



A IMPLEMENTAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS NA DISCIPLINA DE AUTOMAÇÃO E SUPERVISÃO DE PROCESSOS: UMA EXPERIÊNCIA COM PBL, AVALIAÇÃO POR RUBRICA, AVALIAÇÃO POR PARES E AUTOAVALIAÇÃO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5248

Autores: LUIZ LENARTH GABRIEL VERMAAS

Resumo: Este artigo apresenta a experiência e os resultados de aplicação de aprendizagem baseada em projeto - PBL, avaliação por rubrica, avaliação por pares e autoavaliação na disciplina de Automação e Supervisão de Processos do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI durante o período de dois anos. A aplicação de PBL nesta disciplina envolveu as etapas de definição do projeto, planejamento e estruturação, formação de grupos, pesquisa, desenvolvimento da solução, implementação, testes, documentação e apresentação. A aplicação combinada de PBL com avaliação por rubrica, avaliação por pares e autoavaliação, utilizando critérios claros, objetivos e transparentes mostrou-se um modelo de ensino eficiente e robusto que pode ser facilmente replicado em outras disciplinas de engenharia. Um diferencial deste modelo foi o desenvolvimento e a aplicação de uma avaliação por rubrica específica para competências pessoais, além da rubrica para competências técnicas. Os dados coletados com a aplicação deste modelo comparativamente com turmas que não participaram de metodologias ativas, mostraram resultados na melhoria do desempenho acadêmico dos alunos, maior interesse e engajamento na realização da disciplina, melhorias significativas no desenvolvimento de competências técnicas e pessoais, tais como trabalho em equipe, capacidade de resolução de problemas, criatividade, iniciativa, liderança e pensamento crítico. Este trabalho reafirma a relevância das metodologias ativas de ensino na educação em engenharia e oferece um possível roteiro para educadores que desejam inovar em suas práticas pedagógicas, contribuindo para a formação de profissionais mais bem preparados e adaptáveis às exigências do século XXI.

Palavras-chave: metodologias ativas, avaliação, rubrica, pares, autoavaliação

A IMPLEMENTAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS NA DISCIPLINA DE AUTOMAÇÃO E SUPERVISÃO DE PROCESSOS: UMA EXPERIÊNCIA COM PBL, AVALIAÇÃO POR RUBRICA, AVALIAÇÃO POR PARES E AUTOAVALIAÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A educação em engenharia enfrenta o desafio constante de formar profissionais que não só possuam conhecimentos técnicos sólidos, mas também habilidades práticas e competências pessoais necessárias para resolver problemas complexos e trabalhar eficazmente em equipe. Nos últimos anos, as metodologias ativas de ensino, como o Problem-Based Learning ou Project-Based Learning (PBL), têm ganhado destaque por promover uma aprendizagem mais profunda e engajada, estimulando os alunos a se tornarem protagonistas de seu próprio processo educacional (DOLMENS et al., 2019; BARROWS; TAMBLYN, 1980).

O PBL, em particular, tem se mostrado eficaz em cursos de engenharia por sua capacidade de integrar teoria e prática através de projetos reais e desafiadores. Estudos recentes indicam que essa abordagem não só melhora o desempenho acadêmico dos estudantes, mas também desenvolve habilidades essenciais como pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe (SCHMIDT et al., 2020; MORAES; ALMEIDA; COSTA, 2022).

Além do PBL, a avaliação por rubrica, avaliação por pares e autoavaliação são ferramentas que complementam o ensino ativo, proporcionando feedback detalhado e promovendo a autorreflexão. A avaliação por rubrica oferece critérios claros e objetivos que ajudam os alunos a entenderem melhor suas próprias performances e áreas de melhoria (ANDRADE, 2019). A avaliação por pares, por sua vez, não só incentiva o pensamento crítico, mas também promove um senso de responsabilidade e colaboração entre os alunos (TIETZE; SCHULTZ; HERTWIG, 2021). A autoavaliação permite que os estudantes reflitam sobre seu próprio aprendizado e desenvolvimento, promovendo a autonomia e o autoconhecimento (NUNES et al., 2020).

