

CAPÍTULO X: ESTRATÉGIAS INOVATIVAS DE ENSINO E A BUSCA DA RELAÇÃO DA HÉLICE QUADRUPLA NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

Eduardo Ferro dos Santos	EEL/USP
eduardo.ferro@usp.br	
Herlandi de Souza Andrade	EEL/USP
herlandi@usp.br	
Marco Antônio Carvalho Pereira	EEL/USP
marcopereira@usp.br	
Maria Auxiliadora Motta Barreto	EEL/USP
maribarreto@usp.br	
Humberto Felipe da Silva	EEL/USP
humberto.felipe@usp.br	
Messias Borges Silva	EEL/USP
messias.silva@usp.br	

Introdução

Na prática do ensino, o simples ato de transmitir conceitos e teorias já não é mais o suficiente. Percebe-se que é importante e cada vez mais necessário capacitar os alunos para que possam gerenciar seu próprio conhecimento, adquirindo habilidades de pesquisa, de resolução de problemas, de projetos, de trabalho em grupo, de análise, de síntese e de comunicação.

No método tradicional de ensino, o aluno ocupa uma posição de agente passivo dentro do processo de aprendizagem, limitando-se a tentar absorver os conhecimentos e as experiências do professor. A utilização de aulas expositivas, nas quais o professor expõe o assunto e avalia os alunos a partir do conteúdo absorvido nas aulas e em estudo da matéria já não desperta tanto interesse dos alunos e não contribui tanto para o aprendizado, em razão da disseminação da informação no presente, diferentemente do que ocorria até o século passado (DOS SANTOS et al., 2018).

Em novos métodos de ensino, mais dinâmicos, o aluno ocupa uma posição de agente ativo do processo de aprendizagem, por meio de atividades estimuladoras do desenvolvimento e da capacidade de iniciativa e descobrimento, propiciando uma aprendizagem contínua e dinâmica. O principal papel do professor passa a ser o de ajudar o aluno a aprender, e não mais o de ensinar. Aprender a aprender passa a ser uma exigência do profissional do

futuro, em especial o profissional de Engenharia, já que ele é um dos principais protagonistas da inovação tecnológica (PEREIRA et al., 2019).

Para isto, deve-se trabalhar no estímulo do aluno à prática e à aplicação de diversos métodos e ferramentas de projeto, ensinadas com novas metodologias de ensino-aprendizagem. Essa vertente busca a solução de problemas relacionados ao ensino-aprendizagem com significado na realidade concreta, como as metodologias ativas focadas em problemas ou projetos (PRINCE, 2004).

Estão no rol de tais metodologias a Problem Based Learning (HAWKINS et al., 2013), a Project Based Learning (MESQUITA et al., 2009), ou ainda mesmo as aplicações denominadas Work Based Learning (MORRIS; BLANEY, 2013), Industry Based Learning (HENSCHKE; POPPINS, 2009), P5BL – Project, Product, Process, People Based Learning (FRUCHTER; LEWIS, 2001), Learning By Doing (SCHANK, 1995), focadas em casos reais de melhoria de processos, projetos, produtos e sociedade.

Dentre estas metodologias ativas, ainda se inicia um movimento denominado metodologias inov-ativas. Estas são definidas como estratégias macro que condensam as abordagens chamadas ativas, nas quais os estudantes são agentes do próprio aprendizado e são mais voltadas para a resolução de problemas práticos, por isso embasadas em gestão do tempo, design instrucional, capacidade computacional de análise e simulação, entre outros (FILATRO; CAVALCANTI, 2018).

Para assegurar a realização das metodologias inov-ativas, é necessário também a busca de parcerias, que podem ser realizadas por meio da interação da universidade com empresas, governo e sociedade. Estratégias da Hélice Quadrupla são aplicadas nesta relação (DOS SANTOS; BENNEWORTH, 2019).

Sendo assim, o objetivo deste relato de experiência é apresentar as estratégias inov-ativas de ensino e a busca da relação da hélice quadrupla no curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de Lorena (EEL/USP).

Descrição do Problema

A Escola de Engenharia de Lorena, é uma das unidades da Universidade de São Paulo, localizada na cidade de Lorena, no Vale do Paraíba. O curso de Engenharia de Produção se iniciou em 2012 e desde então busca a inserção de metodologias ativas em todas as disciplinas e atividades oferecidas.

