



COBENGE
2021

XLIX Congresso Brasileiro
de Educação em Engenharia
e IV Simpósio Internacional
de Educação em Engenharia
da ABENGE

28 a 30 de SETEMBRO

Evento Online

"Formação em Engenharia:
Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade"

APRENDIZAGEM POR PROJETOS NO ENSINO DE ENGENHARIA AEROESPACIAL E AERONÁUTICA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2021.3595

Sueli Sampaio Damin Custódio - smdamin@gmail.com

ITA

Rua das Baleias 95

12246-290 - São José dos Campos - SP

Christopher Shneider Cerqueira - chris@ita.br

ITA

Rua Quatro 525

12227-816 - São José dos Campos - SP

Resumo: *O artigo apresenta um estudo de caso de aplicação das metodologias ativas de Ensino Baseado em Projetos e seus desafios no cenário de pandemia nos cursos de Graduação em Engenharia Aeronáutica (AER) e Aeroespacial (AESP). Os estudantes, organizados em subgrupos aprenderam a lidar com diferentes assuntos, tais como Cubesats, Green Aviation, Airship, All Electric e CityAirbus e tiveram a oportunidade de ter experiências de práticas profissionais, desenvolvimento autônomo para a solução de problemas, e aprimoramento da habilidade de trabalho em grupo. Com a pandemia de COVID-19 em 2020, restrições de interação social demandaram uma mudança nas atividades programadas, com a transição das apresentações e dos cursos presenciais para o ambiente virtual (e-learning). Como resultado, o uso de metodologias ativas aponta para uma melhor integração de disciplinas nos cursos de graduação de Engenharia Aeroespacial e Aeronáutica.*

Palavras-chave: *Aprendizado Baseado em Projetos. Ensino de Engenharia. Métodos de Ensino. Trabalho em Equipe*

Promoção:



Realização:



APRENDIZAGEM POR PROJETOS NO ENSINO DE ENGENHARIA AEROESPACIAL E AERONÁUTICA

1 INTRODUÇÃO

Transformações tecnológicas, econômicas e sociais impulsionam novas formas de organização do trabalho, de produção, e sobretudo de formação profissional. Cada vez mais exige-se dos profissionais recém formados o devido preparo, com capacidade para tomar decisões, resolver problemas, trabalhar em equipe, comunicar-se efetivamente, aprender de maneira autônoma de modo a enfrentar desafios e situações do cotidiano social e profissional. Por conta disso, foi implantada uma sistemática de trabalho, denominada Projeto Integrador, envolvendo uma integração parcial entre as disciplinas obrigatórias de Direito, Engenharia de Sistemas e de Projeto e Construção de Sistemas Aeroespaciais nos cursos de Graduação em Engenharia Aeronáutica (AER) e Aeroespacial (AESP).

O Projeto Integrador introduziu, no primeiro semestre de 2020, o método de ensino conhecido como "Project-Based Learning" (PBL) no ensino de Engenharia para as turmas do primeiro semestre do 3º ano dos cursos da AER e da AESP. Envolveu 3 professores, 3 mentores, 5 palestrantes e 40 alunos. O método PBL introduzido proporcionou aos estudantes a compreensão de cenários contextualizados para enfrentar situações que fazem parte do cotidiano e da futura carreira profissional (BOUD; FELETTI, 1999).

Além disso, conforme expõem Escrivão Filho e Ribeiro (2009), as pesquisas e estudos sobre o modelo de formação profissional vigente, baseado no modelo tradicional de ensino, que privilegia a transmissão de conteúdos e a recepção de conhecimentos, evidenciam as deficiências no preparo do egresso para a complexa atuação profissional do séc. XXI.

O Projeto Integrador contemplou três objetivos gerais: (i) ampliar as habilidades e atitudes profissionais desejáveis à prática da engenharia; (ii) desenvolver atividades práticas que despertem a curiosidade e promovam o engajamento dos estudantes com o trabalho em grupo, a comunicação oral e escrita adequada e, sobretudo, a resolução de problemas complexos; (iii) desenvolver canais segmentados de comunicação com a sociedade e a indústria do setor aeroespacial.

