

MÁQUINAS DE LEONARDO DA VINCI: EXPERIÊNCIA DE APRENDIZAGEM NA ENGENHARIA MECÂNICA

LEONARDO DA VINCI MACHINERY: LEARNING EXPERIENCE IN MECHANICAL ENGINEERING

Franco da Silveira,¹ Filipe Molinar Machado,² Janis Elisa Ruppenthal,³ Leonardo Nabaes Romano,⁴ Marcela Avelina Bataghin Costa⁵

RESUMO

A implementação, nas engenharias, de um sistema educacional que apresente condições de promover uma formação profissional em sintonia com a evolução tecnológica exige mudanças contínuas das características de seus principais agentes educadores e discentes. Nesse contexto, novas metodologias de aprendizagem estão se desenvolvendo com a finalidade de melhorar os métodos tradicionais de uma organização de ensino. O objetivo do artigo consiste em apresentar considerações e reflexões sobre a Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP) no ensino de engenharia a partir do desenvolvimento do Projeto Máquinas de Leonardo da Vinci. A metodologia classifica-se como estudo de caso, com aplicação da ABP. Como resultados, o Projeto Máquinas Leonardo da Vinci possibilitou ao discente integrar, interagir, refletir saberes e experiências em diferentes campos do conhecimento, estimular a criatividade e a inovação, aprimorar procedimentos metodológicos para elaboração e planejamento de projetos e, principalmente, gerenciar a capacidade de trabalho em equipe. Para o docente, a abordagem ABP contribuiu como base para melhorar a formação do perfil profissional dos estudantes de Engenharia Mecânica. Além disso, as proposições e reflexões levantadas na pesquisa contribuem como subsídios para futuras pesquisas acadêmicas sobre o tema utilizando outras perspectivas históricas.

Palavras-chaves: Educação em engenharia; Aprendizagem Baseada em Projetos; Projeto Máquinas de Leonardo da Vinci.

ABSTRACT

The implementation of an educational system in the engineering that presents the conditions to promote a professional formation in line with the technological evolution demands continuous changes of the characteristics of its main agents educators and students. In this context, new learning methodologies are being developed with the aim of improving the traditional methods of an educational organization. The purpose of the article is to present considerations and reflections about Project Based Learning (ABP) in Engineering teaching from the development of the Leonardo da Vinci Machine Project. The methodology is classified as a case study with PBL application. As a result, the Leonardo da Vinci Project enabled students to integrate, interact, reflect knowledge and experiences in different fields of knowledge, stimulate creativity and innovation, improve methodological procedures for designing and planning projects and, above all, team work. For the teacher, the ABP approach contributed as a basis to improve the professional profile of students of Mechanical Engineering. In addition, the propositions and reflections raised in the research contribute as subsidies for future academic research on the subject using other historical perspectives.

Keywords: Engineering education; Project Based Learning; Leonardo da Vinci Machines Project.

1 Mestrando em Engenharia de Produção, UFSM; franco.da.silveira@hotmail.com

2 Professor, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFSM; fmacmec@gmail.com

3 Professora, Doutora em Engenharia de Produção, UFSM; profjanis@gmail.com

4 Professor, Doutor em Engenharia Mecânica, UFSM, romano@mecanica.ufsm.br

5 Professora, Doutora em Engenharia de Produção, IFSP; marcelavelina@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O processo de globalização mundial e a estagnação econômica em diferentes nichos de mercado contribuem para o surgimento de uma sociedade mais complexa. Desse modo, é necessário promover mudanças de atuações sociais para alcançar as novas capacidades de desenvolvimento que devem atender completamente às necessidades da sociedade atual. Nesse contexto, destaca-se o perfil dos profissionais de engenharia. Sua atuação não é mais exclusiva das áreas de exatas, e as suas características contemporâneas se desenvolvem com outras necessidades profissionais, como a da administração de empresas, da gestão de pessoas e do gerenciamento de projetos. O engenheiro caracteriza-se, assim, como um profissional multifuncional, que colabora para as organizações se manterem competitivas e estáveis (HEINIG; SCHLICHTING, 2015).

Os profissionais de engenharia precisam se atualizar constantemente para responder às mudanças do mercado e da sociedade (CAMPOS *et al.*, 2013). Devem estar preparados para atuar adequadamente com os novos produtos, processos e tecnologias presentes na 4ª Revolução Industrial, Internet das Coisas (IoT) e projetos autônomos relacionados com a mobilidade, como os novos tratores agrícolas, carros e caminhões (HEVELKE; NIDA-RÜMELIN, 2015; BANDA *et al.*, 2016). Assim, um dos elementos-chave é a progressão educacional que deve acontecer na engenharia (CANTO FILHO *et al.*, 2014).

