METODOLOGIA POR APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS EM DISCIPLNA DE ENSINO SUPERIOR NO SISTEMA REMOTO-ONLINE

Francisco de Assis Toti (francisco.toti01@fatec.sp.gov.br), Marcos Vinicius Fernandes Pontes (marcos.pontes@fatec.sp.gov.br), José Josimar de Oliveira (jose.oliveira90@fatec.sp.gov.br), Samuel Mendes franco (samuel.franco@fatec.sp.gov.br) Amilton Joaquim Cordeiro de Freitas (amilton.freitas@fatec.sp.gov.br)

Centro Paula Souza (CPS) ; Faculdade de Tecnologia de Sorocaba

RESUMO: *A mudança repentina do ensino presencial para o remoto online vivenciada atualmente fortaleceu ainda mais a aplicação de metodologias para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, principalmente de disciplina de final de curso que contempla a prática de laboratório em cursos do eixo de produção industrial. As competências socioemocionais e individuais são fundamentais para a formação de profissionais altamente qualificados para atuarem num sistema produtivo flexível e globalizado, destacando a interação com a emergente 4ª revolução industrial – Industria 4.0. O presente trabalho tem como objetivo apresentar a metodologia por aprendizagem baseada em projeto – ABP, na disciplina de Desenvolvimento de Produto Integrado – DIPVI, do curso superior de tecnologia de manufatura avançada. A metodologia ABP, proporcionou aos alunos autonomia para apresentarem suas ideias, escolher o grupo que queriam participar, trabalhar em grupo, interagindo simultaneamente de forma síncrona com outros grupos, desenvolvendo suas competências individuais e socioemocionais. O resultado obtido foi a finalização do projeto intitulado "Projeto do 4º eixo para adaptação em máquina-ferramenta fresadora CNC".*

PALAVRAS-CHAVE: *APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO, ENSINO HÍBRIDO, INTERDISCIPLINARIDADE*

PROJECT-BASED LEARNING METHODOLOGY IN HIGHER EDUCATION SUBJECT IN THE ONLINE-REMOTE SYSTEM

ABSTRACT: *The sudden change from face-to-face to online remote teaching currently experienced has further strengthened the application of methodologies to assist in the teaching-learning process, especially in the end-of-course discipline that includes laboratory practice in courses in the axis of industrial production. Socio-emotional and individual skills are essential for the training of highly qualified professionals to work in a flexible and globalized production system, highlighting the interaction with the emerging 4th industrial revolution – Industry 4.0. This paper aims to present the project-based learning methodology – Pbl, in the discipline of Integrated Product Development – DIPVI, from the advanced manufacturing technology course. The PBL methodology gave students autonomy to present their ideas, choose the group they wanted to participate in, work in groups, simultaneously interacting synchronously with other groups, developing their individual and socio-emotional skills. The result obtained was the completion of the project entitled "Project of the 4th axis for adaptation in CNC milling machine tools".*

KEYWORDS: *PROJECT-BASED LEARNING, HYBRID TEACHING, INTERDISCIPLINARITY*

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis por este trabalho.

1. INTRODUÇÃO

No processo de aprendizagem do ensino superior é crescente a utilização de metodologias ativas que desenvolvam nos alunos as competências socioemocionais e individuais na busca pelo conhecimento e consequentemente na resolução de problemas. Aliado a isso, a utilização do sistema remoto *online* avançou tanto no setor educacional, acelerando a implantação do ensino híbrido, como para outros setores atuantes em uma sociedade cada vez mais digital e globalizada. De acordo com Polonia *et al.* (2020), as preocupações que circundam a formação no ensino superior envolvem desde as interações sociais, perpassando pela dimensão de conteúdo, conhecimento e saberes que auxiliam o aluno na formação da sua identidade profissional.

Para Valente *et al.* (2018), é importante reconsiderar o currículo e as metodologias que colocam o aluno no centro do processo educativo, visto que as metodologias caracterizadas como ativas estão relacionadas com a aplicação de práticas pedagógicas para envolver os alunos em atividades práticas em que são protagonistas de sua aprendizagem. Holdsworht e Hegarth (2016), avaliaram a aprendizagem por projeto e consideraram que a característica da educação atual é o conhecimento entendido e definido como competências transmitidas ao aluno, por um educador atuando como facilitador da transmissão do conhecimento.

