos EUA. Também já está cumprida toda a etapa de planejamento, redação, divulgação do edital e seleção dos candidatos para a missão 2019.

Por fim, a equipe "Comunicação e divulgação" foi criada no âmbito de auxiliar o projeto a estabelecer uma identidade visual, e de tornar efetiva e clara a comunicação entre os membros atuantes no projeto e com a comunidade externa. A equipe conta atualmente com professores, jornalistas e bibliotecários da universidade, e com alunos de graduação envolvidos em projetos de divulgação. Os principais objetivos da equipe são: Estabelecer e utilizar uma identidade visual única para os materiais divulgados no âmbito do programa; Desenvolvimento e alimentação de plataformas de comunicação interna; Planejar e divulgar conteúdo externamente; Atualizar sites e mídias digitais referentes ao curso de Engenharia de Materiais.

Todas as ações do projeto têm sido amplamente divulgadas e organizadas em um repositório por esta equipe. Além disso, foram responsáveis pela escrita de uma ampla matéria de divulgação sobre o projeto a ser publicada na próxima edição da Revista UFSCar. Uma identidade visual e nome-fantasia do projeto foram criados para facilitar a divulgação. Iniciou-se a criação de um site dedicado ao curso e ao projeto de modernização.

4. Considerações Finais

Um grande esforço tem sido feito de maneira a mobilizar toda a comunidade (docentes, técnicos, estudantes, entre outros) em prol da modernização do curso de Engenharia de Materiais. O modelo proposto de divisão em times de trabalho tem resultado em grande dinamismo no andamento do projeto. O envolvimento de vários setores da universidade tem proporcionado uma base sólida para a extrapolação da modernização a outros cursos da instituição, além de uma saudável interação vertical entre as disciplinas básicas e profissionalizantes. Estima-se que os primeiros resultados efetivos poderão ser experimentados pelos educandos imediatamente após o primeiro ano de execução do projeto PMG.

5. Bibliografia

- [1] Edital CAPES-CNE-Comissão Fulbright, nº 23/2018, disponível em <https://www.capes.gov.br/cooperacao-internacional/estados-unidos/pmg-eua>.
- [2] Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, 2019, disponível em <http://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Resolucao-CNE-CES-002-2019-04-24.pdf>

**PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO ENSINO DA GRADUAÇÃO – PMG/ CAPES /FULBRIGHT:
ENGENHARIA AMBIENTAL DA UFRJ**

<http://www.youtube.com/watch?v=OmC9HeaMLH8&t=18m48s>

Monica Pertel – monicapertel@poli.ufrj.br
Isaac Volschan Jr. – volschan@poli.ufrj.br
Heloisa T. Firmo – hfirno@poli.ufrj.br
Ofélia Q. F. Araújo – Ofélia@eq.ufrj.br
Ana Lúcia N. da Silva – ananazareth@ima.ufrj.br
Leila L. Y. Visconte – lyv.1554@gmail.com
Elen B. A. V. Pacheco – elen@ima.ufrj.br
Lídia Yokoyama – Lidia@eq.ufrj.br

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Resumo: Desde sua criação em 2004, o curso de graduação em Engenharia Ambiental da UFRJ obtém grau máximo no programa de avaliação continuada que regularmente o MEC empreende. Por ser um curso relativamente jovem, ainda não passou por reformulações expressivas de seu currículo. Vencedora do Programa PMG-CAPES/FULBRIGHT, a proposta de modernização do curso de graduação em Engenharia Ambiental da UFRJ busca modernização do ensino e adequação às novas Diretrizes Curriculares Nacionais. O presente trabalho traz como objetivo a apresentação do Projeto Institucional de Modernização da Engenharia Ambiental da UFRJ (PIM-EA) para o Programa PMG, detalhando informações acerca do curso atual, seus principais indicadores e resultados e a proposta de modernização propriamente dita. Com o intuito de agregar visões e experiências distintas para o novo currículo, a proposta de modernização foi formulada por um grupo de trabalho composto por professores internos e externos ao curso, bem como com a participação do corpo discente. O projeto contempla ainda a aproximação com a pós-graduação visando à formação continuada dos alunos. Os resultados são esperados ao longo de oito anos, período para o planejamento, implantação, monitoramento e melhorias das propostas de modernização. O primeiro ano será dedicado à capacitação dos docentes para novas metodologias de ensino e refinamento de discussões sobre mudanças e melhorias pretendidas.

Palavras-chave: Programa de Modernização da Graduação. Engenharia Ambiental. Diretrizes Curriculares Nacionais.

Abstract: Since 2004, the Environmental Engineering Undergraduate Course of Rio de Janeiro Federal University (UFRJ) has achieved the highest grade under the program evaluation regularly proposed by the Ministry of Education. As a relatively young course, it has not passed through a strong reformulation of its original project. Winner of the PMG-CAPES/FULBRIGHT, the UFRJ Environmental Engineering project aims the modernization and the adaptation of the actual course to new National Curriculum Guidelines. This paper describes the content of this project, including information about the actual course structure, the most important results and the modernization proposal itself. The project was prepared by a group of lectures with different overviews from inside and outside the course structure, as well as some current students, focusing on the aggregation of different experiences in the field of the Environmental Engineering. The project also comprises strategic link with the graduate level course. For the next eight years, planning, implementation and monitoring activities will be carried in sense to achieve the proposal of course modernization. The first year of the project will focus on the development of new learning methodologies and practices and on the discussion refinement with regard to course modernization.

Keywords: Graduation Modernization Program. Environmental engineering. National Curricular Guidelines.

1 INTRODUÇÃO

Em sua primeira edição, o Programa PMG-CAPES/FULBRIGHT busca a modernização do ensino de graduação em engenharia. Para tanto, cada Instituição de Ensino Superior (IES) poderia apresentar propostas de participação advindas de até quatro diferentes grandes áreas da engenharia.

Ao final do processo seletivo, foram indicados oito diferentes cursos de engenharia para fazer parte do programa. Para o curso de graduação em engenharia Ambiental o projeto foi visto como uma possibilidade efetiva de revisão e melhoria, considerando que para os oito anos de duração do programa há previsão de investimentos financeiros em instalações físicas, custeio de suas atividades, bem como em capacitação do corpo docente para o uso de novas metodologias de ensino de engenharia. Por ser um programa que envolve Brasil e EUA, a capacitação e a troca de experiências será realizada entre Universidades de ambos os países. O edital também possibilita a capacitação e a incorporação de pesquisadores assistentes, alunos de mestrado e doutorado, que auxiliarão na implementação das novas práticas de ensino. Neste contexto, este trabalho objetiva apresentar o PIM-EA, como a proposta vencedora do Edital Capes/Fulbright,

1.1 Projeto Institucional de Modernização: PIM-EA

As mudanças curriculares propostas no PIM-EA visam maior sintonia com a sociedade, aumentar a internacionalização para fortalecer a formação em questões ambientais globais e explorar o ambiente de pesquisa na UFRJ - Mestrado e Doutorado em Engenharia Ambiental – para capacitação integrada Graduação/Pós-Graduação, promovendo ambiência para inovação. A proposta de melhoria propõe nove novos grupos, a saber: 1) Fundamentos Básicos; 2) Fundamentos de Engenharia; 3) Impactos Ambientais – Causas e Efeitos; 4) Ações de Mitigação e Remediação; 5) Gestão Ambiental Pública e da Produção; 6) Técnicas de Suporte; 7) Disciplinas de Formação Humanística e Global; 8) Aprender Fazendo e 9) Conhecimentos Mudanças elaboradas com base na avaliação da grade atual.

No objetivo de promover o APRENDER FAZENDO e a FORMAÇÃO AVANÇADA em Engenharia Ambiental, o PIM-EA propõe reformulação curricular em três linhas de ação:

- Promover o APRENDER FAZENDO com a introdução de PROJETOS DE SISTEMAS AMBIENTAIS (PSA). A introdução de PSA será promovida em disciplinas obrigatórias de conteúdo programático reduzido - 30 horas. Assim, os PSAs permitirão redução de aulas classicamente de "conteúdo informativo" em prol do "conteúdo auto-formativo" com "desenvolvimento por projetos".

A aprendizagem por projetos prevê uma disciplina de PSA, em total de sete. O PIM-EA contempla a introdução dos sete PSA no Grupo 8 – APRENDER FAZENDO, compartilhando carga horária de disciplinas obrigatórias do currículo.

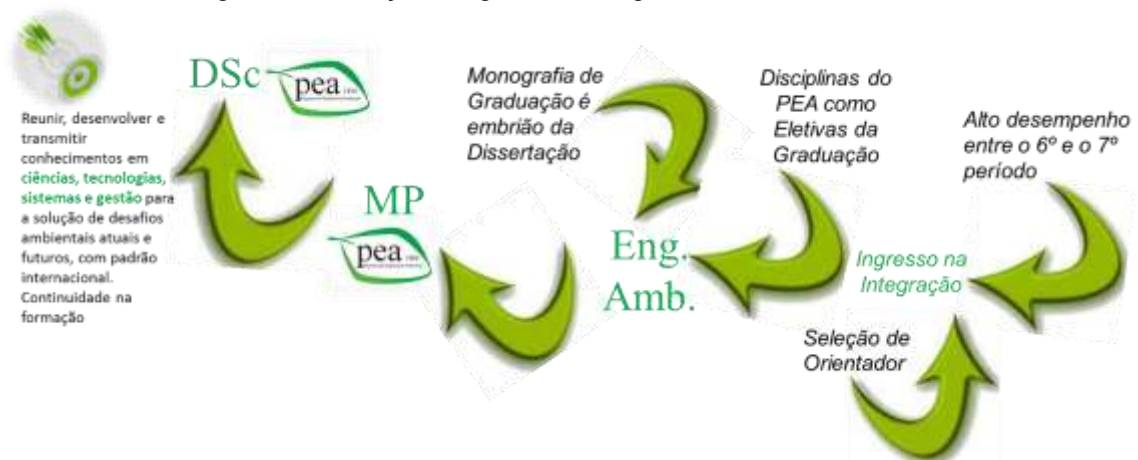
O currículo do curso contemplará os sete eixos, alinhados com os PSAs, cabendo ao discente escolher no elenco de disciplinas optativas aquelas de formação direcionada ao eixo de formação selecionado, a saber: Energia e gerenciamento de CO₂; Gerenciamento de água; Manejo, aproveitamento e gestão de recursos minerais e biodiversidade; Gerenciamento de resíduos sólidos; Cartografia e Georreferenciamento; Cidades sustentáveis: planejamento e mobilidade; Ecologia Industrial, e outros eixos que surgirem ao longo da discussão do grupo gestor do PIM-EA.

