


UMA REVISÃO SOBRE A APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO CONTEXTO DOS CURSOS DE ENGENHARIA NO BRASIL: ESTUDO DE CASO BASEADO EM PROJETOS INTEGRADORES EM UM CURSO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

A REVIEW ON THE APPLICATION OF ACTIVE METHODOLOGIES IN THE CONTEXT OF ENGINEERING COURSES IN BRAZIL: A CASE STUDY BASED ON INTEGRATED PROJECTS IN A CONTROL AND AUTOMATION ENGINEERING COURSE

Heron Eduardo de Lima Ávila¹ 

Rômulo Lira Milhomem² 

Nicolas Alexandre Gregol Ramthum³ 

Resumo: A aplicação de metodologias de aprendizagem ativa no contexto de ensino dos cursos de engenharia vem sendo implementada a partir das orientações propostas pelas novas Diretrizes Curriculares Nacionais. Sendo assim, as instituições de ensino superior vêm se adaptando, atualizando os seus Projetos Pedagógicos de Curso e promovendo a inserção destas metodologias no meio acadêmico. Neste trabalho, busca-se explorar na literatura exemplos de atividades que vêm sendo desenvolvidas, especialmente nos cursos de Engenharia de Controle e Automação, dando destaque a um estudo de caso que vem sendo realizado no Instituto Federal de Santa Catarina campus Chapecó. A pesquisa é realizada com base em recentes artigos em diferentes bases de dados. A partir desta revisão e na experiência docente com o estudo de caso, conclui-se que as metodologias de aprendizagem ativa, quando implementadas de forma complementar aos métodos tradicionais de ensino, desempenham um papel relevante no processo de ensino e aprendizagem dos alunos de diferentes áreas da engenharia.

Palavras-chave: Metodologias de aprendizagem ativa. Aprendizagem baseada em projeto. Projeto Integrador na Engenharia de Controle e Automação.

Abstract: The application of active learning methodologies in the context of teaching engineering courses has been implemented based on the guidelines proposed by the new National Curriculum Guidelines. Thus, higher education institutions have been adapting, updating their Course Pedagogical Projects, and promoting the integration of these methodologies into the academic environment. In this work, we seek to explore examples of activities that have been developed in the literature, especially in the field of Control and Automation Engineering courses, with emphasis on a case study conducted at the Federal Institute of Santa Catarina, Chapecó campus.

¹ Doutor, Instituto Federal de Santa Catarina, heron.avila@ifsc.edu.br.

² Mestre, Instituto Federal de Santa Catarina, romulo.milhomem@ifsc.edu.br.

³ Engenheiro Mecânico (acadêmico do curso de Engenharia de Controle e Automação), Instituto Federal de Santa Catarina, nicolas.a@aluno.ifsc.edu.br.

The research is based on recent articles from different databases. Through this review and the teaching experience with the case study, we conclude that active learning methodologies, when implemented in a complementary manner to traditional teaching methods, play a significant role in the teaching and learning process for students in different engineering areas.

Keywords: Active learning methodologies. Project-based learning. Integrative Project in Control and Automation Engineering.

1 INTRODUÇÃO

Visando a modernização dos cursos de engenharia no Brasil, o Ministério da Educação (MEC), por meio da Resolução Nº 2, de 24 de abril de 2019, instituiu as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) (BRASIL, 2019) que estimulam, dentre outras coisas, o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno. Desta forma, os novos Projetos Pedagógicos de Curso (PPC) dos cursos de Engenharia passaram por revisões recentes a fim de se adequarem às novas diretrizes do MEC.

No Brasil, os cursos de graduação em Engenharia de Controle e Automação são geralmente compostos por unidades curriculares (UC) divididas em núcleos básico, profissionalizante e específico. Os núcleos básico e profissionalizante se constituem por conteúdos comuns às áreas correlatas dentro de uma grande área, como por exemplo a grande área da elétrica. Já o núcleo específico é formado pelos saberes exclusivos de cada área de formação, como por exemplo a área de controle e automação.

Os cursos de Engenharia de Controle e Automação também possuem uma grade curricular bastante multidisciplinar, baseada principalmente nas áreas de mecânica, elétrica e computação (BRUCIAPAGLIA; FARINES; FARINES, 1990). Dentre os conhecimentos específicos e profissionalizantes pode-se destacar os relacionados às áreas de instrumentação e controle de processos industriais (CARVALHO; BARONE; ZARO, 2010). Tais saberes são de grande relevância para a completa formação do engenheiro de controle e automação e envolvem diferentes unidades curriculares do curso, como instrumentação e sistemas de medição, teoria e prática de controle, redes industriais, informática industrial, além das unidades curriculares que dão suporte ao desenvolvimento de sistemas automatizados, como sistemas integrados de manufatura, modelagem e controle de sistemas automatizados entre outros. O nome das unidades curriculares pode variar, mas o conteúdo abordado é comum em todas as instituições de ensino.

