



**A PROTOTIPAGEM NO ENSINO DE PROJETO DO PRODUTO:
Uma experiência realizada em um curso de Engenharia de Produção**

Reidson Pereira Gouvinhas
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
reidson.gouvinhas@ufrn.br

Eduardo Romeiro Filho
Universidade Federal de Minas Gerais
romeiro@dep.ufmg.br

Categoria:

Artigo completo

Resumo expandido [Acadêmico Industrial]

RESUMO

A disciplina de Projeto do Produto é uma das mais tradicionais dos Cursos de Engenharia de Produção. Entretanto, diversos cursos têm se concentrado em aspectos mais ligados à gestão do desenvolvimento de produtos e serviços do que ao processo de projeto em si. Embora estas sejam abordagens complementares, não são de forma alguma redundantes, visto que o projeto envolve uma série de atividades visando (1) o desenvolvimento de processos criativos, em (2) um processo de trabalho colaborativo que deve levar a (3) soluções inovadoras em termos de resultado, além da (4) adequada aplicação de metodologias de projeto. Este artigo apresenta uma experiência relacionada à utilização de recursos de prototipagem no ensino de Projeto do Produto em uma universidade brasileira, bem como os resultados da criação de uma disciplina de apoio centrada em exercícios criativos, exploração de processos de prototipagem e reflexões em torno do projeto do produto, onde são realizados os experimentos. Os resultados foram animadores, como foi demonstrado por meio de uma enquete realizada entre os alunos que cursaram uma ou ambas disciplinas, demonstrando a oportunidade e a relevância de uma maior exploração dos processos de prototipagem nos cursos de Projeto do Produto.

Palavras-chave: Projeto do Produto, Prototipagem, Ensino de Engenharia de Produção, Metodologia de Projeto.



1. INTRODUÇÃO

A Engenharia do Produto é uma das quatro subáreas da Engenharia de Produção listadas pelo CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, podendo ser observada uma divisão entre (1) temas afins à Ergonomia e Processos de Trabalho e (2) abordagens ligadas a Metodologia de Projeto do Produto, Gerência do Projeto e do Produto e Desenvolvimento de Produto. Os cursos de Engenharia de Produção no Brasil tradicionalmente oferecem disciplinas ligadas a estes temas, seja do ponto de vista de sistemas de gestão do produto, sistemas de desenvolvimento do produto ou projeto do produto. No curso da Universidade pesquisada, são oferecidas sequencialmente as disciplinas “Sistema de Desenvolvimento do Produto”, “Projeto do Produto” e “Métodos e Técnicas de Desenvolvimento do Produto”, visando fornecer aos alunos abordagens complementares sobre o processo de desenvolvimento de produtos e serviços, notadamente em empresas industriais. A abordagem adotada na disciplina de Projeto do Produto é fortemente instrumental, sendo esta estruturada a partir de um trabalho prático de concepção de um produto industrial de baixa complexidade técnica, visando o mercado de consumo a partir de uma oportunidade (ou necessidade) detectada pelos alunos a partir de critérios estabelecidos pelo professor da disciplina. Ao longo do curso são apresentados temas ligados ao processo projetual, como conceitos de função e valor, pesquisa de mercado, geração de ideias, representação de produtos, dimensionamento etc. ao mesmo tempo em que os alunos desenvolvem projetos com a aplicação dos temas apresentados nas aulas teóricas. Embora esta estrutura prático-teórica seja compreendida e, em geral, bem aceita pelos alunos, observa-se uma forte limitação com relação a dois aspectos: (1) a geração de ideias durante o processo criativo e (2) a representação (bi ou tridimensional) das soluções de projeto geradas. Esta situação pode ser parcialmente explicada pela estrutura do sistema educacional (ROBINSON, 2006), voltada para áreas do conhecimento onde uma “solução ótima” é privilegiada em detrimento de uma busca por inovações que é normalmente frustrante, tendo em vista o risco do erro e a necessidade de um grande número de tentativas. A dificuldade de representação decorre da ausência de uma formação técnica voltada para a representação gráfica, seja na forma de croquis em papel como, por exemplo, na aplicação de sistemas CAD. Com efeito, a disciplina de Desenho Técnico é oferecida apenas como optativa aos alunos do curso de Engenharia de Produção em questão.