Os sete PSAs, que comporão a nova grade curricular, estão estruturados nos seguintes elementos: ELEMENTO 1: Um problema (estudo de caso, demanda de empresas); ELEMENTO 2: Um contexto; ELEMENTO 3: Acesso a recursos e informação (e.g., softwares, bases de dados, laboratórios ferramentas); ELEMENTO 4: Uma equipe de projeto (limitada a até 5 discentes) que conceberá as questões de forma a delimitar e definir o problema, e proporá respostas e soluções; ELEMENTO 5: O professor responsável pela disciplina obrigatória à qual o PSA está associado, podendo ter na co-supervisão profissionais do mercado e discentes de pós-graduação (3). ELEMENTO 6: Um "ator social" (e.g., empresa, governo, organizações não governamentais) interessado na solução do problema.

Dentro desse contexto, o empreendedorismo será fortemente estimulado de forma prática e objetiva, onde o lema dos "Projetos" será: "Aprender fazendo".

- Estabelecer a INTEGRAÇÃO GRADUAÇÃO/PÓS-GRADUAÇÃO. Com disciplinas optativas sendo cursadas do elenco de disciplinas do Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da UFRJ (PEA), o PIM-EA integra a formação profissional de graduação com a pós-graduação. Destaca-se que o Trabalho de Conclusão de Curso, nesta integração, seria uma Monografia de Final de Curso, avançando na pesquisa de dissertação. A Figura 1 ilustra a integração acrescentando o nível DSc disponível na UFRJ desde 2016.

Figura 1- Formação integrada em Engenharia Ambiental na UFRJ



Fonte: Elaboração Própria, 2018

Observa-se na Figura 1 a possibilidade de acomodar a integração graduação/pós-graduação nas disciplinas optativas a partir do 6º período. As disciplinas de pós-graduação são de 3 créditos, com 12 horas por crédito. Portanto, para a integração proposta, 180h equivalem a 5 disciplinas de 36 horas.

O futuro da integração a ser iniciada no PIM-EA com consolidação de parcerias internacionais é a oferta de Programa de Duplo Mestrado Acelerado, em parceria com Universidades Americanas, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Programa duplo mestrado acelerado: 3+2+1

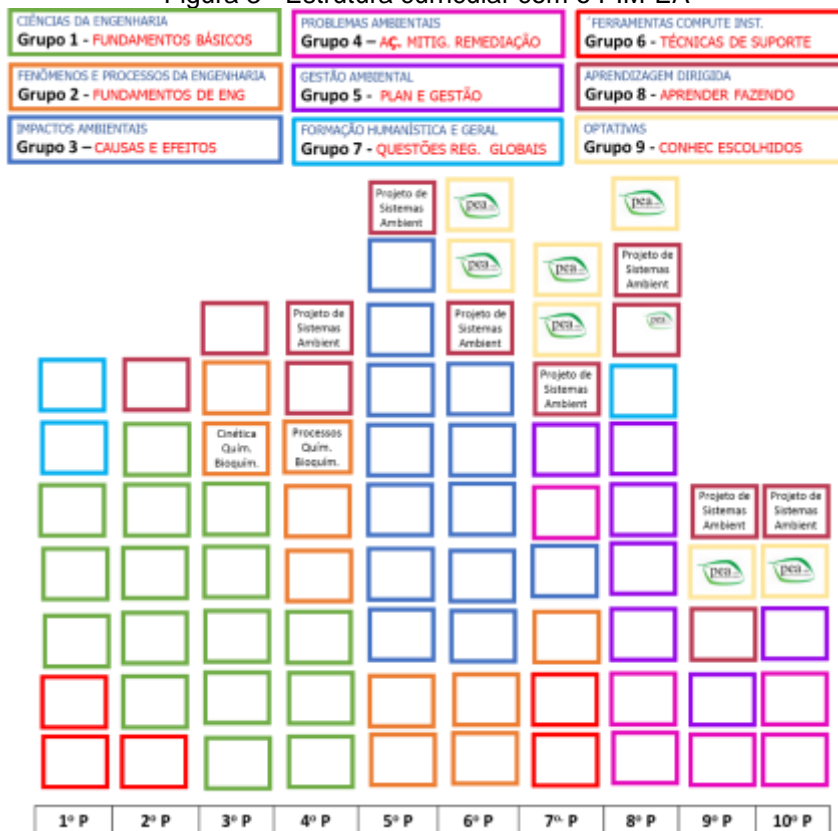


Fonte: Elaboração Própria, 2018

- Aprimorar o currículo via SINTONIA DE DISCIPLINAS de disciplinas do GRUPO 4 e 5, para reduzir repetição/sobreposição de conteúdo.

O impacto das três LINHAS de reforma na estrutura curricular está mostrado na Figura 3. O Símbolo do PEA é colocado nas disciplinas do Grupo 9 (Optativas) destacando-se que esta situação só se aplica a discentes que tenham alto desempenho acadêmico e que sejam aceitos pela Comissão de Coordenação do Curso de Graduação e pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação. A solicitação poderá ser apresentada entre o 5º e 6º períodos letivos.

Figura 3 - Estrutura curricular com o PIM-EA



Fonte: Elaboração Própria, 2018

Os docentes do curso de Engenharia Ambiental são doutores. Portanto, a capacitação docente é prevista com incentivo a pós-doutoramento, principalmente nas universidades americanas parceiras do PIM-EA e estágios sênior em empresas e Agências Ambientais no Brasil e nos EUA.

Com as novas estratégias de ensino a serem adotadas, notadamente em Projetos de Sistemas Ambientais, o Professor assume protagonismo na supervisão da formação dada à flexibilização do currículo, atendendo um amplo espectro de interesses de carreira, tanto via disciplinas do GRUPO 8 - APRENDER FAZENDO quanto do GRUPO 9 – CONHECIMENTOS ESCOLHIDOS (optativas).

Na proposta de atividades do GRUPO 8 – APRENDER FAZENDO (disciplinas de Projetos de Sistemas Ambientais, Estágio, Trabalho de Conclusão de Curso, Avaliação de projetos e TCCs), o professor é mobilizado para a ponte com a sociedade. Nesta iniciativa, a Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental oferece um conjunto inicial de empresas que manifestaram apoio à iniciativa de modernização do curso. A proposta é que essas empresas ofereçam temas com desafios ambientais do setor em que atuam. Espera-se ampliar o elenco de apoio ao longo dos anos atingindo-se a meta de que todos os Projetos de Sistemas Ambientais e Trabalhos de Conclusão de Curso estejam alinhados com temas relevantes da indústria e da sociedade. A mesma iniciativa será conduzida com as Agências de Regulação e órgãos governamentais.

As ferramentas de modernização de ensino, notadamente de EAD, irão demandar treinamento de usuário. A Diretoria da Escola Politécnica se compromete com o esforço de treinamento e de viabilização de infraestrutura para ampliação de utilização docente, por meio de sua governança.

Neste contexto, a avaliação docente se pautará no desempenho de orientação de Projetos de Sistemas Ambientais, carro-chefe da reforma curricular, e na constante modernização de conteúdo das disciplinas considerando: (a) avaliação discente (por questionário respondido ao final da atividade); (b) envolvimento de setores industriais e demais setores da sociedade na oferta de temas de Projetos de Sistemas Ambientais e modernização de conteúdo de disciplinas; (c) parcerias com universidades nacionais e internacionais (americanas, no âmbito do presente edital); (d) avaliação das empresas envolvidas sobre a qualidade das atividades, quando envolvidas; (e) mobilidade docente (com estágios industriais, pós-doutorados, etc).

2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O curso de Graduação em Engenharia Ambiental da UFRJ é um curso relativamente recente, passível de mudanças e aberto a modernizações.

Estar entre os oito PIMs selecionados corrobora a excelência do curso de Engenharia Ambiental da UFRJ e do projeto de modernização e aprovado.

Para o sucesso da proposta é necessário um diálogo aberto entre a governança do curso que envolve, a saber: a direção, o Núcleo Docente Estruturante (NDE), a coordenação e o grupo gestor. Além disso, é essencial manter transparência e diálogo construtivo com os professores e os alunos.

Há muito que ser feito nos oito anos de projeto, numerosos desafios a enfrentar e muitas dificuldades inerentes a um curso que pertence a uma grande Universidade, com diversas unidades distintas que atuam nas disciplinas da grade curricular. Se, por um lado, o tamanho e a dimensão dos desafios intimidam, por outro lado, a perspectiva da mudança ampla e plena por intermédio da incorporação de formas inovadoras de aprender e ensinar estimulam a carreira docente. Entregar à sociedade brasileira por intermédio do curso de graduação em Engenharia Ambiental da UFRJ, uma formação moderna, instigante e eficiente para os alunos será o resultado desse longo processo.

O PMG é uma excelente oportunidade, uma vez que vai ao encontro das DCNs, viabilizando o processo de modernização que será necessário pelas novas regras nacionais e possibilitando conjuntamente a capacitação de parte do corpo docente.

REFERÊNCIAS

Edital **CAPES-CNE-Comissão Fulbright**, nº 23/2018 – ALTERAÇÃO.

