

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: RELATO DA APLICAÇÃO ENTRE ALUNOS INGRESSANTES DE ENGENHARIA DURANTE O ENSINO REMOTO COM A PARTICIPAÇÃO DO SETOR PRODUTIVO

PROBLEM-BASED LEARNING: EXPERIENCE REPORT AMONG NEWLY ADMITTED ENGINEERING STUDENTS DURING REMOTE TEACHING WITH THE PRODUCTIVE SECTOR COLLABORATION

Adilson de Souza Cândido¹, Edilson Rosa Barbosa de Jesus², Enzo Gaudino Mendes³, Marcos Alexandre Fernandes⁴, Ana Cristina Gobbo César⁵

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v41p215-228.2022

RESUMO

Grande parte das instituições de ensino no mundo tiveram que se adaptar rapidamente ao novo cenário imposto de isolamento social e aulas remotas devido à pandemia de coronavírus SARS-Cov2. O mesmo ocorreu com o uso de metodologias ativas de ensino que usualmente eram marcadas por atividades coletivas presenciais. Nesse sentido, o presente artigo aborda um relato da adaptação para o ensino remoto da abordagem de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) entre ingressantes do curso bacharelado de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), aplicada em uma componente curricular introdutória e prevendo uma interação ativa com uma empresa parceira da instituição de ensino. Os resultados demonstraram a viabilidade, efetividade e aceitação desta adaptação entre os alunos para esse novo modelo de ensino, o que sugere que não houve diminuição significativa na qualidade do ensino nessa transição.

Palavras-chave: ensino remoto emergencial; metodologias ativas; Aprendizagem Baseada em Problemas.

ABSTRACT

Most educational institutions in the world had to adapt quickly to the new imposed scenario of social isolation and remote classes due to the SARS-Cov2 coronavirus pandemic. The same happened with the use of active learning methodologies that were usually marked by face-to-face collaborative activities. In this sense, this article deals with an experience report related to adaptations in the problem-based learning approach (PBL) for remote teaching, among newly admitted control and automation engineering students at the Federal Institute of São Paulo (IFSP), applied in an introductory curricular component with an active productive sector collaboration. The results demonstrated the feasibility, effectiveness, and acceptability of this adaptation to learners for this new teaching model, which suggests that there was no significant decrease in the teaching quality in this transition.

Keywords: Emergency remote teaching; active methodologies; Problem-Based Learning.

¹ Professor, doutor em Engenharia Eletrônica e Computação, Instituto Federal de São Paulo (IFSP); candido@ifsp.edu.br

² Professor, doutor em Engenharia de Materiais, Instituto Federal de São Paulo (IFSP); erbjesus@ifsp.edu.br

³ Professor, especialista em Sistemas Eletrônicos para Controle, Instituto Federal de São Paulo (IFSP); enzogm@ifsp.edu.br

⁴ Professor, mestre em Engenharia e Ciências dos Materiais, Instituto Federal de São Paulo (IFSP); marcos.alexandre@ifsp.edu.br

⁵ Professora, doutora em Ciências Biológicas, Instituto Federal de São Paulo (IFSP); anagobbo@ifsp.edu.br

INTRODUÇÃO

A pandemia de coronavírus SARS-Cov2 impôs novas demandas ao processo de ensino-aprendizagem, transformando rapidamente cursos e modalidades de ensino que eram presenciais em atividades totalmente remotas. Estima-se que essa pandemia interrompeu as atividades presenciais de 91% dos estudantes do mundo (UNESCO, 2020).

No Brasil, foi publicada a Portaria MEC nº 544, de 16 de junho de 2020, que autorizou a substituição das disciplinas presenciais por atividades letivas que utilizem recursos educacionais digitais, tecnologias de informação e comunicação ou outros meios convencionais, embora existisse a previsão de que até 40% da carga horária total do curso pudesse ser ofertada na modalidade de Ensino a Distância (Portaria MEC nº 2.117, de 6 de dezembro de 2019). Assim, no contexto de pandemia, houve a necessidade de mudanças nas práticas de atividades não presenciais bem como alterações na carga horária (GUSSO et al., 2020).

Ademais, segundo o parecer CNE/CP nº 5/2020, aprovado em 28 de abril de 2020, essas atividades pedagógicas não presenciais a serem desenvolvidas enquanto persistissem as restrições sanitárias poderiam ser mediadas ou não por tecnologias digitais de informação e comunicação. No entanto, o parecer ressalta a importância de que as atividades pedagógicas não presenciais, mediadas ou não por tecnologias digitais de informação e comunicação, possibilitem o desenvolvimento de objetivos de aprendizagem e habilidades previstas na BNCC, currículos e propostas pedagógicas (BRASIL, 2020).

Nesse sentido, faz-se necessária a análise da viabilidade da adaptação de atividades que usualmente eram fundamentadas na interação presencial dos alunos para o ensino remoto. Essa necessidade de adaptação é evidenciada, principalmente, no ensino de Engenharia, em que há indicação de que os alunos preferem a adoção de metodologias ativas que prevejam a “montagem de dispositivos e sistemas ou o entendimento dos princípios de funcionamento

de objetos tecnológicos” (BARBOSA; MOURA, 2014, p. 7).

As metodologias ativas, reconhecidas no movimento escolanovista (LIMA, 2017), são consideradas “tecnologias que proporcionam engajamento dos educandos no processo educacional e que favorecem o desenvolvimento de sua capacidade crítica e reflexiva em relação ao que estão fazendo” (PENRABEL; MONTEIRO; PASSOS, 2018, p. 1).

No caso específico para o Ensino de Engenharia, conforme § 6º do artigo 6º da Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, preconiza-se que “deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno” (BRASIL, 2019, p. 4).

Uma dessas metodologias ativas de aprendizagem que teve de ser adaptada é a teoria de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL – do inglês *Problem-Based Learning*). O PBL prevê o contato de alunos mais experientes com outros que apresentam um repertório individual mais limitado para a resolução de problemas complexos, difíceis de serem enfrentados individualmente.

