

Aprendizagem Baseada em Projetos na formação de engenheiros: estudo de caso sobre uma experiência curricular

Project-Based Learning in the graduation of engineers: a case study on the curricular experience

Aprendizaje Basado en Proyectos en la formación de ingenieros: estudio de caso sobre una experiencia curricular

Renata dos Santos¹

<https://orcid.org/0000-0002-6731-1255>

¹ Universidade Federal de Itajubá, Itabira, Minas Gerais – Brasil. E-mail: renatasantos@unifei.edu.br.

Resumo

Na formação do engenheiro, as estratégias de ensino precisam considerar o perfil profissional estruturado, entre outros, por aprendizagem significativa, trabalho colaborativo e solução de problemas. O principal objetivo deste estudo de caso foi verificar como a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) contribuiu significativamente para a formação de engenheiros. Durante um semestre, 14 discentes de sete cursos de graduação em Engenharia da Universidade Federal de Itajubá – Câmpus Theodomiro Carneiro Santiago (Unifei), localizada no estado de Minas Gerais, Brasil, desenvolveram atividades coletivas e colaborativas com vistas a responder a um questionamento: qual situação incomodava ou incitava curiosidade dentro do Câmpus universitário? No decorrer das aulas, foram realizadas atividades individuais e coletivas com o intuito de se organizarem e estabelecerem equipes com propostas de problema em comum. Na última semana, após estruturados os projetos, todos os discentes responderam a um formulário *on-line* e 100% manifestaram que conseguiram integrar conhecimentos de diferentes disciplinas. Além disso, 92,9% consideraram que a ABP permitiu que aprimorassem a forma de aprender. Conclui-se que, para a formação dos engenheiros, as estratégias de metodologias ativas permitem que os discentes aprendam a partir de atividades e conhecimentos significativos.

Palavras-chave: Metodologias Ativas. Educação em Engenharia. Aprendizagem Baseada em Projetos.

Abstract

In the graduation of the engineer, the teaching strategies need to consider the structured professional profile, among others, through meaningful learning, collaborative work and problem solving. The main objective of this case study was to verify how the Project-Based Learning (PBL) contributed significantly to the graduation of engineers. During a semester,



14 students from seven undergraduate courses in engineering at the Universidade Federal de Itajubá – Campus Theodomiro Carneiro Santiago (Unifei), located in the state of Minas Gerais, Brazil, developed collective and collaborative activities aimed at answering a question: what situation bothered or incited curiosity within the University Campus? During the classes, individual and collective activities were carried out in order to organize and establish teams with common problem proposals. In the last week, after the projects were structured, all the students responded to an online form and 100% stated that they were able to integrate knowledge from different disciplines. In addition, 92.9% considered that the PBL allowed them to improve the way they learn. It is concluded that, for the graduation of engineers, strategies of active methodologies allow students to learn from meaningful activities and knowledge.

Keywords: *Active Methodologies. Engineering Education. Project-Based Learning.*

Resumen

En la formación de ingeniero, las estrategias de enseñanza deben considerar el perfil profesional estructurado, entre otros, a través de aprendizaje significativo, trabajo colaborativo y resolución de problemas. El objetivo principal de este estudio de caso fue verificar cómo el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) contribuyó significativamente a la formación de ingenieros. Durante un semestre, 14 estudiantes de siete carreras de Ingeniería de la Universidade Federal de Itajubá – Campus Theodomiro Carneiro Santiago (Unifei), ubicada en el estado de Minas Gerais, Brasil, desarrollaron actividades colectivas y colaborativas para responder a una pregunta: ¿Qué situación inquietaba o despertaba la curiosidad dentro del campus universitario? Durante las clases se realizaron actividades individuales y colectivas con el fin de organizar y conformar equipos con propuestas de problemas comunes. En la última semana, luego de estructurar los proyectos, todos los estudiantes respondieron a un formulario en línea y el 100% expresó que pudo integrar conocimientos de diferentes disciplinas. Además, el 92,9% consideró que el ABP les permitió mejorar la forma de aprender. Se concluye que, para la formación de ingenieros, las estrategias de metodologías activas permiten a los estudiantes aprender a partir de actividades y conocimientos significativos.

Palabras clave: *Metodologías Activas. Enseñanza de la Ingeniería. Aprendizaje Basado en Proyectos.*

1 Introdução

A formação profissional do engenheiro requer o desenvolvimento de competências que o preparem para um mercado em que novos produtos, serviços e processos surgem a cada tempo, principalmente baseados na inovação. Diante disso, os cursos tradicionais têm sido modificados com o intuito de aprimorar e fortalecer a aprendizagem por meio de estratégias pedagógicas que proporcionem a ampliação do conhecimento e a construção de competências intelectuais, técnicas e humanas. Considerando ainda que os avanços tecnológicos do século XXI são uma realidade e acontecem com extrema rapidez, é necessário que a formação do

engenheiro acompanhe essa tendência, visando à preparação do discente para um futuro de mudanças com o desenvolvimento de competências fundamentais para que esteja inserido e sobreviva no mercado de trabalho.