Inovação Acadêmica no SENAI CIMATEC

Academic Innovation at SENAI CIMATEC

<http://www.youtube.com/watch?v=gM9JJ-KcoNo&t=37m10s>

Nome: Tarso Barretto Rodrigues Nogueira
E-Mail: tarso@fieb.org.br
IES: Centro Universitário SENAI CIMATEC

Nome: Tatiana Gesteira de Almeida Ferraz
E-Mail: tatianaa@fieb.org.br
IES: Centro Universitário SENAI CIMATEC

Nome: Marcelle Rose da Silva Minho
E-Mail: marcelle@fieb.org.br
IES: Centro Universitário SENAI CIMATEC

Nome: Sayonara Nobre de Brito Lordelo
E-Mail: sayonara.lordelo@fieb.org.br
IES: Centro Universitário SENAI CIMATEC

Resumo:

A discussão sobre reformas no ensino das engenharias permeia a sociedade há anos e é constantemente apoiada por uma literatura ampla e diversificada. Adicionalmente, os desafios impostos pela revolução digital exigem urgência na reformulação dos cursos de engenharia. Diante desse cenário, o Centro Universitário SENAI CIMATEC implantou em 2018 um projeto estratégico amplo de inovação acadêmica nas suas engenharias, hoje integrado ao Projeto Institucional de Modernização (PIM) proposto pelo edital CAPES Fulbright de 2018. O projeto já propõe para 2020 novo percurso formativo e a reformulação das matrizes curriculares e das metodologias de ensino e aprendizagem em seus cursos de engenharia e, nesse contexto, o intercâmbio com instituições no exterior tem se mostrado fundamental.

Abstract:

The discussion of engineering education reforms has permeated society for years and it is constantly supported by a wide and diverse literature. The additional challenges posed by the digital revolution call for urgent reformulation of engineering programs. SENAI CIMATEC implemented in 2018 a broad strategic project of academic innovation in its engineering programs, recently integrated with the Institutional Modernization Project (PIM) proposed by the CAPES Fulbright announcement of 2018. The project already proposes for 2020 new formative paths, matrix and teaching and learning methodologies for its engineering programs. In this context, the exchange with institutions abroad has been fundamental.

Fazendo um breve resumo sobre o perfil do SENAI CIMATEC, ele foi inaugurado em 2002 e concebido como uma proposta inovadora dentro da estrutura do SENAI em todo o país. Diferentemente das unidades tradicionais do SENAI, o CIMATEC adotara um modelo baseado na integração de competências e na operação em três macroprocessos: educação técnica de nível médio; ensino superior, pesquisa acadêmica e extensão; e pesquisa aplicada e inovação. Portanto, tratava-se à época de um modelo capaz de criar um ambiente fértil e propício à inovação e ao empreendedorismo de base tecnológica. Passados pouco mais de 15 anos, o CIMATEC consegue hoje integrar de forma sinérgica seus três macroprocessos e oferece ao estudante de graduação oportunidade ímpar de estudar em um efetivo ecossistema de inovação, onde coexistem uma incubadora de empresas de base tecnológica, projetos de pesquisa aplicada e inovação para empresas industriais e um ensino superior com foco em excelência e no contínuo aprimoramento dos seus métodos e processos.

Em 2007, um importante alerta sobre as rápidas mudanças impostas ao mundo e o reflexo de tal revolução no ensino da engenharia foi publicado (DUDERSTADT, 2007). Em verdade, ainda no alvorecer dos Século XXI, e mesmo antes, a discussão sobre reformas nos cursos de engenharia já

era encontrada na literatura. No entanto, o texto do então Presidente Emérito da conceituada University of Michigan, Dr. James J. Duderstadt, se destacava pela contundência. Segundo Duderstadt (2007), o *status quo* em educação em engenharia nos Estados Unidos já não era suficiente para sustentar a liderança em tecnologia da nação.

Mais recentemente, somam-se outros elementos relevantes à discussão, aumentando ainda mais o caráter de urgência do assunto, como a revolução digital na indústria, muitas vezes denominada Indústria 4.0. Dreher (2018) afirma que o termo Indústria 4.0 foi cunhado em 2011, na Feira Industrial de Hannover, na Alemanha, numa discussão entre os professores Erik Braynolfsson e Andrew McAfee do Instituto de Tecnologia de Massachusetts. Para Motyl et al. (2017), a formação e o desenvolvimento profissional contínuo representam fatores fundamentais para os objetivos da Indústria 4.0. Nesse contexto, os autores ainda sustentam que as *soft skills* (pensamento analítico forte, habilidades de comunicação, trabalho em equipe e habilidades de liderança) ganham importância na formação, principalmente a fim de atender às constantes e intensas mudanças características de novos modelos de negócio.

No SENAI CIMATEC, as discussões sobre esse contexto de transformação no ensino de engenharia foram acentuadas há cerca de dois anos, ainda que os currículos naquele momento já apresentassem elementos inovadores, principalmente observando-se o contexto brasileiro. Tais provocações resultaram na criação de um projeto estratégico institucional, cujo *kick off* se deu em junho de 2018. O projeto, denominado Inovação Acadêmica, tem como objetivo estabelecer um novo perfil formativo, ainda mais alinhado à realidade do mundo do trabalho nas suas várias perspectivas, integrar aos cursos metodologias inovadoras de ensino-aprendizagem, capazes de ampliar o protagonismo estudantil e desenvolver habilidades sociais diversificadas e necessárias a este novo contexto produtivo. O projeto integra todos os 9 cursos de engenharia da instituição e emprega, além das práticas no desenvolvimento de projetos integrados e inovadores, referenciais externos, como os trabalhos do Olin College e do Massachusetts Institute of Technology, nos Estados Unidos, e da Coventry University, no Reino Unido, esta última com a qual o CIMATEC já opera um projeto acadêmico piloto.

Com a publicação do edital CAPES Fulbright em 2018, o CIMATEC buscou na sua proposta integrar o Projeto Institucional de Modernização (PIM) previsto no referido documento ao seu Projeto de Inovação Acadêmica. O curso escolhido para o PIM foi a Engenharia Mecânica, por ser o mais maduro, em termos de tempo de autorização e funcionamento, resultando no curso com maior número de engenheiros formados na instituição. O PIM proposto foi discutido em várias instâncias da instituição e a sua proposta aprovada em reunião do Conselho Superior de Ensino, Pesquisa e Extensão (Consepe), Resolução nº 024/2018. O PIM foi integrado ao Projeto de Inovação Acadêmica da instituição, como um subprojeto (projeto focalizando o curso de Engenharia Mecânica), e tem como gestor o Reitor do Centro Universitário SENAI CIMATEC. Importante ressaltar que o PIM proposto inclui ainda a associação aos demais 8 cursos de engenharia da instituição, já que todos fazem parte do Projeto de Inovação Acadêmica.

O Projeto de Inovação Acadêmica busca estabelecer um novo modelo formativo, onde o aluno terá a oportunidade de vivenciar experiências de carreira ao longo da formação, escolhendo entre três trilhas com focos na formação do engenheiro pesquisador, engenheiro empreendedor e engenheiro técnico-gestor. A proposta definida para o processo de formações destes engenheiros considera os contextos da digitalização da sociedade, da Indústria 4.0, das tecnologias digitais, da sociedade em rede, da inteligência artificial e do o fluxo incessante de informações e, conseqüentemente, da mutação permanente dos saberes necessários ao trabalho e à vida.

Em função da sua relevância e abrangência, a governança do projeto inclui desde o Reitor (gestor maior do projeto) até docentes e coordenadores dos cursos, divididos em grupos de trabalho (de coordenação e integração, de capacitação, de tecnologias educacionais, de matrizes e transição, e três grupos destinados ao desenvolvimento de trilhas formativas específicas). No total, são cerca de 70 pessoas trabalhando no projeto.

O objetivo geral do PIM foi assim proposto: estabelecer referenciais relevantes para a reformulação do currículo e dos métodos de ensino-aprendizado do curso de Engenharia Mecânica, por meio de intercâmbio com instituições nos EUA. São objetivos específicos: (1) estabelecer um modelo referencial contendo métodos ativos de ensino-aprendizagem inovadores a partir das experiências exitosas em instituições dos EUA; (2) identificar em instituições dos EUA experiências exitosas em atividades acadêmicas que associem o discente, a universidade e a empresa de base tecnológica; (3) identificar oportunidades de cooperação nos EUA para operação conjunta (SENAI CIMATEC e universidade estadunidense) de projetos piloto de referência na formação de

engenheiros; (4) estabelecer cooperação com instituições nos EUA para a pesquisa voltada à educação em engenharia.

No segundo semestre de 2018, ocorreu uma das mais importantes etapas do projeto, o *workshop* para discussão do novo perfil formativo e competências gerais a serem desenvolvidas e serviu para validar os avanços dos grupos de trabalho envolvidos no projeto. Participaram do *workshop* 13 organizações (entre empresas industriais, CREA, desenvolvedores de software e empresas de logística), além de coordenadores de cursos de graduação, docentes da instituição e outros membros do corpo acadêmico. Ao final do trabalho, a proposta de perfil do egresso e as 38 competências que farão parte do projeto do curso foram estabelecidos.

Ainda no primeiro semestre deste ano, o projeto resultou na consolidação do percurso formativo baseado nas três trilhas de formação profissional: a técnico-gestor, baseada no intraempreendedorismo e na integração antecipada do aluno em culturas organizacionais; a pesquisador, baseada na integração do aluno da graduação a projetos de mestrado e ou doutorado; a empreendedor, onde o aluno percorrerá uma trilha de formação e apoio ao empreendedorismo de base tecnológica. As três trilhas estão sendo construídas por equipes especializadas que hoje constituem os seus respectivos grupos de trabalho, incluindo docentes e coordenadores de programas *stricto sensu*, pesquisadores vinculados a projetos de pesquisa e inovação, e docentes e pessoal técnico vinculados a Incubadora/Aceleradora de empresas.