A partir deste cenário, este artigo apresenta uma experiência desenvolvida no curso de Engenharia de Produção por meio da criação de uma disciplina optativa de apoio, denominada



“Oficinas de Projeto do Produto”. Será relatada a experiência e os resultados alcançados, além de uma enquete realizada entre os alunos sobre a percepção destes a respeito dos resultados. O levantamento conclui que a maioria dos alunos considera relevante um enfoque voltado à prototipagem, o que vai de encontro a uma abordagem contemporânea de projeto, notadamente a de “Design Thinking” (BROWN, 2008 e 2010, PLATTNER et al. 2009).

Ao se realizar uma busca bibliográfica sobre a utilização de protótipos físico em ensino em engenharia observou-se que a totalidade dos artigos pesquisados fazem referência somente ao uso de prototipagem virtual com a utilização de ferramentas como a impressão 3D, realidade aumentada, realidade virtual etc. Pouco (ou nada) se fala sobre o uso de protótipos físicos (e.g. maquetes físicas ou *mock ups* físicos) como elemento de auxílio ao ensino de engenharia do produto. Como será detalhado mais à frente, acredita-se que o uso de protótipos físicos deveria ser incentivado no ensino de engenharia do produto mesmo utilizando-se também alguma ferramenta de prototipagem virtual. Isto porque nem todas as instituições de ensino brasileiras possuem recursos financeiros e pessoal qualificado para a aquisição e uso de equipamentos de prototipagem virtual. Além disso, o uso de prototipagem física auxilia o futuro profissional projetista a melhor entender as reais dificuldades em termos de fabricação e montagem do produto proposto.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. FILOSOFIA, MODELOS E MÉTODOS PARA O PROJETO DE PRODUTOS.

Entende-se que a área de Engenharia do Produto engloba um processo de desenvolvimento que deve apresentar como características: (1) Um processo **sistemático**, ou seja, deve se utilizar de procedimentos metodológicos, desenvolvidos cientificamente, com o intuito de guiar o projetista a soluções rápidas e precisas (fazer o certo na primeira vez), ajudando o projetista a avaliar com mais eficácia cada etapa do desenvolvimento de produtos, reduzindo a probabilidade de “erros” e subsequentes revisões do projeto; (2) O processo também deve ser **criativo** no sentido de auxiliar o projetista a buscar soluções criativas e inovadoras; (3) O processo deve ser **multi e transdisciplinar**, ou seja, não se trata de um trabalho atribuído a um único profissional, mas sim com o envolvimento de diversas áreas (e.g. produção, vendas, inspeção, assistência técnica etc.); (4) Tal processo também deve ser **proativo**, antecipando possíveis dificuldades que possam ocorrer em etapas subsequentes do desenvolvimento do produto. Assim, aspectos relacionados em como, por exemplo, o produto será fabricado,



XIII Workshop do Instituto de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto

Belo Horizonte / MG – 7 a 9 de novembro de 2024

montado, inspecionado, transportado, utilizado pelo cliente, descartado ao final de sua vida útil, devem ser avaliados ainda durante a fase de projeto conceitual; (5) Por fim, o processo deve ser **iterativo**, isto é, não se deve esperar que as diversas etapas do desenvolvimento de produtos sejam realizadas e concluídas de forma independente. Na verdade, existe uma relação de interdependência entre elas e decisões tomadas em etapas iniciais podem e devem ser revistas em etapas subsequentes. Muito embora a finalidade de todo o processo é a de “fazer corretamente da primeira vez”, todo o processo deve ser reavaliado constantemente em um *loop* iterativo com o intuito de se reduzir o maior número de “erros” possíveis (GOUVINHAS, 2000).