No Brasil, as restrições orçamentárias influenciam a busca por alternativas de ensino e de aprendizagem. Logo, geram lacunas formais que se relacionam às etapas preliminares do ensino superior, contribuindo para o aumento do índice de reprovação e evasão nos cursos de engenharia, resultando na falta de profissionais eficientes no mercado de trabalho (CANTO FILHO *et al.*, 2014). Conforme Barbosa e Moura (2014), o modelo educacional de ensino de engenharia tem poucas chances de sobreviver nas próximas décadas, pois o sistema atual apresenta insuficientes mudanças organizacionais e funcionais na grade curricular. É necessário desenvolver atividades que incluam diferentes

práticas de solução de problemas, capacitação para os alunos inovarem/criarem e novas metodologias de ensino e de aprendizagem (ALVES; EIRA, 2015; BARDINI; SPALDING, 2017).

Porém, muitas vezes, o excesso de burocracia e a presença de infraestruturas rígidas não proporcionam as mudanças que são necessárias (VISAK, 2017). Esses fatores provocam os famosos anos intocáveis em cursos e programas de pós-graduação e em aulas de docentes com os mesmos conteúdos e metodologias durante quase uma vida, mesmo à manifestação contrária dos alunos. Há ainda que se considerar que grande parte dos alunos não está preparada e disposta a aceitar mudanças. Além disso, não há nenhuma melhoria factual e visível de resultados para a evolução educacional (ALVES; EIRA, 2015). Felizmente, com o acesso rápido à informação, novas formas de ensinar são utilizadas e os métodos obsoletos de seus ex-professores são descontinuados (ALVES; EIRA, 2015). Assim, novas experiências e competências práticas são desenvolvidas e podem evitar a discrepância entre a formação dos profissionais engenheiros e as exigências práticas das indústrias que também evoluem, no decorrer dos anos, em seus processos produtivos (CHUNG *et al.*, 2016).

A utilização de tecnologia para obter ganhos de eficácia e eficiência no ensino e aprendizagem é uma alternativa relevante (CHU *et al.*, 2017). Além disso, o desenvolvimento de projetos nos semestres iniciais que contemplam várias disciplinas diferentes são algumas das mudanças metodológicas adotadas atualmente. Trata-se da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), que se caracteriza por ser uma abordagem instrucional centrada no aluno e que está sendo implementada em muitas universidades em todo o mundo (DOLMANS *et al.*, 2016). A finalidade é trabalhar com projetos com fins educacionais que são divididos em quatro fases principais: intenção, planejamento, execução e julgamento. Sua contribuição está relacionada ao valor apresentado pela aprendizagem significativa, que é contrária à aprendizagem tradicional, do tipo verbal, descontextualizada e de ênfase teórica (BARBOSA; MOURA, 2014; VISAK, 2017).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho consiste em discutir os resultados obtidos

durante o desenvolvimento do Projeto “Máquinas de Leonardo da Vinci”, realizado na Universidade Regional e Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI – Santo Ângelo) do Estado brasileiro do Rio Grande do Sul, no ano de 2017, o qual proporcionou uma forma de estimular os alunos a praticar e exercitar o desenvolvimento da lógica de engenharia, por meio de atividades dinâmicas em uma ABP.

O projeto divide em grupos a turma do sexto semestre de Engenharia Mecânica, que realiza a disciplina de Introdução à Engenharia, para desenvolver o “produto” conforme algumas regulamentações e requisitos que o docente estabelece no projeto. Para estimular a competitividade, é oferecida de forma simbólica uma premiação para os três primeiros colocados. O estudo assume relevância, visto que no Brasil as discussões sobre o desempenho dos cursos de Engenharia se concentram em questões relacionadas às utilizações dos novos métodos de ensino, porém, ainda existem muitas lacunas educacionais a serem exploradas.

CONTEXTUALIZAÇÃO

Leonardo di Ser Piero da Vinci, ou simplesmente, Leonardo da Vinci, é considerado uma das figuras mais importantes do Alto Renascimento. Poucos relatos são descritos sobre sua infância, porém, desde cedo, suas invenções eram vistas como revolucionárias e inovadoras, ou seja, muito à frente de seu tempo. Leonardo nasceu em 1452, na comuna italiana de Vinci, na Toscana, situada no vale do rio Arno, dentro do território dominado à época por Florença. Era filho ilegítimo de Messer Piero Fruosino di Antonio da Vinci, um notário florentino, e Caterina, uma camponesa. Leonardo foi um polímata italiano, que se destacou como cientista, matemático, engenheiro, inventor, anatomista, pintor, escultor, arquiteto, botânico, poeta e músico (MARTINS; FARIA, 2014).

É ainda conhecido como o precursor da aviação e da balística. Leonardo frequentemente foi descrito como o arquétipo do homem do Renascimento, alguém cuja curiosidade insaciável era igualada apenas pela sua capacidade de invenção. É considerado um dos maiores

pintores de todos os tempos e, como possivelmente a pessoa dotada de talentos mais diversos a ter vivido (PINTO, 2015).