Para que o engenheiro esteja apto a essas inserção e sobrevivência, entende-se que a formação profissional deva ser significativa, permeada por atividades colaborativas e coletivas e que visem à solução de problemas. Certamente, como já exposto em vários estudos, os quais estão discutidos na Seção 2 deste documento, as metodologias ativas cumprem um importante papel, pois incidem a reestruturação na educação a partir da implementação de modelos didáticos diferenciados que vislumbram o discente como o principal protagonista da sua aprendizagem.

A utilização das metodologias ativas de ensino tem sido discutida há algum tempo, por exemplo, desde a apresentação dos pilares da educação por Delors (2010), quais sejam: aprender a conhecer, a fazer, a conviver e a ser. Com essas discussões, objetiva-se que a formação do discente seja estruturada por trabalho colaborativo, percepção, resolução de problemas e aprendizagem significativa, ou seja, o processo de ensino-aprendizagem precisa ser mais significativo e com a participação mais ativa do discente, o qual trabalha em equipe, inova e integra espaços diferenciados para a produção do conhecimento.

Destaca-se que a questão norteadora deste estudo foi a seguinte: como a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) contribuiu significativamente para a formação de engenheiros? Este estudo de caso considerou, para responder ao questionamento, vários estudiosos e outras pesquisas sobre a ABP, entre os quais estão Adams (2005), Ardaiz-Villanueva *et al.* (2011), Bender (2014), Cocco (2006), Dolan e Collins (2015) e Lima, Andersson e Saalman (2017).

Diante disso, neste artigo, será apresentada e discutida uma experiência curricular desenvolvida com 14 estudantes de engenharia da Universidade Federal de Itajubá – Câmpus Theodomiro Carneiro Santiago (Unifei), localizada no estado de Minas Gerais, Brasil. A referida experiência, explicitada na Seção 3, teve como principal vertente o uso da ABP em uma disciplina eletiva que visava à elaboração de projetos inovadores e destinados à engenharia. Além disso, os resultados da ABP na formação desses estudantes estão indicados na Seção 4, os quais evidenciam a importância das metodologias ativas na formação do engenheiro.

2 Referencial Teórico

A formação do profissional em engenharia, considerando vários estudos – inclusive alguns abordados neste documento – e orientações advindas das Diretrizes Curriculares próprias à área (Conselho Nacional de Educação, 2019), exige um processo de aprendizagem em que o discente, pelo menos, solucione problemas concretos, tenha autonomia e dinamismo, seja proativo e aprenda interdisciplinarmente. Uma das formas está no uso das metodologias ativas de aprendizagem, de caráter mais moderno e condizente com a realidade global. Elas se baseiam principalmente nas tecnologias da informação utilizadas e no desenvolvimento de competências ativas dos estudantes, os quais passam a ter papel principal na busca e aprendizagem do conteúdo enquanto o professor se torna o tutor do processo.

Outrossim, o docente tem o importante papel de mediar o processo de ensino-aprendizagem, de contribuir para que o discente busque ativamente o conhecimento e se comprometa com suas ações, fazendo algo mais que simplesmente ouvir, assistir e anotar (Felder; Brent, 2009). Diante do novo e com base nas experiências prévias, o saber é reconstruído pelo docente e pelo discente, considerando que as metodologias de ensino muito contribuem para isso. Aliás, Paiva *et al.* (2016) já expuseram que ensino e aprendizagem estão em constante movimento e se constroem continuamente por quem está envolvido no processo, ou seja, discente e docente. Destaca-se, ainda, que o referido envolvimento requer a realização de atividades que ocupem o sujeito a fazer algo e a pensar sobre o que e como está fazendo isso.

Ao utilizar as estratégias de metodologias ativas, o docente estabelece para e com o discente um rol de compromissos, todos voltados à busca do conhecimento por meio de reflexão, participação, protagonismo e responsabilidade com a formação profissional em um mundo do trabalho e uma sociedade cada vez mais globalizados e exigentes. Em alguns casos, estudos como o de Marin *et al.* (2010) reforçam a necessidade de uma reorganização curricular, com integração entre teoria e prática além de ensino e profissão, para que sejam desenvolvidas a capacidade de reflexão sobre os problemas reais e a formulação de ações que transformem, de forma criativa e original, a realidade social.

Conforme estudos acerca do assunto, por exemplo os de Barbosa e Moura (2014), Berbel (2011), Paiva *et al.* (2016), Valente, Almeida e Geraldini (2017) e Zabalza Beraza (2011), as metodologias ativas têm o importante papel de incentivar a busca do conhecimento

em cenários que simulam ou se equiparam ao contexto real, incentivar a atuação colaborativa e a autonomia, assim como proporcionar ações protagonistas da aprendizagem significativa. Enfim, essas estratégias de ensino-aprendizagem estimulam a autonomia do discente que, por meio de situações problematizadoras, aprende em sua vivência com o mundo em transformação.