Na EEL/USP, ações práticas vêm sendo desenvolvidas por um pequeno grupo de professores, com parcerias com empresas da região e com órgãos públicos (PEREIRA; BARRETO; PAZETI, 2017). Em uma destas parcerias, com a Santa Casa de Lorena (Hospital Municipal), além da melhoria de processos internos (qualidade, custo), foi obtida menção honrosa na 3ª Conferência Latino Americana da Rede Global Hospitais Verdes e Saudáveis, realizada em Outubro de 2017 (SANTOS et al., 2017). Em disciplinas específicas, são também firmadas parcerias com empresas da região (SANTOS et al., 2015). Um trabalho realizado em uma disciplina de Segurança do Trabalho também recebeu o Prêmio Proteção 2019, Categoria Prata em Ações Institucionais voltadas a prevenção de acidentes (SANTOS, 2019).

Atualmente temos uma população de alunos com características bastante peculiares. Trata-se de uma geração essencialmente digital. Isso não só se aplica na EEL/USP, mas de uma forma geral em todas as modalidades de ensino. Diversos autores já apontavam a esta geração como sendo pragmáticos, sem definições, ativistas, com forte apelo social, espontâneos, em exposição constante, críticos e intensamente conectados, dentre outros (DOMINGUES, 2002; SANTOS; LISBOA, 2014; WELLER, 2010).

Para que possamos estimular tais alunos, é preciso trabalhar com incentivo à prática e à aplicação de diversos métodos e ferramentas de projeto, ensinadas com novas metodologias de ensino e de aprendizagem. São necessárias metodologias que envolvam os alunos em atividades de pesquisa para resolução de problemas, projetos e práticas reais e relevantes.

O grupo de professores da EEL/USP envolvido em projetos deste tipo, buscaram modelos em universidades que praticam ações similares em todo o mundo. Desde 2013, visitaram importantes universidades com foco na pesquisa de modelos educacionais, tais como Massachusetts Institute of Technology, University of Stanford, Cal Poly State University, Minerva University, 42 University, University of Aalborg, Universidade do Minho, Maastricht University, Universiteit Van Amsterdam, University of Twente. Em todas elas, modelos próximos aos da EEL/USP são desenvolvidos e serviram de base para a aplicação das atividades. Estas visitas foram em parte descritas no livro “A Engenharia e as Novas DCN”, que teve como objetivo divulgar práticas de engenharia para fundamentar as novas diretrizes curriculares para o ensino de engenharia (SILVA et al., 2019).

Percurso Metodológico

Os alunos do curso de Engenharia de Produção da EEL/USP, desenvolvem atividades práticas como parte da avaliação de diversas disciplinas, em diferentes organizações. Os professores, ou até mesmo os próprios alunos, estabelecem parcerias com as empresas, propondo que estas sirvam como laboratórios de aprendizagem, com benefícios mútuos. São também discutidos problemas reais com a sociedade, permitindo que o aluno interagir com o município de Lorena, trabalhando com a comunidade local na resolução de problemas atuais e relevantes.

As atividades práticas constituem-se em análises de processos, desenvolvimento de produtos, emissão de relatórios, treinamentos, dentre outras atividades, de acordo com as necessidades e competências requeridas em cada disciplina. Tem como objetivo inserir o graduando na realidade prática da engenharia por meio de projetos, desenvolvendo atividades que permitem o contato com situações reais, além de contribuir com as organizações na resolução de problemas. Dentre as organizações atendidas estão empresas, clubes, e até mesmo entidades sociais.

Os alunos, sob orientação dos professores, recebem, durante a disciplina, a base conceitual, direcionados à formação de engenheiros, e a partir de ações práticas, visitam as organizações da região, estabelecendo o contato inicial para apresentação do projeto, as análises de campo, as coletas de dados, organização dos documentos que serão entregues, apresentando aos stakeholders o trabalho final.