Leonardo é reverenciado por sua engenhosidade tecnológica. Concebeu ideias muito à frente de seu tempo, como o helicóptero, o tanque de guerra, o uso da energia solar, a calculadora, o casco duplo nas embarcações, e uma teoria rudimentar das placas tectônicas. Um número relativamente pequeno de seus projetos chegou a ser construído, durante sua vida (muitos nem mesmo eram factíveis), mas algumas de suas invenções menores, como uma bobina automática e um aparelho que testa a resistência à tração de um fio, entraram sem crédito algum para o mundo da indústria (PAULA, 2012).

Como cientista, foi responsável por grande avanço do conhecimento nos campos da anatomia, da engenharia civil, da óptica e da hidrodinâmica. Leonardo é considerado por vários o maior gênio da história, devido à sua multiplicidade de talentos para ciências e artes, sua engenhosidade e criatividade, além de suas obras polêmicas. Num estudo realizado em 1926, seu Quociente de Inteligência (Q.I.) foi estimado em cerca de 180. No campo da arte, mantém-se como uma referência pela obra A Mona Lisa (La Gioconda), que possui elementos que são copiados e adequados ao longo do tempo e do espaço (PINHEIRO-MACHADO, 2011).

Considerando a capacidade do desenvolvimento e aquisição de múltiplos conhecimentos, habilidades e atitudes, conhecidos como CHA (FRANÇA, 2015), percebe-se que são necessárias práticas pedagógicas que se proponham de maneira crítica a ultrapassar a reprodução e a repetição de conteúdos. Assim, a ideia de utilizar os projetos de máquinas desenvolvidos por Leonardo da Vinci surgiu a fim de que o aluno adquira habilidades como fazer consultas em livros, entender o que lê, tomar notas, fazer síntese, redigir conclusões, interpretar gráficos e dados, realizar experiências e discutir os resultados obtidos; e, ainda, usar instrumentos de medida quando necessário, bem como compreender as relações que existem entre os problemas atuais e o desenvolvimento científico. Dessa maneira, o professor irá cola-

borar para a construção da autonomia de pensamento e de ação, ampliando a possibilidade de participação social e desenvolvimento mental, capacitando os alunos a exercerem o seu papel de cidadãos do mundo.

METODOLOGIA

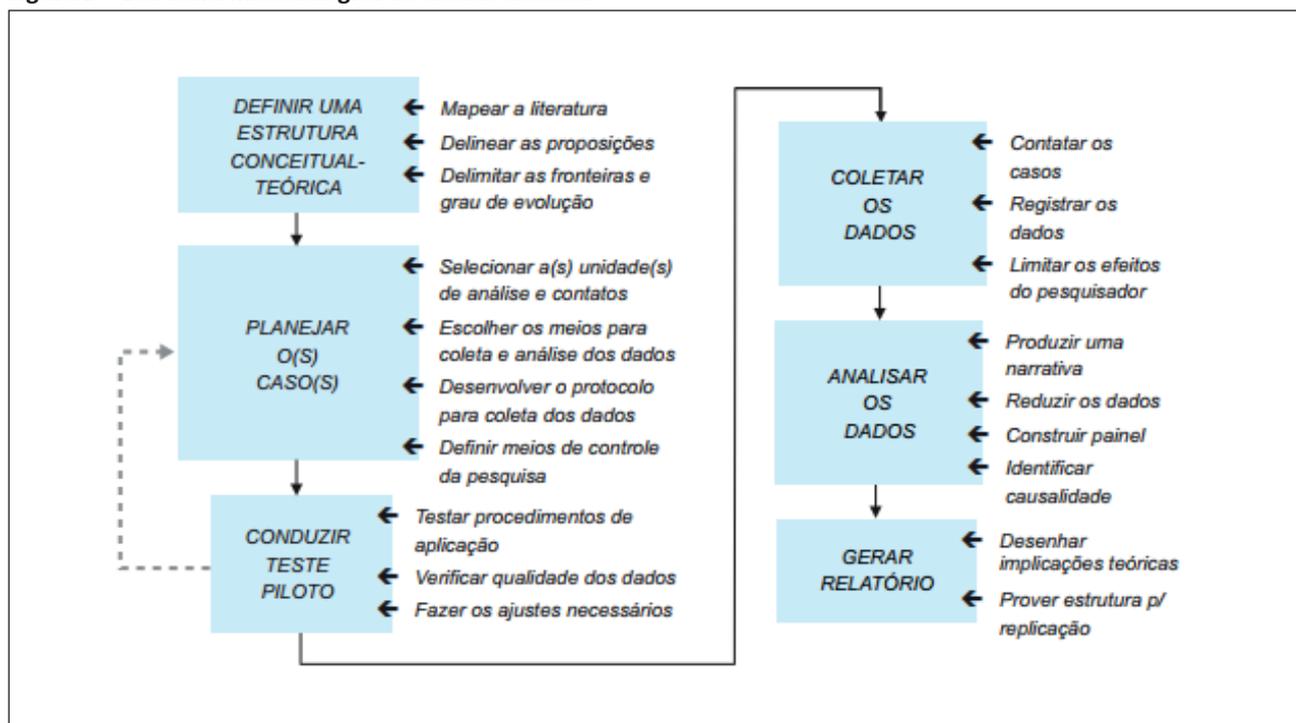
Esta seção apresenta aspectos pertinentes aos procedimentos metodológicos adotados para a realização da pesquisa. A partir do conceito central formulado como objetivo geral, foi estabelecida a metodologia para concretizar cada etapa do estudo.

