

PROJETO BASEADO EM SIMBIOSE INDUSTRIAL PARA ENSINO DE ENGENHARIA

FLAVIO NUMATA JUNIOR

MsC. em Tecnologia, Professor da Escola Politécnica (EPOL), Universidade Positivo (UP), Curitiba-PR,
flavio.numata@up.edu.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: Capacitar estudantes de engenharia em um contexto multidimensional de atributos técnicos, econômicos, ambientais e sociais é um desafio. O perfil de formação do engenheiro, no momento atual, requer estes aspectos associados a uma capacidade colaborativa e empreendedora. Por isso, este trabalho teve por objetivo apresentar uma metodologia de ensino baseado em projeto de simbiose industrial para o curso de engenharia de produção. O projeto foi realizado dentro da disciplina de sistemas produtivos com conexões de outras matérias do mesmo período letivo. O objeto do estudo foi os jardins do campus universitário, que demandam fertilização com adubos. A proposta foi criar um dispositivo para produzir adubo que respeitasse os conceitos de sustentabilidade. A análise, discussão e criação da solução ocorreu de forma autônoma nas equipes com a coordenação do professor. O trabalho em equipe, os contatos realizados nos setores da universidade, a construção dos protótipos, bem como a apresentação final dos projetos, impulsionaram a formação dos alunos quanto aos aspectos técnicos e comportamentais, sobretudo, das competências de relacionamentos interpessoais.

PALAVRAS-CHAVE: Projeto, simbiose industrial, ensino de engenharia, competências comportamentais.

PROJECT BASED ON INDUSTRIAL SYMBIOSIS FOR ENGINEERING TEACHING

ABSTRACT: Teach engineering students in a multidimensional context of technical, economic, environmental and social factors is a challenge. The training profile of the engineer, at the present time, requires these aspects associated with a collaborative and entrepreneurial capacity. Therefore, this work aimed to present a teaching methodology based on an industrial symbiosis project for the industrial engineering course. The project was carried out within the discipline of production systems with connections from other subjects from the same academic period. The object of the study was the gardens of the university campus, which require soil nutrients with fertilizers. The proposal was to create a device to produce fertilizer that respected the concepts of sustainability. The analysis, discussion and creation of the solution occurred autonomously in the teams coordinated by the professor. Teamwork, contacts made in the university sectors, the construction of prototypes, as well as the final presentation of the projects, boosted the training of students in terms of technical and behavioral aspects, above all, of the skills of interpersonal relationships.

KEYWORDS: Project, industrial symbiosis, engineering teaching, soft skills.

INTRODUÇÃO

O ensino de Engenharia está se tornando cada vez mais complexo com o rápido desenvolvimento tecnológico e as transformações sociais. Conceber e implementar modelos de ensino capazes de atender uma formação profissional alinhada ao mercado se torna mais desafiador. A escola de engenharia tem como premissa básica, propiciar uma aprendizagem orientada para o uso das tecnologias para gerar habilidades em resolver problemas e conduzir projetos em diferentes setores produtivos. Além das competências técnicas, cada vez mais é exigido que o profissional de engenharia

seja capaz de trabalhar de forma colaborativa, exercendo uma conduta ética, com capacidade de iniciativa, de criatividade e de atitude empreendedora. Estes elementos são considerados essenciais no mundo do trabalho atual. O processo de ensino e aprendizagem tradicional de engenharia tem concentração nas abordagens técnicas, que limitam a formação sistêmica. Por isso, é necessário trabalhar com modelos que provoquem as iniciativas dos estudantes em trabalhar com seus pares para também desenvolver suas competências comportamentais. As metodologias de aprendizagem ativa envolvem os alunos em atividades que estimulam sua capacidade de observar, analisar e desenvolver soluções integradas. Os universitários que vivenciam esse método podem adquirir mais confiança em suas decisões com aplicação do conhecimento em situações práticas. Ao mesmo tempo pode ser melhorado o relacionamento com os colegas ao compartilhar ideias, analisar e discutir propostas para desenvolver soluções conjuntas. Pelo lado do docente, sua atuação e responsabilidade, se amplia ao mediar discussões, integrar os grupos de trabalhos para que permaneçam focados na problemática. Neste sentido, o ensino de engenharia deve equilibrar a aprendizagem do conhecimento técnico tradicional com as necessidades atuais, onde o conhecimento é difuso e transdisciplinar. Por isso, este artigo tem por objetivo apresentar um procedimento de ensino baseado em metodologia ativa na disciplina de sistemas produtivos. Este trabalho foi realizado no curso de Engenharia de Produção para alunos ingressantes em 2019.