Paralelamente ao desenvolvimento das trilhas (baseadas em projetos), os grupos de trabalho planejam e executarão projetos piloto, com a participação de alunos e docentes, cujo objetivo foi testar as alternativas de operação das três trilhas de formação. Também foram estabelecidas as condições para a associação das trilhas formativas à nova regulamentação que trata da extensão universitária.

No Grupo de Trabalho (GT) de Matrizes e Transição foi também realizado o trabalho de desdobramento das 38 competências em atividades acadêmicas e ainda construídas matrizes de relacionamento (conteúdos/atividades versus atividades acadêmicas) a fim de cumprir às novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN)/2019 e diretrizes do CONFEA.

Os GTs de Formação Educadores e o de Metodologias e Tecnologias, ainda no primeiro semestre, avançaram na definição do novo perfil docente, baseado no trabalho de desenvolvimento do perfil do egresso e competências anteriormente citados, assim como na construção de uma comunidade de Prática Virtual Docente, para discussão de meios, metodologias e práticas, além de repositório de conteúdo. Em julho, o GT de Formação de educadores realizou uma série de oficinas relacionadas ao planejamento e aplicação de metodologias ativas de ensino-aprendizagem, dando continuidade ao trabalho iniciado em 2018.

As ações de intercâmbio com as universidades estadunidenses contribuirão para o aprimoramento e detalhamento tanto do percurso formativo e matriz do curso, quanto em se tratando de metodologias de ensino e aprendizagem, principalmente quando se reflete sobre o engajamento e a capacitação de docentes. Outro aspecto importante do intercâmbio será a identificação de estratégias de avaliação das competências desenvolvidas pelos estudantes, em especial, as competências transversais. A Missão Técnica aos Estados Unidos, organizada pela coordenação do projeto CAPES Fulbright e a ser realizada ainda em setembro de 2019, facilitará a aproximação direta com instituições de referência, acelerando a construção das pontes e facilitando o alcance dos objetivos previstos. Tais ações são importantes meios de intercâmbio de ideias e de boas práticas a serem adotadas ou adaptadas ao novo currículo do curso de engenharia mecânica do SENAI CIMATEC, foco do PIM e, também, em todos os demais cursos, já como primeira onda de difusão dos resultados obtidos.

A proposta de reforma curricular, resultado do Projeto de Inovação Acadêmica a ser implantada a partir de 2020, estabelece mais elementos de fomento ao protagonismo estudantil e dá maior ênfase aos projetos acadêmicos nos primeiros dois anos do curso, além de oferecer à escolha do aluno diferentes trilhas de formação alinhadas ao seu propósito de carreira.

Além desses elementos, o novo currículo caminha para a redução da carga horária de ensino frontal e amplia o uso de metodologias ativas de ensino e aprendizagem, estabelecendo uma nova cultura para a formação do engenheiro, como também motiva e amplia a participação do aluno nas várias ações do CIMATEC nas áreas de pesquisa aplicada, desenvolvimento e inovação e empreendedorismo, pontos fortes na atuação da instituição.

Referências:

DREHER, A. The Smart Factory of the Future – Part 1. Disponível em:
<<https://www.belden.com/blog/industrial-ethernet/the-smart-factory-of-the-future-part-1>>. Acesso em:
07 nov. 2018.

DUDERSTADT, J. J. Engineering for a Changing World: A Roadmap to the Future of American
Engineering Practice, Research, and Education. Engineering Education for the 21st Century: A
Holistic Approach to Meet Complex Challenges, editado por Domenico Grasso, Universidade de
Michigan, 2007.

GRAHAM, R. The global state of the art in engineering education. Massachusetts Institute of
Technology (MIT). Report, Massachusetts-USA, 2018.

MOTYL, B. et al. How will change the future engineers skills in the Industry 4.0 framework? A
questionnaire survey. Procedia Manufacturing, v. 11, pp. 1501–1509, 2017.

**Projeto Institucional de Modernização dos Cursos de Graduação e do Curso de Engenharia
Química da Escola Politécnica da USP**

**Institutional Project for Modernization of Undergraduate and Chemical Engineering Courses at
USP Polytechnic School**

<http://www.youtube.com/watch?v=OmC9HeaMLH8&t=36m51s>

ADRIANO RODRIGUES AZZONI²; ALBERTO M. TORRES²; ALEXANDRE LYMBEROPOULOS³;
ANA CAROLINA HADDAD; ANAROSA ALVES FRANCO BRANDÃO¹; ANNA HELENA REALI
COSTA; ANTONIO CARLOS SEABRA¹; ARDSON DOS SANTOS VIANNA JÚNIOR¹; AUGUSTO
CAMARA NEIVA¹; BERNARDO LUIS RODRIGUES DE ANDRADE¹; BRUNO ALBERTINI¹; CARINA
ULSEN¹; CELSO MASSATOSHI FURUKAWA¹; CLOVIS ARMANDO ALVARENGA NETTO¹;
EDILSON HIROSHI TAMAI¹; EDIVALDO MOURA SANTOS²; EDUARDO DE SENZI ZANCUL¹;
EDVALDO SIMÕES DA FONSECA JUNIOR¹; ELSA VÁSQUEZ ALVAREZ¹; FABIO GALIARDI
COZMAN¹; FERNANDO JOSEPETTI FONSECA¹; GALO ANTONIO CARRILLO LE ROUX¹;
GUILHERME FREDERICO B. LENZ E SILVA¹; GUSTAVO PAMPLONA REHDER¹; JOSÉ AQUILES
BAESSO GRIMONI¹; JOSÉ LUÍS DE PAIVA¹; LEILA CRISTINA MENEGHETTI VALVERDES¹;
LEÔNIDAS DE OLIVEIRA BRANDÃO³; LEOPOLDO RIDEKI YOSHIOKA¹; LIEDI LEGI BARIANI
BERNUCCI¹; LUCIA VELELA LEITE FILGUEIRAS¹; LUIS ALBERTO FOLLEGATTI ROMERO¹;
MARCELO AUGUSTO LEAL ALVES¹; MARCELO MARTINS SECKLER¹; MARCELO MECI
MORALES⁴; MARCOS MENON JOSÉ¹; MILANA LIMA DOS SANTOS¹; RUY MARCELO PAULETTI¹;
SÉRGIO LEAL FERREIRA¹; TIAGO HADDAD MARUM¹; MAURO ZILBOVICIUS¹; PEDRO LUIZ
FAGUNDES³; PEDRO VIGANÓ DA SILVA SANTOS¹; RITA MARIA DE BRITO ALVES¹; ROBERTO
GUARDANI¹; THIAGO OLITTA BASSO¹;

¹ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

²INSTITUTO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

³INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

⁴INSTITUTO DANTE PAZANEZZE

*CORRESPONDÊNCIA: pim.epusp@usp.br

Resumo:

Este projeto visa criar um ambiente propício para o desenvolvimento do pensamento criativo com sólida base teórica e capacidade de inovação e de empreendedorismo dos graduandos. A estratégia de desenvolvimento das atividades curriculares será revista, reforçando as práticas educativas que visem não só o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades, mas também de competências. Isto envolve a integração entre disciplinas do curso e a interdisciplinaridade na abordagem dos tópicos de aprendizado, com intensa articulação com setores relacionados à engenharia química, nacional e internacionalmente.

Abstract:

This project aims to create an enabling environment for the development of creative thinking with a solid theoretical base and the ability of innovation and entrepreneurship of undergraduates. The curriculum development strategy will be reviewed, reinforcing educational practices aimed not only at developing knowledge and skills, but also at competences. This involves the integration between course subjects and interdisciplinarity in approaching learning topics, with close articulation with sectors related to chemical engineering, nationally and internationally.

Introdução

A Escola Politécnica oferece 16 cursos de graduação em engenharia e 870 vagas por ano. O corpo docente conta com 466 docentes, sendo 451 com titulação mínima de doutor e 363 em dedicação integral, distribuídos em 15 departamentos. A Escola mantém 31 acordos de duplo-diploma de graduação com variados países (por exemplo, França, Alemanha, Itália, Peru), além de 160 acordos de aproveitamento de estudos de graduação com instituições internacionais.

A atual estrutura curricular do curso de engenharia química partilha com todos os outros cursos cerca de 31% de seus conteúdos disciplinares. A estrutura curricular já existente permite disciplinas profissionalizantes desde o primeiro ano, disciplinas optativas livres ao longo do curso e atende às

normativas de carga mínima CNE/CES 11 ao se completar o 8º semestre do curso. No 5º ano o estudante pode optar por módulos de aprofundamento em sua área, pré-mestrado ou uma complementação em outra área de engenharia.

Os dois primeiros anos do curso de engenharia química seguem uma estrutura semestral. A partir do terceiro ano, a estrutura passa ao formato cooperativo, em módulos acadêmicos quadrimestrais intercalados com módulos de estágio.

Os cursos da Escola Politécnica têm uma relação de concluintes/vagas ofertadas de cerca de 84%, sendo que o curso de engenharia química alcança índices próximos de 100%, preenchendo todas as suas vagas até o final do curso. Deve-se ressaltar que a dinâmica de internacionalização, que envolve cerca de 20% de todos os estudantes de graduação, aliada à flexibilização do curso, torna difícil estabelecer-se o conceito de coorte.

O Projeto Institucional de Modernização da EPUSP

O projeto institucional de modernização da Escola Politécnica da USP ((PIM-EPUSP) envolve tanto as disciplinas básicas quanto as disciplinas específicas do curso de engenharia química, visando em especial desenvolver metodologias que possam ser compartilhadas com os outros cursos, além da própria infraestrutura.