Os projetos de aprendizagem são classificados em três tipos: explicativo, construtivo e investigativo (BARBOSA; MOURA, 2014).

Desse modo, o projeto das máquinas de Leonardo da Vinci caracteriza-se como ABP construtivo, visto que os alunos desenvolveram e construíram protótipos e cumpriram com a finalidade determinada pelo docente responsável pelos acadêmicos.

A metodologia utilizada no trabalho pode ser classificada como estudo de caso, conforme exhibe a Figura 1, com os princípios de aplicação da ABP. A tipologia da abordagem selecionada na pesquisa foi a qualitativa, devido à análise realizada nos projetos finais das Máquinas de Leonardo da Vinci. Assim, a principal fonte de informação são os dados secundários provenientes de cada equipe que fez parte do projeto.

Figura 1 – Estrutura metodológica do estudo de caso.



Fonte: MIGUEL, 2007.

O estudo de caso foi realizado na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Santo Ângelo, com os alunos do sexto semestre do curso de Engenharia Mecânica, no ano de 2017, na disciplina de Mecânica Geral.

Além disso, o projeto envolveu também egressos do curso que foram responsáveis por julgar as máquinas desenvolvidas pelos estu-

dantes. Os critérios avaliados foram: criatividade, *design*, sustentabilidade e acabamento. Quanto aos fins, a pesquisa foi descritiva, pois teve a finalidade de descrever a importância da metodologia de ABP no ensino de Engenharia. Quanto aos meios, a pesquisa pode ser definida como bibliográfica, necessária para realizar uma investigação sobre os assuntos pertinentes

ao tema do estudo e ao desenvolvimento de metodologias de produto (BACK *et al.*, 2008).

No item “Definir uma estrutura conceitual-teórica”, realizou-se um mapeamento da literatura sobre as máquinas desenvolvidas por Leonardo da Vinci, incluindo gestão do desenvolvimento de produto e gerenciamento de projeto. Esse mapeamento teve como finalidade localizar os principais tópicos no contexto da literatura disponível na área do projeto. Para o “Planejar o caso”, preservaram-se os princípios do método científico, simultaneamente garantindo aos discentes a oportunidade de vislumbrarem a completude do projeto e vivenciarem suas partes no semestre em que estavam participando. Além disso, foram consideradas como diretrizes para o desenvolvimento do produto quatro principais etapas: (i) a elaboração da proposta de solução; (ii) o desenvolvimento da solução e sua concepção; (iii) o plano de implementação, monitoramento da solução e construção do protótipo; e (iv) a aplicação do plano de implementação e monitoramento da solução, incluindo relatório e análise descritiva da máquina escolhida pelo grupo. Destaca-se que, como um dos fatores de avaliação era a sustentabilidade, grande importância foi dada às equipes que utilizaram materiais recicláveis ao longo da construção do protótipo da máquina.

Algumas equipes realizaram reuniões semanais para construir o planejamento do seu protótipo. Cada equipe escolheu seu líder/gerente de projeto. Esse líder foi o responsável por organizar a equipe, estipular tarefas e fazer um cronograma de projeto, com os prazos de cada tarefa realizada, definindo as datas de encontros com o restante do grupo. O líder também foi o responsável por marcar as datas de construção.

Para a realização do terceiro e quarto itens, “Conduzir teste piloto” e “Coletar os dados”, estruturaram-se matrizes funcionais de responsabilidades, do tipo discentes *versus* tarefas, em que cada discente, ou grupo de discente – descrito como área técnica –, ficou como responsável pelo planejamento, execução, checagem e exposição final, em forma relatório, das tarefas previamente propostas. Além disso, nomearam-se as equipes e cada discente foi responsável por tarefas, de modo que possibilitasse verificar a qualidade do pla-

nejamento de projeto de cada equipe, visando ao seu aprimoramento e readequações.

Para a condução do quinto e sexto passos “Analisar os dados” e “Gerar relatório”, avaliaram-se os relatórios entregues por cada líder de equipe ao docente, em que os resultados das tarefas previstas foram apresentados em forma de relatórios parciais e finais. Por fim, destaca-se a utilização de ferramentas de coordenação e integração para trabalhar em equipe e conhecer a divisão de tarefas e a capacidade de lidar com informações incompletas e conflitantes, e, por falta de experiência com a escrita científica ou pelo conhecimento técnico para fabricar o protótipo, desenvolveram iniciativas para alcançar soluções de projeto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Projeto Máquinas de Leonardo da Vinci objetivou incentivar os alunos do sexto semestre do curso de Engenharia Mecânica ao ambiente de projeto, tendo em vista o desenvolvimento do trabalho em equipe e do raciocínio lógico, sendo que as equipes precisaram desenvolver estratégias de projeto, organização de cronogramas e cumprimento de prazos, a fim de alcançar a maior pontuação durante a competição. Outra análise se refere aos métodos e às utilidades que cada equipe desenvolveu, ao longo do tempo, que caracterizam suas técnicas de pesquisa e iniciativas para poder solucionar problemas ou necessidades técnicas.