ENSINO APRENDIZAGEM EM ENGENHARIA

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação (DCN) em Engenharia determinam a arquitetura do curso para que estejam voltados para a área técnica, social e ambiental. Também busca articular a abordagem pedagógica dos alunos para que a transdisciplinaridade esteja presente durante a sua formação. A DCN CNE 11/2002 contemplam várias competências gerais, dentre as quais podemos destacar: “V - identificar, formular e resolver problemas de engenharia”; “VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica”; “IX - atuar em equipes multidisciplinares” e “XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional” (CNE, 2002). Apesar das recomendações terem sido lançadas há vários anos, as indicações ainda atendem ao atual contexto educacional, que o ensino de Engenharia demanda mudanças, como (MILLS; TREAGUST, 2003, p.3):

“ - O currículo de Engenharia é muito focado em Ciências e disciplinas tecnológicas, sem prover suficiente integração destes tópicos ou relacioná-los com a prática. Os programas são dirigidos para os conteúdos. - Os programas atuais não proveem experiência suficiente em projetos para os alunos. - Faltam aos alunos habilidades de comunicação e experiência de trabalho em equipes e os programas precisam incorporar mais oportunidades para os alunos desenvolve-las. - Os programas precisam desenvolver maior consciência entre os alunos de questões sociais, ambientais, econômicos e legais que são parte da realidade da prática moderna da Engenharia. - Os professores não tem experiência prática adequada, não são capazes de relacionar adequadamente teoria e prática e prover experiência de projeto. - As estratégias de ensino e aprendizagem atuais nos programas de Engenharia são desatualizadas e necessitam se tornar mais centradas nos estudantes”.

A nova versão das DCN, homologada em 23 de abril de 2019, apresenta as seguintes linhas gerais para a formação em engenharia:

- Foco na formação por meio do desenvolvimento das competências;
- Metodologias inovadoras;
- Políticas institucionais inovadoras;
- Gestão do processo de aprendizagem;
- Relacionamento com diferentes organizações;
- Formação continuada de professores.

E almeja as seguintes competências quanto ao perfil do egresso:

I - ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;

II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;

- III - ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;
- IV - adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;
- V - considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;
- VI - atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

Estes elementos buscam renovar os procedimentos e métodos de ensino para que os estudantes sejam capacitados dentro das necessidades e transformações que o mercado exige. Por exemplo, a revolução 4.0 ou indústria 4.0, adota tecnologias digitais para os processos fabris integrados com sua cadeia de suprimentos. Planejamento e desenvolvimento de projetos voltados para a criação de startups podem ser trabalhados ao longo do curso. Estes exemplos demonstram a flexibilidade e organização interdisciplinar que o currículo deve possuir associado a trabalhos que desenvolvam as competências comportamentais.

Estando a matriz curricular estruturada com as DCN é necessária que o processo de aprendizagem seja orientado ao desenvolvimento de uma formação construtiva e consciente, onde o estudante processa novas informações ou conhecimentos e que fazem sentido em sua própria estruturação de referências (CRAWFORD, 2001). Uma composição curricular que pode contribuir para uma formação mais abrangente é o intercâmbio de conhecimento e de experiência entre universidades e empresas com adoção de disciplinas ligadas a projetos para que ocorra o desenvolvimento de habilidades para trabalhar em grupo, em planejamento e discussão, para construção do consenso, onde estas práticas são referidas como competências transversais, também conhecidas como *soft skills*, atualmente consideradas as habilidades e competências mais valorizadas pelo mercado de trabalho.

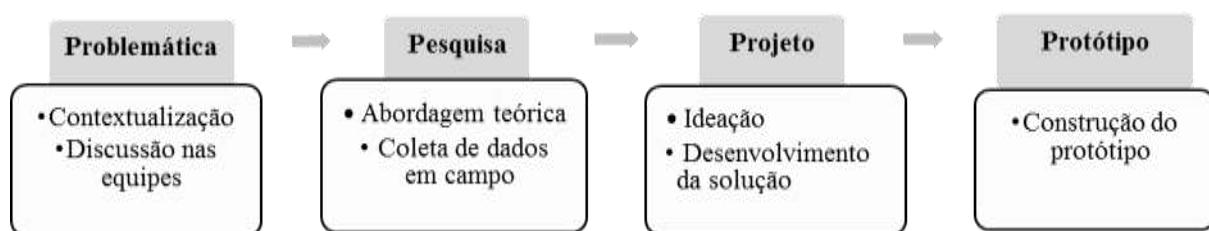
MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa tem seu delineamento por duas linhas, em relação aos meios e em relação aos fins, segundo a metodologia proposta por Vergara (2000).

- Em relação aos meios que operacionalizam o processo de ensino aprendizagem com uso de metodologia ativa para desenvolver as habilidades e competências dos estudantes.
- Em relação aos fins esperados que, por meio de um projeto acadêmico, seja gerado conhecimentos técnicos associados a questões sociais e ambientais para que os universitários estejam engajados com uma formação sistêmica e cidadã.

A metodologia pode ser ilustrada na figura 1 que apresenta o diagrama do delineamento metodológico do trabalho.