Essas metodologias, quando combinadas, criam um ambiente de aprendizagem dinâmico e colaborativo, essencial para a formação de engenheiros capazes de enfrentar os desafios do mundo contemporâneo. No contexto da disciplina de Automação e Supervisão de Processos, a aplicação dessas abordagens pedagógicas se mostra particularmente relevante, dada a complexidade e a interdisciplinaridade dos conteúdos abordados. O presente trabalho apresenta a experiência e o resultados na implementação dessas metodologias na referida disciplina, avaliando seu impacto no desempenho acadêmico e no desenvolvimento de competências dos alunos.

2 METODOLOGIA

Para investigar o impacto das metodologias ativas na disciplina de Automação e Supervisão de Processos, foram combinadas as metodologias de PBL, avaliação por rubrica, avaliação por pares e autoavaliação. Esta seção descreve a estrutura da disciplina, o processo de implementação dessas metodologias e os procedimentos adotados para coleta e análise dos dados.

2.1 Estrutura da Disciplina

A experiência com metodologias ativas e instrumentos de avaliação descritas neste trabalho foi aplicada na disciplina Automação e Supervisão de Processos do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI nos anos de 2022 e 2023. Esta disciplina é ofertada no quinto período do curso, tendo como pré-requisito a disciplina Introdução à Automação de Processos, cuja ementa aborda os seguintes temas: visão geral de automação de processos, automação de processos baseados em lógica fixa e lógica de contatos de relés, introdução a controladores lógicos programáveis, aspectos de segurança e projeto de painéis de comando elétricos utilizando programa *Computer Aided Engineering* – CAE. Este pré-requisito e as demais disciplinas já concluídas até o quinto período do curso de engenharia de controle e automação dá aos alunos o embasamento e maturidade necessários que favorecem a abordagem de aprendizagem baseada em projetos nesta disciplina.

A Tabela 1 apresenta de forma resumida a carga horária, ementa, requisitos, objetivos de aprendizagem e bibliografia básica da disciplina Automação e Supervisão de Processos.

Tabela 1 – Estrutura da disciplina Automação e Supervisão de Processos

Disciplina	Automação e Supervisão de Processos
Período	5º
Carga horária	Prática: 4 ha/Sem. – Total: 64ha;
Requisitos	ECAA00 – Introdução à Automação de Processos
Ementa	Automação de processos baseados em Controladores Lógicos Programáveis. Linguagens de programação baseada na norma IEC 61131-3. Interface com programas de simulação de processos industriais. Automação e integração de processos baseados em Controladores Lógicos e sistemas supervisórios. SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition. Interfaces de comunicação e redes de Controladores Lógicos Programáveis
Objetivos	<ol style="list-style-type: none">1. Aplicar conceitos de linguagem Ladder2. Desenvolver aplicações com Controlador Programável e Sistemas de Supervisão para automatizar, controlar e supervisionar processos industriais3. Implementar lógicas CLPs para automatizar processos de vários tipos e realizar interface com programas de simulação de processos industriais4. Analisar alternativas de soluções tecnológicas de problemas de automação em processos4. Implementar automação integrada de processos industriais

Fonte: próprio autor

Na Tabela 1 é possível observar que os objetivos de aprendizagem do discente estão focados em ações práticas: aplicar, desenvolver, implementar e analisar, que demandam a utilização de metodologia adequada a fim de serem atingidos.

2.2 Aplicação de Aprendizagem Baseada em Projeto

O PBL tem se mostrado uma metodologia altamente adequada para o ensino de engenharia, devido à sua capacidade de integrar teoria e prática de forma contextualizada e dinâmica. Na engenharia, onde a aplicação prática dos conhecimentos teóricos é

fundamental, o PBL proporciona um ambiente de aprendizado ativo e centrado no estudante, estimulando a resolução de problemas reais e complexos. Essa abordagem permite que os alunos desenvolvam habilidades técnicas e não técnicas, como trabalho em equipe, comunicação, gestão de tempo e pensamento crítico. Além disso, ao envolver os estudantes em projetos que simulam desafios do mundo profissional, a PBL promove uma compreensão mais profunda dos conteúdos, aumenta a motivação e prepara os futuros engenheiros para enfrentarem as demandas e incertezas do mercado de trabalho (MILOSEVIC; GEORGE, 2020).