Uma das estratégias que cumpre esse papel é a ABP, mundialmente conhecida como *Project Based-Learning* (PBL). Apesar de ter surgido nas primeiras décadas do século XX, quando Dewey (1933) a utilizou com foco na aprendizagem pela experiência centrada no aluno e aplicada ao ensino da Medicina, é um modelo de ensino-aprendizagem considerado inovador e envolve os discentes em pesquisas com foco na resolução autônoma de problemas enquanto constroem o próprio saber. A partir do trabalho com projetos, os discentes aprimoram o papel proativo e protagonista, cujo centro da atenção sejam eles, e não uma formação por meio de tarefas repetitivas e automatizadas. Dessa forma, os estudantes pesquisam, aprendem a aprender com base em problemas da vida real (Adams, 2005; Ardaiz-Villanueva *et al.*, 2011; Bender, 2014; Dolan; Collins, 2015) e desenvolvem estratégias com vistas a descobrir a forma de buscar o conhecimento à medida que dele precisarem.

A ABP é uma importante estratégia que desenvolve o espírito investigativo nos discentes, os quais se encontram ativamente envolvidos em tarefas desafiadoras relacionadas à resolução de problemas reais, a partir do que novas ideias e conceitos são construídos com base em conhecimentos e experiências prévias. Diante disso, é possível afirmar que os estudantes têm a aprendizagem mais significativa quando estão em um ambiente em que, de forma autônoma, ou seja, com pouca supervisão, colaboram com seus pares, interagem, discutem e refletem para resolver um problema. Aliás, nos ambientes em que a aprendizagem é ativa, conforme abordagem de Lima, Andersson e Saalman (2017), os discentes estão sempre envolvidos em atividades de ação, imaginação, investigação, interação, invenção e reflexão. Outrossim, além de estimular habilidades de raciocínio, essa estratégia possibilita aos discentes a percepção de que são capazes de atingir, principalmente por meio das atividades em equipe, os objetivos realistas a partir de esforço próprio (Ardaiz-Villanueva *et al.*, 2011).

Conforme pesquisa de Cocco (2006), a ABP é uma estratégia amplamente utilizada como forma de aprendizagem colaborativa e construtivista, de modo que os discentes se envolvem ativamente no processo e alcançam os objetivos propostos por meio de interação e

partilha de informações. Para Powell e Weenk (2003, p. 28), “O ensino baseado em projetos foca na atividade do aluno trabalhando em equipe, relacionando aprendizagem e solução de projetos de grande escala e diversas possibilidades”.

A ABP é, pois, uma abordagem eficaz quando se busca o desenvolvimento de competências para a resolução de problema, já que, atualmente, o conhecimento se torna obsoleto com muita rapidez (Bender, 2014). Assim, quando o discente transforma o processo de conhecer e sobre ele age, o saber é construído significativamente, tendo o docente como principal mediador. Dessa forma, as metodologias ativas, especificamente a ABP, proporcionam a discentes e docentes, por meio de situações problematizadoras, a participação ativa no processo de ensino-aprendizagem que seja significativo para ambos.

3 Experiência curricular com o uso de ABP

O principal objetivo deste estudo é descrever uma experiência curricular e os resultados do uso de metodologias ativas, em especial a ABP, na formação dos engenheiros que participaram da disciplina eletiva “Projetos de Inovação em Engenharia”. Todo o processo ocorreu durante as aulas com 14 discentes dos seguintes cursos de graduação em Engenharia e os respectivos quantitativos: Engenharia da Mobilidade (2), Engenharia de Produção (2), Engenharia de Controle e Automação (4), Engenharia Elétrica (3), Engenharia Mecânica (1), Engenharia de Materiais (1) e Engenharia de Saúde e Segurança (1).

Proporcionando atividades coletivas e colaborativas, as aulas foram baseadas nestes objetivos: propiciar ao acadêmico o desenvolvimento de projetos que identifiquem, estruturam e solucionem demandas de inovação em Engenharia, estimular a identificação e a resolução de problemas por meio das atividades em equipe e desenvolver atividades interdisciplinares por meio da ABP. O referido componente curricular, cuja sigla é CEI046, tem 20 vagas e é disciplina eletiva para todos os cursos da Unifei – Câmpus Theodomiro Carneiro Santiago, ou seja, de matrícula facultativa e conforme o interesse dos graduandos.

Os 14 discentes participaram de aulas práticas presenciais e virtuais, realizadas no Laboratório de Informática, desenvolvendo atividades em equipe e individuais, todas com abordagem coletiva e colaborativa, permeadas pelo seguinte questionamento: qual situação incomodava ou incitava curiosidade dentro do Câmpus universitário? Convém destacar que essa questão foi o elemento norteador de todo o processo e estava relacionada com o contexto

profissional da Engenharia, assim como discutido por Mesquita *et al.* (2018), pois assim conferiria significado e relevância para a aplicação do conhecimento, além de promover criatividade, inovação e tomada de decisão. Para apresentar as propostas de solução, já que o produto deveria ser um projeto de pesquisa executável, os discentes realizaram várias atividades que aconteceram em 16 semanas.