A Metodologia Ativa – MA conduz o aluno no processo de ensino-aprendizagem através do estímulo proporcionando uma visão objetiva à busca do conhecimento. Paiva *et al.* (2016), na revisão integrativa das metodologia ativas constataram seus benefícios no ensino-aprendizagem, destacando o desenvolvimento da autonomia do aluno com uma visão crítica da realidade e de como trabalhar em equipe integrando teoria e prática. Segundo Wende *et al.* (2021), a aprendizagem centrada no aluno é uma abordagem inter-relacionada com a aprendizagem ativa, tendo a intenção de potencializar a aprendizagem por experiência, aumentando a motivação dos alunos e consequentemente tornando-os responsáveis por seu próprio.

De acordo com Bacich e Moran (2017), as metodologias ativas mostram a possibilidade de transformar aulas em experiências mais vivas de aprendizagem e significativas para os alunos da cultura digital. Para Pavanelo *et al.* (2017), esses alunos são integrantes dessa nova sociedade digital fundamentada no conhecimento e informação, na qual, a ciência e tecnologia são as chaves para o desenvolvimento econômico. De acordo com Toti *et al.* (2020), o setor educacional atualmente, nos seus diversos níveis de formação, em especial na área da engenharia busca com uma visão objetiva preparar o formando do amanhã e para isso vem se adequando para que o ensino seja cada vez mais integrado e dinâmico. Entretanto, o estudo deve ser aprofundado quanto as competências que devem ser desenvolvidas pelas metodologias ativas em disciplinas de determinadas áreas e semestre de cursos voltados para a engenharia mecânica e industrial.

2. METODOLOGIA POR APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

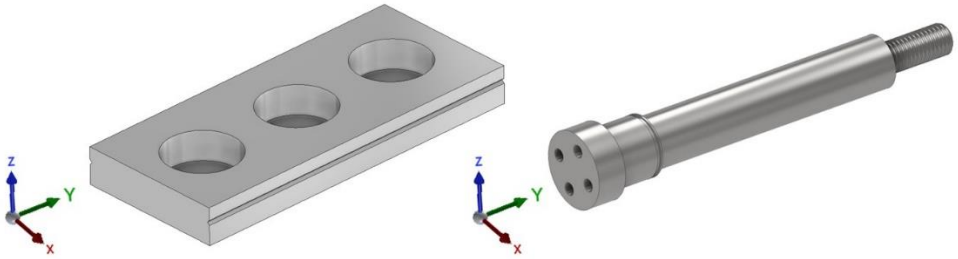
A metodologia ativa por Aprendizagem Baseada em Projetos - ABP mais referenciada como *Project-Based Learning* - PBL, conduz o aluno a buscar a solução que atenda o maior número de variáveis da hipótese de determinado problema. Com isso, desenvolve de forma autônoma suas competências individuais e socioemocionais, bem como a habilidade de trabalhar em equipe. Segundo Velesov *et al.* (2019), A aprendizagem baseada em projetos é definida como uma espécie de atividades separadas, organizadas, com tempo determinado, objetivando a resolução de um problema específico, que deve resultar num produto. Na metodologia ativa ABP, o trabalho em grupo deve ser valorizado de tal forma que as atividades desenvolvidas pelos seus membros ocorram num ambiente criativo, inovador e participativo.

No estudo sobre aprendizagem baseada no PBL, no curso de engenharia de materiais enfatizando "O que os discentes dizem", Silva e Salgado (2019), concluíram a necessidade de intensiva orientação pedagógica quanto a utilização da metodologia, destacando que embora os alunos tivessem finalizado o projeto, apresentaram poucas certezas quanto a importância da metodologia apresentada. Concluíram e reconheceram também, a importância do trabalho em grupo que motivou e contribuiu muito para a aprendizagem dos participantes.