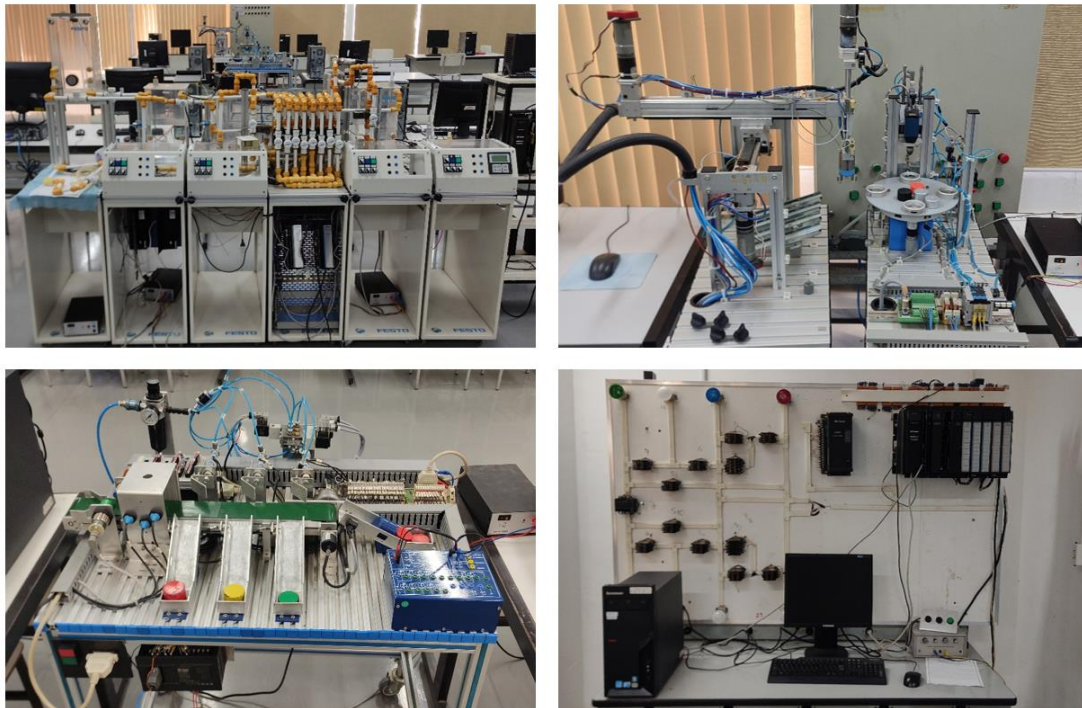
A aplicação de PBL nesta disciplina envolveu as seguintes etapas:

Etapa 1 - Definição do Projeto: Foram selecionados 4 projetos práticos de automação baseados em processos físicos em escala reduzida disponíveis no Laboratório Indústria 4.0 da UNIFEI. Os projetos foram selecionados com base nos seguintes critérios:

- Ser um problema real e relevante de engenharia
- Atender os objetivos de aprendizagem da disciplina
- Ser um problema desafiador e estimulante
- Promover engajamento e motivação
- Ser exequível durante o período de realização da disciplina

A Figura 1 ilustra os processos físicos utilizados no projeto desta disciplina.

Figura 1 – Fotos ilustrativas dos processos utilizados para desenvolvimento dos projetos



Fonte: próprio autor

A Tabela 2 apresenta uma descrição resumida dos quatro projetos práticos desenvolvidos pelos discentes.