Na metodologia tradicional, o aluno apresenta uma participação passiva, em que o docente expõe os conteúdos e o aluno “tenta” incorporar esses conceitos. No entanto, muitas vezes, essa metodologia dificulta a adoção de diferentes estratégias de ensino individualizado, podendo comprometer a busca por novos conceitos que não foram apresentadas pelo docente que atua como “detentor do conhecimento”.

Na metodologia PBL, o aluno é protagonista do processo de aprendizagem. A partir de uma situação-problema, ele é estimulado a buscar novos conceitos em um ambiente participativo, colaborativo e dinâmico, desenvolvendo competências cruciais para o século XXI. Enquanto o docente, nesse processo de ensino-aprendizado, assume o papel de mediador-orientador.

Corroboram o desenvolvimento das competências citadas a associação da metodologia PBL à resolução de problemas provenientes de demandas reais, por exemplo, de empresas que participam ativamente nesse processo de ensino-aprendizagem ao lado do professor e dos alunos. A participação dessa empresa pode ocorrer desde a proposição dos problemas até o momento da avaliação, prevendo etapas de suporte técnico e acompanhamento ao longo do desenvolvimento dos trabalhos.

Pode-se citar alguns dos diferenciais da interação com empresas, que ampliam as possibilidades de formação no processo de ensino-aprendizagem: o contato imediato do aluno com profissionais da área de trabalho na qual este está em formação, bem como o desafio de encontrar soluções inovadoras que atinjam as expectativas das empresas e que tenham aplicabilidade no contexto empresarial.

A implantação desse ambiente que alia o PBL com a interação de empresas se mostra crucial, principalmente, nos semestres iniciais do curso, em que o aluno usualmente está buscando elementos que gere identificação e que o motive ao longo curso. Usualmente, esses semestres iniciais do curso apresentam elevadas taxas de evasão devido, entre outros motivos, à natureza das disciplinas iniciais do curso, as quais majoritariamente são voltadas ao ensino de Matemática e Física, não expondo os alunos, dessa maneira, a uma formação profissionalizante no que se refere ao “saber-fazer”.

Nesse sentido, o presente artigo aborda um estudo de caso da adaptação da utilização do PBL para o ambiente de ensino na modalidade remota, entre os alunos ingressantes do curso bacharelado em Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), *campus* Bragança Paulista, que prevê uma interação ativa com empresas parceiras da instituição de ensino.

Para isso, a próxima seção abordará os principais conceitos sobre a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) e possíveis adaptações para o ensino remoto. Na sequência, será apresentada a metodologia

adotada, seguida dos resultados, considerações finais e referências bibliográficas.

DESENVOLVIMENTO DA TEORIA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS PARA O ENSINO REMOTO

A metodologia PBL tem como principal meta a construção de um ambiente dinâmico e lúdico de aprendizagem (CESAR et al., 2021). Essa estratégia de ensino pertence à classe de metodologias ativas de aprendizagem que visam a promover: i) proatividade, por meio do comprometimento dos educandos no processo educacional; ii) vinculação da aprendizagem aos aspectos significativos da realidade; iii) desenvolvimento do raciocínio e de capacidades para intervenção na própria realidade; iv) colaboração e cooperação entre participantes (LIMA, 2017).

Como premissa básica, o PBL usa problemas da vida real dos alunos para estimular o desenvolvimento conceitual, procedimental e atitudinal do aluno (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014). Trata-se de um processo educativo guiado pela satisfação em aprender o conteúdo de forma ativa, desenvolvendo as funções morais e intelectuais do indivíduo, descaracterizando o processo educativo exclusivamente baseado na memorização (SALVADOR et al., 1999).

O método permite aos alunos resolver problemas relacionados as suas futuras profissões, desenvolver a capacidade de descobrir e usar informações, construir suas próprias habilidades para resolver problemas e aprender o conteúdo necessário. Os docentes são estimulados a pesquisar e buscar a interdisciplinaridade, fazendo conexão daquilo que estão ensinando com uma gama de informações necessárias aos futuros profissionais. E, em função da alta competitividade, concorrência e um cenário globalizado e repleto de rápidas mudanças no mundo do trabalho, a sociedade poderá receber um profissional apto a buscar soluções condizentes com a realidade e suas

necessidades (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014).

O PBL surgiu dentro das escolas de Medicina na década de 1960, com o intuito de mudar a forma de ensinar, permitindo aos estudantes desenvolver habilidades para resolver problemas ao agrupar, avaliar, interpretar e aplicar uma grande quantidade de informações que ajudam no tratamento dos pacientes (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014).

No Brasil, o PBL foi inicialmente implantado na Escola de Saúde Pública do Ceará, em 1993 (CARLINI, 2006), e, posteriormente, empregado em diversas universidades brasileiras, não apenas na área da Saúde, mas também em outras áreas, como Engenharia, Enfermagem, Pedagogia e Administração (PERRENET; BOUHUIJS; SMITS, 2000; RIBEIRO, 2005), embora não seja definido como um método único educacional (PETERS, 2015). Pelo contrário, esse método pedagógico tem sido descrito como uma filosofia educacional que abrange um amplo número de práticas. Há indícios de que atualmente exista mais de 30 diferentes estratégias de aprendizagens baseadas em problemas (WOODS, 2013).

Basicamente, pode-se identificar, nessa classe de modelos PBL, três grandes temas (DE GRAAFF; KOLMOS, 2003): aprendizagem, conteúdo e social. O primeiro tema – a aprendizagem – é centrado na resolução de um problema em um tempo pré-determinado. Esse problema é a condição inicial que induz o aprendizado e foi selecionado com base nos conhecimentos prévios e habilidades dos alunos. Em relação ao conteúdo, este, tipicamente, é centrado em um conhecimento interdisciplinar que correlaciona a teoria com a prática. No âmbito social, a resolução do problema é realizada em equipes, em um ambiente ativo de compartilhamento de ideias e opiniões.