Para Miller e Krajcik (2019), na ABP o aluno demonstra compreensão científica de ideias e práticas crescente ao longo do tempo, entretanto, o desenvolvimento de tal conhecimento requer um projeto coerente envolvendo a estrutura curricular do curso. Nesse contexto, a metodologia ABP foi aplicada na disciplina Desenvolvimento Integrado do Produto - DIPVI, alocada no sexto semestre, do curso superior de tecnologia em manufatura avançada estruturado por competências (conhecimento, habilidade e atitude). Os alunos participantes desenvolveram o projeto na forma remota *online* em função do distanciamento social, tornando ainda mais desafiador a sua execução, entretanto, o laboratório que contêm a linha flexível de manufatura utilizada no projeto foi amplamente estudado na forma presencial, nos semestres dos anos de 2018 a 2019.

2.1. Projeto

O projeto proposto refere-se a linha flexível de manufatura por remoção de material que opera um lote de 1.400 peça/mês do produto P01, com eficiência de 80 % em turno de produção de 8horas/dia e que se pretende inserir na linha o lote de 1.000 peças/mês do produto semiacabado P02. A máquina-ferramenta fresadora de Controle Numérico Computadorizado - CNC na linha dispõe de três eixos para movimentação da ferramenta de corte. A Figura 1a exibe o modelo 3D, desenvolvido no *software Inventor Autodesk®* versão 2021, do produto P01 e a Figura 1b exibe o modelo do produto P02 com a indicação dos três eixos (x, y e z) utilizados na manufatura.



(a) (b)

FIGURA 1. Produto P01 (a). Produto semiacabadoP02 (b). Fonte: próprio autor (2021).

3. METODOLOGIA

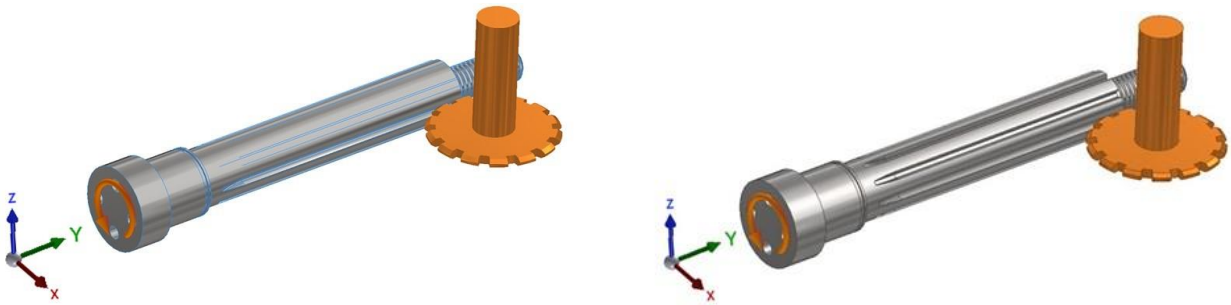
O projeto foi desenvolvido por 16 alunos na Disciplina de Desenvolvimento de Projeto Integrador- DIPVI, do sexto semestre, do curso superior de tecnologia de manufatura avançada, tendo o auxílio de professores e auxiliares de docente pelo sistema remoto *online*, utilizando o *software Teams®* da *Microsoft*. A Figura 2 exibe o ambiente utilizado do laboratório *Intelligence Computer Integrated Manufacturing* - ICIM-FESTO®, contendo a linha flexível de manufatura em que os alunos desenvolveram estudos na forma presencial em semestres anteriores do ano de 2020.

FIGURA 2. Ambiente do laboratório ICIM-FESTO® Fonte: próprio autor (2021).

As etapas desenvolvidas na metodologia ABP são apresentadas a seguir:

a) apresentação do projeto - nessa etapa foi avaliada a necessidade e construída a situação problema envolvendo desde o armazenamento do estoque da matéria prima, transporte na esteira, gargalo da produção, análise de tempos na automação e controle do processo, linguagem de programação e número de direções em que a ferramenta de corte pode se mover.

b) avaliação das soluções - nessa etapa os alunos formaram um grupo em que todos participaram intensamente na avaliação das soluções. Após análise, concluíram que a maior dificuldade estava na máquina-ferramenta fresadora, visto que o número de direções que a ferramenta de corte pode se mover são as três direções x, y e z, ou seja "3 eixos" e, para a manufatura do produto semiacabado P02 é necessário o 4º eixo. A Figura 3a exibe a usinagem do primeiro entalhe com a ferramenta de corte e o 4º eixo na rotação indicado na face do produto semiacabado P02. A Figura 3b exibe os entalhes finalizados, após simulação com o 4º eixo.