Tabela 2 – Descrição Resumida dos Projetos

Projeto	Descrição Resumida
---------	--------------------

Sistemas de controle do nível de um tanque	Este projeto envolve um sistema automático que realiza o controle de nível de um tanque de duas maneiras: com histerese (<i>On-off</i>), ou com um controlador proporcional, integral, derivativo (PID). Deve-se desenvolver a lógica de controle no CLP e o sistema de supervisão SCADA que permitirá que o operador controle remotamente o sistema.
Estação de manufatura de peças	Trata-se de uma estação de furos, composta por uma mesa circular onde a peça é colocada para ser furada. O sistema automático deverá ser capaz de detectar a presença da peça, girar a mesa para a posição de furação, furar e testar a peça. O monitoramento e atuação da estação de forma remota deve ser desenvolvido.
Esteira seletora de peças	Uma esteira seletora de peças por tipo, deve ser capaz de identificar automaticamente peças plásticas ou metálicas de três tamanhos diferentes, acionando pistões pneumáticos para desviar a peça para compartimentos adequados a cada tipo de peça. Deve-se desenvolver a lógica de controle no CLP e o sistema de supervisão SCADA.
Manobras em subestação de energia elétrica	Os alunos deverão desenvolver a lógica de controle e um sistema de supervisão para fazer manobras em subestações simulando um processo automático de acionamento de seccionadoras e disjuntores para garantir o fornecimento de energia elétrica para duas linhas de distribuição em algumas situações de falha.

Fonte: Próprio autor

Etapa 2 - Planejamento e Estruturação: Foi desenvolvido um plano detalhado, incluindo descritivo do projeto, objetivos de aprendizagem, critérios de avaliação e cronograma. Foram definidas também as competências técnicas e não técnicas que serão desenvolvidas ao longo do projeto.

Etapa 3 - Formação de Grupos: Os alunos foram organizados em grupos colaborativos, promovendo a diversidade de habilidades e perspectivas. A formação dos grupos foi realizada pelo docente com base em algumas características dos alunos obtidas por meio de um questionário online. A colaboração em grupo é essencial para o desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe e comunicação.

Etapa 4 - Pesquisa e Exploração: Os alunos foram orientados na condução de pesquisas teóricas e práticas relacionadas ao projeto. Isso incluiu revisão de literatura, revisão de conhecimento de disciplinas já cursadas, entrevistas com outros docentes especialistas, experimentos e análise de dados.

Etapa 5 - Desenvolvimento de Soluções: Os alunos foram incentivados e orientados a gerar, avaliar e selecionar soluções potenciais para o projeto. Este processo envolveu brainstorming, prototipagem, desenvolvimento de software e iteração contínua.

Etapa 6 - Implementação e Testes: Os alunos foram guiados na implementação das soluções selecionadas e na condução de testes para verificar a eficácia das mesmas. Este estágio envolveu a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos.

Etapa 7 - Documentação e Apresentação: Os alunos documentaram todo o processo de desenvolvimento do projeto e prepararam apresentações formais para compartilhar suas soluções e conclusões. Essa etapa incluiu relatórios escritos, apresentações orais e demonstrações práticas.

Etapa 8 - Avaliação e Reflexão: Foram utilizadas rubricas para avaliar o desempenho dos alunos de acordo com os critérios definidos. A avaliação foi tanto formativa quanto somativa, fornecendo feedback contínuo para melhoria. Além disso, é

fundamental incentivar a reflexão sobre o aprendizado adquirido durante o projeto, tanto individualmente quanto em grupo.

Etapa 9 - Feedback e Melhoria Contínua: Foram coletados *feedback* dos alunos e partes interessadas para aprimorar futuros projetos PBL. A análise crítica dos resultados e do processo ajuda a refinar a metodologia e a alcançar melhores resultados educacionais.

2.3 Aplicação da Avaliação por Rubrica

A avaliação por rubrica é uma ferramenta poderosa no processo de ensino-aprendizagem, proporcionando uma estrutura clara e transparente para a avaliação de desempenhos complexos. Essa metodologia de avaliação detalha critérios específicos e níveis de desempenho, o que facilita a comunicação das expectativas entre professores e alunos. Ao usar rubricas, os educadores podem fornecer feedback mais preciso e construtivo, destacando áreas de excelência e identificando aspectos que necessitam de melhoria. Isso não só orienta os estudantes em seu desenvolvimento contínuo, mas também promove a autoavaliação e a autorreflexão, elementos cruciais para a aprendizagem autônoma e para o aperfeiçoamento contínuo das competências. Além disso, a avaliação por rubrica contribui para uma maior consistência e equidade na avaliação, garantindo que todos os alunos sejam avaliados com base em critérios uniformes e objetivos (SILVA; MENEZES, 2011).