Dessa forma, a estratégia PBL permite a abordagem de conceitos e habilidades carentes no processo educativo convencional e necessários para o desenvolvimento do setor socioprodutivo. Entre essas características passíveis de serem alcançadas com a

abordagem PBL se destacam (RIBEIRO, 2005): a adaptabilidade a mudanças, habilidade de solucionar problemas em situações não rotineiras, pensamento crítico e criativo, adoção de uma abordagem sistêmica ou holística, trabalho em equipe, capacidade de identificação de pontos fortes e fracos e compromisso com o aprendizado e aperfeiçoamento contínuo.

Vários estudos destacam a importância do PBL para a aprendizagem dos alunos nos cursos de Engenharia, em termos de engajamento, motivação, desenvolvimento de competências relacionadas à prática profissional entre outras questões (OLIVEIRA; VETTORAZZI, 2021; DINIZ et al., 2021).

Essa abordagem PBL é baseada em uma variedade de noções teóricas como (DE GRAAFF; KOLMOS, 2003): o construtivismo e a aprendizagem social (VYGOTSKY, 1978; LAVE; WENGER, 1991; PIAGET, 2013); o aprendizado experiencial (KOLB, 2015); e o profissional reflexivo (SCHÖN, 1984).

O PBL pretende que os alunos vivenciem experiências ao invés de obterem informações abstratas em um ambiente de ensino tradicional. Para isso, segundo Chickering e Gamson (1987), citados por Lima (2017), estão previstas “a realização de atividades que envolvam a cooperação, a interação, a diversidade e a responsabilidade dos educandos, especialmente em pequenos grupos” (CHICKERING; GAMSON, 1987 apud LIMA, 2017, p. 424).

Devido ao isolamento social, em função da pandemia da Covid-19, este artigo propõe que a mediação entre os envolvidos ocorra por meio de tecnologias digitais com a participação ativa de empresas parceiras da instituição de ensino.

O Quadro 1 apresenta as principais adaptações propostas neste artigo entre a estratégia PBL convencional e o PBL mediado por recursos digitais para o ensino remoto, com ou sem o envolvimento de empresas. Basicamente, a ideia é estimular o protagonismo estudantil por meio do uso de Ambientes Virtuais de Aprendizagem, sistemas de videoconferência e suítes de aplicativos digitais colaborativos. Entre outros, esses recursos permitem: a socialização e troca de ideias entre os alunos; a inserção de forma

introdutória do aluno ao dia a dia profissional; a interação do aluno com profissionais da área; o desenvolvimento da criatividade, motivação, pensamento crítico, autonomia e responsabilidade).

Quadro 1 – Comparações entre o PBL tradicional, o mediada por tecnologias digitais e o que prevê o envolvimento de empresas

Indicadores e habilidades cognitivas	PBL Tradicional	PBL mediada por tecnologias digitais	PBL mediada por tecnologias digitais com envolvimento de empresas
Definição do problema	Considera os conhecimentos prévios dos alunos	Conhecimentos prévios dos alunos identificados por meio do ambiente virtual de aprendizagem (AVA)	Prevê uma interação direta com a empresa parceira, não restrita apenas ao arranjo produtivo local
Espírito de liderança	Professor moderador incentiva a habilidade por meio do estabelecimento de metas a serem realizadas pelo grupo	Professor mediador interfere diretamente na constituição das equipes e monitora as entregas das atividades no AVA	Previsão de reuniões de acompanhamento entre os alunos líderes do projeto com representantes da empresa
Formação consciente, ativa e participativa	Promoção de um ambiente dinâmico e lúdico para compartilhamento de informações e opiniões	Uso do AVA para a disponibilização de materiais didáticos e atividades de ensino interativas (síncronos e assíncronos)	Disponibilização dos contatos dos representantes da empresa parceira para dirimir eventuais dúvidas ou especificações
Autonomia	Definições de metas, objetivos e calendário de entregas no início do ciclo de planejamento e execução	Intermediar diálogos e tarefas publicados no AVA	Acompanhamento e desenvolvimento conjunto dos projetos de cada equipe pela empresa parceira
Habilidades de gestão de projetos	As situações-problemas são desenvolvidas por meio de um conjunto de “boas práticas” de gestão de projetos	Uso de metodologias de gestão de projetos mediadas por aplicativos colaborativos digitais	Possibilidade de gestão dos projetos compartilhada entre os alunos, professor e empresa parceira
Habilidades profissionais	Permite a busca e a prática de exercícios para absorver habilidades; o mediador pode indicar caminhos mais propícios	Professor mediador disponibiliza materiais relativos ao projeto e do profissional no AVA	Imersão virtual <i>in loco</i> da prática e dia a dia do profissional da área
Capacidade de trabalhar em equipe	Atividades realizadas em pequenos grupos	Encontros síncronos periódicos entre os alunos e professor mediador através de sistemas de videoconferências	Videoconferências com a participação dos alunos, professor mediador e representantes da empresa parceira

Fonte: elaborado pelos autores.