A importância destas áreas de formação também se reflete na absorção destes profissionais em diferentes setores da indústria, tais como: petroquímica, alimentícia, farmacêutica, agroindústria, dentre outras. Nessas indústrias, que são conhecidas como indústrias de transformação, o profissional formado encontrará diferentes desafios, o que demanda uma formação bastante sólida, que ofereça subsídio ao desenvolvimento e gerenciamento de sistemas automatizados para o controle de processos industriais.

Portanto, dada a relevância em implementar um processo de ensino e aprendizagem sólido e coerente à realidade atual do mercado de trabalho, e ainda levando em conta a obrigatoriedade estipulada nas novas DCNs, que visam a renovação e a modernização das abordagens de ensino, neste trabalho é apresentada uma revisão literária sobre a aplicação de metodologias ativas nos cursos de Engenharia de Controle e Automação, a fim de levantar informações sobre como as metodologias de aprendizagem ativa podem impactar no ensino de engenharia e quais os estudos de caso que vêm sendo aplicados especificamente na área de Controle e Automação. Além disso, também será analisado um estudo de caso aplicado no curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC Campus Chapecó.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Fundamentação teórica

Os métodos tradicionais de ensino e aprendizagem vêm passando por várias mudanças, contexto no qual as metodologias e abordagens de aprendizagem ativa tornaram-se um tema central nas discussões sobre a reestruturação dos projetos pedagógicos de cursos de ensino superior no país. De acordo com Moran (2015), às instituições educacionais têm se mostrado sensíveis à tais mudanças, seguindo basicamente por dois caminhos, um que envolve adaptações progressivas, sem necessariamente abandonar o modelo curricular predominante, e outro mais disruptivo, no qual o currículo tradicional sofre uma mudança bastante significativa.

A escola tradicional não leva em conta a complexidade da sociedade do conhecimento, que por sua vez se baseia em competências cognitivas, pessoais e sociais. Neste sentido, como defendia Paulo Freire (FREIRE, 2005), as vivências particulares de cada aluno influenciam no seu aprendizado. Portanto, os métodos padronizados de avaliação não conseguem mensurar de forma adequada as habilidades que são desenvolvidas em sala de aula.

Na sociedade atual, altamente conectada, a transmissão do conhecimento de forma unidirecional de professor para aluno não faz mais sentido, já que são inúmeras as fontes e os métodos de transmissão do conhecimento que podem ser mais exitosos. Os modelos híbridos de ensino, buscam mesclar as várias metodologias de aprendizado entre sala de aula e ambientes virtuais, fazendo com que o modelo vertical e uniforme de aprendizado seja substituído por uma dinâmica mais horizontal, na qual o aluno passa a ser o protagonista do seu processo particular de aprendizado (MORAN, 2015).

O uso de materiais escritos, orais e audiovisuais previamente organizados pelo professor ainda são fundamentais e servem de apoio, no entanto a criatividade dos alunos é melhor explorada quando estes passam a se envolver em atividades cada vez mais complexas, que exigem do estudante a tomada de decisão frente a um problema.

Nas metodologias ativas, o aprendizado se dá através de problemas e situações mais próximas do que os discentes enfrentarão em sua vida profissional. Existem diferentes técnicas para a implementação de metodologias de aprendizagem ativa. Os métodos de aprendizagem baseada em projetos (ABPROJ) e em problemas (ABPROB), também conhecidos pela sigla PBL, do inglês “Project/Problem Based Learning”, são duas metodologias frequentemente empregadas, especialmente nas diversas áreas da engenharia.

A ABPROB surgiu na década de 60 no Canadá, sendo inicialmente aplicada a cursos de Medicina. Atualmente seu uso se estende a inúmeras outras áreas, tais como administração, arquitetura, ciências da computação, engenharias e matemática. Este método propõe que um problema específico seja utilizado como estudo de caso, como forma de motivação para que um

grupo de alunos possa abordá-lo de forma autônoma e colaborativa. O principal objetivo é que os alunos possam aplicar os seus conhecimentos na busca de uma solução que seja discutida e analisada por todos, não sendo necessariamente mandatório que se encontre uma solução para o problema (BARBOSA e MOURA, 2014).

A complexidade do emprego deste método é muito maior quando comparada às tradicionais aulas expositivas e dialogadas. Desta forma, deve-se haver um preparo prévio do professor a fim de que este consiga inspirar os alunos na busca por soluções. A experimentação prévia por parte do docente é de fundamental importância a fim de que este consiga orientar os alunos no exercício de pensar a respeito. Os desafios podem ser baseados em casos reais, fazendo com que o aluno sinta a responsabilidade em lidar com um problema, cujas variáveis e condições de contorno não estão bem definidas, como em um caso hipotético (BARBOSA e MOURA, 2014), (MONARO et al., 2018).

Na metodologia ABPROJ trabalha-se com o pressuposto principal de que situações reais sejam consideradas e relacionadas ao objeto central do projeto em desenvolvimento. A participação dos estudantes em um projeto tende a gerar comportamentos mais colaborativos, estimulam a capacidade de análise e planejamento, fazendo com que haja um maior envolvimento individual a fim de dar suporte à equipe para que se atinjam os objetivos esperados (BARBOSA e MOURA, 2014).