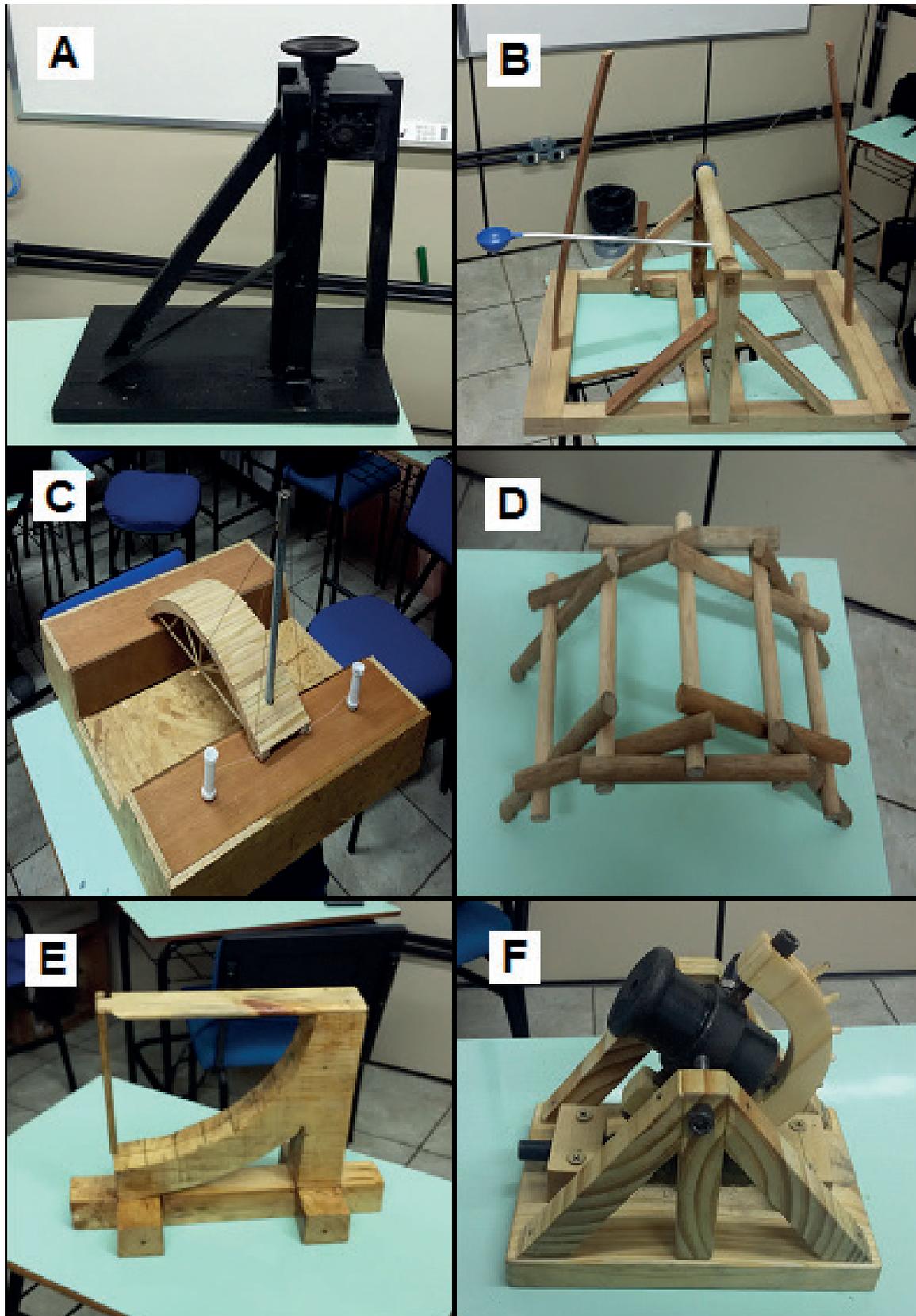
Na Figura 2 estão os protótipos que fizeram parte do Projeto Máquinas de Leonardo da Vinci. As equipes iniciaram o projeto realizando o planejamento no decorrer de algumas aulas e no ambiente externo da Universidade. Com propostas de diferentes participantes e integrantes das referidas equipes, houve o andamento do projeto e também seu prosseguimento.