Resultados Obtidos

As ações desenvolvidas em diversas disciplinas, são apresentadas:

Fundamentos da Engenharia de Segurança do Trabalho

Os alunos realizam estudos, laudos, visitas técnicas, relatórios, análises de acidente, dentre outros, de acordo com a necessidade das empresas, discutida na parte inicial do projeto. É cobrado dos alunos a produção de material (conteúdo) em vídeo ou apostila acerca de assuntos da disciplina. No caso da atividade em vídeo, os alunos realizam uma produção independente, em vídeos curtos, que possam definir os assuntos por meio de visitas em locais que apresentam riscos, entrevistas, telejornais, ou outras práticas. Em uma segunda atividade avaliativa, se organizam em grupos de até 5 alunos, escolhem uma abordagem de prática, podendo ser análise, laudo ou projeto que se relacione às variáveis

de risco: químicos, físicos, biológicos, ergonômicos, acidentes, dentre outras. Antes de irem a campo, planejam a atividade através de um projeto seguindo um protocolo adaptado. Os alunos agendam as práticas de campo, que envolvem filmagens, entrevistas, instrumentação, coleta de dados, e estudo com as empresas. Ao final da disciplina todos os grupos apresentam seus projetos em um seminário que acontece em sala de aula, com posterior entrega dos laudos às organizações.

Projeto Integrado de Engenharia de Produção

O curso possui 3 disciplinas de Projeto Integrado de Engenharia de Produção (PIEP), sendo I no 1º semestre, II no 4º semestre, e III no 7º semestre. Tem como objetivo introduzir os ingressantes em um projeto básico com um tema genérico e amplo, e desenvolver com os já em curso, a evolução a temas específicos e focados. Temas como “Produção de Energia Limpa”, “Produção de Jogos Didáticos”, “Cidades Sustentáveis” já foram aplicados aos ingressantes em PIEP I. No PIEP II, o aluno é posto a trabalhar em projetos relacionados a problemas reais que são propostos por empresas de pequeno/médio porte. No PIEP III, o objetivo é similar ao de PIEP II, mas com problemas de maior complexidade técnica. As atividades mesclam aulas teóricas e práticas, pesquisas de campo, entregas parciais e apresentações finais na EEL/USP e na empresa.

Figura 1 – Visitas e treinamentos realizados em empresas



Ergonomia

São realizadas atividades da mesma forma que a disciplina anteriormente apresentada, mas também há o desenvolvimento de projeto de produtos em suas relações com a ergonomia. Os alunos simulam e prototipam maquetes em papel, 3D, madeira, ou software de simulação, analisando os conceitos de ergonomia aplicados ao produto.

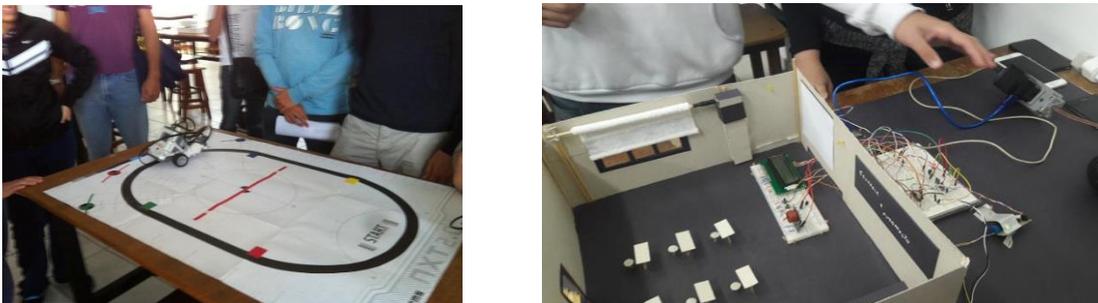
Figura 2 – Alunos entrevistando gestores e funcionários, com gravação em vídeo



Automação

Os alunos desenvolvem projetos de automação baseado em situações reais, que vão desde a protótipo de brinquedos até projetos de segurança e salas de controle. Eles recebem no início da disciplina, kits de micro controladores e componentes eletrônicos, e aula após aula, vão desenvolvendo a solução para algum problema específico, de pessoas ou empresas, apresentando ao final um modelo em escala reduzida, ou até mesmo uma situação em escala real ou um problema resolvido.