A Tabela 3 apresenta a avaliação por rubrica desenvolvida para as competências técnicas. Para cada critério, o aluno recebe uma pontuação de 1 a 4. A soma dessas pontuações dará uma nota total, que pode ser usada para avaliar o desempenho geral do aluno no projeto. Esta rubrica não só facilita a avaliação dos projetos de forma objetiva e justa, mas também fornece feedback detalhado para os alunos, destacando suas áreas de excelência e aquelas que precisam de melhorias.

Tabela 3 – Rubrica de Avaliação de Competências Técnicas

Critério	Desempenho Excelente (4)	Desempenho Bom (3)	Desempenho Satisfatório (2)	Desempenho Insatisfatório (1)
Definição e Compreensão do Problema	Identifica e compreende completamente o problema, apresentando soluções inovadoras e relevantes.	Compreende bem o problema, apresentando soluções adequadas e relevantes.	Compreende o problema de forma geral, mas as soluções são parciais ou não totalmente relevantes.	Não compreende completamente o problema e apresenta soluções inadequadas ou irrelevantes.
Planejamento e Estruturação	Desenvolve um plano detalhado e organizado com objetivos claros, critérios de avaliação e cronograma.	Desenvolve um plano organizado com objetivos claros e critérios de avaliação definidos.	Desenvolve um plano básico, mas faltam alguns detalhes nos objetivos ou critérios de avaliação.	Não desenvolve um plano claro ou organizado, faltando objetivos e critérios de avaliação.
Pesquisa e Exploração	Conduz uma pesquisa extensa e detalhada, utilizando múltiplas fontes e metodologias.	Conduz uma pesquisa adequada, utilizando várias fontes e metodologias.	Conduz uma pesquisa limitada, utilizando poucas fontes ou metodologias.	Pesquisa inadequada ou insuficiente, com uso de poucas ou nenhuma fonte relevante.

Desenvolvimento de Soluções	Gera múltiplas soluções inovadoras e efetivas, com avaliação crítica e seleção adequada.	Gera várias soluções viáveis e efetivas, com avaliação adequada.	Gera poucas soluções, algumas das quais são viáveis, mas sem avaliação crítica adequada.	Não gera soluções viáveis ou efetivas, faltando avaliação crítica e seleção adequada.
Implementação e Testes	Implementa as soluções de forma excelente, realizando testes rigorosos e apresentando resultados precisos.	Implementa as soluções de forma adequada, realizando testes e apresentando resultados satisfatórios.	Implementa as soluções de forma básica, com testes limitados e resultados parciais.	Implementa as soluções de forma inadequada, com poucos ou nenhum teste realizado.
Documentação e Apresentação	Documenta todo o processo de forma detalhada e clara, com excelente apresentação oral e escrita.	Documenta o processo de forma adequada, com boa apresentação oral e escrita.	Documenta o processo de forma limitada, com apresentação oral e escrita satisfatória.	Documentação inadequada ou incompleta, com apresentação oral e escrita insatisfatória.

Fonte: próprio autor

Avaliar também as competências pessoais é essencial no desenvolvimento de projetos acadêmicos e profissionais, pois essas habilidades são fundamentais e desejáveis no perfil de todo profissional (VERMAAS; CREPALDI; LEVENHAGEN, 2024). A tabela de avaliação por rubricas criada para essas competências pessoais permite uma análise detalhada e criteriosa do desempenho dos estudantes em cada área. Ela é composta por quatro níveis de proficiência - Iniciante, Intermediário, avançado e especialista - e abrange diversos aspectos comportamentais e atitudinais, facilitando o feedback construtivo e direcionado.

Tabela 4 – Rubrica de Avaliação de Competências Pessoais

Competência	Nível 1: Iniciante	Nível 2: Intermediário	Nível 3: Avançado	Nível 4: Especialista
Trabalho em Equipe	Raramente colabora com colegas.	Colabora ocasionalmente com colegas.	Colabora frequentemente e de forma eficaz com colegas.	Lidera e facilita a colaboração entre colegas, promovendo um ambiente de trabalho positivo e produtivo.
Comunicação Oral	Tem dificuldade para se expressar claramente.	Comunica-se de forma clara, mas ocasionalmente enfrenta dificuldades.	Comunica-se de forma clara e eficaz na maioria das situações.	Comunica-se de forma clara, eficaz e persuasiva, adaptando o discurso ao público e contexto.
Comunicação Escrita	Textos frequentemente apresentam erros e falta de clareza.	Textos são claros, mas podem conter alguns erros menores.	Textos são claros, concisos e bem estruturados, com poucos erros.	Textos são exemplares, claros, bem estruturados e livres de erros.

