

CAPÍTULO II

DESENVOLVIMENTO DE PROJETO INTEGRADOR DAS DISCIPLINAS FINAIS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO EM PARCERIA COM SETOR EMPRESARIAL

Alaercio Nicoletti Junior
Universidade Presbiteriana Mackenzie
alaercio.nicoletti@mackenzie.br

Maria Célia de Oliveira
Universidade Presbiteriana Mackenzie
mariacelia.oliveira@mackenzie.br

Carlos Roberto Camello Lima
Universidade Presbiteriana Mackenzie
carlos.lima@mackenzie.br

Luiz Antônio de Lima
Universidade Presbiteriana Mackenzie
luizantonio.lima@mackenzie.br

André Luis Helleno
Universidade Presbiteriana Mackenzie
andre.helleno@mackenzie.br@mackenzie.br

Tema: Aplicação de Metodologias Ativas

Resumo

Há necessidade de mudanças no currículo dos cursos de Engenharia de Produção buscando integrar o discente a situações reais das práticas das empresas. A pandemia, apesar dos problemas que provocou, potencializou a utilização de recursos remotos para a interação com profissionais do mercado, aumentando suas disponibilidade e acesso. Este cenário trouxe a possibilidade de troca de experiências em todo o período letivo e não somente em poucas palestras durante o semestre, além de permitir a participação de indústrias de outros países, como no caso do projeto aqui descrito, de uma startup alemã, desenvolvedora e fabricante de drones tripulados. O grande desafio está em

integrar as disciplinas de um mesmo semestre, com avaliações vinculadas ao mesmo projeto e com a participação de profissionais de organizações nacionais e internacionais. Neste contexto, o relato aqui apresentado refere-se ao desenvolvimento de um projeto que integra as disciplinas específicas do semestre de Engenharia de Produção da Universidade Presbiteriana Mackenzie com a participação de Empresas de Manufatura e de Tecnologia. Os resultados iniciais do projeto foram avaliados pela percepção dos alunos, que foi acompanhada aula a aula. De acordo com esta percepção, a satisfação média dos alunos no semestre resultou num NPS (*Net Promote Score*) de 86%, o que, além dos comentários positivos sobre o aprendizado, levou a projetos por eles desenvolvidos próximos à realidade, de acordo com a avaliação dos professores e das empresas participantes. Os projetos finais foram apresentados pelos alunos às organizações participantes, que gerou oportunidades de estágio e de trabalho.

Palavras-chave: Parceria Universidade-Empresa; Projeto Semestral; Aprendizagem Baseada em Projetos; Engenharia de Produção.

1. Introdução

Os cursos de Engenharia no Brasil, vem enfrentando o grande desafio de manter a motivação e o interesse dos alunos. Este fato é decorrente de fatores como a desaceleração das atividades industriais, a proposta de currículos focados em aspectos teóricos e associados às práticas de ensino tradicionais. Muitos estudos aplicados em países com características econômicas e tecnológicas distintas das nossas sugerem soluções ideais que prometem reascender nos alunos o interesse pela engenharia. Dentre estes estudos estão os de Li et al. (2019) e de Zhang et al. (2021), que confirmaram que abordagens baseadas em experimentações despertam o interesse dos alunos no aprendizado e aumentam, conseqüentemente, a qualidade das aulas.

Considerando as características do nosso país, propostas como novas metodologias de ensino e a integração da Universidade com as organizações podem trazer benefícios para motivação dos discentes. Neste contexto, a utilização de metodologias ativas, aprendizagem baseada em problemas,

aprendizagem baseada em projetos, como proposta por Barbosa e Moura (2014), permitem ao aluno experiências positivas de aprendizagem e valor ao seu processo de formação.

Um estudo desenvolvido por Moraes, Heidemann e Espinosa (2020) discute os métodos ativos de aprendizagem como uma alternativa para a evasão dos alunos dos cursos de ciência exatas. Nesse estudo, os autores focam em métodos e técnicas para manter os alunos nos cursos. Como resultado do estudo, os autores verificaram que os métodos ativos de ensino melhoram a percepção dos discentes sobre seu sentimento de pertencimento e valorização na Universidade, contribuindo para a relevância e valor das disciplinas do curso.

Nesse sentido, o estudo de Teixeira et al. (2019) confirmou que o discente sente a necessidade de dinâmicas que correlacionem teoria e prática no curso, sendo que as práticas da metodologia ativa contribuem para o processo de metacognição, gerando uma reflexão sobre o seu próprio processo de aprendizado. Associado a esse conceito, a aprendizagem baseada em projeto, segundo Souza Schiaber et al. (2019), introduz a solução de problemas, possibilitando ao aluno a aplicação prática dos conceitos para resolver problemas que ele encontrará no mercado de trabalho.