Em um determinado momento das semanas, os participantes tiveram de se organizar em equipe, resultando em sete produtos, com agrupamentos por curso ou não, já que isso ficou livre para eles decidirem, mas, em vários momentos, com sugestão da docente para que fosse intercursos. A organização final está exposta no Quadro 1.

Quadro 1 – Organização da dupla/trio/indivíduo para realização das atividades.

Modalidade	Curso
Dupla	Engenharia da Mobilidade – Engenharia de Produção
Dupla	Engenharia de Produção – Engenharia de Saúde e Segurança
Dupla	Engenharia Elétrica – Engenharia de Materiais
Dupla	Engenharia de Controle e Automação – Engenharia de Controle e Automação
Dupla	Engenharia de Controle e Automação – Engenharia de Controle e Automação
Trio	Engenharia Elétrica – Engenharia Elétrica – Engenharia Mecânica
Individual	Engenharia da Mobilidade

Fonte: Autora, 2021.

Na primeira semana, a proposta da disciplina foi apresentada aos participantes e, no mesmo dia, cada um criou um arquivo no *Google Docs*, compartilhado com a docente, que seria o portfólio para agregar todas as informações, anotações e dados coletados. Em outro momento, os participantes circularam pelo Câmpus a fim de buscar informações acerca de situações incômodas, falhas ou curiosas recorrentes no contexto universitário. Essa atividade foi realizada individualmente, mas eles poderiam sair em equipe para discutir sobre o que estavam observando. Feito isso, quando retornaram ao laboratório, elaboraram individualmente o Quadro de Observações (Quadro 2), utilizando o quadro branco para que todos pudessem acompanhar coletivamente o que estava sendo escrito.

Quadro 2 – Observações sobre situações incômodas ou curiosas.

Local	O que foi observado	Pessoas envolvidas	Habitual	O que precisa mudar
Prédio 2 (espaços livres)	Sem infraestrutura para descanso	Sim	Pessoas deitadas no local	Utilização adequada do espaço como área de convivência
Prédio 1/2/Anexo 3	Dificuldade de acesso para o Anexo 3	Sim	Acesso pela área externa	Criação de rampa de acesso para pessoas com deficiência
Estacionamento	Pedras soltas que danificam o veículo	Sim	Pedras lançadas com a movimentação dos carros	Substituição da brita por outro material
Pátio do Prédio 2	Sem lugar para interação/convivência	Sim	Alunos sem local para relaxar nos intervalos de aula e horário do almoço	Utilização adequada do espaço como área de convivência
Prédio 2	Ponto de abastecimento de água muito distante para limpeza do piso	Sim	Excesso de peso na hora da limpeza (baldes cheios) e desperdício de água	Diminuição do peso e aumento da economia de água
Anexo 3	Dificuldade de acesso para os deficientes	Sim	Acesso pela área externa	Substituição das escadas para facilitar o acesso
Rede de Internet	Ineficiente, principalmente em época de provas e trabalhos	Sim	Internet lenta ou sem funcionamento	Melhoria da rede para tornar a Internet mais eficaz
Câmpus Unifei	Lixo misturado nas lixeiras	Sim	Sem separação de resíduos/coleta seletiva	Implementação da gestão eficiente dos resíduos e campanha de educação ambiental
Cantina	Demora para atendimento e fila extensa	Sim	Muito tempo na fila para pagar e pegar o lanche	Implementação de aplicativo para facilitar a venda
Espaço livre do Prédio 2	Áreas não utilizadas	Sim	Sem utilização dos espaços livres	Utilização adequada dos espaços
Laboratórios	Gerenciamento de resíduos	Sim	Descarte e armazenamento incorretos	Aplicação de metodologia de gerenciamento
Refeitório	<i>Layout</i> sem planejamento	Sim	Fila no local de acesso das pessoas	Reorganização do <i>layout</i> do refeitório para diminuir as filas
Área ao lado do Anexo 3	Área sem utilização e com risco de animais peçonhentos	Sim	Área utilizada como atalho para o Anexo 3	Utilização adequada do espaço
Local livre (Anexo 3)	Área sem utilização	Sim	Área utilizada como atalho para o Anexo 3	Utilização do espaço para desenvolvimento de tecnologia

Fonte: Autora, 2021.

Na segunda semana, em equipe, os participantes agruparam as questões comuns do Quadro 2 e justificaram a afinidade entre elas, ou seja, em um primeiro momento, cada um relacionou o que havia observado; depois, após discussão, reuniram as informações comuns e as que eram afins. Diante disso, surgiram vários agrupamentos: acessibilidade, infraestrutura e logística; mais incidência de reclamações, locais comuns, acessibilidade, questões ambientais e alimentação; infraestrutura, acessibilidade, lazer, saúde e segurança, alimentação e planejamento; falta de planejamento quanto à infraestrutura, gerenciamento de resíduos, fila em excesso, acessibilidade, saúde e segurança e instabilidade na rede; itens relacionados com riscos, orçamento e urgências; falta de planejamento na infraestrutura, dificuldade de acesso das pessoas com deficiência, problemas com o gerenciamento de resíduos, problemas com os refeitórios e falta de planejamento sobre filas; falta de infraestrutura para convívio/descanso e *layout* sem planejamento; falta de planejamento quanto a infraestrutura, gerenciamento de resíduos, fila em excesso e acessibilidade.