O projeto PIM-EPUSP visa estimular ainda mais a criação de um ambiente propício para o desenvolvimento do pensamento criativo com sólida base teórica, da capacidade de inovação e do empreendedorismo dos graduandos. As práticas educativas estão sendo reavaliadas para proporcionar, além do desenvolvimento de conhecimentos e habilidades técnicas, competências mais amplas demandadas pelo engenheiro do século XXI. Isto envolve a integração entre disciplinas do curso e a interdisciplinaridade na abordagem dos tópicos de aprendizado, com intensa articulação com setores relacionados à engenharia química, nacional e internacionalmente.

Este projeto visa especificamente:

- Definir e implementar a integração entre cursos, estabelecendo o aprendizado através de problemas reais com diferentes graus de complexidade, para estudantes de diferentes graus de avanço no curso.
- Definir e implementar a abordagem interdisciplinar na solução de problemas de engenharia de processos.
- Criar espaços físicos adequados ao ambiente de aprendizado proposto, envolvendo recursos computacionais atualizados e condições para atuação em equipes pelos estudantes.
- Estabelecer a sistemática de comunicação com a indústria química, de alimentos, farmacêutica, meio ambiente e outras.
- Estabelecer ou fortalecer vínculos com outras instituições de ensino e pesquisa no Brasil e no exterior, particularmente com instituições nos EUA.
- Aperfeiçoar o modelo de curso cooperativo, com a criação de relações institucionais e metodologias de acompanhamento e avaliação que resultem em vínculos mais próximos e mais intensos com empresas.
- Incluir a área de biologia como um fundamento da engenharia. Crawley et al. (2007) sugerem que o século XXI será o da biologia e o da informação.
- Tornar a indústria um parceiro na educação.
- Desenvolver habilidades e atitudes que gerem inovação e empreendedorismo, como saber se comunicar, trabalhar em grupo, vontade de correr risco, perseverança, pensamento criativo e autoconfiança.
- Implementar o método de inovação usado no InovaLab@Poli em disciplinas na engenharia química.

O Planejamento Inicial das Ações

A proposta do PIM-EPUSP incluiu uma fase inicial de aprofundamento das questões conceituais do projeto curricular. Assim, a primeira iniciativa foi conhecer as próprias iniciativas já em andamento dentro da EPUSP. Isso foi feito através do "Seminário em Práticas Inovadoras no Ensino e Aprendizagem em Engenharia na Escola Politécnica da USP", realizado de 27 a 31 de maio de 2019.

Nesse seminário foram apresentadas 36 iniciativas já em andamento no âmbito da EPUSP, e que podem interagir efetivamente.

Os resultados desse seminário podem ser acessados no site do evento, que se encontra em português e em inglês.

Adicionalmente, realizou-se um workshop de um dia, envolvendo docentes e discentes, procurando responder a seguinte pergunta; "Quais os 5 eixos principais que orientarão o ensino e a aprendizagem em engenharia nos próximos 10 anos?". A partir desse trabalho surgiram os 5 eixos a seguir:

- 1) Estimular a Cultura do Aprender: Para isso deve-se repensar a avaliação; capacitar os docentes; criar um alinhamento entre disciplinas; aprimorar a orientação pedagógica; melhorar a interação estudante-professor e estudante-estudante; estimular a auto-avaliação crítica/constitutiva; reconhecer e incentivar o envolvimento com atividades complementares; valorizar o conhecimento.
- 2) Promover o Desenvolvimento Humano Integral: Para isso deve-se promover a sociabilidade e empatia; a responsabilidade individual (escolhas e gerenciamento de tempo); a visão crítica; a responsabilidade social; a visão holística; o trabalho em equipe; a liderança; a solução de problemas; a capacidade de gestão e de inovação, o empreendedorismo, as competências específicas, a expressão (ex. gráfica); a comunicação e a habilidade de programação.
- 3) Valorizar os Fundamentos da Engenharia: Para isso deve-se ensinar com forte base conceitual; fomentar nos estudantes o interesse pelos fundamentos; fomentar a interdisciplinaridade; acolher e motivar os estudantes no estudo de fundamentos; incentivar o pensamento crítico/analítico em oposição ao instrumental/operacional; escolher e priorizar fundamentos, explicitando-os aos estudantes.
- 4) Interagir com a Sociedade: Para isso deve-se promover a inserção na cadeia de inovação, ter visão multidisciplinar, promover as responsabilidades social, ambiental e econômica e promover o comportamento ético em toda a instituição.
- 5) Ter abertura a novos métodos de ensino-aprendizagem: Para isso recomenda-se estabelecer um observatório para identificar novas tecnologias de aprendizagem (buscando referências em outras escolas e campos do conhecimento); realizar periodicamente evento de troca de experiências; promover o "como estudar e aprender"; estimular feiras e oficinas sobre o tema; promover a divulgação sistemática de eventos no tema; disseminar práticas que valorizem a presença e criação de vínculos durante a aprendizagem; disseminar e discutir a aplicação de práticas como PBL, CBL, CDIO e outras; discutir os novos papéis dos atores; criar um grupo de pesquisa em ensino de engenharia e se basear em evidências científicas para escolher e validar metodologias.

Conclusões

A proposta do PIM-EPUSP está permitindo uma forte interação dentro da comunidade politécnica uspiana, o que coloca a questão do ensino-aprendizagem em um novo patamar. O início do projeto focou em congregar e registrar as atividades e pontos de vista dessa comunidade, sendo que está em elaboração um documento de referência visando estabelecer 5 eixos principais de atuação pensando no futuro do projeto e do ensino-aprendizagem de engenharia que a Escola Politécnica da USP deseja para o país.

Agradecimentos

Agradecemos ao Fundo Patrimonial Amigos da Poli pela semente de muitas das iniciativas que compõem o PIM-EPUSP e pelo esforço contínuo em promover as boas iniciativas voltadas especialmente ao ensino de graduação dentro da Escola Politécnica da USP. Este Projeto conta com o apoio financeiro da Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior e da Fundação Fulbright através do projeto nr. PMG-2018981270P.

Referências

InovaLab@Poli - <https://www.politecnicos.com.br/inovalab/>

Seminário em Práticas Inovadoras no Ensino e Aprendizagem em Engenharia na Escola Politécnica da USP - https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4688275/mod_resource/content/23/SEM2019-D01P1.html

**PROJETO INSTITUCIONAL DE MODERNIZAÇÃO (PIM) DA ENGENHARIA DE CONTROLE E
AUTOMAÇÃO DA PUCPR**

**Institutional Modernization Project of the PUCPR Control and Automation Engineering
Undergraduate Program**

<http://www.youtube.com/watch?v=gM9JJ-KcoNo&t=17m57s>

Nome: Ricardo Alexandre Diogo
E-Mail: r.diogo@pucpr.br
IES: PUCPR

Nome: Emerson Donaisky
E-Mail: emerson.donaisky@pucpr.br
IES: PUCPR

Nome: Rodrigo Pierezan
E-Mail: rodrigo.pierezan@pucpr.br
IES: PUCPR

Nome: Andreia Malucelli
E-Mail: andreia.malucelli@pucpr.br
IES: PUCPR

Nome: Anderson Luis Szejka
E-Mail: anderson.szejka@pucpr.br
IES: PUCPR

Nome: Fernando Deschamps
E-Mail: fernando.deschamps@pucpr.br
IES: PUCPR

Resumo:

A Engenharia de Controle e Automação (ECA) da PUCPR, através do seu Projeto Institucional de Modernização (PIM), elaborou um planejamento para os primeiros quatro anos do Programa de Modernização da Graduação (PMG), que prevê a modernização da graduação brasileira; redes de colaboração Brasil-EUA e internacionalização; ambientes para a criatividade, inovação e empreendedorismo; integração de diferentes níveis de formação com o setor produtivo e a sociedade; e a disseminação do conhecimento gerado. Os primeiros resultados são a criação de novos ambientes de aprendizagem ativas conectados a laboratórios de engenharia; mapeamento de competências exigidas na formação dos estudantes e novas formas de avaliação por competências.

Abstract:

PUCPR Control and Automation Engineering undergraduate program through its Institutional Modernization Project has prepared a management plan for the first four years of the Modernization of Undergraduate Education Program, which provides the modernization of the Brazilian undergraduate programs; USA-Brazil collaboration networks and internationalization; environments for creativity, innovation and entrepreneurship; integration of different levels of education with the productive sector and society; and the dissemination of the generated knowledge. The first results are the creation of new learning environments connecting engineering laboratories; mapping of competencies required in student education and new ways of competency assessment.

O PIM da ECA da PUCPR é um dos oito PIM participantes do Programa de Modernização Programa Brasil-Estados Unidos de Modernização da Educação Superior na Graduação (PMG - EUA) (CAPES-CNE-COMISSÃO FULBRIGHT, 2018). No entanto, a modernização na ECA iniciou em 2016, seguindo o Plano de Desenvolvimento da Graduação (PUCPR, 2016), com a inovação nos Projetos Pedagógicos de Curso (PPC) da área de engenharia. Essa demanda veio acompanhada de um pedido de modernização das matrizes curriculares e desfragmentação das disciplinas, além do uso intenso de metodologias ativas de aprendizagem, para a formação de competências nos estudantes de engenharia.

Em 2018, a implantação do novo currículo da ECA começou a ser executada junto aos outros PPC de engenharia. No mesmo ano, submeteu o seu PIM, com o objetivo geral de "Modernizar o Projeto Pedagógico do Curso de ECA, promovendo o empreendedorismo, a criatividade e a inovação, em equipes colaborativas e com pensamento crítico". Para que isso seja possível, também propôs nove objetivos específicos para os oito anos do PMG. A Tabela 1 apresenta esses objetivos relacionados aos objetivos do edital do PMG.