Existem basicamente três tipos de projetos de aprendizagem ativa: projetos explicativos, com o objetivo de demonstrar o funcionamento de objetos tecnológicos através de observações práticas das partes e sistemas que os constituem; projetos construtivos, que envolvem a construção de algum equipamento ou dispositivo com alguma finalidade específica; e os projetos investigativos, nos quais os estudantes são levados a se aprofundar em um determinado tópico através de processos de medição, análise de dados e formulação de questões de pesquisa. Essas três formas de projeto estão elencadas em uma escala crescente de complexidade, já que os projetos explicativos podem ser aplicados em níveis iniciais de aprendizado, enquanto os projetos construtivos são mais bem explorados em níveis mais avançados, nos

quais os estudantes já possuem o ferramental de base para a tarefa de implementação de algum protótipo. Por fim, os projetos investigativos já levam em conta uma maior maturidade do aluno e podem, por exemplo, servir de base para o desenvolvimento de projetos de fim de curso, já que envolvem analisar determinados tópicos de forma mais aprofundada, o que geralmente resulta em uma pergunta de pesquisa que servirá de base para a elaboração de alguma solução (BARBOSA e MOURA, 2014).

Uma outra metodologia bastante comum é a chamada aprendizado baseado em times, também conhecida como TBL, do inglês “Team Based Learning”. Nesta metodologia os estudantes são divididos em grupos heterogêneos, preferencialmente selecionados de forma aleatória para garantir que haja uma boa diversidade. Os alunos são responsáveis pelo trabalho individual e em grupo com tarefas que promovam a aprendizagem e desenvolvimento da equipe. Ao final da atividade, os grupos são reunidos para que seja realizada a discussão das mesmas questões propostas, mas em âmbito geral, de tal forma que cada membro do grupo tenha a oportunidade de defender a sua resposta a partir dos argumentos que foram construídos. Assim, os alunos conseguem desenvolver a sua capacidade de comunicação e argumentação em relação às questões que lhes foram apresentadas. A avaliação dos alunos é feita a partir da análise do resultado do trabalho individual e em equipe, com retorno por parte do professor ocorrendo em diversos momentos. Também pode ocorrer avaliação entre os pares, reforçando ainda mais a responsabilidade do aluno. É importante destacar que o emprego da TBL exige dos estudantes uma preparação prévia, que pode ser realizada a partir de materiais indicados pelo professor (MONARO et al., 2018), (BARDINI e SPALDING, 2017).

Ressalta-se, se for o caso, a importância de fazer um fechamento logo após os marcadores, para então iniciar uma nova seção.

2.2 Metodologia

2.2.1 Aplicação de metodologias ativas no contexto de ensino das Engenharias

Nesta seção objetiva-se apresentar alguns trabalhos recentes envolvendo o emprego de metodologias ativas em diversas áreas da engenharia, bem como a análise dos resultados alcançados.

Os alunos de engenharia vêm apresentando dificuldades em relação à obtenção de habilidades básicas, tais como modelar processos e sistemas, decomposição de problemas complexos em problemas menores, coleta e análise de dados, além de expressão oral e escrita. Com isso, novas estratégias metodológicas de ensino devem ser elaboradas a fim de preencher estas lacunas de formação. Estas demandas promovem mudanças, especialmente nos currículos de ensino, além de novos marcos regulatórios para a formação profissional. Porém, a simples reorganização de currículos sem a devida capacitação de professores tende a não gerar resultados satisfatórios. Neste sentido, as metodologias ativas ajudam na criação de ambientes de aprendizagem que possam impactar na formação do futuro engenheiro (BARBOSA e MOURA, 2014).

Os cursos de engenharia geralmente formam um número relativamente pequeno de egressos, dada a grande proporção de estudantes que acabam desistindo ao longo do curso. Ao mesmo tempo, a indústria vem se transformando e evoluindo cada vez mais, incorporando novas ferramentas provenientes principalmente do avanço da internet das coisas, inteligência artificial e aprendizado de máquina. Inicialmente, eram necessárias qualidades estritamente técnicas dos engenheiros. Em seguida, com o avanço das tecnologias, passaram a ser qualificações não só técnicas, mas também científicas. Atualmente, o mercado de trabalho exige além destas, competências gerenciais. Esse cenário demanda uma formação mais dinâmica com atuação ativa dos estudantes, fato que impulsiona o uso de metodologias de aprendizagem ativa (ARAÚJO et al., 2018).

Sobre os princípios das metodologias de aprendizagem ativa, de acordo com Barbosa e Moura (2014, p.111, apud SILBERMAN, 1996), “Se nossa prática de ensino favorecer no aluno as atividades de ouvir, ver, perguntar, discutir, fazer e ensinar, estamos no caminho da aprendizagem ativa”.