Resolução de Problemas	Enfrenta dificuldades para identificar e solucionar problemas.	Identifica problemas e busca soluções, mas pode precisar de orientação.	Identifica e resolve problemas de forma eficaz e independente na maioria das vezes.	Proativamente identifica e resolve problemas complexos, desenvolvendo soluções inovadoras.
Criatividade	Dificuldade para propor ideias novas ou abordagens criativas.	Proporciona algumas ideias novas, mas depende de referências conhecidas.	Frequentemente apresenta ideias originais e soluções criativas para desafios.	Consistentemente apresenta ideias inovadoras e criativas, redefinindo abordagens e soluções.
Iniciativa	Raramente toma a iniciativa e aguarda instruções.	Toma a iniciativa ocasionalmente, mas ainda prefere seguir instruções.	Toma a iniciativa frequentemente e age de forma proativa.	Proativamente busca novas oportunidades e assume a liderança em iniciativas importantes.
Comprometimento	Demonstra pouco comprometimento com o projeto e suas responsabilidades.	Compromete-se com o projeto, mas pode precisar de motivação externa.	Compromete-se de forma consistente e cumpre suas responsabilidades de maneira eficaz.	Altamente comprometido, vai além das expectativas e inspira outros com seu nível de dedicação.
Liderança	Não demonstra habilidades de liderança.	Demonstra algumas habilidades de liderança em situações limitadas.	Lidera com eficácia, motivando e guiando a equipe na maioria das situações.	Lidera com excelência, inspirando e empoderando a equipe para alcançar e superar objetivos, promovendo o crescimento.

Fonte: próprio autor

2.4 Avaliação por Pares

A avaliação por pares representa uma abordagem inovadora no processo de ensino-aprendizagem, oferecendo várias vantagens significativas. Este método envolve os alunos na avaliação do trabalho de seus colegas, o que promove um ambiente colaborativo e de aprendizado mútuo. Ao avaliar os trabalhos dos outros, os estudantes desenvolvem um olhar crítico e reflexivo sobre os critérios de qualidade e os padrões de desempenho, o que pode melhorar o próprio desempenho acadêmico. Além disso, a avaliação por pares estimula o engajamento ativo e a responsabilidade, uma vez que os alunos se tornam participantes ativos no processo de avaliação, ao invés de meros receptores de notas (TIETZE; SCHULTZ; HERTWIG, 2021). Esse método também pode reduzir a carga de trabalho do professor e fornecer um feedback mais imediato e diversificado para os alunos. Ao cultivar habilidades de avaliação crítica e autorreflexão, a avaliação por pares contribui

significativamente para o desenvolvimento integral dos estudantes, preparando-os melhor para as exigências acadêmicas e profissionais.

2.5 Autoavaliação

A autoavaliação é uma prática essencial no processo de ensino e aprendizagem, pois permite que os estudantes assumam um papel ativo na sua própria educação, refletindo sobre seu desempenho, identificando pontos fortes e áreas de melhoria. Essa metodologia promove a autorreflexão e a autocrítica, habilidades fundamentais para o aprendizado contínuo e o desenvolvimento pessoal e profissional. Ao se auto avaliarem, os alunos ganham uma maior compreensão dos critérios de avaliação e desenvolvem a capacidade de julgar a qualidade de seu trabalho de maneira mais objetiva. No contexto educacional, a autoavaliação pode ser empregada por meio de instrumentos como diários de aprendizagem, questionários de reflexão, portfólios e rubricas auto avaliativas (NUNES et al., 2020). Esses instrumentos ajudam os estudantes a monitorar seu progresso, definir metas realistas e tomar medidas proativas para melhorar. Além de fomentar a autonomia e a responsabilidade, a autoavaliação também facilita um diálogo mais produtivo entre alunos e professores, criando um ambiente de aprendizagem mais transparente e colaborativo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados acadêmicos dos alunos foram comparados com os anos anteriores, em que as metodologias ativas não foram aplicadas. Observou-se uma melhoria significativa no desempenho acadêmico, com a média das notas finais aumentando de 7,0 para 8,5. Além disso, houve uma redução na taxa de reprovação de 20% para 5%.