No intuito de torna todo este processo cada vez mais eficaz, diversas abordagens têm sido propostas por diversos pesquisadores. Essas abordagens se tornaram conhecidas como filosofias de projeto, modelos de projeto e métodos de projeto (EVBUOMWAN et al., 1996). Yoshikawa (1989) sugere que as filosofias de projeto devem explicar todos os fenômenos das atividades de projeto enquanto Evbuomwan et al. (Op. Cit) sugerem que os modelos de projeto estão mais relacionados “as representações das filosofias ou estratégias propostas para mostrar como o projeto é e/ou deveria ser desenvolvido”.

De fato, Cross (1994) classifica os modelos de projeto entre modelos prescritivos e descritivos, alertando que modelos prescritivos tais quais propostos por Pahl e Beitz (1996), Pugh (1994), Cross (1994), Hubka (1982) e French (1985) “tentam prescrever o melhor ou o mais apropriado padrão de atividades” para o desenvolvimento de produtos enquanto que o modelos descritivos tal qual proposto por March (1984), Matchett e Briggs (1966) “simplesmente descrevem a sequência de atividades que tipicamente ocorrem” durante o desenvolvimento de produtos. Evbuomwan et al. (1996) também identificaram um terceiro grupo de modelos de projeto chamado “modelos computacionais”, que usa técnicas computacionais numéricas e qualitativas, inteligência artificial, combinadas com tecnologias computacionais modernas, tal qual apresentada por Blessing (1994).

Já os métodos de projeto podem ser definidos como “qualquer sistema de regras metódicas e diretivas que objetivam determinar a forma como o projetista exerce uma determinada atividade de projeto administrando os meios técnicos disponíveis” (HUBKA, 1983). Ou seja, tais métodos de projeto auxiliam os projetistas em dois aspectos principais: Primeiro, na formalização das atividades durante o processo desenvolvimento de produtos, encorajando-os a ter uma visão ampla dos problemas encontrados no projeto. Segundo, na externalização do pensamento do projetista ajudando-o a expressar seus pensamentos por meio



de gráficos e diagramas que o auxiliam nas suas escolhas de projeto (CROSS, 1994).

Como consequência, o uso de tais modelos e métodos de projeto podem tornar o processo de desenvolvimento de projetos mais sistemático e possíveis “erros” de projeto podem ser reduzidos. Entretanto, projetistas podem considerar que estes procedimentos sistemáticos podem inibir sua criatividade ao desempenhar sua atividade projetual.

Assim, de uma forma geral, modelos prescritivos possuem a intenção de indicar como o desenvolvimento de produtos deve ser realizado enquanto os métodos de projeto auxiliam os projetistas a desempenharem atividades específicas destes modelos prescritivos. Entretanto, modelos prescritivos também “recomendam ou até mesmo indicam alguns métodos de projeto para etapas específicas do processo de desenvolvimento de projeto” (BLESSING, 1994). Por exemplo, Pugh (1994) sugere o uso de sua “Matriz de Pugh” na fase de avaliação conceitual do seu modelo prescritivo denominado “*Total Design*”.

2.2. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS/PROBLEMAS

De uma forma geral, pode-se dizer que os cursos de graduação em Engenharias carecem de inovação em seus métodos no seu processo de ensino/aprendizagem. Atualmente, o ensino em engenharia ainda é predominantemente conteudista, com o professor desempenhando o papel central repassando todo o seu conhecimento por meio de explicações em sala de aula. O professor se apresenta como o único detentor do conhecimento e a comunicação professor-aluno é somente em um sentido, como um sistema de “educação bancária” (FREIRE, 2014). É uma abordagem pouco motivadora e que dificulta o aprofundamento dos conteúdos. Além disto, há uma falta de práticas voltadas para o mundo profissional dificultando a plena capacitação dos discentes e inibindo a sua criatividade. Portanto, há uma necessidade de inovação metodológica no ensino das Engenharias.