Na terceira semana, coletivamente, em forma de seminário, discutiram os agrupamentos propostos e se organizaram em equipes para retornarem a campo e refletirem sobre o que haviam discutido para buscar novos dados acerca dos locais observados. Quando retornaram, houve nova discussão e cada um realizou as anotações no portfólio. A partir desse momento, os 14 discentes, conforme a afinidade com os agrupamentos, organizaram-se em cinco duplas, um trio e um individual (Quadro 1), totalizando sete documentos. Convém destacar que a proposta inicial era a organização somente em equipes, entretanto, diante do planejamento da docente de que haveria atividades coletivas, permitiu-se que um dos participantes realizasse o produto da disciplina individualmente, em especial porque ele manifestou interesse em seguir a pesquisa como um trabalho de conclusão de curso (TCC). Feito isso, a tarefa para finalizar a semana foi a elaboração da problemática, do tema e do objetivo geral frente a um agrupamento selecionado por dupla/trio/indivíduo.

Na quarta e quinta semanas, organizaram os procedimentos metodológicos, isto é, eles deveriam relatar qual seria o passo a passo para, de forma inovadora, solucionar a problemática que estava vinculada a situações incômodas ou curiosas recorrentes no contexto universitário. Além do registro no portfólio, que estava compartilhado com a docente, algumas informações eram postadas no Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA), que era o sistema de registro das aulas, frequências, notícias, materiais, enfim, o meio/plataforma oficial para registro das aulas e atividades avaliativas ou não. Convém

destacar que sempre havia o *feedback* da docente, presencial e virtualmente.

Na sexta semana, por meio da estratégia *Gallery Walk* Virtual, cada dupla/trio/indivíduo apresentou os procedimentos metodológicos para que os colegas analisassem e apresentassem sugestões. Para isso, em um arquivo do *Google Docs*, foram inseridos os procedimentos e compartilhados, por meio de *link*, com todos os participantes e a docente para que, por comentários, pudessem fazer as considerações. Inclusive, esse método de *feedback* dos colegas foi sugerido por Ardaiz-Villanueva *et al.* (2011). Encerrada essa fase, os participantes verificaram as contribuições e adequaram os procedimentos conforme a intervenção dos colegas e da docente. Dessa forma, todos os 14 discentes analisaram os sete documentos de forma coletiva e colaborativa.

Nas sétima e oitava semanas, a tarefa foi identificar o referencial teórico que embasaria o estudo proposto em cada documento. Cada dupla/trio/indivíduo elaborou um esquema de sumário e realizou pesquisa bibliométrica para buscar as referências adequadas ao tema proposto. Durante as duas semanas, elaboraram o material, sempre alimentando o portfólio – que foi compartilhado, além da docente, com o colega de dupla/trio. Na nona semana, apresentaram oralmente o tema, a problemática e o referencial teórico para embasamento do estudo que estavam propondo. A cada apresentação, os discentes e a docente teciam comentários e sugestões para aprimoramento da proposta. Na décima semana, a tarefa foi a criação de justificativa que reforçasse a importância de a pesquisa ser desenvolvida com foco na inovação para o Câmpus Theodomiro Carneiro Santiago. Dessa vez, tiveram de apresentar por escrito a problemática finalizada, o objetivo geral e a justificativa do documento referente a cada dupla/trio/indivíduo.

Na décima primeira semana, durante o Congresso de Pesquisa, Extensão e Ensino da Unifei – Câmpus Theodomiro Carneiro Santiago, os 14 discentes analisaram os trabalhos apresentados, em pôsteres, pelos congressistas a fim de verificar a incidência de pesquisas com problemáticas de cunho inovador. Após registrar em portfólio, na décima segunda semana, as anotações foram discutidas em sala, coletivamente, com vistas a verificar a tendência de propostas inovadoras nas pesquisas atualmente desenvolvidas. A partir disso, refletiram sobre as perspectivas de inovação que abordaram no projeto em construção.

Na décima terceira semana, cada dupla/trio/indivíduo identificou os resultados esperados com a pesquisa, assim como as hipóteses. Feito isso, elaboraram um instrumento no qual, por meio da verificação aberta, apresentaram a problemática e as hipóteses aos demais

colegas e docentes, bem como para docentes externos à disciplina e servidores ligados às áreas-alvo do estudo para que novas contribuições acontecessem. Alguns utilizaram ferramentas disponibilizadas pelo *Google – Google Forms*, por exemplo – e outros realizaram uma investigação direta, entrevistando algumas pessoas. Por fim, na décima quarta semana, analisaram os dados coletados e adaptaram o planejamento, considerando, ou não, as contribuições da verificação aberta.