METODOLOGIA

O presente artigo se refere a uma pesquisa de caráter quali-quantitativa e segue as etapas representadas na Figura 1. Nesse sentido, é proposta uma reflexão sobre os impactos do isolamento social impostos pela Covid-19 no desenvolvimento de estratégias de metodologias ativas de aprendizagem, mais

especificamente a estratégia de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), aplicada em uma componente curricular introdutória ofertada aos ingressantes do curso de Engenharia de Controle e Automação no *campus* de Bragança Paulista do Instituto Federal de São Paulo (IFSP). Trata-se de um relato das experiências, observações e percepções desses alunos, como forma de

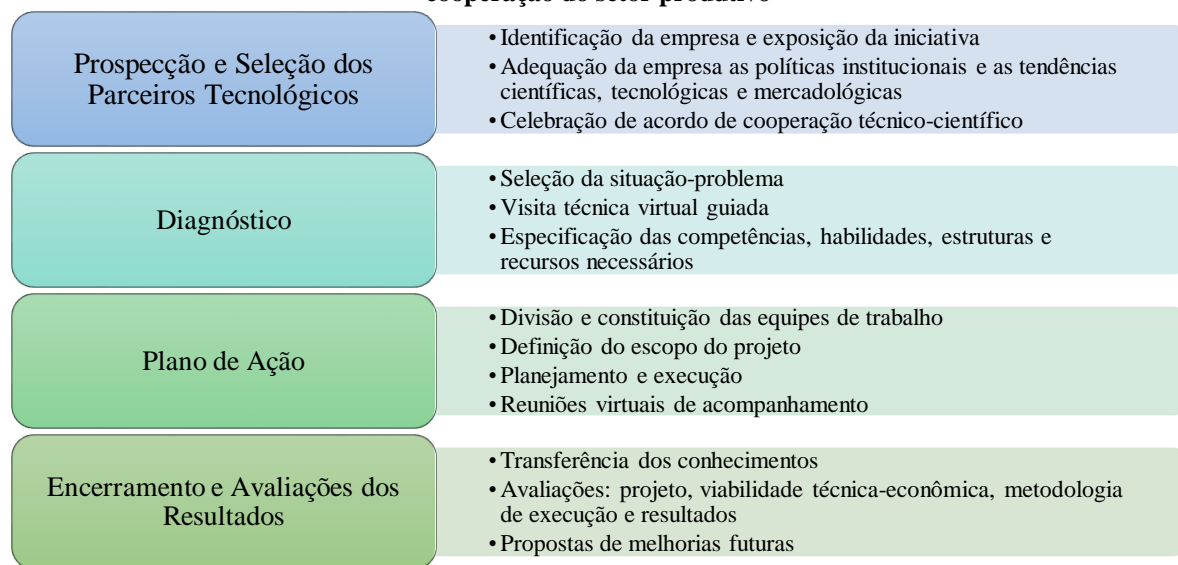
avaliação das atividades realizadas dentro dessa componente curricular.

Assim, conforme a Figura 1, a etapa inicial para a execução da proposta partiu da prospecção e identificação de potenciais empresas parceiras da instituição. Para tal iniciativa, o docente dessa componente curricular se valeu de contatos e acordos de cooperação com empresas viabilizados pelo programa de extensão “Conexão Indústria” (JESUS et al., 2018), iniciativa criada em meados de 2016 por um grupo de professores do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), *campus* Bragança Paulista, que atua principalmente no sentido de aproximar os ambientes acadêmico e profissional.

O programa “Conexão Indústria” foi responsável por realizar a Etapa 1 (Prospecção e Seleção dos Parceiros Tecnológicos);

posteriormente, o programa também auxiliou no processo de celebração do acordo de cooperação-técnico científico não restrito apenas a essa iniciativa envolvendo a metodologia PBL, mas incluindo também a possibilidade de realização de minicursos, palestras, doações, compartilhamento e empréstimo de materiais e/ou equipamentos, pesquisa colaborativa entre outros⁶. Esse programa também atuou ao longo de todo o processo de ensino-aprendizagem, no sentido de viabilizar visitas técnicas virtuais guiadas (Etapa 2 – Diagnóstico), garantir uma efetiva comunicação entre as partes envolvidas (Etapa 3 – Plano de Ação) e avaliar a iniciativa (Etapa 4 – Encerramento e Avaliações dos Resultados).

Figura 1 – Principais etapas desse estudo para o desenvolvimento da abordagem PBL no ensino remoto com cooperação do setor produtivo



Fonte: elaborada pelos autores.

Iniciativas anteriores (CESAR et al., 2021), devido a questões logísticas, limitaram o processo de prospecção e celebração de parcerias apenas entre empresas localizadas na mesma região de influência da instituição de ensino, tendo em vista a necessidade de interações presenciais entre a empresa e a instituição de ensino para a realização de reuniões de acompanhamento. No entanto, as

tecnologias digitais possibilitaram que essas interações ocorressem remotamente, permitindo assim a colaboração com empresas localizadas em regiões mais abrangentes.

Para o ano de 2021, foco do relato presente neste artigo, a empresa parceira escolhida apresenta sede localizada na cidade de Florianópolis/SC, o que representa uma distância de 792km da instituição de ensino.

⁶ Instituto Federal de São Paulo (IFSP). Acordo Macnica DHW. Disponível em: <https://bra.ifsp.edu.br/extensao/acordos-de-cooperacao/1258-acordo-macnica-dhw>. Acesso em: 11 set. 2021.

Essa empresa parceira é uma *Design House* especializada na área de sistemas eletrônicos embarcados (*hardware* e *software*), que apresenta consonância com os objetivos do curso de Engenharia de Controle e Automação, e aceitou o convite para discutir possibilidades e propor temas relacionados a demandas reais do seu dia a dia para serem explorados pelos alunos.

Posteriormente, após a seleção da empresa, transcorreu a segunda etapa, correspondente ao diagnóstico das situações-problema demandadas pela empresa. Para isso, foi realizada uma série de reuniões virtuais entre a equipe gestora do projeto, constituída pelo docente da componente curricular, pela coordenação do programa “Conexão Indústria” e por supervisores técnicos da empresa. O foco dessas reuniões virtuais foi alinhar as demandas reais da empresa com o perfil do egresso do curso e a definição dos termos de confidencialidade dos projetos.