Nesse contexto, o problema explorado neste relato está associado à necessidade de experimentar novos métodos de ensino, com base em metodologias ativas e associadas à solução de problemas com a integração Universidade-Indústria. Para isso, a questão definida é: “A integração das disciplinas específicas de um semestre em um único projeto, com a participação e avaliação de indústrias de manufatura e tecnologia, pode contribuir para o aprendizado e motivação dos alunos em Engenharia de Produção?”

Para responder a essa questão, definiu-se o projeto que integra as disciplinas do 9º Semestre do curso de Engenharia de Produção da UPM, com a apresentação de um desafio de projeto de uma fábrica com seu Centro de Distribuição, desde o levantamento do mercado e da demanda potencial, passando pela concepção de produto e famílias de produtos, localização da empresa, escolha dos equipamentos, desenho do layout da empresa e simulação de sua produção.

2. Descrição do problema

O Engenheiro de Produção deve ser capaz de projetar o fluxo de uma fábrica ou escritório, de forma a reduzir os potenciais desperdícios e valorizar a geração de valor pela empresa, otimizando investimentos (CAPEX – *Capital Expenditure*) e os custos fixos e variáveis (OPEX – *Operational Expenditure*) envolvidos na operação empresarial. Nos anos de formação, o aluno da Engenharia de Produção recebe uma carga de conhecimentos da grade do curso sobre estatística, *data analytics*, processos empresariais de fábricas e serviços, *lean manufacturing*, transformação digital / indústria 4.0, tomada de decisão, simulação, logística, sustentabilidade etc., mas muitas vezes não tem a visão sistêmica para integrar todos esses conceitos em um projeto prático.

A pandemia do Coronavírus trouxe o esvaziamento dos escritórios e a manutenção presencial nas empresas das atividades presenciais, criando um distanciamento entre os alunos da realidade das operações e aproximando-os de tarefas envolvendo análise de dados e otimização de processos à distância.

Tal situação ofereceu a oportunidade para a Universidade aproximar esses mundos e conectar ao mesmo tempo suas disciplinas, o que contribui para a formação da visão sistêmica no estudante de engenharia. Esse processo foi sendo preparado há um ano, mas o isolamento e as aulas remotas possibilitaram o amadurecimento do processo, uma vez que as empresas e os profissionais ficaram mais acessíveis pela via remota e face à necessidade de preparação dos futuros profissionais para o ambiente empresarial, uma vez que os próprios estágios se desenvolvem hoje, muitas vezes, de forma remota.

3. Solução desenvolvida (percurso metodológico)

O mercado de trabalho vive a transformação digital preconizada por Schwab (2016) com a consolidação de soluções para os consumidores a partir de manufatura aditiva, internet das coisas (IoT – *Internet of Things*), computação em nuvem etc., sinalizando mudanças profundas, como as cidades inteligentes e armazenamento para todos. Nessa esteira, as empresas dispõem de uma quantidade de dados para análise e consolidação de conhecimento jamais vista anteriormente, além dos métodos ágeis inseridos nas organizações a partir do

Manifesto Ágil (2001), criado para a indústria de software e hoje expandido para diversos mercados e organizações.

Na concepção de uma nova operação, seja de manufatura ou de serviços, o Engenheiro de Produção é chamado a otimizar os fluxos dos processos, integrando a nova realidade no que tange à tecnologia e usando conceitos ágeis, como o *looping do feedback* de Ries (2012), envolvendo a construção da solução, medição dos resultados e aprendizado num ciclo que se repete até a obtenção da solução definitiva.

Nesse sentido, encontrou-se no nono semestre, o penúltimo do curso, o ambiente favorável para a integração de todas as disciplinas até então ministradas, consolidando seus conhecimentos em um projeto real de uma fábrica e seu centro de distribuição. No semestre em questão, têm-se seis disciplinas na grade horária dos alunos, passíveis de integração: (i) Projeto de Fábrica e Instalações, teórica; (ii) Projeto de Fábrica e Instalações, prática; (iii) Logística e Cadeia de Suprimentos II; (iv) Manufatura Avançada; (v) Simulação de Sistemas de Produção e; (vi) Métodos para Tomada de Decisão.