(a) (b)

FIGURA 3. Simulação de um entalhe do produto P02 (a). Simulação de todos os entalhes posicionados angularmente com a utilização do 4º eixo (b). Fonte: próprio autor (2021).

c) Comunicação da solução – nessa etapa os alunos comunicaram a hipótese que atendesse o maior número de variáveis do projeto, visto que, nenhuma alteração poderia ocorrer no *layout* do laboratório em função de ser patrimônio. Cabe ressaltar, que essa etapa foi a mais difícil em função do ensino remoto *online*, pois ocorreram durante o semestre problemas de conexão e instabilidade na internet. Nesse contexto, a hipótese definida e comunicada foi "Desenvolvimento de Dispositivo JIG para implementação do 4º eixo na máquina-fresadora CNC do Laboratório ICIM-FESTO"

d) Divisão dos grupos – após os alunos comunicarem a hipótese, o grupo foi subdividido em quatro, segundo critério definido por eles em que cada grupo ficou responsável por uma frente de trabalho, as quais foram desenvolvidas de forma síncrona e interligadas. As quatro frentes de trabalho são descritas a seguir:

i - projeto e desenvolvimento.
Ii - programação.
iii - detalhamento do projeto.
iv - documentação e informações *in cloud.*

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na etapa da avaliação das soluções, a autonomia dada aos alunos de como se expressarem de acordo com os recursos que dispunham, a criatividade se destacou como uns dos pontos fortes. Notou-se também no decorrer principalmente dessa etapa, que em função do aluno estar participando na forma remota-*online*, se sentiu mais seguro em criar e propor soluções para análise e parecer do grupo. Com isso, o estudo deve ser aprofundado quanto a aplicação da metodologia ABP na forma presencial e remota para melhor compreensão e melhoria no processo do ensino-aprendizagem. As Figuras 4a, 4b e 4c ilustram como os alunos avaliaram e apresentaram através de imagens postadas no *chat* do *software Teams®*, as prováveis soluções de acordo com os recursos que dispunham de forma criativa. Observa-se a na Figura 4b a criatividade do aluno na avaliação de uma solução para construção da hipótese.

(a) (b) (c)

FIGURA 4. Esboço cotado do palete (a). Proposta da geometria de um eixo para movimentação do 4º eixo (b). Circuito de teste do motor de passo (c). Fonte: próprio autor (2021).

Após essa etapa, ocorreu a comunicação da hipótese do Desenvolvimento de Dispositivo - JIG para implementação do 4º eixo na máquina-fresadora do laboratório e consequentemente a divisão dos grupos. É importante destacar que, inicialmente, na apresentação do projeto, os alunos propuseram trabalhar com os grupos formados anteriormente em outras disciplinas, entretanto, após a explicação da metodologia proposta, ficou decidido que a divisão do grupo ocorreria após a definição da hipótese. Após a definição dos grupos pelos alunos, foi perguntado se houve alteração na formação inicialmente proposta. Em resposta, informaram que não foi a mesma formação, pois durante a avaliação das soluções, naturalmente eles foram se identificando com as atividades que cada grupo iria desenvolver. Em seguida, os grupos trabalharam de forma sincronizada em que cada membro de determinado grupo tinha sua tarefa específica.

A Figura 5 exibe o subconjunto suporte do dispositivo JIG projetado pelos alunos em que a preocupação estava focada em garantir o armazenamento, transporte na esteira e manipulação do braço robótico para posicionar o suporte com o produto P02, no mesmo tipo de mordente utilizado na máquina-ferramenta fresadora CNC da linha flexível. Isso se deve, em função do planejamento e análise de tempos e métodos quanto a alternância da manufatura dos produtos P01 e P02, sendo a melhor solução encontrada para obtenção de alta produtividade no menor tempo possível. Nesse contexto, fica evidente a importância da metodologia por Aprendizagem Baseada em Projetos - ABP, pois cada detalhe tem que ser avaliado quanto a sua influência em maior ou menor grau, com uma visão objetiva do projeto como um todo.