Após discussões do modelo e de esboços da representação do protótipo das máquinas, definiram-se os critérios internos das equipes, conforme explícito anteriormente, em diretrizes para o desenvolvimento do produto, para adequar os fatores mais apropriados para o desenvolvimento do projeto. Ressalta-se que parte dos materiais que perfazem os produtos “Máquinas Leonardo da Vinci” são decorren-

tes de materiais recicláveis. Alguns grupos de alunos seguiram metodologias de desenvolvimento de produto destacados nos estudos de

Silveira, Machado e Ruppenthal (2017), com a finalidade de dar melhor continuidade ao andamento dos projetos.

Figura 2 – Máquinas de Leonardo da Vinci desenvolvidas.



Fonte: Arquivo dos autores (2017).

O Projeto Máquinas de Leonardo da Vinci foi desenvolvido por professores do curso de Engenharia Mecânica, por meio da metodologia ABP aplicada aos alunos de Engenharia Mecânica, com a intenção de sair da rotina aula-teoria. No dia da apresentação, houve a presença de estudantes, professores e egressos que foram responsáveis pela avaliação dos trabalhos e suas respectivas apresentações. Os modelos desenvolvidos pelos acadêmicos, conforme a Figura 2, foram os seguintes: a) bomba de parafuso; b) *springald*; c) ponte levadiça; d) ponte autoportante; e) anemômetro; e f) canhão. É importante destacar que, na “Era da Informação”, os diferentes projetos de máquinas de Leonardo da Vinci despertam o interesse

dos alunos em pesquisar, procurar e analisar diferentes meios e contextos de informação para dar início ao desenvolvimento de cada produto. Assim, os acadêmicos podem aprender a selecionar os melhores critérios de projeto, conforme seus ideais, e também a escolher as fontes de informação que contemplam conceitos e instruções para alcançar o melhor desempenho.

Desse modo, conforme o Quadro 1, a metodologia de ABP apresenta seis principais elementos que podem ser considerados como fundamentais para uma adoção de sucesso no ambiente educacional e que o Projeto Máquinas de Leonardo da Vinci desenvolveu em sua plenitude.

Quadro 1 – Elementos do ABP aplicados ao Projeto Máquinas Leonardo da Vinci.

Elementos	Descrição
Conteúdo Relevante	O projeto trabalha nos conceitos-chave das disciplinas acadêmicas a partir de uma ideia de máquina de engenharia.
Habilidades para o século XXI	Busca respostas para os problemas, em que os alunos devem buscar referências em diferentes fontes de informação, e precisam executar pensamento crítico, habilidade de resolução de problemas, inovação, colaboração e várias formas de comunicação.
Questionamentos Abertos	Estimular o aprendizado mais aprofundado, debates, desafios e problemas, usando recursos e desenvolvendo as respostas.
Espírito de Exploração	Parte do processo de aprender e criar algo novo com curiosidade e motivação, com problemas que os alunos acham intrigantes e enquadram sua exploração.
Necessidade de Saber	Os alunos veem a necessidade de adquirir conhecimento, entender conceitos e aplicar habilidades para responder à questão de condução e criar produtos ou resultado final do projeto.
Voz e Escolha	Os alunos aprendem a trabalhar de forma independente, assumindo riscos e mostrando seus pontos de vista. Fazem suas escolhas sobre o produto, sobre como trabalham, e como eles usam o tempo, ao serem guiados pelo professor.
Revisão e Reflexão	Os estudantes devem aprender a dar e receber <i>feedback</i> para melhorar a qualidade do produto no qual estão trabalhando, além de refletir em como estão aprendendo.
Apresentar ao público	Ao mostrar o produto de seu esforço para outras pessoas, aumenta-se a motivação dos alunos a fazerem trabalhos de melhor qualidade.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Nesse contexto, destaca-se que a metodologia tradicional no ensino de engenharia propõe um problema ao final da apresentação de um conceito. Porém, o método ABP é uma ferramenta eficiente que pode ser utilizada para integrar a teoria com a prática, ou seja, relacionar o meio acadêmico com as diversidades do

mercado de trabalho (DOLMANS *et al.*, 2016). Além disso, o modelo de ensino da ABP colabora para que parcerias com empresas sejam realizadas para proporcionar, assim, uma evolução nas atitudes e posturas dos futuros profissionais (PINTO *et al.*, 2015; BIE, 2016).

É importante frisar que, ao longo do desenvolvimento do projeto, os professores e os alunos buscaram juntos as soluções possíveis para o problema; para tanto, focados no questionamento, partem para a coleta de informações em diversas fontes, ou seja, na literatura, com profissionais da área, nos laboratórios de produtos, nos recursos tecnológicos, entre outros. De posse das informações coletadas, o docente propôs aos alunos discussões críticas sobre os temas pesquisados e, conseqüentemente, selecionaram os conhecimentos relevantes para a aprendizagem significativa. Assim, o mesmo projeto realizado por grupos/equipes diferentes pode chegar a resultados completamente diversos e, principalmente, no final, acrescentar aprendizados variados.