Este artigo expõe os resultados da aplicação da metodologia do PBL e seus desafios no cenário de pandemia nos cursos de Graduação em Engenharia Aeronáutica (AER) e Aeroespacial (AESP). O artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2, apresenta-se o método PBL e o Projeto Integrador implementado; na seção 3 apresenta-se os desafios, as metodologias, e a adaptação para uma nova configuração, após cenário de pandemia; na última seção, apresenta-se considerações finais sobre a implementação do Projeto e ações futuras.

2 VISÃO GERAL DO PROJETO INTEGRADOR

O propósito geral do Projeto Integrador consistiu em desenvolver diversas ações voltadas à inserção de metodologias ativas no curso de engenharia. Para tanto, o projeto se estruturou da seguinte forma: (1) foram organizados grupos de cerca de 5 pessoas nos cursos de Engenharia Aeronáutica e Engenharia Aeroespacial (vide Tabela 1); (2) foram apresentados desafios na disciplina de Engenharia de Sistemas; (3) Os grupos

foram os mesmos nas disciplinas de Direito, Engenharia de Sistemas e Projeto de Sistemas Espaciais, e a integração parcial contemplou conteúdos das disciplinas citadas (vide Tabela 2 e Figura 1), (4) Foram introduzidas estratégias inovadoras de ensino-aprendizagem, como a abordagem CDIO (*Conceive, Design, Implement and Operate*), com o aprendizado baseado em problemas (PBL) e o aprendizado baseado em equipes (*Team-Based Learning- TBL*).

Tabela 1 – Informações quantitativas sobre o alcance do Projeto.

Turmas	Número de alunos envolvidos	Número de Projetos
AER	21	04
AESP	19	04
Total	40	08

Fonte: Autores

Tabela 2 – Descrição das etapas do ciclo de aprendizado esperado

Etapas	Objetivo	Atividade	Exigência	Avaliação
1ª Etapa	Conhecer o problema	Apresentação dos desafios pelos professores e divisão dos grupos	Mapear o contexto e efetuar pesquisa preliminar	1ª apresentação aos professores e mentores expondo o mapeamento realizado
2ª Etapa	Definir o problema	Orientação guiada pelos mentores e professores sobre o cenário (stakeholders)	Identificar os stakeholders ativos e passivos	2ª apresentação expondo oportunidades e tendências de negócios (mercado e players)
3ª Etapa	Pesquisar soluções	Integração inicial dos componentes das disciplinas envolvidas	Definir de requisitos e funções	3ª apresentação expondo os marcos legais e regulatórios e tendo 8 encontros semanais com os mentores
4ª etapa	Apresentar a solução	Integração dos componentes guiada pelos professores e mentores	Trazer solução técnica e/ou de negócio	4ª apresentação e entrega de relatório expondo a solução desenvolvida pelo grupo

Fonte: Autores

Figura 1 – Cronograma das atividades de integração e da avaliação

DEFINIÇÕES NECESSÁRIAS (MILESTONES, ENTREGAS, PAPÉIS E RESPONSABILIDADES)


Fonte: Autores

No curso de aeroespacial foram apresentados quatro desafios, nos quais dever-se-ia estruturar serviços espaciais relacionados com meteorologia, coleta de dados, observação da terra e telecomunicações. Em todas as missões foram realizadas três macro-atividades do ciclo de vida: (i) Entendimento do Problema; (ii) Concepção de Alternativas Conceituais; (iii) Proposta de Arquitetura Concretizada.

No Entendimento do Problema tratou-se do tipo espacial, que possui uma arquitetura de referência conhecida, através do entendimento do que era pedido pelos interessados e impactados (*stakeholders*) pela missão. Procurou-se, dessa forma, identificar os requisitos legais para o cumprimento da missão.

Na Concepção de Alternativas conceituais foram levantadas as principais funções do sistema e a dinâmica do comportamento dos possíveis arranjos conceituais. Procurou-se, ademais, a identificação de marcos legais e regulatórios internacionais e nacionais para a viabilidade da missão. Na Proposta de Arquitetura Concretizada foram apresentados os desdobramentos tecnológicos, e seus comportamentos, para que fossem escolhidas opções para realizar a arquitetura conceitual conservada por meio das análises da engenharia de sistemas, bem como por meio do entendimento da Arquitetura Jurídico-Institucional. O propósito era gerenciar o risco identificando as restrições legais da missão e da cadeia de responsabilidade envolvida.