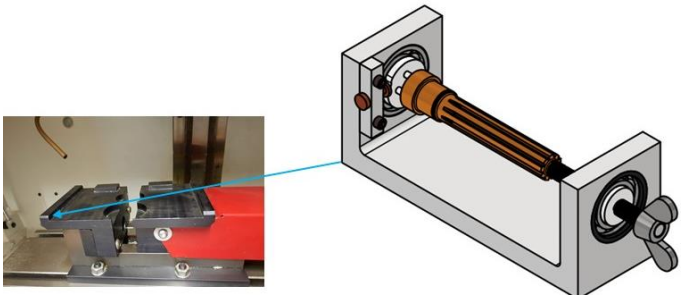


FIGURA 5. Subconjunto suporte do dispositivo JIG indicando o posicionamento no mordente da máquina-ferramenta fresadora. Fonte: próprio autor (2021).

A Figura 6 mostra a segunda parte do subconjunto acionamento do Dispositivo JIG projetado pelos alunos para rotacionar o produto P02, ou seja, o 4º eixo de movimentação angular e posicionamento para a usinagem. Nota-se que a proposta, conforme ilustrada na Figura 4b, foi comunicada como parte para solução do projeto, sendo o eixo de acoplamento e movimentação angular. Isso evidencia o desenvolvimento das competências individuais quanto ao desempenho, habilidades e atitudes dos alunos na metodologia ABP.

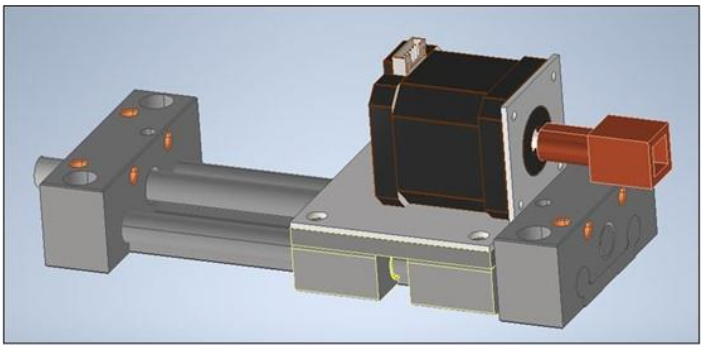


FIGURA 6. Subconjunto acionamento do dispositivo JIG. Fonte: próprio autor (2021).

A Figura 7 exibe o projeto do dispositivo JIG – versão 01 com a implementação do 4º eixo na máquina-fresadora. Nota-se que o dispositivo é composto por componentes mecânicos, pneumáticos, elétricos, eletrônicos (microcontrolado), aliado a isso, compõem esse dispositivo a programação do JIG e *software* Supervisório *CIROS Production - Supervision* FESTO®. Vários comentários foram postados no *chat* da aula após a finalização do projeto em que um aluno escreveu "A integração de diversas disciplinas garantiu o conhecimento para avançar nesse projeto desafiador, que integra várias áreas de conhecimento, o qual promoveu a solução para esse projeto". Também vale destacar mais esse comentário de outro aluno "O *brainstorming* para o desenvolvimento do dispositivo teve uma interação importante entre projeto mecânico, processo de fabricação, conceito de eletrônica e programação".