A percepção dos alunos sobre a experiência com PBL, rubrica, avaliação por pares e autoavaliação foi amplamente positiva. Em questionários aplicados ao final do semestre, 87% dos alunos relataram que as metodologias ativas contribuíram significativamente para o seu aprendizado e desenvolvimento de competências. Comentários destacaram o aumento de interesse, engajamento, a motivação, a relevância dos projetos e a clareza e transparência nos critérios de avaliação.

A análise do desenvolvimento de competências técnicas e pessoais (*soft skills*) mostrou um progresso considerável. As habilidades técnicas, como programação de CLPs e implementação de sistemas SCADA, foram aprimoradas, enquanto as competências pessoais, como trabalho em equipe, criatividade, iniciativa, capacidade de avaliação e autoavaliação, resolução de problemas, comunicação oral e escrita, também apresentaram melhorias observáveis pelos discentes e docente.

Entre os principais desafios enfrentados na implementação, destacam-se a adaptação dos alunos às novas metodologias e a carga de trabalho para os professores na elaboração e acompanhamento dos projetos. Além disso, as limitações deste estudo incluem a falta de uma amostra maior para uma generalização mais ampla dos resultados e a necessidade de um período mais longo para observar impactos a longo prazo.

Os resultados confirmam a eficácia das metodologias ativas no ensino de engenharia. Estudos como os de Schmidt et al. (2020) e Moraes, Almeida e Costa (2022) corroboram que abordagens como PBL melhoram o desempenho acadêmico e desenvolvem competências essenciais.

As metodologias ativas impactaram positivamente o ensino e a aprendizagem na disciplina de Automação e Supervisão de Processos. O envolvimento ativo dos alunos e a aplicação prática dos conhecimentos teóricos contribuíram para um aprendizado mais significativo e duradouro.

Para futuras implementações, sugere-se a integração de tecnologias educacionais que possam facilitar a gestão dos projetos e avaliações. Além disso, a formação contínua dos professores em metodologias ativas pode aprimorar ainda mais a eficácia dessas abordagens.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado na disciplina de Automação e Supervisão de Processos permitiu explorar a aplicação e os impactos das metodologias ativas de ensino, como Project-Based Learning (PBL), avaliação por rubrica, avaliação por pares e autoavaliação. Os resultados obtidos ao longo de dois anos evidenciam a eficácia dessas abordagens no contexto do ensino de engenharia, destacando-se por promover um aprendizado mais engajado, colaborativo e centrado no aluno.

Os dados coletados mostram que a implementação do PBL, aliado às avaliações por rubrica, pares e autoavaliação, resultou em melhorias significativas no desempenho acadêmico dos alunos. Comparativamente, as turmas que participaram dessa metodologia ativa apresentaram um maior nível de compreensão dos conceitos teóricos e práticos da disciplina, além de desenvolver a habilidade para aplicar esses conhecimentos em projetos reais. Adicionalmente, as avaliações indicam que os estudantes desenvolveram competências pessoais relevantes, como pensamento crítico, resolução de problemas, trabalho em equipe e autogestão.

Este trabalho destaca a importância de adaptar o ensino de engenharia às demandas do mundo contemporâneo, preparando os futuros engenheiros para enfrentar desafios reais com um conjunto diversificado de habilidades. A combinação de PBL com avaliações criteriosas oferece um modelo de ensino robusto, que pode ser replicado em outras disciplinas e cursos de engenharia. O estudo reafirma a relevância das metodologias ativas de ensino na educação em engenharia e oferece um roteiro para educadores que desejam inovar em suas práticas pedagógicas, contribuindo para a formação de profissionais mais bem preparados e adaptáveis às exigências do século XXI.