Figura 3 – Aulas práticas e protótipos em Automação



Marketing Estratégico

Nesta disciplina, o conhecimento é gerado utilizando-se de diversas estratégias de ensino-aprendizagem. Um projeto real envolvendo uma demanda empresarial é proposto aos alunos no início do semestre, ao qual devem trabalhar ao longo da disciplina. À medida que o conteúdo é desenvolvido, os alunos aplicam os conhecimentos teóricos de sala no projeto. Isto se inicia em sala de aula, com os exercícios propostos, todos focando o projeto, onde os alunos devem aprimorá-lo de forma gradativa. Periodicamente, os alunos apresentam etapas parciais, que se constituem em um momento de aprendizado, pois os alunos conseguem visualizar os erros e acertos dos demais grupos, podendo promover as melhorias em seus respectivos projetos. Ao final, o projeto é apresentado à empresa e recebe uma avaliação.

Lições Aprendidas

Quanto às organizações envolvidas, percebeu-se que algumas ainda não tinham recebido orientação prévia em relação ao que foi feito. Algumas não tinham projetos, estudos de otimização, não sabiam da possibilidade de inovação, dentre outros ganhos. Isso demonstra a fragilidade às quais as organizações estão expostas, seja por não terem realizado um processo obrigatório pela legislação (como no caso das disciplinas que envolviam normas regulamentadoras), seja por falta de dinheiro para contratar serviços especializados (no caso de organizações não lucrativas e de assistência social). Os alunos puderam demonstrar a importância do assunto e colaborar com a empresa, e ao mesmo tempo aprender os conceitos fundamentais.

Em relação ao que pensam os alunos sobre as atividades, são apresentadas, a seguir, algumas observações, descritas de forma aleatória, por meio de recortes dos trabalhos das disciplinas envolvidas. Percebe-se, nestas verbalizações, que os alunos se interessaram pela disciplina e pelo método de ensino.

“...no início achei desconfortável procurar uma empresa para realizar as atividades, mas depois percebi que isso me ajudou nas habilidades de negociação...”.

“...podemos contribuir com a sociedade focando em estudos a organizações sociais e pequenas empresas que ainda não tem consciência da importância da prevenção...”.

“...me senti um engenheiro de verdade...”.

“...é melhor aprender desta forma do que pelos métodos tradicionais baseados em slides e livros...”.

Em conversa com gestores que disponibilizam o acesso aos alunos às organizações, obtivemos as seguintes verbalizações:

“...os alunos me orientaram a coisas que eu não sabia que estavam ocorrendo e que eram previstas em lei...”

“...dou todo o acesso a eles, pois eles podem colaborar comigo ao mesmo tempo que eu colaboro com eles...”

“...não vi diferença entre os alunos e engenheiros formados durante as entrevistas, pois eles fizeram o trabalho com excelência...”

Além destes resultados práticos, é grande a participação dos alunos com os resultados dos projetos em eventos como ENEGEP, SIMPEP, ABERGO, dentre outros, locais, nacionais e internacionais. Os projetos são descritos em formato de artigo de publicação científica, que facilitam a posterior decisão de submetê-lo a um evento ou revista. A participação no

ENEGEP por exemplo se dá desde o primeiro ano de engenharia do aluno, sendo a EEL/USP uma das maiores caravanas de alunos no evento. A mesma participação e envio a eventos e revistas se dá por parte dos professores.

Conclusões

Para a realização das atividades não foi realizado nenhum investimento adicional. As mesmas foram iniciadas pela iniciativa de professores do curso e concordância dos alunos. Na EEL/USP os laboratórios específicos do curso de Engenharia de Produção ainda estão em ideação e construção, ou seja, ainda não existe uma estrutura considerada como adequada. Contudo, há espaços que permitem a realização de trabalhos em grupo, como o Laboratório de Design Thinking e o Labicenge, já amplamente utilizados, bem como um Espaço Maker (em fase final de instalação).

Muitos dos equipamentos e materiais utilizados são emprestados pelos docentes, ou trazidos pelos alunos. Em alguns casos, o curso de especialização em Engenharia da Qualidade fomenta alguns deles, já que é desenvolvido por professores do curso e não tem fins lucrativos.