Planejamento

Para melhor uso dos recursos disponibilizados pelo PMG para o PIM, a ECA optou pela segmentação em duas fases, cada uma com duração de quatro anos. Na primeira fase (2019-2022), foram sugeridas as seguintes atividades: i) Reuniões do Grupo Gestor; ii) Aproximação com Instituições nos EUA; iii) Projeto das Salas de Metodologias Ativas; iv) Seleção de Especialistas Visitantes (2 por ano); v) Seleção de Assistentes (até 10 por ano); vi) Missões do Grupo Gestor (2 por ano); vii) Aproximação com o Setor Produtivo; viii) Disseminação do PMG e PIM; ix) Encontros do *Industry Advisory Board* (IAB) da ECA; x) Workshops do PIM; xi) Aplicação dos recursos de manutenção; xii) Análise da implementação da modernização.

A segunda fase (2023-2026) será definida somente em 2022, para que o planejamento seja adequado e de acordo com a análise dos resultados parciais obtidos com a primeira fase.

Tabela 1 – Relacionamento dos objetivos do PIM e do PMG.

	PIM	PMG
1	Projetar e executar duas salas de aprendizagem ativa, ligadas ao Laboratório de Automação da Manufatura e de Processos (<i>Smart Factories</i> , IIoT, Sistemas Ciber-Físicos, Robótica Colaborativa).	Criar ambiente propício para o desenvolvimento do pensamento criativo, com sólida base teórica, da capacidade de inovação e de empreendedorismo dos graduandos em engenharia.
2	Ampliar e consolidar parcerias com instituições norte-americanas reconhecidas pela inovação e modernização do ensino em engenharia.	Formar redes de colaboração acadêmica entre o Brasil e os EUA para o aprimoramento da qualidade da educação na graduação e alinhamento com as tendências internacionais da área de engenharia.
3	Identificar especialistas norte-americanos e definir calendário de visitas, para conduzir cursos, treinamentos, palestras ou seminários.	
4	Definir calendário das missões do Grupo Gestor e das visitas de curta duração dos assistentes, para a realização de atividades de cooperação em ensino de engenharia nos	
		Compor os esforços de internacionalização das IES brasileiras.

	EUA.	
5	Atualizar as metodologias de ensino, considerando a avaliação por competências, que incluem o pensamento crítico, autonomia intelectual, comunicação, trabalho em equipe, inovação e empreendedorismo.	
6	Segmentar a governança do curso, dividindo em eixo comum das engenharias sob responsabilidade de um coordenador geral e a gestão do eixo específico, a cargo do coordenador específico do curso.	Gerar modelos inspiradores de currículos, de metodologias de ensino-aprendizagem e de gestão de cursos de graduação, reproduzíveis no conjunto do sistema de ensino superior brasileiro.
7	Promover capacitação docente em metodologias ativas e ensino híbrido voltada para o ensino em engenharia, considerando o eixo comum e o eixo específico.	Criar um ambiente propício à modernização da educação brasileira, com o apoio de regulação apropriada junto ao CNE.
9*	Disseminar e multiplicar as experiências do PIM para outros cursos e IES brasileiras, de forma a retribuir à sociedade o investimento concedido e ampliando o impacto do programa no país.	
8*	Estabelecer e consolidar parcerias com o setor produtivo, para a formação de recursos humanos capacitados para a inovação, o empreendedorismo, a pesquisa, o desenvolvimento e a produção.	Integrar o curso de graduação com os diferentes níveis de formação superior, com a sociedade e com o setor produtivo.

* A numeração dos objetivos segue a sequência do PIM proposto.

Fonte: ECA – PUCPR.

Resultados parciais

Como resultados parciais para os objetivos 5 e 7, pode-se dizer que os cursos da Escola Politécnica têm implantado a formação por competências, considerando que as habilidades técnicas e comuns devem ser aplicadas a um contexto, produzindo resultados impactantes. Formar competências exige que o estudante seja ativo em todo o processo de ensino-aprendizagem e que elas sejam avaliadas de forma adequada. Assim, metodologias de aprendizagem, como por exemplo, a *hands-on*, aprendizagem baseada em problemas ou em projetos (PBL e PjBL), têm sido aplicadas nas novas matrizes curriculares. Consequentemente, a avaliação passa a ser por competências, em uma dimensão de três saberes: o saber-saber, o saber-fazer e o saber-agir (VOSGERAU e colab., 2017).

Como uma competência é uma dimensão ampla a ser avaliada, os temas de estudos, hora avaliados de forma individual, agora passam a ser agrupados e integrados de forma a definir as disciplinas das matrizes curriculares. Mas antes disso, uma competência é dividida em elementos de competência, que possuem os seus resultados de aprendizagem. Por fim, estes são avaliados com indicadores de desempenho. Um exemplo de como isso é feito está no mapeamento da Figura 1.

Figura 1 – Exemplo de mapeamento de competências.



Fonte: (SPRICIGO, 2019). Legenda: C (Competência); EC (Elemento de Competência); RA (Resultado de Aprendizagem).

Aliado a esse processo, a ECA definiu suas competências específicas, de acordo com o mapeamento realizado em modelos e documentos balizadores (ABET, 2019; AUTOMATION FEDERATION, 2018; ISA, 2012), aliado às tendências da área de engenharia, muitas impelidas pela Indústria 4.0 (HENNING, KAGERMANN, WOLFGANG, WAHLSTER, JOHANNES, 2013; LYDON, 2016; MCKINSEY, 2015; RÜBMANN e colab., 2015). Isso gerou a competência específica descrita na Tabela 2, onde (1) é o saber-saber, (2), o saber-fazer e (3), o saber-agir. Para chegar a essa competência, elementos de competência foram definidos e alinhados com o CDIO (CRAWLEY e colab., 2011; GIBBS e colab., 2003) e uma soft skill. Os temas de estudo sugeridos pelos diversos documentos balizadores para a ECA foram agrupados em disciplinas, que mapeadas junto aos Elementos de Competência, definem o nível de aprofundamento de cada uma: introdução e reforço dos elementos de competência; e certificação de uma competência.

Tabela 2 – Mapeamento da competência específica da ECA.

Competência		(1) PROJETAR PROCESSOS <i>ciber-físicos</i> , (2) conforme requisitos dos clientes e restrições pertinentes de ordem política, ética, de saúde, segurança, manufaturabilidade e sustentabilidade, (3) de forma colaborativa, atualizada e com questões contemporâneas.				
Elementos da Competência		Conceive (C) Conceber soluções de sistemas, entendendo as necessidades dos <i>stakeholders</i> .	Design (D) Elaborar projeto.	Implement (I) Implementar sistemas.	Operate (O) Analisar sistemas.	Soft Skill Demonstrar comportamento profissional, colaborativo e ético
Disciplinas	Concepção e Design de Sistemas de Controle	Introduz	Introduz			
	Implementação e Operação de Sistemas de Controle			Introduz	Introduz	
	Gestão Socioambiental					Introduz
	Projeto de Circuitos Eletrônicos	Introduz	Introduz			Introduz
	<i>Industrial Internet of Things</i>			Introduz	Introduz	

Engineering Project Management	Reforça	Reforça	Reforça	Reforça	Reforça
Engenharia de Dados			Reforça	Reforça	
Smart Factories	Certifica				

Fonte: ECA – PUCPR.

Outro resultado parcial está relacionado ao objetivo 6, a segmentação da gestão de cursos. Considerando que a formação por competências para as engenharias deve ter uma base sólida, desde 2018, as coordenações foram divididas em Núcleo Comum e Específicos.

Para atender aos objetivos 2 e 3, o grupo gestor está tratando a vinda de um especialista do curso de *Mechatronics Engineering*, da *Kent State University*, considerando que o curso está inserido no programa de *Liberal Arts* e em parceria com a PUCPR pela *American Academy*.

Já o objetivo 4 foi atendido parcialmente através de uma missão do grupo gestor em Dallas para assistir ao *2019 ABET Symposium* e visitas a *University of Texas-Arlington (UTA)*, em uma feira de projetos apresentados pelos alunos, e ao *Dallas County Community College District (DCCCD)*. Durante o simpósio, foi possível conhecer o projeto de avaliação e gestão do curso de Bioengenharia da *University of Illinois at Urbana-Champaign (UIUC)*, que tem usado o modelo de competências e aplicado técnicas de inteligência artificial e *deep learning* para encontrar as dificuldades dos estudantes de forma automática, através do desempenho individual. A feira de projetos na UTA é uma proposta da escola de engenharia, onde o decano escolhe projetos a serem patrocinados por empresas parceiras, mostrando a interação entre universidade e setor produtivo. Já no DCCCD, foi possível observar o programa norte-americano de inserção social de estudantes no ensino superior, com aproveitamento e transferências de créditos.

Para o objetivo 9, há algumas iniciativas a citar: o *Industry Advisory Board (IAB)* da ECA, a participação na Associação Brasileira de IoT e Indústria 4.0 (ABII) e na Sociedade Internacional de Automação (ISA). O IAB é formado por representantes do setor produtivo e se reúne semestralmente para tratar da formação dos egressos da ECA. Já a ABII e a ISA disponibilizaram espaço na agenda dos encontros nacionais para a apresentação e disseminação do PMG e do PIM.

A disseminação das experiências do PIM (objetivo 9) também foi realizada no 26º Fórum de Docentes e Discentes do CREA-PR. O evento contou com a participação de diversas instituições de ensino.

Por fim, as salas para as metodologias de aprendizagem ativas, do objetivo 1, foram projetadas e montadas, como pode ser visto na Figura 2. Os resultados do uso desses novos ambientes somente serão percebidos ao longo do 2º semestre de 2019 e nos próximos anos.

Figura 2 – Ambiente para metodologias de aprendizagem ativas ligados ao Laboratório de Automação da Manufatura e de Processos



Fonte: ECA – PUCPR.