Inicialmente, a empresa propôs cinco temas para a realização de estudos e pesquisas alinhados ao dia a dia do profissional da área de Engenharia. No entanto, devido ao quantitativo de alunos e ao tempo para a execução de tais propostas, apenas duas foram selecionadas pela instituição de ensino, quais sejam:

- 1) Sensor de Estacionamento: desenvolver um dispositivo alimentado por baterias e que apresente baixo consumo energético, capaz de monitorar as vagas para estacionamento e que disponibilize essa informação ao usuário por meio de um painel visual;
- 2) Rastreador de Patrimônio: desenvolver um dispositivo móvel de baixo consumo energético capaz de monitorar a localização de ativos por meio de geolocalização e que disponibilize essa informação ao usuário por meio de um painel visual.

Ademais, embora seja mais desafiadora para o professor mediador a execução simultânea de dois temas, isso possibilita uma maior diversificação de ideias apresentadas pelos alunos e, conseqüentemente, maximiza as chances de aplicabilidade por parte da empresa, bem como minimiza as probabilidades que

eventos inesperados comprometam a efetividade dos projetos.

Embora ambos os temas se refiram à apresentação de propostas de aplicações finais para o desenvolvimento de produtos que atenderiam a uma demanda de mercado, a ideia não era culminar necessariamente com a construção de um protótipo, tampouco a disponibilização de um produto final acabado e validado. Na verdade, o foco seria tão somente apresentar ideias, propondo soluções inovadoras, criativas e de baixo custo, permitindo que a empresa identificasse soluções que se distanciassem do desenvolvimento usual do corpo técnico da empresa (soluções “fora-da-caixa”) e que pudessem ser desenvolvidas posteriormente, tanto internamente pela empresa quanto pela instituição de ensino.

Adicionalmente, a execução desses projetos PBL envolveu alunos ingressantes do curso de Engenharia de Controle e Automação, os quais não apresentam necessariamente um conhecimento prévio técnico-científico suficiente para o encaminhamento mais adequado para a conclusão de todo o ciclo de desenvolvimento de um produto, além de disporem de um prazo reduzido para a execução das propostas, aproximadamente três meses. Mesmo assim, o docente mediador não limitou a possibilidade da execução de protótipos que permitissem validar a solução proposta.

A partir da seleção desses problemas, iniciou-se a execução da Etapa 3 (Plano de Ação), que consistiu inicialmente na organização das equipes de trabalhos. Para tanto, da previsão inicial de 61 alunos matriculados na componente curricular, foram estipulados 15 grupos com até quatro alunos para atuarem nesses problemas, sendo que um dos grupos poderia ter até cinco alunos. Sete dos grupos foram alocados para a pesquisa da solução do “sensor de estacionamento” e oito grupos atuaram no problema do “rastreador de patrimônio”.

A divisão das equipes foi mediada pelo docente da componente curricular, tendo em vista o cenário de aulas totalmente remotas e a natureza dessa disciplina que é ofertada no

primeiro semestre do curso para alunos que, usualmente, não se conheciam.

Nesse sentido, o docente mediador, considerando a natureza dos temas do projeto, propôs que a divisão das equipes ocorresse com base nos conhecimentos prévios, de cada aluno, que pudessem contribuir diretamente na execução do projeto. Esses alunos foram categorizados em quatro grupos: i) Eletroeletrônica; ii) Mecânica; iii) Informática; iv) Outros.

Cada aluno preencheu suas respectivas informações em um formulário eletrônico, indicando qual tema de projeto gostaria de atuar, seus conhecimentos prévios que poderiam contribuir com o grupo, bem como suas características afetivas-sociais que poderiam impactar na execução do projeto, como disponibilidade de tempo, conexão com a internet, disponibilização de ferramentas e recursos digitais, timidez ou questões que dificultariam o relacionamento com a equipe.

Como resultado dessa análise, dos 61 alunos que inicialmente estavam matriculados na componente curricular, 17 alunos (equivalente a 28% do total) apresentavam conhecimentos prévios na área da Mecânica, por exemplo, por já estarem atuando profissionalmente na área ou por terem realizado cursos técnicos ou de qualificação na área. De maneira semelhante, 30 alunos (49% do total) apresentaram conhecimentos prévios na área de Eletroeletrônica. Quatro alunos (7% do total) apresentavam conhecimentos na área de Informática. Ademais, 15 alunos (equivalente a 25% do total) apresentaram outros conhecimentos que poderiam contribuir com o projeto, tais como cursos na área de Administração, Gestão de Projetos, Desenho Técnico Mecânico e Controle de Qualidade. Apenas três alunos (5% do total) não apresentaram nenhum conhecimento prévio técnico que poderia contribuir com o desenvolvimento do projeto. Esses dados reafirmam as características dos cursos noturnos da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, os quais apresentam um público que majoritariamente busca um aprimoramento profissional na área em que atuam.

A fim de que os grupos pudessem conhecer o processo produtivo da empresa e para viabilizar a abertura oficial do projeto com uma apresentação das situações-problema, foi promovida uma visita técnica virtual guiada pela empresa parceira, com apoio do docente mediador e de representantes do programa “Conexão Indústria” (Figura 2).

Figura 2 – Apresentação dos requisitos dos projetos



(a) Abertura do projeto

(b) Visita técnica virtual

Fonte: arquivo dos autores.

Posteriormente, ao longo do semestre letivo, aplicou-se técnicas de gestão de projetos, mais especificamente o conjunto de “boas práticas” presente no guia para o conjunto de conhecimentos de gerenciamento de projetos, do inglês *Project Management Body Of Knowledge – PMBOK* (PMI, 2017), para a realização das etapas de definição do escopo, planejamento e execução do projeto. Nesse período, além do desenvolvimento e monitoramento das ações de cada grupo, a partir de encontros virtuais de duas aulas semanais, também foram enviados questionamentos por *e-mail* para os representantes da empresa parceira para dirimir dúvidas e alinhar as propostas de cada grupo às expectativas da empresa.