O atual cenário do ensino superior vem sofrendo profundas reflexões sobre os métodos de ensino-aprendizagem, impulsionadas principalmente pelo confronto da nova geração com os métodos conservadores de ensino, principalmente em áreas da engenharia, nas quais o corpo docente das áreas específicas, em sua maioria, não possui formação didática e pedagógica, já que os cursos de bacharelado não ofertam disciplinas voltadas ao ensino em sua estrutura curricular (BARDINI e SPALDING, 2017).

O processo de modernização e atualização dos cursos de graduação, especialmente os de engenharia, deve estar alinhado com as demandas do mercado de trabalho, já que passamos por um período de constante aperfeiçoamento, fato que torna mandatório que os currículos de ensino promovam a formação de profissionais com capacidades para atender as demandas socioeconômicas, ambientais e tecnológicas (GOMES; BATISTA; FUSINATO, 2021).

Atualmente, as metodologias de aprendizagem ativa vêm sendo exploradas como tema principal em várias áreas do conhecimento, no entanto, como demonstrado no recente trabalho publicado por Gomes, Batista e Fusinato (2021), foi somente em anos recentes que começaram a ser publicadas teses e dissertações sobre o tema aplicado no contexto das engenharias. A partir de um levantamento nos portais eletrônicos do BDTD e da CAPES, no período compreendido entre 2000 e 2019, foram encontrados somente oito estudos aprofundados em nível de mestrado e doutorado que versam sobre a aplicação de metodologias ativas em diferentes áreas da engenharia. Embora o período pesquisado compreendesse os últimos 20 anos, constatou-se que os trabalhos se concentram apenas nos últimos cinco anos, fato que, segundo o autor, indica ser um campo emergente de estudos.

Em Monaro et al. (2018), são apresentados os resultados obtidos referente à aplicação dos métodos TBL e PBL no 7º e 8º semestres, respectivamente, do curso de Engenharia de Produção em uma instituição de ensino superior privada do Espírito Santo. Os resultados foram medidos perante uma avaliação da percepção dos alunos quanto à colaboração do emprego dessas metodologias em seu aprendizado. A maioria dos alunos do 8º semestre

(80%) avaliaram como positiva o uso da metodologia PBL, tanto como fonte de autoaprendizagem e de autonomia, quanto como motivação com o assunto abordado. No caso dos alunos do 7º semestre, que foram submetidos à técnica TBL, a percepção de motivação foi de 75%, enquanto 92% consideraram que houve aumento do interesse sobre a disciplina em questão. Sobre a metodologia como fonte de autoaprendizagem na absorção do conteúdo, 67% consideraram que a metodologia favoreceu este quesito. A conclusão foi a de que as metodologias ativas ajudam a melhorar o processo de aprendizado, mas que devem ser complementares, de tal forma que possam atingir a maioria dos alunos.

No trabalho apresentado em (NAGAI e IZEKI, 2013), o autor faz um relato sobre o uso de PBL de forma complementar como proposta para o desenvolvimento de desafios em uma disciplina introdutória de programação aos alunos ingressantes dos cursos de Engenharia da Computação, Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Itajubá campus Itabira (MG). Na metodologia empregada pelo docente, os problemas eram apresentados aos alunos em forma de projetos, com objetivos diferenciados a fim de trabalhar os tópicos mais importantes da disciplina. O conceito individual dos alunos era composto pelos resultados obtidos no projeto (58%) e nas avaliações individuais (42%). Constatou-se uma melhora na taxa de aprovação dos alunos com 68% de aprovação naquele ano, ante 59% referente ao ano anterior à aplicação da metodologia.

Em Stefenon et al. (2019), os autores apresentam resultados qualitativos, baseados em questionários individuais online, sobre a aplicação de metodologias ativas nos cursos de engenharia da Universidade do Planalto Catarinense, levando em consideração as turmas da Engenharia Civil de 2017 e da Engenharia Elétrica de 2018. Nas avaliações integrativas, que começaram a ser aplicadas a partir de 2014 na universidade, aplicaram-se estratégias ativas de ensino baseadas em projetos, problemas e em estudos de caso. No questionário aplicado foram levantadas questões referentes à melhoria do processo de avaliação, de ensino e aprendizagem, da criatividade e da autonomia dos alunos, além da interdisciplinaridade na abordagem dos tópicos

de aula a partir das metodologias empregadas. Após a aplicação dos questionários, constatou-se uma média de aprovação de 80% dos alunos quanto ao uso de metodologias ativas no processo de ensino e aprendizagem na turma da Engenharia Civil. Na turma da Engenharia Elétrica também foram constatados altos percentuais de aprovação por parte dos alunos.

Bardine e Spalding (2017), apresentam um relato sobre o emprego de metodologias ativas em uma disciplina específica do curso de Engenharia Ambiental, tendo por objetivo promover a autonomia dos estudantes. As autoras relatam que a implementação de metodologias ativas na disciplina de Pedologia, que consiste no estudo dos solos, teve como resultado a promoção de uma maior motivação por parte dos estudantes, tornando-os mais engajados nas aulas, proporcionando uma postura ativa no processo de ensino-aprendizagem. Uma das metodologias empregadas que obteve uma maior aceitação por parte dos alunos foi a TBL, que segundo as autoras, facilitou e tornou mais dinâmico o aprendizado em equipe, sendo que a mediação do professor, no sentido de promover o debate entre as equipes, esclarecer dúvidas e sintetizar o aprendizado, foi de fundamental importância para o sucesso da atividade.