Assim, numa construção que vinha sendo desenhada há um ano, consolidou-se um manual integrado dessas disciplinas, com uma entrega única no semestre, a partir de um desafio lançado no início do semestre. O desafio é baseado na produção de um estudo integral envolvendo uma empresa específica, contando-se com profissionais especialistas do setor produtivo, que interagem em determinados momentos com os grupos de estudantes responsáveis pelo projeto.

4. Resultados obtidos

A partir da proposta descrita no manual, os grupos de alunos desenvolveram um projeto de uma fábrica por eles definida, apresentando suas características em termos de arranjo físico, equipamentos, sistemas operacionais, utilidades, além de descrever os processos de planejamento orçamentário, planejamento da

produção, logística, sistemas de manutenção e serviços auxiliares. Dúvidas e orientações puderam ser solucionadas durante o projeto pelos professores de cada uma das disciplinas específicas. Neste escopo, a integração das disciplinas do semestre é percebida no resultado dos projetos. Um ponto alto de todo o desenvolvimento no semestre foi exatamente a interação com profissionais da indústria, que se dispuseram a apresentar suas áreas de atuação, descrever situações reais e responder às questões levantadas pelos alunos.

Ao término das aulas da disciplina teórica de Projeto de Fábrica, no intuito de coleta de dados sobre o processo de ensino e as interações, foi realizada uma pesquisa NPS (*Net Promote Score*) com a questão: “Qual é o seu grau de satisfação com a interação de hoje?”, sendo 1 - muito insatisfeito; 10 - excedeu minhas expectativas. Adicionalmente, é facultado aos alunos comentários sobre a experiência e colocar seu nome, caso queira se identificar. A Tabela 1 mostra o NPS coletado nas aulas e nas interações com profissionais.

Tabela 1 – NPS das aulas (melhor fazer a tabela na horizontal)

<i>Avaliações</i>	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	<i>NPS</i>
<i>Aulas</i>	188	45	22	9	2	0	0	0	0	0	0	86%
<i>Interações</i>	60	14	2	1	0	0	0	0	0	0	0	96%

Segundo Reichheld (2011), o NPS é obtido a partir de uma pontuação atribuída a uma única questão realizada ao cliente. O NPS é calculado a partir da Equação 1, sendo que seu valor varia entre -100% a 100%.

$$NPS = \% \text{ Promotores} - \% \text{ Detratores} = \frac{\sum \text{Promotores} - \sum \text{Detratores}}{\sum \text{Total}} \quad (1)$$

Promotores são os respondentes que atribuíram avaliações 9 ou 10, enquanto detratores são aqueles que pontuaram menor ou igual a 6.

Nos comentários relativos às pontuações menores ou iguais a 7, todas discorriam sobre as dificuldades com a ferramenta computacional usada para a aula (TEAMS), independente do evento ser uma aula ou uma interação com

profissionais do mercado. Já as notas 8 e superiores nas aulas abordavam a integração entre as disciplinas e/ou didática adotada, conhecimento integrado transmitido, como, por exemplo, a importância da aplicação de diversos conhecimentos adquiridos no transcorrer do curso de Engenharia de Produção em um caso prático, que pode ser inclusive aplicável à carreira profissional do aluno. Com relação à interação com os profissionais do mercado, o destaque foi para o conteúdo transmitido, a oportunidade de dialogar com profissionais que atuam nas suas futuras profissões e, sobretudo, vislumbrar possíveis desdobramentos da carreira e de estudos após a graduação.

Observa-se que a inserção dos profissionais foi muito bem avaliada pelos alunos, o que foi apontado tanto pelas avaliações na Tabela 1, que mostra o NPS, quanto pelos comentários gerais apontados.

Como consequências práticas, as disciplinas despertaram em muitos alunos o interesse pela indústria, uma vez que, por estudarem e geralmente possuírem residência na cidade de São Paulo, estagiam e trabalham em empresas de tecnologia, financeiras e/ou consultorias, muitas vezes não vislumbrando sequer a possibilidade de atuação na indústria. Ainda, algumas das empresas disponibilizaram um profissional da área de Recursos Humanos junto com o especialista da área nos encontros com os alunos. Esses profissionais divulgavam vagas para estagiários ou *trainees*, além de fazerem descritivos do que envolveriam as oportunidades, algumas inclusive com possibilidade de carreira internacional.

5. Lições aprendidas e conclusão

Na proposta ora desenvolvida, os professores foram chamados a adaptar conteúdos e dinâmica de ensino para maior harmonização e efetividade dos resultados. O fato mais relevante e significativo no processo foi a efetiva e abrangente participação dos profissionais de corporações externas, que puderam disponibilizar temas, realidades e se colocar disponíveis para todo tipo de questionamento ou aconselhamento aos alunos. Como evidenciado

anteriormente, esse fato foi extremamente facilitado pela situação atual, que forçou as participações, antes presenciais, a serem virtuais, ignorando distâncias, nacionalidades ou restrições de tempo.