Considerações finais

O PIM da ECA está apenas em sua fase inicial. Foram apenas seis meses de trabalho focado basicamente no planejamento da execução dos 4 primeiros anos do PMG, com previsão de replanejamento para os 4 anos seguintes. A proposta da ECA está alinhada ao modelo de formação por competências e preocupada com o alinhamento às tendências da área de engenharia, como as

da Indústria 4.0. Contudo, há a necessidade de contínuo aprendizado, acompanhamento e avaliação das novas matrizes curriculares. Como elas têm sido implementadas desde o início de 2018, será possível comparar dados do desempenho dos alunos, bem como dados de evasão, a partir de 2020. Também será possível realizar análises comparativas entre o modelo antigo de matriz curricular com o novo, mas também entre turmas, para verificar sua evolução com o tempo.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com financiamento de Projeto Institucional de Modernização pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes), no âmbito do Programa Capes PMG - EUA, processo nº 88881.302193/2018-01, e com financiamento da Comissão Fulbright Brasil.

Referências

- ABET. **Accreditation Policy and Procedure Manual (APPM), 2019-2020**. Disponível em: <<https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/accreditation-policy-and-procedure-manual-appm-2019-2020/>>.
- AUTOMATION FEDERATION. **Employment and Training Administration Automation Industry Competency Model**. 2018. Disponível em: <www.doleta.gov>.
- CAPES-CNE-COMISSÃO FULBRIGHT. **Programa Brasil-Estados Unidos de Modernização da Educação Superior na Graduação (PMG - EUA) - Edital nº 23/2018**. p. 1–17, 2018. Disponível em: <https://www.capes.gov.br/images/stories/download/editais/11062018-Edital_23_PMG_EUA2.pdf>.
- CRAWLEY, Edward F. e colab. **The CDIO Syllabus v2.0**. 7th International CDIO Conference, p. 41, 2011.
- GIBBS, Graham e colab. **The CDIO Syllabus**. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, v. 28, n. 1, p. 118–127, 2003. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.34.1082&rep=rep1&type=pdf>><<http://www.cheme.utm.my/chem/newsevents/futureengineering/futureeng3.pdf>><http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=1271020><<http://www.tandfonline.com/doi>>.
- HENNING, KAGERMANN. WOLFGANG, WAHLSTER. JOHANNES, Helbig. **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0**. Final report of the Industrie 4.0 WG. [S.l: s.n.], 2013.
- ISA. **Topics and Curriculum for a BS Degree Automation Engineering — Model Curriculum**. [S.l: s.n.], 2012
- LYDON, Bill. **Industry 4.0: Intelligent and flexible production**. InTech, 2016. Disponível em: <<https://www.isa.org/intech/20160601/>>.
- MCKINSEY. **Industry 4.0 - how to navigate digitization of the manufacturing sector**. McKinsey Digital. [S.l: s.n.], 2015.
- RÜBMANN, Michael e colab. **Industry 4.0: World Economic Forum**. The Boston Consulting Group. [S.l: s.n.], 2015. Disponível em: <https://www.bcgperspectives.com/Images/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm80-185183.pdf>.
- SPRICIGO, Cinthia B. **Currículo por Competências**. Brasil: PUCPR. 2019
- VOSGERAU, Dilmeire Sant'Anna Ramos e colab. **MODELO DE COMPETÊNCIAS: UMA FERRAMENTA PARA O PLANEJAMENTO DA APRENDIZAGEM ATIVA**. . Curitiba: [s.n.], 2017. Disponível em: <<https://www.pucpr.br/wp-content/uploads/2017/10/texto-competencias-aprendizagem-ativa.pdf>>.

PROJETO INSTITUCIONAL DE MODERNIZAÇÃO (PIM) DA ENGENHARIA ELETRÔNICA DA UNIFEI

INSTITUTIONAL MODERNIZATION PROJECT (PIM) OF THE UNIFEI ELECTRONIC ENGINEERING

<http://www.youtube.com/watch?v=gM9JJ-KcoNo&t=0m1s>

Nome: Rodrigo M.A. Almeida, Giscard F.C. Veloso, Danilo H. Spadoti, Luis H.C. Ferreira, Egon L. Müller, Rondineli R. Pereira, Luiz L.G. Vermaas

E-Mail: rodrigomax@unifei.edu.br, giscard@unifei.edu.br, spadoti@unifei.edu.br, luis@unifei.edu.br, egon@unifei.edu.br, rondineli@unifei.edu.br, lenarth@unifei.edu.br

IES: UNIFEI, Instituto de Engenharia de Sistemas e Tecnologia da Informação

Resumo: Este trabalho apresenta o desenvolvimento do projeto institucional de modernização (PIM) da engenharia eletrônica realizado na Universidade Federal de Itajubá. Este processo é motivado, além do PIM, pela modificação nas diretrizes curriculares nacionais (DCN), pelos requisitos do plano nacional de educação (PNE) mas, principalmente, pela necessidade de adequação do curso às novas realidades de ensino e aprendizagem em engenharia. O desenvolvimento do projeto pedagógico do curso (PPC) ainda está em curso, mas os resultados parciais são apresentados neste documento. Também, é apresentada uma breve introdução à três ferramentas/metodologias que serviram como base do processo de construção do PPC: o framework CDIO (conceive, design, implement, operate), a Taxonomia Revisada de Bloom (TRB) e a metodologia PETRA de aprendizagem.

Abstract: This paper presents the development of the electronic engineering institutional modernization project (PIM) carried out at the Federal University of Itajubá. In addition to PIM, this process is motivated by the modification of the National Curriculum Guidelines (DCN), the requirements of the National Education Plan (PNE), but mainly by the need to adapt the course to the new realities of engineering teaching and learning. The development of the pedagogical project (PPC) is still ongoing, but partial results are presented in this document. Also, a brief introduction to the three tools/methodologies that served as the basis of the PPC construction process is presented: the CDIO framework (conceive, design, implement, operate), Bloom's revised taxonomy and the PETRA learning methodology.

1. Introdução

O engenheiro eletrônico é o profissional capacitado a atuar nas diversas áreas que compõem o campo da Engenharia Eletrônica. Atualmente sua principal atribuição é o desenvolvimento de projetos que envolvem hardware e software. No entanto, o desenvolvimento de um produto eletrônico demanda tempo e uma grande quantidade de conceitos que vem evoluindo constantemente, como: eletrônica digital, analógica e potência, instrumentação, compatibilidade eletromagnética, protocolos de comunicação e programação de microcontroladores.

Em termos de requisitos legais, o MEC apresenta no plano nacional de educação (Brasil, 2014) propostas que tem impacto direto nas grades dos cursos, em especial a obrigatoriedade de atividades de extensão.

Em abril de 2019 foi homologado o parecer das novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do Curso de Graduação em Engenharia (CNE, 2019). A nova proposta estabelece a migração de uma estrutura baseada em conteúdo para uma voltada à competência.

Considerando essas questões, percebe-se a necessidade de atualização do Projeto Pedagógico do Curso (PPC). Procurando experiências de sucesso na própria universidade, foi decidido utilizar o modelo PETRA (VERMAAS, 1998) e as experiências com aprendizagem baseada em projeto (PBL) (ALMEIDA, 2014) para nortear esse processo.

2. Histórico e Análise do curso de Engenharia Eletrônica da Unifei

A graduação em engenharia eletrônica começou em 2010, com os primeiros formandos em 2014. Com o objetivo de evitar os problemas apresentados pelas metodologias e grades tradicionais, o curso foi concebido com uma abordagem de metodologia ativa focada em PBL.

A metodologia PBL é utilizada em maior profundidade do quinto ao oitavo semestre, com quatro disciplinas dedicadas. Duas são voltadas para o desenvolvimento e produção de um produto eletrônico. A terceira é sobre a área de instrumentação analógica e a quarta telecomunicações.

A evasão do curso chegou à 45% no primeiro ano. Ela começou a cair a partir de 2013, primeiro ano que as disciplinas em PBL foram ministradas, chegando a um valor médio de 11%.

Quanto à taxa de sucesso (quantidade de alunos formados), ela vem subindo de 3% em 2014, primeiros formandos, para a marca de 84% em 2017, condizendo com as baixas taxas de evasão observadas.

Visando relacionar essas taxas com as metodologias utilizadas no curso, é feita uma pesquisa anual. A maioria dos alunos responderam que gostaram das disciplinas com PBL (91%) e que acharam o projeto desenvolvido interessante (90%). Perguntados se elas os ajudaram em sua formação como engenheiro, apenas um estudante não concordou.

Com relação à redução da evasão, os resultados foram positivos. Quase 38% concordaram que PBL foi fator decisivo para a sua permanência no curso. Nove alunos afirmaram estar dispostos a deixar o curso, mas mudaram de ideia depois da disciplina.

Entre as universidades brasileiras, o curso foi uma das primeiras iniciativas a ter uma abordagem de PBL inserida formalmente no currículo de graduação, dedicando inicialmente na grade de 2010 três disciplinas especificamente para esta metodologia (ALMEIDA, 2014).

3. Abordagem na geração do projeto pedagógico

O novo PPC está ainda em desenvolvimento, mas já é possível identificar e apresentar a estrutura metodológica utilizada até agora. Três conceitos formam a base do processo:

- A utilização da estrutura de competências da iniciativa CDIO (CRAWLEY, 2001) – adaptando-a para as novas DCN (CNE, 2019)
- A definição do nível das competências baseadas na taxonomia revisada de Bloom (TRB) (ANDERSON 2001)
- A estruturação do incremento da responsabilidade do aluno através da abordagem PETRA (VERMAAS, 1998).
-

A Figura 1 apresenta uma proposta de modelo simplificado de PPC baseado nas novas DCN. Esta possui, no Capítulo 3, as definições e requisitos para o desenvolvimento do PPC de um curso. A seção em cinza apresenta todos os requisitos textuais apresentados pela diretriz.