2.2.2 Aplicação de metodologias ativas no contexto de ensino da Engenharia de Controle e Automação

Estima-se que os processos de controle por realimentação tiveram origem com os reguladores de válvula de boia utilizados por Gregos e Árabes para o controle de nível em tanques, entre outras aplicações. Heron de Alexandria (século I DC), é conhecido como um dos primeiros a inventar a máquina a vapor. A partir da Segunda Guerra Mundial, inúmeros foram os avanços tecnológicos que permitiram o estudo do que hoje é chamado de teoria de controle clássico. A partir da década de 60, com o advento dos primeiros computadores digitais, deu-se origem à teoria de controle moderno, cujas técnicas proporcionaram a análise e projeto de controle para sistemas multivariáveis altamente complexos. Aos poucos, a partir das décadas de 1930 e 1940, os cursos de engenharia foram

inserindo uma disciplina sobre a engenharia de controle em seus currículos de ensino (BISSEL, 2009),(BENNETT, 1996).

No Brasil, a primeira proposta de um curso de Engenharia de Controle e Automação foi implantada em 1990 na Universidade Federal de Santa Catarina (BRUCIAPAGLIA; FARINES; FARINES, 1990). Desde então, inúmeras universidades começaram a implantar propostas curriculares de ensino para o curso.

Atualmente, o curso de Engenharia de Controle e Automação, embora não seja o mais concorrido na maioria das universidades, é um dos cursos mais alinhados com o constante avanço tecnológico nas mais diversas áreas da automação, tanto em setores da indústria e comércio, quanto em setores médicos e domésticos. Por se tratar de um curso de característica multidisciplinar, se exige dos estudantes uma alta capacidade de abstração e de adaptação, já que os conceitos aprendidos podem ser aplicados em diferentes áreas de atuação. Estas características colaboram para um alto índice de evasão, especialmente nos dois primeiros anos do curso.

Em Araújo et al. (2018), os autores apresentam o emprego da metodologia CDIO (Conceiving, Designing, Implementing and Operating) em uma instituição de ensino superior no estado da Bahia, explorando os detalhes de sua implementação e dos resultados parciais obtidos. A metodologia CDIO, cuja sigla traduzida para o português significa “Conceber, Projetar, Implementar e Operar”, foi inicialmente concebida no MIT no final da década de 90, e tem como proposta caracterizar a interdisciplinaridade da engenharia. No programa implementado pelos autores, denominado de ARHTE, é apresentado um conjunto de ações pedagógicas para a elaboração de atividades interdisciplinares baseadas em CDIO. O programa consiste em quatro etapas, que são implementadas entre o primeiro e quarto semestres do curso, nas quais o estudante participa da concepção de projeto, construção de protótipo e estudo de viabilidade para criação de startups. Segundo os autores, foram alcançados resultados bastante promissores com a implementação do programa, tais como premiações em concursos regionais, nacionais e internacionais, formação continuada através de programas de pós-graduação lato e stricto sensu, dentro e fora do país, além do

registro de patentes e criação de novas empresas de base tecnológica. Além disso, foi constatado uma redução de 22% da taxa de evasão entre o primeiro e segundo semestres em 2017, quando comparado ao ano anterior.

Em Milhomem e Marques (2019), é apresentada a estratégia de ensino baseada em projetos integradores que é aplicada no curso de Engenharia de Controle e Automação no IFSC Câmpus Chapecó. A abordagem, segundo o autor, visa oferecer uma estratégia pedagógica interdisciplinar para o ensino profissionalizante dentro do curso, buscando satisfazer os critérios estabelecidos nas novas DCNs dos cursos de Engenharia em relação à aplicação de metodologias de aprendizagem ativa. Ao longo do trabalho, o autor apresenta os principais conceitos referentes à implementação dessa estratégia pedagógica, fornecendo detalhes sobre a metodologia empregada. Por fim, são explorados alguns resultados obtidos a fim de dar suporte à conclusão de que, a partir da colaboração da instituição e dos docentes envolvidos no respectivo curso, o emprego desta metodologia tem tornado o curso mais atrativo e priorizado o protagonismo dos alunos no desenvolvimento de suas habilidades técnicas, científicas e de senso crítico.

O desenvolvimento e aplicação da estratégia explorada em Milhomem e Marques (2019), portanto, se baseia em três pilares: a interdisciplinaridade, o projeto integrador (PI) proposto no Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC Câmpus Chapecó (IFSC, 2015), e a estratégia de aprendizagem baseada em projetos (PBL).