Ao final de aproximadamente três meses de execução desses projetos, iniciou-se a Etapa 4 – Encerramento e Avaliações dos Resultados. Para tal, de modo a promover uma transferência dos conhecimentos, foi realizada uma apresentação geral em que, após uma explanação dos objetivos da atividade (Figura 3), cada grupo apresentou individualmente as respectivas soluções obtidas para a resolução dos problemas propostos pela empresa, de maneira virtual. Os supervisores, engenheiros da empresa, em conjunto com o sócio proprietário e administrador da empresa, avaliaram o desenvolvimento e os recursos

utilizados nessas apresentações finais, bem como a aplicabilidade das propostas do ponto de vista técnico-econômico, elencando as melhores soluções para cada problema proposto e expondo sugestões/correções.

Figura 3 – Entrega final dos projetos desenvolvidos no semestre



(a) Apresentação de uma das equipes do projeto

(b) Apresentação da proposta do projeto

Fonte: arquivo dos autores.

Adicionalmente, o docente mediador avaliou os alunos em relação à metodologia de gestão e à execução dos projetos, bem como aplicou de forma optativa um questionário qualitativo para obter um *feedback* sobre essa metodologia PBL, tanto do ponto de vista dos alunos envolvidos quanto da empresa vinculada a essa iniciativa.

Para que fosse possível obter um diagnóstico mais amplo, uma banca de docentes de diferentes áreas e representantes do programa “Conexão-Indústria” também foram convidados a participar dessas avaliações e contribuir com a proposição de correções e sugestões de melhorias (Figura 4).

Com relação aos aspectos éticos envolvidos nessas observações, os alunos foram informados no início desta atividade que seriam observados e avaliados pelos professores e pelos profissionais da empresa colaboradora e que tais observações seriam usadas para desenvolver novas abordagens de ensino. Todos consentiram em ser voluntários.

Figura 4 – Banca de avaliadores dos projetos desenvolvidos no semestre letivo



Fonte: arquivo dos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A proposta de trabalhar com a metodologia PBL, integrada a uma componente curricular do curso e com a colaboração direta do setor produtivo, foi adaptada, desde o ano de 2017, à realidade do *campus* pelo coordenador do curso de Engenharia de Controle e Automação, professor Adilson Cândido, a partir da oportunidade de ter estado em contato direto com essa metodologia durante capacitação no ano de 2016 na Finlândia, referência na aplicação do PBL e em diversos indicadores mundiais de qualidade educacional. Como inspiração dessa iniciativa observada na Finlândia há, por exemplo, o projeto Demola⁷.

O Demola é uma plataforma de cocriação mútua de inovação internacional que conecta empresas e estudantes de modo que estes possam propor soluções a desafios reais futuros ou para que possam criar conceitos/protótipos. Após aproximadamente oito semanas, há uma apresentação de cada um dos grupos do projeto e a empresa decide se irá “comprar” o projeto para desenvolvê-lo internamente.

Assim, baseada na metodologia PBL, ela tem sido adotada desde 2017 na componente curricular de “Projeto de Controle e Automação” do primeiro semestre do curso noturno de Engenharia de Controle e Automação do IFSP, *Campus* Bragança Paulista, que apresenta componentes curriculares distribuídos ao longo de doze semestres letivos. No entanto, devido à necessidade de isolamento social, desde o ano de 2020 essa iniciativa foi adaptada para o formato totalmente remoto.

⁷ Demola. Disponível em: <https://www.demola.net/>. Acesso em: 15 set. 2021

Embora inicialmente estivessem matriculados 61 alunos nessa componente curricular, diversas questões sociais-econômicas impostas pela pandemia da Covid-19 levaram alguns alunos a trancar a matrícula, tais como dificuldades de conexão com a internet, falta de equipamentos de informática e dificuldades para acompanhar as aulas na modalidade remota. Outros fatores também resultaram na redução desse quantitativo de alunos matriculados, tais como transferências para outras instituições de ensino e evasões por não se identificarem com o curso, por exemplo.

Dessa forma, dos 61 alunos inicialmente matriculados apenas 45 permaneceram até o final do semestre letivo, o que equivale a uma taxa de evasão de 26,2% e caracteriza um desafio adicional ao professor mediador para que, mesmo com uma modificação significativa na constituição das equipes, esse fato não comprometa significativamente a qualidade dos trabalhos e os prazos envolvidos. É importante enfatizar que mesmo tendo essa drástica mudança na distribuição das equipes e as adversidades impostas pelo isolamento social, todas as equipes conseguiram cumprir com êxito as atividades propostas.

Dos 45 alunos que permaneceram até o final do semestre letivo, 32 responderam a um questionário semiestruturado com questões padronizadas, fechadas e abertas, elaborado pelos próprios autores, o que possibilitou a avaliação da efetividade dessa iniciativa. Dessas respostas, 56% atuaram no projeto “Rastreador de Patrimônio” e 44% do “Sensor de Estacionamento”.

Os alunos que participaram do questionário final de avaliação dessa atividade consentiram com o uso dos dados nas avaliações do presente estudo. Os aspectos abordados foram explorados sempre por meio da identificação da percepção do aluno sobre a atividade realizada como recurso auxiliar na análise da experiência vivida.

A média de idade dos alunos que responderam ao questionário foi de $24 \pm 8,9$ anos, sendo que destes 69% avaliaram como muito importante essa atividade para a sua respectiva formação (Figura 5).

Figura 5 – Percepção dos alunos da importância do projeto para a formação



Fonte: elaborado pelos autores.

Adicionalmente, como resultado dessa percepção dos alunos sobre a atividade, 50% avaliaram como excelente a realização dessa ação com envolvimento de uma empresa no primeiro semestre do curso. Outros 34% avaliaram a ação como muito boa, 9% como boa, 3% como regular e 3% como ruim ou insuficiente.

No que se refere à atividade laboral, aproximadamente 31% dos alunos não estavam trabalhando no momento da realização dessa atividade, 44% estavam trabalhando em outra área e 25% estavam trabalhando na área do curso.