No curso de aeronáutica foram apresentados quatro desafios relacionados com: *Green Aviation*, *Airship*, *All Electric* e *CityAirbus*. Em todas as missões foram realizadas três macro atividades do ciclo de vida: (i) Entendimento do Problema; (ii) Concepção de Alternativas Conceituais; (iii) Proposta de Arquitetura Concretizada.

Buscou-se com os desafios apresentados acima, tornar os estudantes prontos para “engenheirar”, o que foi feito por meio da operacionalização do conceito de CDIO,

incluindo os processos do ciclo de vida. Nessa medida, quatro atividades foram contempladas: (i) a Concepção (*Conceive*), ou seja, o entendimento das necessidades, considerando tecnologias, estratégias e planejamentos que possam servir de base para a construção de um modelo conceitual que possa descrever o domínio do problema e os planos para as transformações para o domínio da solução; (ii) o Desenvolvimento (*Design*), entendido como a criação do corpo de informações que permitam a concretização do projeto, incluindo, planos, diagramas, modelos, algoritmos e outras informações que descrevem o artefato a ser construído; (iii) a Implementação (*Implement*), ou seja, a condução da concretização de um projeto, incluindo seus processos, manufaturas, testes e preparação para disponibilização, de forma que possa entrar na fase de operação; (iv) a Operação (*Operation*), a fase final na qual o artefato é entregue e utilizado até o descarte. O CDIO advoga que para a implementação das 4 fases, é necessária uma integração curricular que enfatize os objetivos de aprendizados para preparar os alunos para as práticas de engenharia. Essa integração transdisciplinar permite que os conhecimentos das disciplinas sejam entendidos e expressados por meio da criação de artefatos de engenharia. Os focos de atuação das disciplinas foram divididos da seguinte maneira:

Tabela 3 – Descrição das etapas do ciclo de vida proposto

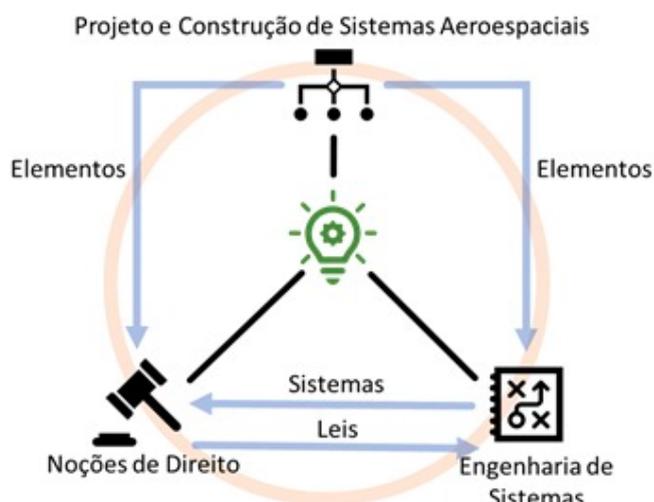
Ciclo de vida proposto	Entendimento do Problema	Concepção de Alternativas Conceituais	Proposta de Arquitetura Concretizada
Projeto	Tipos de Problemas que demandam um Sistema Espacial. Arquitetura Geral de uma missão espacial.	Dinâmica dos elementos no nível de uma missão espacial.	Tecnologia dos Sistemas Aeroespaciais. Dinâmica dos elementos dentro dos sistemas.
Engenharia de Sistemas	Identificação de Stakeholders. Descrição das Necessidades, Desejos e Objetivos. Requisitos da Missão.	Arquitetura Conceitual Arquitetura Funcional Requisitos de Sistema.	Arquitetura instanciada. especificações. Árvore de Produto e Estrutura Analítica de Projeto.
Direito	Requisitos legais da Missão e normas técnicas de segurança e qualidade	Marcos legais e regulatórios ampliados para a viabilidade da missão.	Arquitetura Jurídico-Institucional Restrições legais da missão Responsabilidade jurídica do engenheiro