A interdisciplinaridade visa associar os conteúdos envolvidos em um mesmo bloco de disciplinas, ou em um semestre, mantendo a proposta de cada unidade curricular, porém interpolando os conceitos envolvidos em cada área, já que em muitos casos tais conceitos se complementam na busca por soluções para os problemas que os alunos deverão explorar. Para tanto, a aplicação dos PIs visa consolidar conhecimentos técnicos a partir do projeto e análise de protótipos funcionais que buscam solucionar problemas práticos. Assim, os PIs naturalmente promovem a interdisciplinaridade da estratégia de ensino, já que os alunos precisam utilizar as habilidades adquiridas nas unidades curriculares, além de estabelecer a conexão entre elas a fim de elencar possíveis soluções

para os problemas de projeto. Por fim, o uso da metodologia de aprendizagem ativa PBL no contexto da aplicação dos PIs, se encaixa de maneira adequada aos objetivos da estratégia de ensino-aprendizagem proposta, uma vez que tal metodologia permite a integração dos conteúdos de várias unidades curriculares a fim de que os alunos aprendam de forma colaborativa e interdisciplinar.

Portanto, o uso da metodologia PBL no contexto da aplicação dos PIs, visa a construção de um protótipo com o intuito de satisfazer as especificações de projeto para a solução de um determinado problema prático de engenharia.

2.3 Resultados e discussões

2.3.1 Considerações sobre o estudo de caso aplicado no IFSC campus Chapecó

Conforme descrito no PPC do curso (IFSC, 2015), os PIs são desenvolvidos ao longo de cinco UCs, que são organizadas em eixos tecnológicos a fim de desenvolver um projeto/produto. Para tanto, os alunos são divididos em equipes preferencialmente formadas por até 5 estudantes. A seguir é apresentado um breve resumo sobre cada uma dessas etapas no contexto de sua inserção ao longo dos semestres do curso e das UCs que dão suporte à sua implementação, conforme exposto em Milhomem e Marques (2019).

Etapa 1 - Metodologia de Projeto e Produto (MPP):

Na etapa inicial, desenvolvida no quarto semestre do curso, estão envolvidas todas as UCs do núcleo básico do PPC do curso, além das UCs de Ergonomia e Segurança do Trabalho, Metrologia, Circuitos Elétricos I e Desenho Auxiliado por Computador I. Nesta etapa os alunos, em conjunto com os professores envolvidos, são levados a buscar por problemas na comunidade externa, cujas soluções possam ser exploradas no contexto da Engenharia de Controle e Automação. As demandas também podem vir do próprio ambiente de trabalho dos alunos que já atuam no mercado de trabalho, ou ainda de visitas técnicas a empresas, instituições públicas e associações da região. Em seguida,

os alunos devem apresentar um projeto para a construção de um protótipo/produto ou mecanismo capaz de solucionar o problema elencado.

Etapa 2 - Projeto Integrador I (PI I):

A segunda etapa é desenvolvida no quinto semestre do curso, tendo por objetivo construir a parte eletromecânica do protótipo. As principais UCs envolvidas nesta etapa são Processos de Fabricação Mecânica, Projeto de Sistemas Mecânicos, Desenho Auxiliado por Computador II e Circuitos Elétricos II.

Etapa 3 - Projeto Integrador II (PI II):

Na terceira etapa, desenvolvida no sexto semestre, os alunos devem focar no comissionamento e implementação da instrumentação e controle do protótipo eletromecânico. Para tanto, são utilizados saberes das UCs de Sinais e Sistemas Lineares, Eletrônica Analógica, Circuitos Elétricos I e II, Teoria e Prática de Controle I, Instrumentação e Sistemas de Medição, Máquinas Elétricas, Acionamentos Elétricos e Microcontroladores.

Etapa 4 - Projeto Integrador III (PI III):

Nesta etapa, que é desenvolvida no sétimo semestre, os alunos devem desenvolver a automação do protótipo eletromecânico, envolvendo a parte de comunicação e interface com o usuário. Para tanto, devem utilizar os saberes presentes nas UCs de Redes Industriais, Informática Industrial, Sistemas Digitais e Programação I, II e III.

Etapa 5 - Projeto Integrador IV (PI IV):

Na quinta e última etapa, que deve ser desenvolvida no oitavo semestre, os alunos têm a tarefa que envolve todas as habilidades anteriores e ainda as obtidas nas UCs de Manutenção, Modelagem e Controle de Sistemas Automatizados, Eletrônica Industrial, Comando Numérico Computadorizado e Teoria e Prática de Controle II. O objetivo é o de desenvolver uma readequação tecnológica, também chamado de *retrofit*, no protótipo que já esteja funcional, a fim de atender os requisitos observados no projeto e implementar melhorias propostas por discentes e comunidade externa, e que possam ser implementadas com base nas habilidades adquiridas nas novas UCs envolvidas.

É importante destacar que, ao final de cada uma das etapas descritas acima, os alunos devem elaborar relatórios técnicos e documentações acerca de todas as atividades implementadas em cada estágio a fim de dar suporte à continuidade dos trabalhos nas etapas seguintes. Na quinta e última etapa, os alunos devem desenvolver ainda um artigo técnico sobre a construção do protótipo/produto tecnológico desenvolvido ao longo dos semestres, visando futuras publicações.