No contexto da atual situação de isolamento social, tudo teve que ser adaptado ao formato *on-line*. Os próprios alunos tiveram que desenvolver novas rotinas de estudo, encontros dos grupos e formas de acompanhamento das aulas e materiais disponibilizados.

Houve grande esforço institucional no oferecimento dos melhores recursos, incluindo plataformas para aulas e interação, tanto para os professores, como para os alunos. O coletivo foi exaltado, o auxílio mútuo foi evidenciado.

Os principais desafios do projeto envolveram a mudança de mentalidade de professores e alunos, os primeiros para agirem integrados e num mesmo ritmo na sequência do semestre, enquanto os estudantes tiveram que lidar com um projeto real e complexo, concorrente com outras atividades, como seus estágios ou empregos e entregas na própria Universidade, como o TCC (Trabalho de Conclusão de Curso).

Quanto aos professores, a adoção de um manual único para as disciplinas do semestre proporcionou uma base comum e orientativa para a execução dos trabalhos. Esse material é mantido no período letivo, sendo revisado a cada nova turma, com melhorias, adequações, balanceamento de atividades etc. Outro tópico que favoreceu a integração entre os professores é a nota conjunta, onde cada disciplina apresenta um peso na composição das avaliações das demais.

Já no que tange aos alunos, tem-se o relato de que há no início uma dificuldade de conciliação entre as diversas atividades acadêmicas e nas empresas, mas que, no transcorrer das aulas, eles vão associando as diversas demandas e, no final, o projeto agrega valor, tanto à consolidação dos conceitos acadêmicos, quanto na contribuição para a vida profissional.

Lições foram aprendidas, especialmente no relacionamento efetivo de todos os atores e as dificuldades foram superadas. O grande desafio que agora se impõe é o de se expandir o aprendizado nascido em uma situação de contingência, e

obter os mesmos resultados quando do retorno à situação anterior, dita de normalidade, das aulas presenciais.

As melhorias identificadas para os próximos ciclos são a possibilidade de uso do projeto para o TCC, para os alunos que tiverem o interesse, e a visita, mesmo que virtual enquanto perdurar a pandemia, às Unidades fabris das empresas parceiras. Alguns profissionais têm contribuído com vídeos de seus sistemas produtivos, o que agrega muito valor para os alunos no projeto de suas fábricas, e essa deve ser uma iniciativa incentivada a partir dos próximos ciclos.

Agradecimentos

Agradecemos aos profissionais das empresas pela interação, não nominados por questões de confidencialidade, mas já existem indústrias que participam em todos os semestres, desde que iniciado o piloto de integração. Agradecemos, ainda, ao diretor da Escola de Engenharia, Prof. Marcos Massi e ao coordenador do curso de Engenharia de Produção, Prof. André Luiz Helleno, pelo incentivo e apoio fundamentais para o amadurecimento dessa iniciativa.

Referências

BARBOSA, E. F. E MOURA, D. G. (2014). Metodologias ativas de aprendizagem no ensino de engenharia. Anais International Conference on Engineering and Technology Education, Cairo, Egito, 13.

LI, MIN JUN, SI CE WANG, AND MEI SONG TONG. "A Novel Teaching Method for the Advanced Engineering Electromagnetics Course Based on a Three-in-one Mode." 2019 Photonics & Electromagnetics Research Symposium-Fall (PIERS-Fall). IEEE, 2019.

MANIFESTO ÁGIL – <https://agilemanifesto.org/history.html>. Acessado em 04 de abril de 2021.

MORAES, K.; HEIDEMANN, L.; ESPINOSA, T. Métodos ativos de ensino podem ser entendidos como recursos para o combate à evasão em cursos de Ciências Exatas? Uma análise pautada nas ideias de Vicent Tinto. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, V. 37 (2), p. 1-37, 2020.

REICHHELD, F, MARKEY, R. "A pergunta definitiva 2.0: Como as empresas que implementam o net promoter score prosperam em um mundo voltado aos clientes.", 2011.

RIES, E. A Startup Enxuta. São Paulo: Lua de Papel, 2012

SCHWAB, K. A quarta revolução industrial. Edipro, 2016.