A partir desta constatação, o Ministério da Educação (MEC) do Brasil aprovou novas diretrizes curriculares nacionais de cursos de engenharia instituídas pela Resolução Número 2 de 24 de abril de 2019 (RESOLUÇÃO, 2019). Dentre as novas regras, a criação de disciplinas relacionadas ao empreendedorismo e ao desenvolvimento de competências, não se limitando apenas ao conteúdo em si (FAPESP, 2019). Daí surge a necessidade de se utilizar a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos/Problema (ABP) ou *Project/Problem-Based Learning* (PBL) que está fundamentada na utilização de projetos realistas, partindo de uma tarefa ou problema motivador e envolvente, com intuito de ensinar os discentes em um contexto



cooperativo (BENDER, 2015). Neste contexto, este tipo de metodologias ativas permite uma participação efetiva e contínua dos discentes nos processos de aprendizagem fazendo com que os mesmos se sintam parte do processo, tornando-os mais motivados.

2.3. PROTOTIPAGEM FÍSICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA DO PRODUTO

Uma das formas mais eficientes de se adotar a metodologia ABP de ensino em disciplinas de engenharia do produto é trazer um problema específico para um estudo mais detalhado e incentivar os alunos a desenvolverem protótipos físicos que se assemelham ao produto final esperado. O desenvolvimento deste protótipo físico é feito com base em estudos de desenvolvimento de produtos que foram fundamentados a partir do uso de modelos e métodos de projetos já descritos neste artigo. Com isso, o grupo de alunos chega a um desenho final do protótipo que é posteriormente construído no intuito de apresentar um objeto próximo a proposta do que seria o produto final. Percebe-se que todo este processo de desenvolvimento proporciona o aluno a desenvolver soluções criativas tanto da fase de projeto conceitual/detalhado quando na fase de construção do protótipo físico.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa teve caráter exploratório descritivo, visando a coleta de dados por meio de enquete junto aos alunos que participaram da disciplina “Projeto do Produto” (obrigatória no curso), sendo separados em dois grupos, ou seja, aqueles que participaram e os que não participaram da disciplina optativa “Oficinas”. É importante ressaltar que os alunos são informados a priori da conveniência da participação nas duas disciplinas paralelamente.

O levantamento de dados teve três etapas a fazer, a saber: (1) quatro entrevistas abertas não diretas e individuais com alunos que participaram das duas disciplinas; (2) preparação do questionário e “aplicação piloto” junto a dois ex-alunos e (3) aplicação do questionário aos alunos da disciplina Projeto do Produto. Entre os 44 alunos inscritos, 26 responderam a enquete, aplicada após a finalização das disciplinas e entrega das notas.

O questionário era iniciado por uma página de convite à participação na pesquisa e a pergunta “Você cursou Projeto do Produto no primeiro semestre de 2024?”. A resposta negativa a esta questão levava o respondente a uma página de agradecimento, indicando que “Se você não cursou Projeto do Produto no primeiro semestre de 2024, não deve participar desta pesquisa. Obrigado pela atenção”. No primeiro bloco, foram coletadas informações sobre o aluno, como



curso de origem (a disciplina é oferecida a outros cursos de engenharia); percepção sobre abordagens “qualitativa” e “quantitativa” da Engenharia de Produção; disciplinas preferidas no curso e se cursou a disciplina de “Oficinas”. No segundo bloco, destinado aos alunos que participaram das “Oficinas”, foram feitas perguntas sobre a percepção dos alunos sobre a importância da disciplina para “Projeto do Produto” e quais as atividades consideradas mais relevantes, bem como a percepção sobre as formas de avaliação.

Os alunos que não participaram das “Oficinas” eram dirigidos a um bloco do questionário que teve por objetivo avaliar sua percepção sobre a importância (ou não) das oficinas como apoio para Projeto do Produto e para o desenvolvimento do projeto proposto durante a disciplina.

O próximo bloco de perguntas, considerado o cerne da pesquisa, foi voltado especificamente para a avaliação pelos alunos, das formas de representação do produto (desenhos e protótipos) realizados durante as disciplinas. O objetivo foi levantar a opinião dos respondentes sobre a importância de cada item para seu processo de aprendizado, ainda que não tivessem participado diretamente de alguns dos exercícios propostos, como realização de croquis (desenhos a mão livre), desenhos técnicos detalhados e protótipos, estes divididos em protótipos elementares (apelidados de "protótipo de mesa", pois eram construídos como materiais simples como papel, cartão, isopor etc.) e um “protótipo final” (chamado de "protótipo de oficina", a ser construído com ferramentas mais sofisticadas e material mais próximo do proposto para o produto).