Também se destaca que, para a elaboração dos projetos, o IFSC conta com Editais de fomento à pesquisa, que são lançados semestralmente com o objetivo de dar subsídio à compra de componentes e materiais necessários à implementação dos protótipos. Portanto, além de ser um desafio para os alunos do ponto de vista técnico, na busca pela melhor solução, ainda existe o fator custo, que se torna determinante na busca por soluções criativas e de baixo custo. Portanto, os alunos devem pesquisar e elencar possíveis soluções e, com base no orçamento previsto, devem escolher aquela que seja a mais adequada do ponto de vista financeiro e que possa ser implementada dentro do tempo previsto para cada etapa.

Por fim, pode-se resumir essa estratégia de ensino levando em conta alguns fatores. Do ponto de vista da abordagem de ensino-aprendizagem, tal modelo é concebido em formato de produção, com ênfase na prática e em cenários profissionais reais aos quais os egressos estarão sujeitos a enfrentar em seu início de carreira e durante a atuação profissional. Outro fator importante é a articulação com a comunidade externa na busca por problemas do cotidiano regional, visando o atendimento às demandas da sociedade que devem ser satisfeitas a partir de um projeto de baixo custo. A organização curricular também é crucial, pois deve ser planejada com vistas a atender as cinco etapas de desenvolvimento do projeto. Quanto ao papel dos atores envolvidos, os professores atuam como tutores, que são os supervisores dos projetos e especialistas das áreas abrangidas. Já os estudantes, são os protagonistas, realizam as pesquisas sobre os temas propostos, apresentam e implementam as soluções encontradas, sempre levando em conta as especificações e restrições de cada projeto.

As habilidades que são adquiridas ao longo da realização das etapas de projeto não são apenas técnicas e científicas, mas também interpessoais, já que os estudantes devem aprender a trabalhar em equipe e a lidar com situações diversas que devem ocorrer ao longo de todos os estágios de desenvolvimento, além de habilidades gerenciais, uma vez que os projetos envolvem custos e tempo máximo de execução.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A constante evolução da sociedade moderna, tanto do ponto de vista tecnológico quanto social, traz inúmeros desafios para as instituições de ensino, uma vez que a dinâmica de mudanças nos aspectos sociais, ambientais e tecnológicos, que passam a ocorrer em um espaço de tempo cada vez menor, demandam profissionais que consigam se adaptar mais facilmente a este cenário. Com isso, as instituições de ensino superior em todo o país são levadas a alterar os seus respectivos Projetos Pedagógicos de Curso, já que as próprias Diretrizes Curriculares Nacionais foram atualizadas, com o intuito de rever as metodologias e abordagens de ensino.

O formato tradicional de ensino, portanto, vem sendo reestruturado a fim de promover uma aprendizagem mais ativa por parte dos alunos, fazendo com que as aulas totalmente expositivas e dialogadas, passem a dividir espaço com atividades mais interativas, nas quais os alunos possam ser protagonistas de seu processo de aprendizado. Assim, inúmeras publicações surgiram a fim de denominar diferentes estratégias das chamadas metodologias de aprendizagem ativa, ou apenas metodologias ativas. Dentre as mais conhecidas, destacam-se as metodologias de ensino baseado em problema e em projeto. De fato, existem inúmeras outras e ainda formatos híbridos, que abrangem diferentes estratégias que são aplicadas de forma concomitante e complementar aos tradicionais métodos de ensino.

Neste trabalho foram elencadas algumas dessas estratégias no contexto de sua aplicação nos cursos de engenharia no Brasil, em especial no curso de Engenharia de Controle e Automação. Uma estratégia de ensino baseada em

metodologia ativa que vêm sendo aplicada no curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC campus Chapecó foi utilizada como estudo de caso. Neste estudo de caso, demonstrou-se que a estratégia promovida pelos docentes do curso abrange todos os aspectos previstos nas novas DCNs dos cursos de engenharia, promovendo um protagonismo maior dos estudantes por meio de uma estratégia interdisciplinar, baseada em projetos integradores e na metodologia PBL, que é aplicada ao longo de cinco semestres. Dentre as habilidades adquiridas pelos estudantes, destacam-se a capacidade de pesquisa e síntese na busca por soluções a um problema de engenharia, habilidades técnicas e científicas adquiridas ao longo de praticamente todas as unidades curriculares do curso, além de habilidades sociais e gerenciais, que visam dar autonomia aos alunos e capacidade de liderança e trabalho em grupo em ambientes bastante heterogêneos. Tais habilidades são de suma importância a fim de que os egressos estejam preparados para o mercado de trabalho.

Com base no que foi exposto, pode-se concluir que as metodologias de aprendizagem ativa devem estar cada vez mais presentes em sala de aula, porém jamais dispensarão o uso de metodologias tradicionais de ensino, podendo ser implementadas de forma complementar às aulas expositivas e dialogadas.