SOUZA SCHIABER, P., KANASHIRO, B., ENDO, W. Aprendizagem baseada em projetos: implementação em um sistema de comunicação industrial com controle via dispositivo de

comunicação móvel, utilizando o padrão OPC. *Brazilian Applied Science Review*, v. 3, n. 1, p. 465-477, 2019.

TEIXEIRA, R. L. P.; SILVA, PRISCILLA CHANTAL DUARTE; BRITO, M. L. A; . Aplicabilidade de metodologias ativas de aprendizagem baseada em problemas em cursos de graduação em engenharia. *Humanidades & Inovação*, v. 6, n. 8, p. 138-147, 2019.

ZHANG, X. et al. Application of Design-Based Learning and Outcome-Based Education in Basic Industrial Engineering Teaching: A New Teaching Method. *Sustainability*, v. 13, n. 5, p. 2632, 2021.

ANEXO I – Desafio

DESAFIO
<i>Projetar uma fábrica e seu Centro de Distribuição (CD).</i>
OPORTUNIDADE
<i>O avanço tecnológico contemplado pela Indústria 4.0, o crescimento do interesse do consumidor por produtos social e ambientalmente responsáveis, bem como as restrições impostas pela pandemia requerem a aceleração de soluções contemplando esse novo momento.</i>
PREMISSAS
<ul style="list-style-type: none"><i>Projeto deve contemplar 2 famílias de produtos e mínimo de 4 SKU's</i><i>Embalagem deve obedecer a princípios da Economia Circular, contemplando a correta destinação dos resíduos industriais e prevendo a Logística Reversa dos resíduos pós-consumo</i><i>Fábrica e CD devem contemplar conceitos da Indústria 4.0</i><i>Orçamento para o projeto (fábrica + CD): R\$ XX.XXX.XXX</i><i>As equipes devem respeitar as turmas de Prática de Projeto de Fábrica</i>
ENTREGAS
<ul style="list-style-type: none"><i>Projeto único com base no Manual da Disciplina (arquivo 21 S1 – Manual R1.pdf)</i><i>Documentação no modelo "21 S1 Template Semestre 9.doc"</i>
OBJETOS DAS DISCIPLINAS
<ul style="list-style-type: none"><i>Integrar as disciplinas do 9º Semestre do curso de Engenharia de Produção</i><i>Trocar informações e experiências com profissionais do mercado</i><i>Aplicar dos conceitos da Engenharia de Produção em um projeto real</i><i>Preparar o futuro Engenheiro de Produção para seu mercado de trabalho, seja na indústria ou em serviços</i>

ANEXO II – Sumário do Manual

Introdução

Capítulo 1 – A Empresa

- (a) O mercado e a demanda
- (b) Produtos e famílias
- (c) Localização
- (d) Processo produtivo

Capítulo 2 – Estratégia e Gestão

- (a) Estratégia
- (b) Governança Corporativa
- (c) Organograma
- (d) Estimativa de pessoal

Capítulo 3 – A fábrica

- (a) Estratégia de produção
- (b) Tipo de produção
- (c) Tipo de processo
- (d) Capacidade
- (e) Máquinas escolhidas
- (f) Layout detalhado das operações
- (g) VSM
- (h) Dimensionamento da equipe operacional
- (i) Plano Mestre de produção dos produtos para primeiro ano de produção

(j) Gestão de resíduos

Capítulo 4 – O Centro de Distribuição

- (a) Objetivo da simulação
- (b) Desenvolver um projeto do CD e do Cross docking:
- (c) Apresentação
- (d) Incremento de vendas

Capítulo 5 – Simulação da produção

- (a) Objetivo da simulação
- (b) Layout
- (c) Tempos
- (d) Variabilidade
- (e) Número de funcionários
- (f) Turnos de trabalho
- (g) Mix de produção
- (h) Fronteiras da simulação
- (i) Resultados da simulação
- (j) Entregas

Capítulo 6 – Gestão da Manutenção

- (a) Manutenção Produtiva Total (TPM)
- (b) Quadro de Gestão à vista com indicadores
- (c) Plano de Lubrificação
- (d) Plano de limpeza
- (e) Processo para Análise de Falhas
- (f) Lição Ponto a Ponto

Capítulo 7 – Manufatura Avançada

(a) Tecnologias Disponíveis

(b) Escolha da Tecnologia

(c) Plano de Manutenção para a Tecnologia Escolhida

Capítulo 8 – Investimentos, Formação de Preços e Retorno Financeiro

(a) Investimentos

(b) Custos operacionais

(c) Formação de preços

(d) Análise de Viabilidade Financeira

Capítulo 9 – Conclusão

Referências bibliográficas

Anexos

Referências para o Projeto