Referente ao aspecto de formação acadêmica anterior ao curso, 44% apresentaram curso técnico e 9% um curso superior em pelo menos uma das áreas de Automação, Eletroeletrônica ou Informática. Adicionalmente, 9% apresentavam curso técnico em Mecânica, 6% cursos profissionalizantes e 19% em outra área não citada na pesquisa. Os que não apresentavam nenhuma formação anterior somaram 13%.

Em relação à experiência profissional nas áreas de Automação, Elétrica, Eletrônica, Informática ou Mecânica, 56% nunca atuaram profissionalmente na área do curso, 9% atuaram menos de um ano, 16% atuaram de um a três anos, 3% exerceram a profissão de três a cinco anos, 6% estiveram na área de seis a dez anos e 9% atuaram por mais de dez anos na área.

No que se refere às expectativas do projeto, 44% responderam que os resultados superaram as expectativas iniciais, outros 44% consideraram que os resultados foram coerentes às expectativas iniciais e 13% avaliaram que esses resultados ficaram aquém.

Sobre o impacto do ensino remoto e do isolamento social no desenvolvimento da

atividade, 78% responderam que isso afetou negativamente, 13% responderam que foi positivo e 9% responderam que não foi observado nenhum impacto no projeto.

O questionário também apresentava questões com respostas não direcionadas (abertas). Uma dessas perguntas solicitou que os participantes citassem três fatores positivos e três negativos sobre a atividade proposta. Esses respectivos resultados foram dispostos por meio de nuvem de palavras presentes na Figura 6.

Figura 6 – Nuvem de palavras sobre a percepção dos alunos da atividade



Fonte: arquivo dos autores.

Também por meio do questionário, de forma aberta não direcionada, foi perguntado sobre a percepção dos alunos das características pessoais observadas na atividade que são importantes e necessárias para o desenvolvimento das ações de um engenheiro, permitindo assim que o aluno as aprimore no decorrer do curso. Esses resultados estão representados na nuvem de palavras presente na Figura 7.

Figura 7 – Nuvem de palavras sobre a percepção das características do engenheiro



Fonte: arquivo dos autores.

O Quadro 2 apresenta o resultado das avaliações de cada equipe elaboradas por uma banca constituída de professores convidados da área e representantes da empresa. Foram avaliados os seguintes critérios: i) apresentação e desenvolvimento; ii) criatividade e inovação; iii) aplicabilidade da ideia.

Quadro 2 – Média das notas atribuídas pela banca de docentes e representantes da empresa

		Sensor de Estacionamento	Rastreador de Patrimônio
Apresentação e Desenvolvimento	Docentes	7,3 ± 1,4	7,3 ± 1,3
	Empresa	8,6 ± 1,2	8,5 ± 1,2
Criatividade e Inovação	Docentes	7,4 ± 1,1	7,4 ± 1,0
	Empresa	8,0 ± 1,3	8,6 ± 1,0
Aplicabilidade da ideia	Docentes	7,4 ± 1,3	7,4 ± 1,2
	Empresa	7,9 ± 1,4	8,4 ± 1,0

Fonte: arquivo dos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo em tempos de adversidades e de adaptação ao ensino remoto devido ao isolamento social imposto pela pandemia de Covid-19, a interação dos alunos ingressantes do curso de Engenharia de Controle e Automação com o setor produtivo, aplicada na componente curricular de Projeto de Controle e Automação, mostrou-se ser efetiva.

Enquanto na metodologia tradicional de ensino o aluno apresenta uma participação mais passiva no processo de ensino-aprendizado, na metodologia PBL o aluno é protagonista, sendo constantemente estimulado a buscar novos conceitos em um ambiente participativo, colaborativo e dinâmico.

No entanto, a pandemia interferiu tanto na construção desse ambiente de ensino dinâmico e lúdico quanto no processo de interação da instituição de ensino com a empresa parceira. Uma das alternativas destacadas neste artigo foi a utilização de recursos tecnológicos de informação e comunicação para a mediação dessas interações.

Os resultados confirmaram a visão positiva dessa cooperação tecnológica, embora haja dificuldades para a plena execução das ações. Dessa forma, esta ação permitiu gerar colaborativamente conhecimentos, habilidades e competência que, posteriormente, podem ser

aplicados nas atividades internas de P&D da empresa, propiciando o desenvolvimento de inovações e adaptações tecnológicas. Adicionalmente, além do contato imediato com a empresa, os alunos conseguiram vivenciar o dia a dia do profissional da área, ação fundamental para uma componente curricular introdutória do curso.

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se um acompanhamento a longo prazo dos desdobramentos e impactos dessa ação no ambiente empresarial.