Nas décima quinta e décima sexta semanas, organizaram todas as informações inseridas no portfólio e estruturaram um projeto de pesquisa, que foi o produto final da disciplina. Foram elaborados sete projetos com os seguintes temas: otimização sustentável de área ociosa, criação de aplicativo para redução de filas, melhoria de funcionalidade do estacionamento, acessibilidade em área utilizada precária e provisoriamente, alternativas educativas e produtivas para utilização de espaço ocioso, otimização de filas na cantina e aproveitamento de resíduos orgânicos e água pluvial. Ainda na décima sexta semana, os participantes responderam ao formulário *on-line* cujas respostas estão inseridas na Seção 4 deste documento.

4 Considerações discentes sobre o uso da ABP

O formulário proposto foi estruturado com o intuito de coletar dados que evidenciassem, na visão dos discentes, o uso das estratégias de metodologias ativas, especificamente a ABP, com foco na aprendizagem da disciplina CEI046. Foram disponibilizadas 14 questões distribuídas em dois blocos: o primeiro com 11 questões fechadas e o segundo com três questões abertas. Além disso, para preencher o formulário, o discente era obrigado a registrar seu *e-mail*, no qual recebia as respostas. Destaca-se que todos os 14 discentes responderam ao formulário.

No primeiro bloco, inicialmente o respondente foi lembrado de que ele realizou, ao longo do semestre, várias atividades esporádicas e interligadas para elaborar o projeto de pesquisa, as quais foram explanadas na Seção 3 deste documento. Ao serem questionados sobre o grau de dificuldade para desenvolver cada uma, a elaboração do referencial teórico, dos procedimentos metodológicos e dos resultados esperados foi considerada a mais difícil, ao passo que a idealização da problemática e do objetivo geral foi a mais fácil, porém complicada.

Na sequência, quando questionados sobre o modo como a disciplina foi desenvolvida, 92,9% consideraram que a metodologia de ensino permitiu que aprimorassem a forma de aprender, pois foram realmente protagonistas da aprendizagem, ou seja, as atividades estavam centradas em cada discente, como já exposto por Valente, Almeida e Geraldini (2017) e Zabalza Beraza (2011). Outrossim, tendo em vista as abordagens de Bender (2014) acerca das aulas expositivas, estas quase não ocorreram durante o semestre. Foram como uma minilição em que, de forma bem curta, a docente instruiu os participantes para que pudessem completar os projetos. Dessa forma, ao serem questionados se a ausência de aulas expositivas havia prejudicado a aprendizagem do conteúdo, 100% afirmaram que isso não ocorreu.

Também foi unânime quando responderam que ficou mais fácil entender o que é e como elaborar um projeto de pesquisa sem que isso fosse explicitado nas primeiras aulas. Desde o início, as atividades foram desenvolvidas sem a menção de que o resultado seria um projeto de pesquisa. A cada semana, uma parte do projeto era confeccionada, e somente nas semanas finais as informações foram estruturadas em um *template* que apresentou todos os elementos de um projeto de pesquisa. Os discentes sabiam que procuravam propostas inovadoras de soluções para um problema, mas não ficou evidenciado que estavam elaborando um projeto de pesquisa. Isso foi confirmado na pergunta seguinte, pois, se a docente, no primeiro dia de aula, tivesse exposto que eles desenvolveriam um projeto de pesquisa e ela entregasse o modelo do referido gênero, a aprendizagem, para 64,3% dos respondentes, não teria sido muito efetiva, pois, realizada em partes, foi possível planejar uma pesquisa entendendo cada etapa.

A seguir, por participarem de uma disciplina desenvolvida em ABP, todos conseguiram perceber a integração de conhecimentos do curso e de outros também, sendo que 85,7% conseguiram integrar conhecimentos do próprio curso e de outros, e 14,3% de diferentes disciplinas somente do próprio curso. Quando questionados sobre a competência que desenvolveram ao longo do semestre, atribuindo um grau de conceito a cada uma, algumas se destacaram. As quatro que receberam melhor classificação foram: protagonismo, autonomia, pensamento crítico e estímulo à imaginação. Também foram bem conceituadas as seguintes competências: trabalho em equipe e criatividade para vencer desafios. Todas elas são fundamentais para a prática profissional (Berbel, 2011; Christie; De Graaff, 2017) e foram percebidas pelos discentes ao final da disciplina.

Outra questão em que mostraram unanimidade está relacionada com a solução de

problemas ou construção de um projeto ou produto; 100% indicaram que se envolveram em tarefas e desafios que permitiram isso ao longo da disciplina. Corroborando as respostas, apenas um respondente não considerou que, na primeira aula, foi apresentada uma questão desafiadora, sem resposta fácil, mas que tenha estimulado a imaginação.