Fonte: Autores

A Engenharia de Sistemas ficou responsável pelo processo que instrumenta a arquitetura e os elementos apresentados em Projeto e Construção de Sistemas Aeroespaciais, sempre sob o respaldo do entendimento das restrições oriundas da

análise do processo pela disciplina de Noções de Direito. Nota-se que a Engenharia Aeronáutica não compartilha de uma disciplina similar à Projeto e Construção de Sistemas Aeroespaciais, motivo pelo qual optou-se por convidar profissionais da indústria aeronáutica para a apresentação de tópicos relativos aos sistemas aeronáuticos. Os artefatos trocados são apresentados a seguir (vide Figura 2), onde se observa que são integrados elementos de arquitetura, restrições legais e o próprio sistema para avaliação.

Figura 2 – Descrição das Etapas do ciclo de aprendizado esperado



Fonte: Autores

A aprendizagem baseada em problema é utilizada com a finalidade de proporcionar aos futuros profissionais não apenas as habilidades relacionadas ao conteúdo técnico fornecido na graduação, mas também o desenvolvimento de outros atributos profissionais complementares, relevantes para a formação profissional, além da interação com mentores experientes (CASALE, 2011 e 2013; ANGELO et al, 2014; ESCRIVÃO FILHO, RIBEIRO, 2009; MARTINS, 2002).

A seguir, detalha-se as atividades desenvolvidas pelos grupos, bem como seus impactos, eficácia e repercussões relacionadas à transição de um trabalho essencialmente presencial para o ensino remoto.

3 O PROJETO INTEGRADOR

O ensino em cursos superiores de engenharia tem ampliado gradativamente o aprendizado ativo (FAUST,1998), ou seja, formas de aproximar os alunos aos desafios que enfrentarão nas suas carreiras. As implementações de aprendizagem ativa, como o aprendizado baseado em projetos trazem temas estruturantes para adaptar o processo individual de aprendizado, incentivando o engajamento dos alunos a instrumentalizar e apropriar-se do conhecimento e das ferramentas apresentadas. Da mesma forma, a estruturação curricular baseada no CDIO (*Conceive, Design, Implement and Operate*) do MIT, utiliza-se de projetos que atravessam os domínios das disciplinas e integram os currículos (CRAWLEY, 2014).

Nos cursos de Engenharia Aeronáutica e Engenharia Aeroespacial avaliados, foram exploradas, em duas ocasiões, a integração de disciplinas por meio de projetos,

cada disciplina dispendo de objetivos de aprendizados específicos desdobrados dos objetivos de aprendizados gerais de uma visão holística. Esta seção expõe um breve descritivo do projeto integrador, seus objetivos, metodologias, e, principalmente, os desafios sobre a adaptação para o formato virtual no ano de 2020.

O aprendizado baseado em projetos, preconiza que o próprio ambiente seja preparado para as questões apresentadas aos alunos, e o professor seja apenas mediador e facilitador do projeto. Os alunos exploram o projeto por meio dos processos e ferramentas que aprendem nas disciplinas envolvidas. Enquanto desenvolvem soluções para o problema, os alunos se engajam a usar e procurar tecnologias que os auxiliem no processo. Os artefatos criados nas alternativas de solução externalizam o conhecimento construído e evidenciam modelos e processos mentais, não lineares, e perfis individuais de aprendizado. As disciplinas de Direito, Engenharia de Sistema e de Projeto fazem parte do currículo do 1º semestre do 3º ano dos cursos de Graduação da AER e AESP e por conta disso, foram escolhidas para a aplicação do conceito de PBL. Abaixo são descritas (Vide figura 3) as etapas definidas pelos docentes

Figura 3 – Etapas do ciclo de aprendizado esperado.



Fonte: baseado em Ribeiro e Escrivão Filho (2011, p.30)

3.1 Objetivos Específicos e Metodologia Empregada

Cada disciplina ficou responsável pelo desenvolvimento de objetivos específicos e interdependentes a saber:

3.1.1 Os objetivos de Aprendizagem Específicos da Disciplina de Engenharia de Sistemas

A disciplina de Engenharia de Sistema usa o Pensamento Sistêmico (ACKOFF, 1994) como ferramenta de engenharia (INCOSE, 2015), apresentando princípios, abordagens, métodos e instrumentos para entender o domínio do problema e o domínio da solução (SILLITTO et al, 2018). São propostos 4 objetivos de aprendizagem específicos para a disciplina de Engenharia de Sistemas: (1).Capacidade de entender a complexidade de sistemas. (Bloom nível 2); (2) Capacidade de escolher instrumentos de análise de complexidade. (Bloom nível 3);(3)Capacidade de empregar a abordagem

sistêmica (Bloom nível 5); (4) Capacidade de propor uma arquitetura de sistema complexo (Bloom nível 6).