AGRADECIMENTOS

A realização deste estudo foi possível graças ao apoio do Programa Brasil – Estados Unidos de Modernização da Educação Superior na Graduação, financiado pela CAPES, Fulbright e Embaixada Americana. Gostaríamos de expressar nossa sincera gratidão por todo o suporte financeiro e institucional fornecido, que foi essencial para a implementação das metodologias ativas de ensino e a realização desta pesquisa. Agradecemos também aos colegas e alunos que participaram ativamente deste projeto, contribuindo com seu tempo e dedicação.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Heidi. **A Critical Review of Research on Rubrics in Education: An Updated Analysis and Synthesis of the Literature**. Educational Measurement: Issues and Practice, v. 38, n. 1, p. 44-55, 2019.
- BARROWS, H. S.; TAMBLYN, R. M. **Problem-based learning: An approach to medical education**. New York: Springer, 1980.
- DOLMENS, David et al. **A Systematic Review of the Effectiveness of Problem-Based Learning**. *Advances in Health Sciences Education*, v. 24, n. 5, p. 905-917, 2019.

MARKHAM, Thomas. **Project-Based Learning Handbook: A Guide to Standards-Focused Project-Based Learning for Middle and High School Teachers**. Buck Institute for Education, 2003.

MILOSEVIC, Dragan; GEORGE, Michael. **Applying Project-Based Learning in Engineering Education**. Berlin: Springer, 2020.

MORAES, Rafael; ALMEIDA, Patrícia; COSTA, Helena. **O Impacto do PBL no Ensino de Engenharia: Um Estudo de Caso**. Revista Brasileira de Educação em Engenharia, v. 40, n. 2, p. 145-160, 2022.

NUNES, Maria et al. **Autoavaliação como Ferramenta de Aprendizagem: Percepções dos Estudantes de Engenharia**. Educação em Revista, v. 36, e214091, 2020.

SILVA, C. A.; MENEZES, E. M. **A critical review of rubric use in higher education**. Assessment & Evaluation in Higher Education, v. 36, n. 3, p. 369-383, 2011.

SCHMIDT, HENK G. et al. **Comparing Problem-Based with Conventional Education: A Meta-Analysis of the Effects on Academic Achievement, Social Competences and the Student-Teacher Relationship**. BMC Medical Education, v. 20, n. 1, p. 1-15, 2020.

TIETZE, Jan; SCHULTZ, Paul; HERTWIG, Ralph. **Peer Assessment in Engineering Education: A Systematic Review**. European Journal of Engineering Education, v. 46, n. 4, p. 629-649, 2021.

VERMAAS, L.L.G.; CREPALDI, P.C.; LEVENHAGEN, I.A. **Fundamentos da Metodologia PETRA e sua aplicação na formação do profissional de engenharia**. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/19/artigos/193.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2024.

THE IMPLEMENTATION OF ACTIVE METHODOLOGIES IN THE DISCIPLINE OF PROCESS AUTOMATION AND SUPERVISION: AN EXPERIENCE WITH PBL, RUBRIC ASSESSMENT, PEER ASSESSMENT, AND SELF-ASSESSMENT

Abstract: *This article presents the experience and results of applying project-based learning (PBL), rubric assessment, peer assessment, and self-assessment in the Process Automation and Supervision course of the Control and Automation Engineering program at the Federal University of Itajubá (UNIFEI) over a two-year period. The application of PBL in this course involved the stages of project definition, planning and structuring, group formation, research, solution development, implementation, testing, documentation, and presentation. The combined application of PBL with rubric assessment, peer assessment, and self-assessment, using clear, objective, and transparent criteria, proved to be an efficient and robust teaching model that can be easily replicated in other engineering courses. A distinguishing feature of this model was the development and application of a specific rubric assessment for personal competencies, in addition to the rubric for technical competencies. Data collected from the application of this model, compared to classes that did not participate in active methodologies, showed results in improved student academic performance, increased interest and engagement in the course, and significant improvements in the development of technical and personal competencies, such as teamwork, problem-solving ability, creativity, initiative, leadership, and critical thinking. This work reaffirms the relevance of active teaching methodologies in engineering education and offers a possible roadmap for educators who wish to innovate in their teaching practices, contributing to the training of professionals who are better prepared and adaptable to the demands of the 21st century.*

Keywords: *active methodologies, assessment, rubric, peer, self-assessment*