Por sua vez, quanto ao *feedback* dos discentes e da docente, ou seja, as intervenções/sugestões realizadas no projeto, somente um respondente considerou que não foram válidas. Mesmo assim, pela percepção da docente, durante todo o semestre, ocorreram diálogos entre os discentes e entre a docente e os discentes com foco na orientação das atividades, o que, para Goldberg e Somerville (2014), é muito importante, haja vista que a relação pedagógica passa pelo saber ouvir, perguntar, apoiar os processos de decisão e desafiar os discentes para a resolução de problemas, no caso desta experiência, em Engenharia.

No segundo bloco, foi solicitado que os discentes apresentassem pontos positivos e negativos que a CEI046 proporcionou para a aprendizagem. Entre as várias respostas, a mais recorrente foi: a) pontos positivos: autonomia para realizar as atividades e trabalho coletivo; b) pontos negativos: não ter colocado a pesquisa em prática. Entretanto, como já era previsto pela disciplina e esclarecido aos discentes desde o início, devido ao pouco tempo (um semestre), a viabilidade estava na proposta de uma solução inovadora para um problema recorrente no Câmpus Theodomiro Carneiro Santiago, a qual poderia ser colocada em execução, nos semestres seguintes, como projeto de iniciação científica ou de conclusão de curso. Quanto a isso, os discentes foram convidados a, por *e-mail*, responder a alguns questionamentos a partir dos quais foi verificada a continuidade da pesquisa proposta durante as aulas de CEI046. Por fim, foi deixado um espaço para que registrassem comentários/sugestões em relação ao desenvolvimento das aulas, cujas apreciações foram: elogios quanto à metodologia de ensino; solicitação de mais tempo para discussões em sala; resolução de problemas fora do Câmpus.

5 Considerações finais

O uso de metodologias ativas na formação do engenheiro, conforme discussões expostas na Seção 2, proporciona qualidade e significado ao processo de ensino-aprendizagem a partir da autonomia dos discentes e atividades colaborativas. Essas estratégias pedagógicas também implicam a ruptura com o tradicional, possibilitando aos discentes a preocupação com

o ser, fazer e agir na sociedade. Especificamente em relação à ABP, os estudantes agem como protagonistas da sua aprendizagem, pesquisando e aprendendo com base em problemas da vida real. Para isso, é importante que o modo como as informações chegam até eles seja pautado por estratégias que os privilegiem como o centro do processo de ensino-aprendizagem.

Neste artigo, foram apresentados e discutidos os resultados alcançados durante o desenvolvimento de uma disciplina eletiva toda baseada em ABP durante a formação de 14 graduandos em Engenharia. Tanto pela percepção direta da docente quanto pela avaliação dos discentes, os dados demonstraram que a disciplina foi relevante para a aprendizagem significativa dos envolvidos, principalmente por ter sido totalmente desenvolvida em ABP e considerando a busca de propostas de soluções inovadoras para problemas relacionados com a Engenharia. Na visão, principalmente, dos discentes, as aulas possibilitaram o estímulo à busca de soluções inovadoras, a intercomunicação, o trabalho coletivo e a autonomia, ou seja, foi perceptível a eficácia da ABP para que aumentassem a motivação e o interesse dos discentes pelo aprendizado.

Por meio deste estudo e considerando os dados coletados pela observação direta e no formulário, constatou-se que, para a formação dos engenheiros, as estratégias de metodologias ativas proporcionam aos discentes aprender a partir de atividades e conhecimentos significativos. Em especial, a ABP permitiu que os 14 discentes assumissem postura ativa e autônoma, bem como se sentissem estimulados a aprender, corroborando os preceitos de Ausubel (2003) acerca da aprendizagem significativa, qual seja: pela interação entre os conhecimentos prévios e novos, os discentes dão novo significado ao que já sabem e as novas descobertas são apreendidas significativamente.

Por fim, esclarece-se que a disciplina tem sido oferecida em outros semestres, sempre considerando que é necessária alguma reestruturação, principalmente diante dos resultados coletados cada vez que é desenvolvida. Além disso, foram acompanhados os alunos mencionados neste estudo, principalmente os dos três projetos desenvolvidos como iniciação científica (dois projetos) e TCC (um projeto). Os demais foram procurados, mas não quiseram continuar o desenvolvimento da pesquisa, pois possuíam muitas atividades acadêmicas em andamento, conforme relataram. Reforça-se que foi possível identificar várias características importantes da ABP neste estudo de caso: discente como centro do processo, análise de situações reais, desenvolvimento de grupos tutoriais e trabalho em equipe, assim como

realização de um processo ativo, integrado, colaborativo e interdisciplinar.

Referências

ADAMS, K. **The Sources of Innovation and Creativity**. Washington, DC: National Center on Education and the Economy, 2005.

ARDAIZ-VILLANUEVA, O. *et al.* Evaluation of computer tools for idea generation and team formation in project-based learning. **Computers & Education**, [s. l.], v. 56, n. 3, p. 700-711, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131510002976/pdf?md5=3da881ceb94c9a8aa072860594a2b1f4&pid=1-s2.0-S0360131510002976-main.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2022.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Tradução: Lígia Teopisto. Rio de Janeiro: Editora Plátano, 2003.