Ressalta-se que esta disciplina já pertence à trilha de Engenharia de Sistemas da grade curricular da Engenharia Aeronáutica e da Engenharia Aeroespacial. Em ambas as engenharias, a arquitetura e os requisitos resultantes são utilizados como entrada para a disciplina de Gestão de Projetos, e apenas na Engenharia Aeroespacial, são entradas para a disciplina de Verificação e Qualidade de Sistemas Aeroespaciais.

3.1.2. Objetivos de Aprendizagem Específicos da Disciplina de Projeto e Construção de Sistemas Aeroespaciais

A disciplina de Projeto e Construção de Sistemas Aeroespaciais apresenta a Engenharia de Missões Espaciais (WERTZ et al, 2011) para os alunos, que trata de sistemas aeroespaciais, arquiteturas de missões e tecnologias de satélites, foguetes e antenas (FORTESCUE, 2011). São propostos seis objetivos de aprendizagem específicos para a disciplina de Projeto e Construção de Sistemas Aeroespaciais: (1) Capacidade de identificar a arquitetura das missões aeroespaciais (Bloom nível 1); (2) Capacidade de lembrar dos componentes que fazem parte de uma missão espacial (Bloom nível 1); (3) Capacidade de lembrar das funções de uma missão aeroespacial (Bloom nível 1); (4) Capacidade de identificar as fases do ciclo de vida de uma missão aeroespacial (Bloom nível 1); (5) Capacidade de construir o conceito de operações de uma missão aeroespacial (Bloom nível 3) e (6) Capacidade de escrever os requisitos de missão e de sistemas aeroespaciais (Bloom nível 3).

A disciplina de Projeto e Construção de Sistemas Aeroespaciais também pertence a trilha de apresentação dos sistemas que compõem uma missão espacial. Esta disciplina é ministrada apenas para o curso de Engenharia Aeroespacial, e dá subsídios para as disciplinas: (i) Projeto Conceitual de Sistemas Espaciais, (ii) Sistemas Espaciais e (iii) Projeto Avançado de Sistemas Espaciais.

3.1.3. Os objetivos de Aprendizagem Específicos da Disciplina de Direito

A disciplina de Direito estimulou a parceria entre estudantes, professores, mentores e convidados de modo a intensificar a prática e o desenvolvimento de habilidades comunicativas e sociais. Os estudantes foram estimulados a respeitar opiniões diversas e a construir consensos. Os professores, mentores e os estudantes trabalharam juntos em grupo e foram estimulados a trocar informações e experiências.

A integração da área de Direito para a turma da AESP exigiu que ao final do projeto o aluno fosse capaz de: (1) Compreender o conceito de Direito Espacial e sua composição (Tratados e Convenções Internacionais e principais regulações); (2) Aplicar o Tratado do Espaço e a Convenção sobre Responsabilidade; (3) Classificar o tipo de satélite e descrever os possíveis impactos/danos (poluição perene, prejuízo de inutilização de um objeto útil em órbita, prejuízo ou interferência em atividades no espaço e/ou solo etc); (4) Aplicar as diretrizes do IADC ou COPUOS, os protocolos de qualidade e segurança e atender às normas reguladoras de operações para o fim do ciclo de vida do objeto espacial e (5) Compreender a teoria do risco levando em conta a poluição ambiental espacial.