Por fim, deve-se destacar que a melhor estratégia no processo de atualização dos métodos de ensino é a que ocorre de forma gradual, já que devem levar em conta o processo de adaptação dos próprios docentes, uma vez que o preparo prévio dos docentes para um ambiente mais dinâmico de ensino também necessita de um tempo maior, e deve ser priorizado para que as novas estratégias obtenham sucesso e apresentem resultados satisfatórios, na medida em que sejam implementadas.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Rafael G. B. de et al. Metodologia CDIO adaptada à Engenharia de Controle e Automação, proporcionando a diminuição da evasão, o desenvolvimento de competências profissionais e o empreendedorismo desde o início do curso. In: XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA, 22.,

2018, João Pessoa. **Anais do XXII Congresso Brasileiro de Automática**. João Pessoa: Sociedade Brasileira de Automática, 2018. v. 1, p. 1-8. Disponível em: https://www.sba.org.br/open_journal_systems/index.php/cba/article/view/132/105. Acesso em: 01 out. 2022.

BARBOSA, Eduardo Fernandes; MOURA, Dácio Guimarães de. Metodologias ativas de aprendizagem no ensino de engenharia. In: XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND TECHNOLOGY EDUCATION, 13., 2014, Guimarães. **Anais**. Guimarães: Copec, 2014. p. 110-116. Disponível em: <http://copec.eu/intertech2014/proc/works/25.pdf>. Acesso em: 17 set. 2022.

BARDINI, Vivian Silveira dos Santos; SPALDING, Marianne. Aplicação de metodologias ativas de ensino-aprendizagem: experiência na área de engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, [s. l], v. 36, n. 1, p. 49-58, jan. 2017.

BISSEL C. A History of Automatic Control. In: Nof S. (eds) Springer Handbook of Automation. Springer, Berlin, Heidelberg, 2009. ISBN 978-3-540-78830-0

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução nº 02, de 24 de abril de 2019. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. 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 jun 2022.

BRUCIAPAGLIA, A. H. FARINES, J. M. FARINES, Formação de recursos humanos em controle e automação industrial (education in control and industrial automation), Controle e Automação—**Revista da Sociedade Brasileira de Automática**, vol. 2, pp. 205–213, 1990.

CARVALHO, Adelson Siqueira; BARONE, Dante Augusto Couto; ZARO, Milton Antônio. A aprendizagem significativa no ensino de engenharia de controle e automação. *Renote*, [S.L.], v. 8, n. 3, p. 1-11, 28 dez. 2010. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GOMES, Ederson Carlos; BATISTA, Michel Corci; FUSINATO, Polônia Altoé. O uso de metodologias ativas nos cursos de engenharia no Brasil a partir de teses e dissertações. **Revista Valore**, [s. l], v. 6, Ed. Especial, p. 471-483, 2021.

IFSC. Engenharia de Controle e Automação. Projeto Pedagógico de Curso. Chapecó. 2015.

MILHOMEM, Rômulo Lira; MARQUES, Juliene da Silva. **Projetos integradores como estratégia pedagógica interdisciplinar para o ensino profissionalizante no curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC Câmpus Chapecó**. 2019. 30 f. Monografia (Especialização) –

Especialização em Docência para a Educação Profissional, Instituto Federal de Santa Catarina, Chapecó, 2019.

MONARO, Renato Luis Garrido *et al.* **Metodologias ativas no ensino de engenharia de produção: relato da aplicação dos métodos PBL e TBL em uma IES privada do Espírito Santo.** in: XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 38., 2018, Maceió: ENEGEP, 2018. p. 1-16. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_267_529_35904.pdf. Acesso em: 17 set. 2022.

MORAN, Jose. Mudando a educação com metodologias ativas. Formato E-Book: Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens / organizado por Carlos Alberto de Souza e Ofelia Elisa Torres Morales. Ponta Grossa: UEPG/PROEX, 2015. – 180p. (Mídias Contemporâneas, 2) p. 15-33. ISBN: 978-978-85-63023-14-8.

NAGAI, Walter Aoiama; IZEKI, Claudia Akemi. **Relato de experiência com metodologia ativa de aprendizagem em uma disciplina de programação básica com ingressantes dos cursos de Engenharia da Computação, Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Elétrica.** 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/261364704_Relato_de_experiencia_com_metodologia_ativa_de_aprendizagem_em_uma_disciplina_de_programacao_basica_com_ingressantes_dos_cursos_de_Engenharia_da_Computacao_Engenharia_de_Controle_e_Automacao_e_Engenha. Acesso em: 17 set. 2022.

SILBERMAN, M., “Active Learning – 101 Strategies do teach any subject.” Ed. Allyn and Bacon, Massachusetts, 1996.

STEFENON, Stéfano Frizzo et al. Aplicação das metodologias ativas no ensino de engenharia através da avaliação integrativa na Universidade do Planalto Catarinense, Brasil. **Interciencia: Revista de Ciência e Tecnologia das Américas**, Caracas, v. 44, n. 7, p. 408-413, jul. 2019. Disponível em: https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2019/08/408_Com_Stefenon_v44n7.pdf. Acesso em: 17 set. 2022.