Por fim, todos os respondentes eram convidados a, de forma livre e espontânea, a indicar pontos positivos e pontos a melhorar nas disciplinas, na forma de texto aberto.

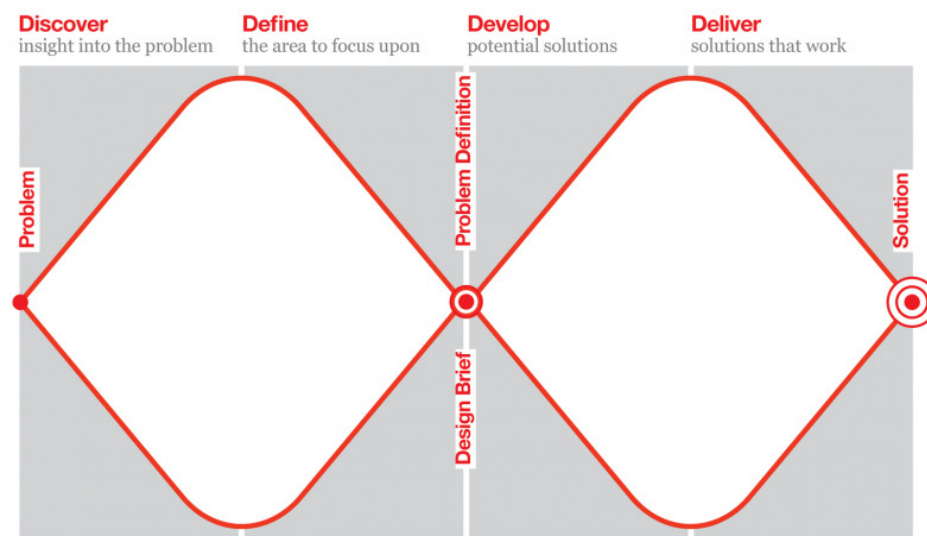
4. DISCUSSÃO E ANÁLISE

4.1. AS DISCIPLINAS

A disciplina de Projeto do Produto visa proporcionar aos alunos, a partir de uma abordagem teórica e prática (“aprender fazendo”), uma visão geral de metodologias e técnicas utilizadas para a concepção e desenvolvimento de produtos industriais e de serviços, permitindo aos participantes: (1) **Definir as necessidades** e requisitos que devem ser satisfeitos a partir do projeto de produto; (2) **Estabelecer prioridades e valores** para os requisitos definidos; (3) **Propor soluções alternativas** para atender às necessidades especificadas; (4) **Analisar e valorar as alternativas propostas**, selecionando aquela que melhor atende aos critérios

explicitados; (5) **Apresentar modelos** de representação, mockups ou protótipos da solução escolhida. Além disso, os alunos devem ser capazes de identificar os princípios básicos subjacentes às diversas teorias do design. O curso é oferecido por meio de aulas expositivas; desenvolvimento de projeto em equipe; leitura de apostila ou livro texto e vídeos de suporte. A abordagem de projeto adotada é baseada no “Duplo Diamante”, desenvolvido pelo Design Council (Council, 2021), apresentado na figura 1.

Figura 1: Abordagem Duplo Diamante para Design de Produtos e Serviços



Fonte: Design Council, disponível em

<https://www.designcouncil.org.uk/our-resources/the-double-diamond/>

Neste caso, pode-se dividir o curso em quatro grandes blocos: (1) **Descobrir e compreender** a necessidade de projeto ou o problema a ser resolvido; (2) **Conhecer o contexto** da necessidade e dos usuários, a partir de uma abordagem sistêmica e abrangente; (3) **Desenvolver soluções** criativas e inovadoras que atendam às demandas observadas no contexto; (4) **Selecionar, refinar e prototipar** a solução mais adequada à necessidade e ao contexto dos usuários. A cada bloco são apresentados e discutidos aspectos e ferramentas específicas para soluções do projeto do produto, que será desenvolvido como um trabalho em equipe demonstrando aos alunos as relações entre as ferramentas e como seus resultados devem ser estruturados com o objetivo proposto.