A integração da área de Direito para a turma da AER exigiu que ao final do projeto o aluno fosse capaz de: (1) Compreender o conceito de Direito Aeronáutico e sua composição (CBA, Acordos, Tratados e Convenções Internacionais e principais regulações); (2) Compreender o Sistema de Aviação Civil Internacional e Nacional: ICAO

e ANAC; (3) Identificar a Autoridade Civil e Aeronáutica e suas atuações; (4) Aplicar os Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil - RBAC e (5) Escolher e aplicar pelo menos 1 tutela jurídica específica (Direito Ambiental, Direito de Propriedade Intelectual, Direito Civil etc)

3.2 Desafios no cenário COVID-19 e resultados da implementação do PBL

Dos 40 estudantes que participaram da implementação de aprendizado por PBL, 14 deram feedback por e-mail e/ou por enquete no *Google Forms* sobre a experiência do semestre. Destes, 10 da turma da AER e 4 da turma da AESP. Deste grupo, 50% apontaram dificuldades de cunho pessoal para acompanhar/estudar no formato virtual, 25% indicaram problemas de infraestrutura (ambiente familiar barulhento ou problemas de internet) e 25% informaram que não tiveram problemas de acompanhar as atividades (aulas síncronas, *lives* e videoaulas). Em relação às reuniões orientadas com a presença de convidados, 66,7% informaram que incrementaram a capacidade de reflexão crítica e 33,3% informaram que incrementaram a capacidade de elaboração de resposta e da redação do relatório final. Alguns alunos, por e-mail, manifestaram-se favoravelmente às palestras e destacaram a atualização dos temas abordados. Entretanto, os estudantes apontaram problemas como: (i) planejamento da integração e organização de conteúdos na plataforma digital; (ii) complexidade dos desafios propostos e tempo para apresentação de soluções, bem como a carga de trabalho e do tempo de dedicação extraclasse.

As questões apresentadas pelos estudantes foram agrupadas em desafios de concepção e prática docente, e desafios decorrentes da pandemia.

O de concepção e prática docente exigiu uma atitude interdisciplinar e sistêmica, de modo a despertar nos estudantes o interesse em conectar componentes curriculares, contextualizando-os e não os percebendo como fragmentados e descontextualizados. Se, por um lado, essa dinâmica impulsionou conhecimentos pedagógicos ligados às técnicas de aprendizagem que compreendem as competências pedagógicas para o ensino por meio de problemas a serem resolvidos no mundo real, por outro, exigiram do docente o papel de facilitador do trabalho desenvolvido pelos grupos. Trata-se de facilitação ativa, na qual é esperado que o docente crie ambientes de aprendizagem e que, por meio da observação, interação com grupos e escuta ativa, introduza técnicas de questionamento, de modo a estabelecer uma comunicação informal e o estímulo de competências relacionadas às atitudes como empatia e protagonismo.

A dificuldade desta fase foi de convergência, entre os docentes, do que seria possível integrar, levando-se em conta as respectivas ementas e o intervalo temporal de um semestre para viabilizar o projeto. Decidiu-se que a integração seria parcial e ocorreria no meio do semestre, após a introdução dos componentes fundamentais de cada área. A decisão decorreu de dois aspectos levantados: (i) a necessidade dos docentes se apropriarem minimamente dos componentes curriculares das disciplinas envolvidas e sobretudo, das metodologias de aprendizagem utilizadas em cada disciplina; (ii) o dimensionamento da complexidade diante do prazo estabelecido e iii. as agendas dos profissionais da indústria e mentores convidados.

O ponto de maior reclamação dos estudantes foi a carga de atividades propostas e de organização de conteúdo, sendo que, por exemplo, um estudante expôs como sugestão “a redução da carga de atividades proposta, por meio de um filtro mais fino de conteúdos importantes, com indicações em separado de conteúdo “obrigatório” de outros materiais para o aprofundamento dos alunos em assuntos de interesse”.

Os estudantes também abordaram a necessidade de maior integração entre os professores envolvidos. Em resposta aberta *no Google Forms*, o estudante destacou acreditar que “a integração foi uma ótima ideia e com mais experiência por parte dos professores, aliada a uma maior organização da instituição para o ano que vem (já que este ano, todos foram pegos de surpresa pela pandemia), a turma seguinte tem muito a ganhar”.