Figura 1: Diagrama da pesquisa



O procedimento inicial de trabalho envolveu a apresentação teórica da área de produção e de operações. A seguir, foi apresentado um tema de trabalho baseado em caso real e de fácil observação pelos estudantes. O objeto de estudo é a área verde do campus universitário. Os jardins da universidade ocupam mais de 100 mil metros quadrados. A área é coberta por grama e demais plantas que compõem o paisagismo do campus. Para a manutenção dos jardins exige-se um trabalho que prevê, dentre outros, a adubação do solo para que se preserve os jardins. O principal produto deste trabalho é o adubo que promove a fertilização do solo. São demandados um volume considerável pelo tamanho da área local que representa um aporte financeiro para este fim. Com este entendimento, os

alunos foram desafiados a criar um meio produtivo para produzir os adubos de forma sustentável, baseado no conceito de economia circular.

Inicialmente, os alunos investigaram as propriedades fundamentais dos adubos e sua forma de produção. A seguir, por meio de técnicas de concepção de projetos, discutiram e elaboraram um termo de abertura de projeto (*Project Charter*) para compreenderem, de forma sistêmica, o escopo do projeto.

O momento seguinte foi de discussão entre os membros das equipes para desenvolverem a solução baseada nas informações presentes no termo de abertura do projeto. Esta fase também envolvia a preparação do custo do projeto, que envolveu a disciplina de “Engenharia Econômica”.

A etapa seguinte compreendeu a abordagem da equipe responsável pela manutenção patrimonial da universidade. Também percorrem vários setores da universidade para identificarem o ponto de coleta da matéria-prima para processamento. O local escolhido foi as cantinas da universidade. Além da coleta de dados, o contato com várias pessoas possibilitou o desenvolvimento das suas relações interpessoais.

A fase final envolveu a construção do protótipo e utilizou conhecimentos resgatados da disciplina de “Especificações de Projetos Mecânicos” que contempla a elaboração de projetos com desenho técnico.

A conclusão do trabalho foi a apresentação dos projetos em modelo de *pitch*. Cada equipe preparou arquivos de apresentação onde puderam desenvolver suas habilidades de fala em público e algumas equipes criaram vídeos demonstrando o trabalho. As figuras a seguir apresentam alguns dos momentos.

Figura 2:



Figura 3:

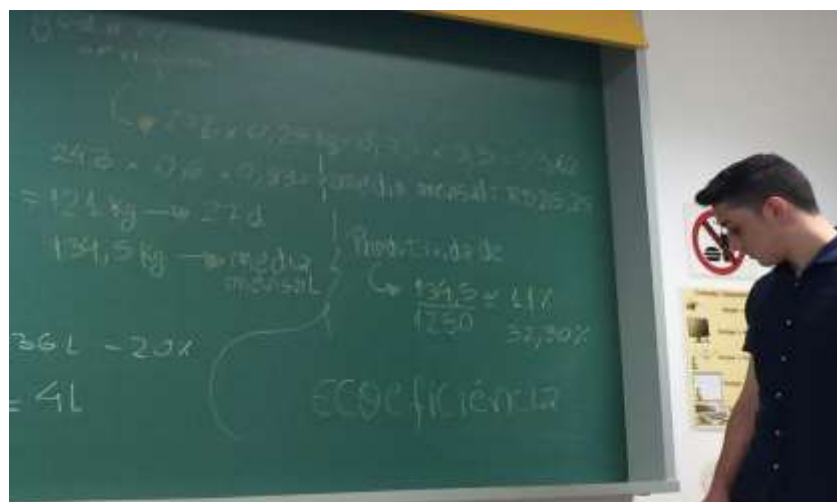


Figura 4:



CONCLUSÃO

A metodologia ativa baseada em projetos possibilitou a aplicação dos métodos técnicos em um projeto conectado com variáveis de sustentabilidade. O conteúdo de disciplinas paralelas também pode ser trabalhado dentro do projeto. Além do desenvolvimento das frentes técnicas, os estudantes puderam desenvolver competências comportamentais ao abordarem pessoas para captação de informações e discutirem as formas de compatibilizar os desenvolvimentos de cada etapa no termo de abertura de projeto. Desta forma, os estudantes puderam desenvolver trabalhos acadêmicos voltados para a disciplina dentro do contexto dos ODS.

REFERÊNCIAS

- Conselho Nacional de Educação (CNE)/Câmara de Educação Superior (CES) (2002) Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União, Brasília.
- Conselho Nacional de Educação (CNE)/ Câmara de Educação Superior (CES) (2019) Resolução No 2 CNE/CES 11, de 24 de abril de 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União, Brasília.
- Crawford, M. (2001) Teaching in context builds understanding. In: Contextual Teaching Exchange, Waco, 10-25.
- Mills, J. E.; Treagust, D. (2003) Using Projects to Teach Structural Engineering. Australian Journal of Structural Engineering. V.4, (3), 211-220