CONCLUSÕES

A partir das análises da revisão de literatura e dos resultados da pesquisa empírica sobre máquinas de Leonardo da Vinci, gestão do desenvolvimento de produto e gerenciamento de projeto, algumas considerações finais e sugestões para pesquisas futuras podem ser apresentadas.

Todos os alunos concluíram seus protótipos e participaram do Projeto Máquinas de Leonardo da Vinci. Apesar das variações no *design* dos projetos e produtos entre as equipes, pôde-se verificar que os objetivos de aprendizagem delineados pela ABP foram alcançados. Além disso, os padrões dos projetos foram aceitáveis e desejáveis, visto que o desenvolvimento foi realizado por alunos do sexto semestre da Engenharia Mecânica. As tarefas foram todas realizadas e cumpridas dentro dos prazos estabelecidos pelo regulamento da competição, demonstrando, assim, que os alunos apresentam competências relativas à gestão de cronograma do projeto.

A metodologia da ABP comprovou que as concepções educacionais do Projeto Máquinas de Leonardo da Vinci melhoraram a capacidade de trabalho cooperativo, de análises e solução de problemas, capacidades de planejamento e visão focada em gestão de projetos. Dessa forma, os resultados demonstram que a utilização da ABP na Engenharia proporciona

um conhecimento para os alunos de um valor inquestionável em seu processo formativo. Assim, ao chegarem no mercado de trabalho, esses alunos apresentarão experiências para as práticas profissionais.

Como principais limitações do estudo, salientam-se que: a) o tipo de pesquisa empregado, exploratório e qualitativo, um processo flexível, semiestruturado e com amostragem reduzida, proporciona resultados que auxiliam apenas na compreensão e/ou obtenção de *insights* sobre os assuntos investigados; o método de coleta de dados aplicado, entrevista pessoal e em profundidade, está sujeito a subjetividade, experiência e percepção do pesquisador (docente) e dos discentes, o que pode ter ocasionado vieses de mensuração, como interferência, falhas de compreensão e erros de interpretação.

Por fim, entende-se que as mudanças de hábitos e práticas educacionais não é uma tarefa fácil de se realizar. Desenvolver projetos educacionais pode causar insegurança para os professores, o que instiga uma resistência. As práticas educacionais na Engenharia tendem a se repetir mesmo com os docentes em início de carreira, porém, mudar é inevitável frente aos perfis estudantis atuais. Em síntese, destacam-se algumas propostas para trabalhos futuros com a utilização do método de ABP: a) relacionar com a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABProb) o Projeto Máquinas de Leonardo da Vinci; b) fazer comparativos da evolução dos projetos e protótipos dos alunos com as próximas edições das Máquinas de Leonardo da Vinci; e c) verificar com alunos egressos, como o método de ABP colaborou ou foi instrumento de auxílio até o término dos estudos na Universidade e se favoreceu, do ponto de vista prático, a assimilação da teoria aplicada com as disciplinas de semestres posteriores, como processos de fabricação, gestão de projetos, metodologia da pesquisa, entre outras.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. C.; EIRA, R. A aprendizagem implícita do empreendedorismo no desenvolvimento de projetos interdisciplinares. In: I JORNADAS ENSINO DO EMPREENDEDORISMO EM PORTUGAL, 2015, Portugal. **Anais...** Portugal: JEEP, 2015, p. 8-24.