Cabe destacar que durante o 1º semestre de 2020 houve a suspensão das atividades acadêmicas por 1 mês para que os professores e estudantes tivessem condições de migrar para o ensino remoto, por conta do cenário da pandemia com o coronavírus (SARS-CoV2). Essa suspensão das atividades impactou no calendário da integração, sobretudo porque os convidados e profissionais da indústria aeronáutica não conseguiram participar conforme o planejamento inicial. Professores e estudantes foram inseridos no *Google Workspace for Education*, com acesso a um conjunto de ferramentas e serviços adaptados ao ensino remoto e, desde então, são produzidos e carregados eventos, videoaulas e atividades em grupo na plataforma *Google Classroom* com o intuito de garantir aos estudantes acesso amplo durante todo o período letivo.

O segundo desafio decorrente do cenário da pandemia impactou o desenvolvimento de atividades *hands-on* por meio de dinâmicas de grupos, com a finalidade de promover o engajamento, o conhecimento e a descoberta.. Nesse ambiente, os docentes e mentores apresentam os conceitos teóricos necessários, sempre com linguagem acessível, e, na sequência, orientam os mesmos a realizar algum experimento em que os conceitos estudados são aplicados. Estudos (RIBEIRO, 2009; ESCRIVÃO e RIBEIRO, 2008) apontam que esse tipo de aprendizagem é aperfeiçoada pela interação social. Contudo, com a migração para o ensino remoto e a adoção da plataforma *Google for education*, os professores que tinham experiências e familiaridade distintas com as ferramentas digitais tiveram ritmos e frequência diferentes nas postagens e organização dos conteúdos no ambiente virtual.

A despeito dos problemas descritos, a avaliação geral dos estudantes sobre a adaptação ao ensino remoto e a execução das mentorias, no segundo bimestre, foi positiva. Dos que responderam a enquete e deram *feedback*, 80% gostaram da experiência do aprendizado por PBL, sendo que destacaram muito a orientação guiada por problemas reais. Em uma resposta aberta do *Google Forms*, por exemplo, um estudante destacou que “o segundo bimestre, quando ocorre, de fato, a integração, pode ser dado como foi: as turmas trabalharam com conteúdos diferentes de acordo com suas áreas de interesse”.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve o propósito de apresentar o relato da implementação do aprendizado por PBL no estudo de caso do projeto de integração parcial das disciplinas de Direito, Engenharia de Sistemas e Projeto e Construção de Sistemas Aeroespaciais, expondo os principais desafios dessa implementação, especialmente os decorrentes da pandemia da Covid-19. Com a chegada da pandemia ao Brasil, as dinâmicas presenciais foram adaptadas, de forma a possibilitar a execução do projeto. A instituição optou por adotar o *Google Workspace for Education*, com acesso a um conjunto de ferramentas e serviços adaptados ao ensino remoto. Desde então, foram produzidos e carregados eventos, videoaulas e atividades em grupo na plataforma *Google for education* com o

intuito de garantir aos estudantes acesso amplo durante todo o período de realização do projeto.

Como pôde ser evidenciado, a maior parte das atividades projetadas para 2020, antes do cenário da pandemia com o coronavírus (SARS-CoV2), foi realizada, mesmo em meio ao processo de adaptação de procedimentos e reformulações específicas do escopo do Projeto Integrador. Além disso, novas reflexões sobre o planejamento das atividades e do design dos desafios puderam ser projetados para um cenário de médio e longo prazos (pós-pandêmico), como é o caso de parcerias estratégicas com o PPE-Embraer e a Nasa. Os resultados demonstraram viabilidade na proposição de uso do PBL de forma parcial e aplicado para as disciplinas indicadas acima, método no qual a aprendizagem se dá a partir da resolução de problemas propostos ou existentes e que insere a perspectiva de uma visão humanística e holística conforme prescrevem os artigos 3º e 4º das Diretrizes Curriculares da Engenharias (DCNs). Ressalta-se, contudo, que os resultados não podem ser generalizados, uma vez que foram obtidos por aplicação restrita a duas turmas de engenharia, além de ter ocorrido em período que foge à normalidade, ou seja, o ano de 2020 afetado pela pandemia de COVID. Com o propósito de ampliar a base de dados colhidos, os professores optaram por continuar com o projeto em 2021 envolvendo agora novos stakeholders e desafios.

Agradecimentos

Agradecimento especial à ITAEx, a qual financiou este projeto.