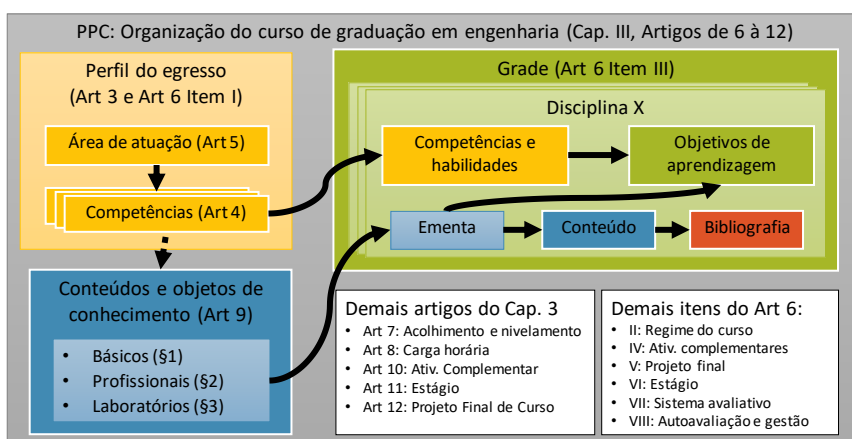


Fig. 1. Proposta de organização do PPC segundo as novas DCN

A seção em amarelo abrange a definição do perfil do egresso, com a área de atuação e as competências gerais. Nas competências gerais, a norma define um conjunto de 8 competências obrigatórias, ao mesmo tempo delega ao núcleo docente estruturante (NDE) a definição de competências extras, contemplando as áreas específicas para o perfil do egresso desejado.

A seção em azul apresenta os conteúdos obrigatórios. Duas mudanças são observáveis para as novas DCN: 1) a lista dos conteúdos básicos sofreu algumas modificações, perdendo a obrigatoriedade de 30% da carga do curso; 2) a inexistência de uma lista de conteúdos para as disciplinas profissionalizantes, ficando a cargo do NDE sua a definição.

Nesta proposta, a definição de cada disciplina deverá então: 1) atender a pelo menos um conteúdo (que será explicitado em sua ementa) e 2) colaborar com a formação de pelo menos uma competência do aluno (explicitado na seção de competências e habilidades). Os objetivos de aprendizagem devem compatibilizar a competência esperada com a ementa a ser ministrada. Este processo é apresentado na seção verde.

Para a definição das listas de competências, foi utilizado como base o framework apresentado pelo CDIO. As 8 competências obrigatórias apresentadas pelas DCN, adicionadas de 4 competências técnicas (Desenvolvimento de Hardware, Programação de Dispositivos, Instrumentação e Conectividade) foram classificadas nas áreas do CDIO. A definição destas competências técnica teve o suporte de duas pesquisas de opinião, uma com ex-alunos, e uma com profissionais da área de desenvolvimento de sistemas eletrônicos. A estrutura final aprovada pelo NDE é apresentada no Quadro 1.

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">1 Conhecimento técnico<ul style="list-style-type: none">1.1. Matemática, Física e Química (competência 2 do art. 4 das DCN)1.2. Desenvolvimento de Hardware (definida pelo NDE)1.3. Programação de Dispositivos (definida pelo NDE)1.4. Instrumentação (definida pelo NDE)1.5. Conectividade (definida pelo NDE)2 Competências e habilidades pessoais e profissionais<ul style="list-style-type: none">2.1. Gestão de Projeto (competência 4 do art. 4 das DCN)2.2. Legislação / Ética (competência 7 do art. 4 das DCN)2.3. Auto Aprendizado (competência 8 do art. 4 das DCN)3 Competências interpessoais: trabalho em equipe e comunicação<ul style="list-style-type: none">3.1. Comunicação (competência 5 do art. 4 das DCN)3.2. Trabalho em Equipe (competência 6 do art. 4 das DCN)4 Conceber, desenvolver, implementar e operar sistemas social e empresarialmente<ul style="list-style-type: none">4.1. Usabilidade (competência 1 do art. 4 das DCN)4.2. Projetar (competência 3 do art. 4 das DCN) |
|--|

Quadro 1 – Competências definidas para engenharia eletrônica da Unifei

O segundo conceito utilizado na criação do PPC pelo NDE é a TRB (ANDERSON, L.W. et al. 2001). Trata-se de uma metodologia para especificar os resultados de aprendizagem esperados de acordo com o nível de complexidade e de abstração estabelecidos. Desta forma, os objetivos educacionais podem ser melhor estabelecidos quanto à profundidade da competência que se espera que o aluno adquira. Se isto for bem definido, a organização das disciplinas, módulos ou trilhas de aprendizado fica melhor estruturada, facilitando a implementação e a avaliação.

Utilizar a TRB na definição do nível de exigência para cada uma das competências permite explicitar de modo mais objetivo o perfil do profissional, definindo não só as áreas de atuação, mas também o tipo de atividades que o egresso poderá realizar em cada uma destas áreas.

Cada uma das competências do quadro 1 foi classificada como uma forma geral de objetivo educacional. Para se definir o nível de exigência, cada a área foi subdivida em competências específicas e estas classificadas sob a TRB. Por exemplo, da área técnica '**1.2 - Desenvolvimento de Hardware**' foram levantadas 7 competências específicas; uma delas, '**circuitos elétricos**', foi classificada pelo NDE na coluna 4 (Analisar) linha B (Conceitual). Este processo foi repetido para as 6 demais competências e as classificações agrupadas para formar o requisito para a área 1.2. O resultado para cada uma das subáreas do item 1 é apresentado na Figura 2.

	1 Relembrar	2 Entender	3 Aplicar	4 Analisar	5 Avaliar	6 Criar
D Metacognitivo						
C Procedural				1.3 Progr. de dispositivos		1.2. Desenvolv. de HW
B Conceitual			1.1 Mat. Fis. Quim.		1.4 Instrument. 1.5 Conect.	
A Factual						

Fig.2. Definição do nível esperado para as competências técnicas

A mesma análise foi realizada para as competências não técnicas (áreas 2, 3 e 4 do quadro 1), cujo resultado está na Figura 3.

O fato das categorias na tabela de taxonomia estarem organizadas numa escala de complexidade e abstração pode conferir a elas um tipo de hierarquia. Deste modo, um objetivo classificado na célula 4-B, requer que o discente passe por todas as etapas anteriores. Isto pode ser traduzido na distribuição de objetivos instrucionais entre disciplinas, módulos ou trilhas de aprendizado, de forma que não haja saltos de complexidade, ou redundância não intencional entre disciplinas.

	1 Relembrar	2 Entender	3 Aplicar	4 Analisar	5 Avaliar	6 Criar
D Metacognitivo					2.3 Auto aprendizado	
C Procedural			3.1 Comunicação	4.1 Usuário		4.2 Projetar
B Conceitual			2.2 Ética /Legislação		2.1 Gestão 3.2 Trab. Equipe	
A Factual						

Fig.3. Definição do nível esperado para as competências gerais

Por fim o último dos três pilares utilizado para definição da estrutura do curso é a metodologia PETRA (VERMAAS, 1998). Esta metodologia preconiza duas abordagens: projeto e transferência. Neste contexto, projeto é entendido como uma tarefa, com graus variados de complexidade e de difícil solução, enquanto que transferência significa a aplicação de conhecimentos, habilidades e atitudes já aprendidos a situações novas.

Desta forma são definidos quatro níveis: (A) reprodução, (B) reorganização, (C) transferência e (D) resolução de problemas. O aluno passa progressivamente por cada uma destas etapas à medida que sua responsabilidade no aprendizado cresce, conforme Figura 4.



Fig.4. Responsabilidades de alunos e professores no PETRA

As disciplinas iniciais serão modeladas de acordo com a primeira camada do PETRA com abordagem similar ao método tradicional de ensino. À medida que o aluno avança em uma área ou trilha as disciplinas serão alocadas em camadas superiores, aumentando sua responsabilidade no aprendizado. A última camada compreende a utilização de disciplinas com metodologia PBL, onde o aluno desenvolverá a capacidade de resolução de problemas em um projeto prático. Esta abordagem reduz o impacto da metodologia PBL à medida que leva o aluno gradativamente a aumentar sua responsabilidade no processo de aprendizado.

4. Considerações finais

A mudança de uma estrutura baseada em conteúdo para um currículo baseado em competências deve, antes de tudo, definir o perfil do egresso, tanto em áreas de conhecimento quanto em profundidade de exigência em cada uma destas áreas. Para isto, a estrutura do CDIO e a TRB se mostram ferramentas muito interessantes e práticas. Por fim, o escalonamento das disciplinas ao longo do curso pode se beneficiar da metodologia PETRA para incrementar gradativamente o nível de responsabilidade do aluno no processo de aprendizado.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com financiamento do Projeto Institucional de Modernização, no âmbito do Programa Capes PMG - EUA, processo nº88881.302113/2018-01, e da Comissão Fulbright Brasil. Também houve colaboração dos NDE's da ELT, ECA, ECO e EEL.

6. Referências

- ALMEIDA R.M.A. RODRIGUES R.P., FERREIRA Filho J.A., MULLER E.L. Problem based learning methodology applied on teaching electronic products development, Proceedings of Active Learning for Engineering Education, Editora Abenge 2014
- ANDERSON, L.W. et al. A taxonomy for learning, teaching and assessing – a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Abridged edition. Longman, 2001.
- BRASIL. Lei Nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Plano Nacional de Educação - PNE, Brasília, DF, junho 2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm>.
- CNE, Resolução Nº 2, de 24 de abril de 2019, Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. DOU nº 80, 26.4.2019, p.43
- CRAWLEY, Edward F. The CDIO syllabus: a statement of goals for undergraduate engineering education. Cambridge, MA: MIT, 2001.
- VERMAAS, L.L.G.; CREPALDI, P.C.; FOWLER, F.R. Teaching, Learning and Evaluation Techniques in the Engineering Courses. Annual Meeting of the International Conference on Engineering and Education, Rio de Janeiro, Brazil, August 17-20, 1998.