Por fim, é relevante mencionar que tal ação não é a solução definitiva para estimular a interação entre empresa-escola-aluno; o que se observa é a possibilidade de compatibilizar interesses e necessidades comuns mediante a adoção de metodologias ativas de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem no ensino de engenharia. **Anais... International Conference on Engineering and Technology Education**, 2014, Cairo, 2014.
- BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 22, n. 83, p. 263-294, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CP nº 5/2020, de 28 de abril de 2020**. Reorganização do Calendário Escolar e da possibilidade de cômputo de atividades não presenciais para fins de cumprimento da carga horária mínima anual, em razão da Pandemia da COVID-19. Brasília: Ministério da Educação, 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília: Ministério da Educação, 2019.
- CARLINI, A. L. **Aprendizagem baseada em problemas aplicada ao ensino de direito: projeto exploratório na área de relações de consumo**. 2006. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.
- CESAR, A. C. G. et al. Do ensino à cooperação técnico-científica: Estudo de Caso da Aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas entre Alunos Ingressantes de Engenharia. In: COSTA JÚNIOR, A. G. et al. (Orgs.). **Educação em Engenharia: Aplicações no Ensino em Engenharia**. João Pessoa: Editora IFPB, 2021.
- DE GRAAFF, E.; KOLMOS, A. Characteristics of Problem-Based Learning. **International Journal of Engineering Education**, v. 19, n. 5, p. 657-662, 2003.
- DINIZ, R. L. et al. Project-Based Learning (PBL) aplicado aos cursos de Engenharia Mecânica e de Produção. **Caderno Progressus**, v. 1, n. 2, p. 100-112, 2021.
- GUSSO, H. L. et al. Ensino superior em tempos de pandemia: diretrizes à gestão universitária. **Educação & Sociedade**, v. 41, 2020.
- JESUS, E. R. B. et al. “Conexão Indústria” - Ações para aproximação com instituições externas, aprimoramento da formação profissional e redução da taxa de evasão. **Anais... IV Congresso De Educação Profissional E Tecnológica**, 2018, Araraquara, 2018.
- KOLB, D. A. **Experiential learning: experience as the source of learning and development**. 2 ed. Upple Saddle River: Pearson, 2015.
- LAVE, J.; WENGER, E. **Situated learning: legitimate peripheral participation**. New York: Cambridge University Press, 1991.
- LIMA, V.V. Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**. v. 21, n. 61, p. 421-434, 2017.
- OLIVEIRA, A. P.; VETTORAZZI, I. Metodologia ativa na engenharia: aplicação do PBL em uma disciplina da engenharia de produção. **Anais... III Simpósio Nacional de Engenharia de Produção**, Dourados, 2021.

- PENRABEL, R. P. M.; MONTEIRO, R. C.; PASSOS, S. Utilização de metodologias ativas na formação dos profissionais da saúde: contribuições no processo de ensino-aprendizagem. **Anais...** Jornada Brasileira de Educação e Linguagem, 3., 2018, Campo Grande. Anais eletrônicos [...]. Recife: UEMS, 2018.
- PERRENET, J. C.; BOUHUIJS, P. A. J.; SMITS, J. G. M. M. The suitability of Problem-based Learning for Engineering Education: theory and practice. **Teaching in Higher Education**, v. 5, n. 3, p. 345-358, 2000.
- PETERS, M. Using cognitive load theory to interpret student difficulties with a problem-based learning approach to engineering education: a case study. **Teaching Mathematics and Its Applications: International Journal of the IMA**, v. 34, n. 1, p. 53-62, 2015.
- PIAGET, J. **A psicologia da inteligência**. Petrópolis: Vozes, 2013.
- PMI. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos**. 6 ed. Pensilvânia (United States): Project Management Institute, 2017.
- RIBEIRO, L. R. C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores**. 2005. 209 f. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.
- SALVADOR, C. C. et al. **Psicologia da educação**. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- SCHÖN, D. A. **The reflective practitioner: how professionals think in action**. New York: Basic Book, 1984.
- UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Distance learning strategies in response to COVID-19 school closures**. UNESCO COVID-19 Education Response - Education Sector issue notes, Issue note n. 2.1, 2020. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373305> Acesso em: 22 nov. 2021.
- VYGOTSKY, L. S. **Mind in society: the development of higher psychological processes**. Londres: Harvard University Press, 1978.
- WOODS, D. R. Problem-Oriented Learning, Problem-Based Learning, Problem-Based Synthesis, Process Oriented Guided Inquiry Learning, Peer-Led Team Learning, Model-Eliciting Activities, and Project-Based Learning: what is best for you? **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 53, n. 13, p. 5337–5354, 2013.

DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



Adilson de Souza Cândido – Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), mestrado e doutorado em Engenharia Eletrônica e Computação na área de Sistemas e Controle pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Foi Bolsista CNPq de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação no Exterior na Finlândia. Atualmente é professor do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), *campus* Bragança Paulista. Tem experiência na área de controle preditivo, diagnóstico, prognóstico e acomodação de falhas em sistemas de controle.



Ana Cristina Gobbo César – Possui graduação em Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos. Mestre em Genética e Evolução pela Universidade Federal de São Carlos, Doutora em Genética pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e Pós-doutorado pela Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - FEG - UNESP. Atualmente é professora do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), *campus* Bragança Paulista. Desenvolve pesquisa sobre biomonitoramento de ambientes aquáticos e sobre o impacto dos poluentes atmosféricos na saúde humana.



Edilson Rosa Barbosa de Jesus – Possui graduação em Engenharia Industrial Mecânica pela Universidade Santa Cecília dos Bandeirantes, mestre e doutor em Engenharia de Materiais pelo Ipen/USP. Engenheiro de Segurança do Trabalho pelo PECE/USP. Atualmente é professor do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), *campus* Bragança Paulista. Tem experiência na área de Engenharia de processos de fabricação de componentes usinados e de equipamentos de e na área de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, com ênfase no estudo de materiais obtidos por metalurgia do pó e aço rápido para aplicação em ferramentas de usinagem.



Enzo Gaudino Mendes – Possui graduação em Engenharia Elétrica, modalidade Eletrônica, ênfase em Telecomunicações pelo Instituto Nacional de Telecomunicações - INATEL, pós-graduado em Sistemas Eletrônicos para Controle pelo SENAI Anchieta - SP. Atualmente é docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP, *campus* de Bragança Paulista. Tem experiência nas áreas de eletrônica e telecomunicações. Atuou no desenvolvimento de produtos e na engenharia de aplicação de empresa do ramo da didática tecnológica.



Marcos Alexandre Fernandes – Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Faculdade Politécnica de Jundiaí, Mestrado em Engenharia e Ciências dos Materiais pela Universidade São Francisco, graduação no Programa Especial de Formação Pedagógica de Docentes pela Universidade de Franca e Especialização em Docência no Ensino Superior, pela Universidade de Franca. Atualmente é docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP, *campus* Bragança Paulista. Tem experiência nas áreas de Engenharia de Materiais e Metalúrgica, principalmente nos seguintes temas: fundição, soldagem, biomateriais, tratamento térmico, aços inoxidáveis.