REFERÊNCIAS

- ANGELO, M. F.; LOULA, ANGELO C.; BERTONI, F. C.; SANTOS, J. A. M. Aplicação e avaliação do método PBL em um componente curricular integrado de programação de computadores. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 33, n.2, p. 31-43, 2014.
- ACKOFF, R.L. Systems thinking and thinking systems. **Syst. Dyn. Rev.**, v.10, p. 175-188, 1994.
- BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V.; LINSINGEN, I. V. Epistemologia e ensino de Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília, v. 18, p. 51-57, 1999.
- BOUD, D.; FELETTI, G. Changing-problem learning. In BOUD, D.; FELETTI, G. (Eds.). **The challenge of problem-based learning**. London, Kogan Page, p. 1-14, 1999.
- CASALE, A. et al. Mapas cognitivos na avaliação da Aprendizagem Baseada em Problemas. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 24, n. 2, p. 243-263, 2011.
- CASALE, A. Aprendizagem Baseada em Problemas – desenvolvimento de competências para o ensino de Engenharia. 162 p. **Tese** (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2013.
- CRAWLEY. **Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach** (Second edition.). Springer, 2014.
- ESCRIVÃO FILHO, E.; RIBEIRO, L. R. C. Aprendendo com PBL – Aprendizagem baseada em problema: relato de uma experiência em cursos de Engenharia da EESC-USP. **Revista Minerva**, v. 6, p. 23-30, 2009.
- DRESCH, A., LACERDA, D. P. e ANTUNES, J. A. V. **Design Science Research: A Method for Science and Technology Advancement**. Springer Publishing Company, Incorporated, 2014.

- FAUST, J.L, PAULSON, D.R. Active learning in the college classroom. **Journal on Excellence in College Teaching**, 9 (2), 3-24, 1998.
- FORTESCUE, P. & STARK, J. & SWINERD, G.G.. Spacecraft Systems Engineering. **Spacecraft systems engineering**, 4th Edition, Wiley, (2005), 2011.
- INCOSE. **INCOSE Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities**, 2015.
- MARTINS, J. G. Aprendizagem baseada em problemas aplicada a ambiente virtual de aprendizagem. 2002. 219 f. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.
- RIBEIRO, L. R. C.. Aprendizagem baseada em problemas (PBL) na educação em Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, p. 23-32, 2008.
- SALES, A. B. de; DEL MOURA, A. de; SALES, M. B. de. Avaliação da aplicação da aprendizagem baseada em problemas na disciplina de “Interação Humano e Computador” do curso de Engenharia de Software. UFRGS. **Revista Renote**. Novas tecnologias na educação, v. 11, n. 3, dez. 2013.
- SILLITTO, H., GRIEGO, R., ARNOLD, E., DORI, D., MARTIN, J., MCKINNEY, D., GODFREY, P., KROB, D. e JACKSON, S. Envisioning Systems Engineering as a Transdisciplinary Venture. **INCOSE International Symposium**, 2018.
- WERTZ, J. R., EVERETT, D. F., & PUSCHELL, J. J.. Space mission engineering: The new SMAD. Hawthorne, CA: **Microcosm Press**, 2011.
- WILSON, Leslie Owen. Anderson and Krathwohl–Bloom’s taxonomy revised. **Understanding the New Version of Bloom's Taxonomy**, 2016.

PROJECT-BASED LEARNING IN THE UNDERGRADUATE PROGRAM OF AEROSPACE AND AERONAUTICS ENGINEERING

Abstract: *The paper presents a case of implementing active methodologies of Project-Based Learning and its challenges in times of COVID-19 pandemic in an undergraduate program of Aerospace (AESP) and Aeronautics (AER) engineering. Students, organized into subgroups to deal with different issues, such as Cubesats, Green Aviation, Airship, All Electric, and CityAirbus, had the opportunity to experience professional practices, develop autonomy to solve problems, and enhance the ability to work as a team. With the Covid-19 pandemic in 2020, restrictions on social interaction demanded a change in programmed activities, with the transition of presentations and face-to-face courses to the virtual environment (e-learning). As a result, the usage of active methodologies points toward disciplines integrated in a better way in an undergraduate program of Aerospace and Aeronautics engineering.*

Keywords: *Project-Based Learning. Engineering course. Teaching method. Team Work.*