- BACK, N. *et al.* **Projeto Integrado de Produtos: planejamento, concepção e modelagem.** Barueri, SP: Manole, 2008.
- BANDA, G.; BOMMAKANTI, C. K.; MOHAN, H. One IoT: an IoT protocol and framework for OEMs to make IoT-enabled devices forward compatible. **Journal of Reliable Intelligent Environments**, v. 2, n. 3, p. 131-144, 2016.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem no ensino de engenharia. In: XIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND TECHNOLOGY EDUCATION, 2014, Guimarães, Portugal. **Anais...** Portugal: COPEC, 2014, p. 110-116.
- BARDINI, V. S. S.; SPALDING, M. Aplicação de metodologias ativas de ensino-aprendizagem: experiência na área de engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 36, n. 1, p. 49-58, 2017.
- BIE – The Buck Institute for Education, 2016. **What is Project-Based Learning.** The Buck Institute for Education, 2016. Disponível em <http://bie.org/about/what_pbl>. Acesso em: maio 2017.
- CANTO FILHO, A. B.; LIMA, J. V.; TAROUÇO, L. M. R. Projeto e uso de Objetos de Aprendizagem: explorando as dimensões afetiva e cognitiva. **Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación**, n. 14, p. 7-17, 2014.
- CAMPOS, L. C.; LIMA, M. R.; ALVES, A.; MESQUITA, D.; MOREIRA, F.; CAMPOS, B. C. O. Fatores críticos num processo de Aprendizagem Baseada em Projetos? Percepções de estudantes de 1º ano de Engenharia. In: 5th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PROJECT APPROACHES Proceedings... **Engineering Education**, 2013, Eindhoven – The Netherlands; Guimarães, Portugal: Graphic Design – Gen Comunicação Visual, 2013. v. 1. p. ID69.1-ID69.11.
- CHU, S. K. W. *et al.* The effectiveness of wikis for project-based learning in different disciplines in higher education. **The Internet and Higher Education**, v. 33, p. 49-60, 2017.
- CHUNG, P.; YEH, R. C.; CHEN, Y. C. Influence of problem-based learning strategy on enhancing student's industrial oriented competences learned: an action research on learning weblog analysis. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 26, n. 2, p. 285-307, 2016.
- DOLMANS, D. H. J. M.; LOYENS, S. M. M.; MARCQ, H.; GIJBELS, D. Deep and surface learning in problem-based learning: a review of the literature. **Advances in Health Sciences Education**, v. 21, n. 5, p. 1087-1112, 2016.
- FRANÇA, A. C. L. **Práticas de Recursos Humanos – PRH.** São Paulo: Atlas, 2015.
- HEINIG, O. L. O. M.; SCHLICHTING, T. S. Aprendizagem ativa na engenharia: um enfoque nas práticas de linguagem. **Revista Eletrônica Engenharia Viva**, v. 1, p. 21-28, 2015.
- HEVELKE, A.; NIDA-RÜMELIN, J. Responsibility for crashes of autonomous vehicles: an ethical analysis. **Science and Engineering Ethics**, v. 21, n. 3, p. 619-630, 2015.
- MARTINS, N. S. M.; FARIA, N. M. Arte e Design em um mundo possível contemporâneo: instigante ousadia. **Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo**, v. 14, n. 2, 2014.
- MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: Estruturação e recomendações para sua condução. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.
- PAULA, E. F. Inventores e suas ideias brilhantes. **Revista NUPEM**, Campo Mourão, v. 4, n. 7, 2012.
- PINHEIRO-MACHADO, R. Mona Lisa made in China: refletindo sobre cópia e propriedade intelectual na sociedade chinesa a partir do caso de Dafen. **PROD – Revista de Antropologia e Arte**, v. 1, n. 3, 2011.
- PINTO, F. M. A cidade ideal de Leonardo Bruni. **MORUS – Utopia e Renascimento**, v. 10, 2015.
- PINTO, C. P. *et al.* Planejamento, condução e análise do método de avaliação de uma disciplina do curso de Engenharia de Produção fundamentada na aprendizagem baseada em problemas. **Revista Produção Online**, v. 15, n. 2, p. 671-695, 2015.
- SILVEIRA, F.; MACHADO, F. M.; RUPPEN-THAL, J. E. **Processo de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas.** Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, 2017. v. 1. 77p.
- VISAK, V. N. Team-based learning for first year engineering students. **Education for Chemical Engineers**, v. 18, p. 26-34, 2017.

DADOS DOS AUTORES

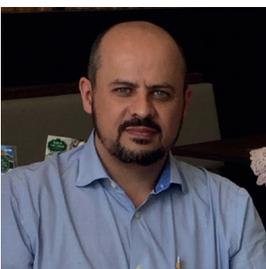
Franco da Silveira – Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Regional e Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI). Mestrando em Engenharia de Produção do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria (PPGEP/UFSM). Membro e pesquisador do Núcleo de Inovação e Competitividade (NIC). Participou como administrador do Projeto URI BAJA MISSIONEIRO no ano de 2014, para a 12ª Competição BAJA SAE BRASIL - Etapa SUL.



Filipe Molinar Machado – Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Regional e Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI). Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria (PPGEP/UFSM). Doutorando em Engenharia Agrícola no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Santa Maria (PPGEA/UFSM). Professor no Departamento de Engenharias e Ciências da Computação (URI), *campus* Santo Ângelo. É Perito Criminal, área Engenharia Mecânica, no Instituto-Geral de Perícias (IGP-RS).



Janis Elisa Ruppenthal – Graduada em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (PPGEP/UFSC). Professora dos Cursos de Engenharia da Universidade Federal de Santa Maria desde 1996. Atua também no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da UFSM (PPGEP/UFSM).



Leonardo Nabaes Romano – Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestrado e Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (PPGEP/UFSC). Pesquisador de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora (DT-II CNPq). É Professor Associado do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSM, atuando como docente no Curso de Graduação em Engenharia Mecânica e nos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e em Engenharia de Produção da UFSM.



Marcela Avelina Bataghin Costa – Graduada em Administração pelo Centro Mineiro de Ensino Superior. Especialista MBA Gestão Estratégica em Finanças pela Universidade Federal de São João del Rei. Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos (PPGEP/UFSCar). Professora do Curso Superior de Tecnologia em Processos Gerenciais e Curso Técnico em Qualidade do IFSP – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - *Campus* de São Carlos. Participa dos grupos de pesquisa NEPGEST (IFSP) e GEPEQ (UFS-Car).