De forma geral, os alunos e os gestores de organizações envolvidas nas atividades tiveram uma reação positiva às atividades, o que sugere que estas práticas se assemelham à realidade de um profissional de engenharia, desde que alguns aspectos das atividades sejam considerados e dimensionados de acordo com a problemática e abordagem de cada caso de aplicação.

Embora se busque a relação da hélice quadrupla, os alunos não devem ser foco de solução para as empresas, governo ou sociedade, mas devem ser foco de desenvolvimento de competências e habilidades que em um futuro próximo, possam colaborar efetivamente para a solução de problemas. Este é o propósito do uso das metodologias ativas e inov-ativas de aprendizagem, que é caracterizada pelo uso de questionamentos e cases do mundo real para encorajar os alunos a desenvolverem pensamento crítico e habilidades de desenvolvimento e solução de problemas, adquirindo conhecimento sobre os conceitos essenciais da área em questão.

Referências

- DOMINGUES, J. M. Gerações, modernidade e subjetividade coletiva. **Tempo Social**, 2002.
- DOS SANTOS, E. F. et al. Project Based Learning Applied to Technical Drawing. **Creative Education**, v. 09, n. 03, p. 479–496, 9 mar. 2018.
- DOS SANTOS, E. F.; BENNEWORTH, P. University-Industry Interaction: characteristics identified in the literature and regional collaboration developed by The University of Twente. **Revista de Administração**,

Sociedade e Inovação, v. 5, n. 2, p. 115–143, 2019.

FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. **Metodologias Inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa - Andrea Filatro, Carolina Costa Cavalcanti - Google Livros**. Editora Saraiva, 2018.

FRUCHTER, R.; LEWIS, S. **Mentoring Models in an A/E/C Global Teamwork e-Learning Environment**. American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition. 2001.

HAWKINS, S. et al. Student expectations of problem-based learning (PBL). **Medical Teacher**, v. 35, n. 6, p. 525–525, 6 jun. 2013.

HENSCHKE, K.; POPPINS, P. **Industry-based learning**. IFIP International Federation for Information Processing. 2009

MESQUITA, D. et al. **The Connection between Project Learning Approaches and the Industrial Demand for Transversal Competencies**. Anais Proceedings of the 2nd International Research Symposium on PBL. 2009

MORRIS, C.; BLANEY, D. Work-based learning. In: **Understanding Medical Education**. p. 97–109.

PEREIRA, M. A. C. et al. **Preparando Engenheiros para a Quarta Revolução Industrial: Case da Engenharia de Produção Da EEL-USP**. Anais do XXXIX Encontro Nacional de Pós-Graduação..2019

PEREIRA, M. A. C.; BARRETO, M. A. M.; PAZETI, M. Application of Project-Based Learning in the first year of an Industrial Engineering Program: lessons learned and challenges. **Production**, v. 27, 2017.

PRINCE, M. Does Active Learning Work? A Review of the Research. **Journal of Engineering Education**, v. 93, n. 3, p. 223–231, 2004.

SANTOS, W. P. DOS; LISBOA, W. T. Características psicossociais e práticas de consumo dos “nativos digitais”: implicações, permanência e tendências na comunicação organizacional. **Comunicação & Mercado**, 2014.

SANTOS, E. F. et al. **Proposta de uma metodologia baseada em projetos na disciplina de controle e automação no curso de engenharia de produção**. Anais do XXII Simpósio de Engenharia de Produção - SIMPEP, 2015

SANTOS, E. F. et al. **Parceria universidade e hospital para a melhoria dos processos através do lean healthcare**. XLV COBENGE - Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia. 2017.

SANTOS, E. F. Práticas de alunos de engenharia na elaboração de laudos de saúde e segurança do trabalho. **Revista Proteção**, v. 336, 2019.

SCHANK, R. C. What We Learn When We Learn by Doing (Technical Report No. 60). **Sciences-New York**, n. 60, p. 1–37, 1995.

SILVA, M. B. et al. Aspectos relevantes em cursos considerados de ponta no exterior e as novas DCNs. In: FAVA DE OLIVEIRA, V. (Ed.). **A Engenharia e as Novas DCNs**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2019. p. 44–65.

WELLER, W. A atualidade do conceito de gerações de Karl Mannheim. **Sociedade e Estado**, 2010.