BARBOSA, E. F. B.; MOURA, D. G. Metodologias Ativas de Aprendizagem no ensino de Engenharia. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND TECHNOLOGY EDUCATION, 2014, Guimarães. **Anais [...]**. Guimarães, 2014. p. 110-116. Disponível em: <http://copec.eu/intertech2014/proc/works/25.pdf>. Acesso em: 4 maio 2022.

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o Século XXI**. Tradução: Fernando de Siqueira Rodrigues. Porto Alegre: Penso, 2014.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia dos estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/download/10326/10999>. Acesso em: 4 maio 2022.

COCCO, S. **Student leadership development: The contribution of project-based learning**. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado de Artes em Liderança e Treinamento) – Royal Roads University, Canada, 2006. Disponível em: https://central.bac-lac.gc.ca/.item?id=MR17869&op=pdf&app=Library&oclc_number=271429340. Acesso em: 5 maio 2023.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2019. 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: 30 mar. 2022.

CHRISTIE, M.; DE GRAAFF, E. The philosophical and pedagogical underpinnings of Active Learning in Engineering Education. **European Journal of Engineering Education**, [s. l.], v. 42, n. 1, p. 5-16, 2017. DOI:10.1080/03043797.2016.1254160.

DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir: Relatório para a Unesco da Comissão**

Internacional sobre Educação para o Século XXI. Brasília, DF: Unesco, 2010. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_por. Acesso em: 20 mar. 2022.

DEWEY, J. **How We Think**: A Restatement of the Relation of Reflective Thinking to the Educative Process. Boston; New York: Heath & Co Publishers, 1933.

DOLAN, E. L.; COLLINS, J. P. We must teach more effectively: here are four ways to get started. **Molecular Biology of the Cell**, [s. l.], v. 26, p. 2151-2155, June 2015. Disponível em: <https://www.molbiolcell.org/doi/epdf/10.1091/mbc.E13-11-0675>. Acesso em: 12 mar. 2022.

FELDER, R. M.; BRENT, R. Active Learning: an introduction. **ASQ Higher Education Brief**, [s. l.], v. 2, n. 4, p. 1-5, August 2009. Disponível em: [https://www.engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/1XaOo9WCKcMq6-fTcQGidOT2SDGqg70I5/2009-ALpaper\(ASQ\).pdf](https://www.engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/1XaOo9WCKcMq6-fTcQGidOT2SDGqg70I5/2009-ALpaper(ASQ).pdf). Acesso em: 23 abr. 2022.

GOLDBERG, D. E.; SOMERVILLE, M. **A Whole New Engineer**: the coming revolution in engineering education. Douglas, Mich.: ThreeJoy Associates, 2014.

LIMA, R. M.; ANDERSSON, P. H.; SAALMAN, E. Active Learning in Engineering Education: a (re)introduction. **European Journal of Engineering Education**, [s. l.], v. 42, n. 1, p. 1-4, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/03043797.2016.1254161?needAccess=true>. Acesso em: 4 maio 2022.

MARIN, M. J. S. *et al.* Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das Metodologias Ativas de Aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Brasília, DF, v. 34, n. 1, p. 13-20, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbem/a/PgYxhjqpFYqvYK8HvQkDtP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 mar. 2022.

MESQUITA, D. *et al.* Modelos de Avaliação em duas Abordagens de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL): um estudo exploratório. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PROJECT APPROACHES IN ENGINEERING EDUCATION (PAEE), 10.; ACTIVE LEARNING IN ENGINEERING EDUCATION WORKSHOP (ALE), 15., 2018, Brasília, DF. **Anais [...]**. Brasília, DF: UnB, 2018. p. 612-619. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/66542/1/2018%20_conference%20PAEE_ALE_Aval_UNISAL_Mesquita_et_al.pdf. Acesso em: 4 maio 2022.

PAIVA, M. R. F. *et al.* Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: Revisão Integrativa. **Sanare**, Sobral, v. 15, n. 2, p. 145-153, jun./dez. 2016. Disponível em: <https://sanare.emnuvens.com.br/sanare/article/view/1049/595>. Acesso em: 12 abr. 2022.

POWELL, P. C.; WEENK, G. W. H. **Project-led engineering education**. Utrecht: Lema Publishers, 2003.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B.; GERALDINI, A. F. S. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 17, n. 52, p. 455-478, abr./jun. 2017. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/9900/12386>. Acesso em: 25 abr.

2022.

ZABALZA BERAZA, M. A. El Practicum en la formación universitaria: estado de la cuestión. **Revista de Educación**, [s. l.], v. 354, p. 21-43, Enero-Abril 2011. Disponível em: http://www.revistaeducacion.educacion.es/re354/re354_02.pdf. Acesso em: 25 abr. 2022.

Enviado em: 12/05/2022

Revisado em: 05/05/2023

Aprovado em: 19/05/2023