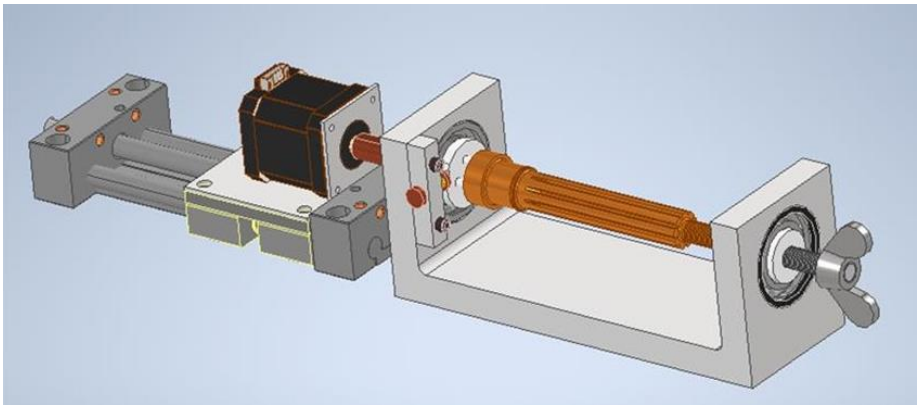


FIGURA 7. Dispositivo JIG versão 01. Fonte: próprio autor (2021).

5. Conclusão

Com os resultados obtidos e comentários dos alunos postados no *chat* ao finalizarem e apresentaram o projeto do dispositivo JIG, conclui-se que a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos - ABP, proporcionou aos alunos autonomia para apresentarem suas ideias, escolherem o grupo que queriam participar, trabalharem em grupo e interagindo simultaneamente de forma síncrona com outros grupos, desenvolvendo suas competências individuais e socioemocionais. Também ficou evidente que para o desenvolvimento do projeto os alunos utilizaram o aprendizado das disciplinas dos semestres anteriores, destacando a importância da interdisciplinaridade na estrutura do curso. O ensino-aprendizagem pelo sistema remoto *online* demonstrou suas vantagens, por exemplo, em que alguns alunos se sentiram mais a vontade de opinar sobre determinado tema em função de não estarem participando de forma presencial. Aliado a isso, quando os alunos conhecem o ambiente na forma presencial onde irá ser desenvolvido o projeto, o ensino remoto

online apresentou um ótimo desempenho, indicando que o ensino híbrido deverá ser ampliado de forma planejada e crescente. Entretanto, estudos devem ser aprofundados quanto a área da engenharia em que as disciplinas estão alocadas.

REFERÊNCIAS

BACICH, L.; MORAN, J. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Penso Editora Ltda, Porto Alegre - RS, 430 p., 2018.

HOLDSWORTH, S.; HEGARTY, K. From praxis to delivery: A Higher Education Learning Design Framework (HELD). Journal of cleaner Production, v.122, p. 176-185, 2016.

MILLER, E. C.; KRAJCIK, J. S. Promoting deep learning through project-based learning: a design problem. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*. doi.org/10.1186/s43031-019-0009, 2019.

PAIVA, M. R. F.; PARENTE, J. R. F.; BRANDÃO, I. R.; QUEIROZ, A. H. B. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. SANARE, Sobral - V.15 n. 02, p.145-153, 2016.

PAVANELO, E.; GERMANO, J. S. E.; FREITAS-LEMES, P. L. A interdisciplinaridade em cursos de engenharia. Revista Docência Ensino Superior, Belo Horizonte - MG, v. 7, n. 2, p. 130-148, 2017.

POLONIA, A. C.; SANTOS, M. F. S. O desenvolvimento de competências no ensino superior: a prática docente em foco. Educação em Revista, Belo Horizonte – MG, v.36, p. 216-223, 2020.

SILVA, R. M. R.; SALGADO, T. D. M. Aprendizagem baseada em projetos (ABP) em curso de engenharia de materiais: O que dizem os discentes? Revista de Ensino de Engenharia, V.38, p. 23-33, 2019.

TOTI, F. A.; PONTES, M. V. F.; OLIVEIRA, J. J. FREITAS, A. C. . Análise de tempos na Automação e Controle no Laboratório iCIM Através do Ensino Presencial e Remoto - Online. In: XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Cobenge, Bento Gonçalves – RS, 2020.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B.; GERALDINI, A. F. S. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 17, n. 52, p. 455-478, 2017.

VESELOV, G. E.; PLJONKIN, A.; FEDOTOVA, A. Y. Project-based learning as an effective method in education. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/334906382, 2019. Acesso em: 7 de junho 2021.

WENDE, M.; GIESE, T.; BULUT, S. Framework of an active learning python curriculum for first year mechanical engineering students. IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), p. 1193-1200, Porto, Portugal, 2020.