Este consiste na simulação de um projeto de produto industrial de baixa ou média complexidade, que deve atender às necessidades específicas levantadas por cada grupo,



formado por no máximo cinco alunos. Pode estar ou não vinculado a uma situação real de produção e é acompanhado e avaliado pelo professor por meio de reunião de orientação e de apresentação final da solução desenvolvida (incluindo protótipo), relatório técnico síntese do projeto e desenho técnico do produto (conjunto e perspectiva).

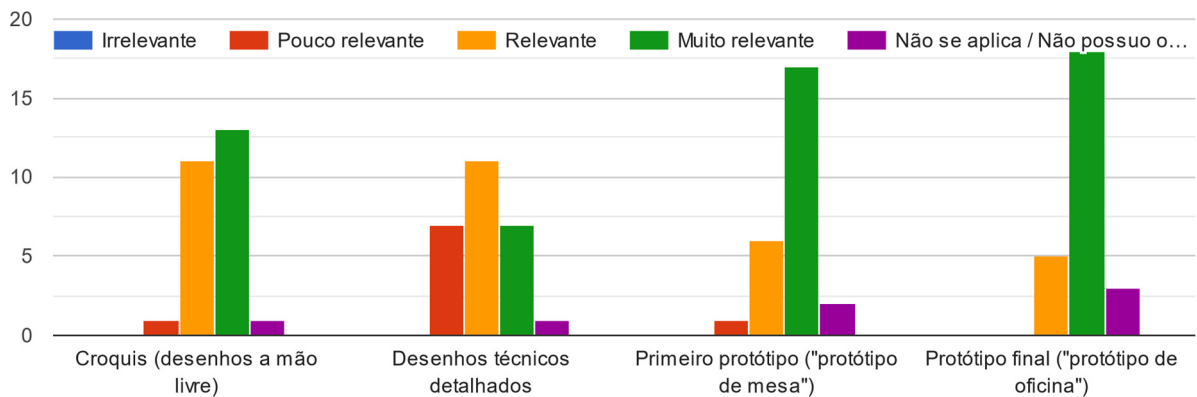
Já a disciplina de “Oficinas de Projeto do Produto” funciona como apoio à disciplina principal e busca proporcionar aos alunos o aprendizado de metodologias e técnicas utilizadas para a concepção e desenvolvimento de produtos industriais e de serviços, por meio de um processo “aprender fazendo” (*learn by doing*), basicamente por meio da realização de exercícios e atividades de projeto, incluindo pesquisa, geração de alternativas, detalhamento e execução de modelos. A disciplina de “Oficinas” funciona como apoio ao Projeto do Produto, com a realização de atividades e exercícios relacionados aos aspectos teóricos abordados na disciplina principal. A realização de atividades como desenvolvimento de alternativas e construção de protótipos com acompanhamento direto pelo professor foi o objetivo primordial da proposição desta disciplina, que é oferecida desde o segundo semestre de 2017.

4.2. A IMPORTÂNCIA DA PROTOTIPAGEM

De forma análoga ao descrito na literatura (como Barbosa, 2000 e Brown, 2008 e 2010), a prototipagem (entendida de forma ampla, incluindo desenhos e modelos tridimensionais) demonstra-se como fundamental ao processo de projeto e à própria aprendizagem. A realização de um projeto durante o curso é apontada de forma ampla pelos alunos como benéfico para o aprendizado. Ao serem indagados sobre a importância das ferramentas de representação para o projeto de produtos, a construção de protótipos, sejam protótipos intermediários (ou “de mesa”) ou protótipo final (de oficina), a maioria dos alunos declarou considerar muito relevantes (gráfico 1), em número superior ao de croquis ou desenhos técnicos (que tiveram a menor avaliação).

Gráfico 1. Percepção da importância de meios de representação no projeto do produto

Das ferramentas de representação do produto utilizadas durante as disciplinas de Projeto do Produto e Oficinas, qual a sua percepção sobre a ...rendizado e compreensão do processo de projeto?

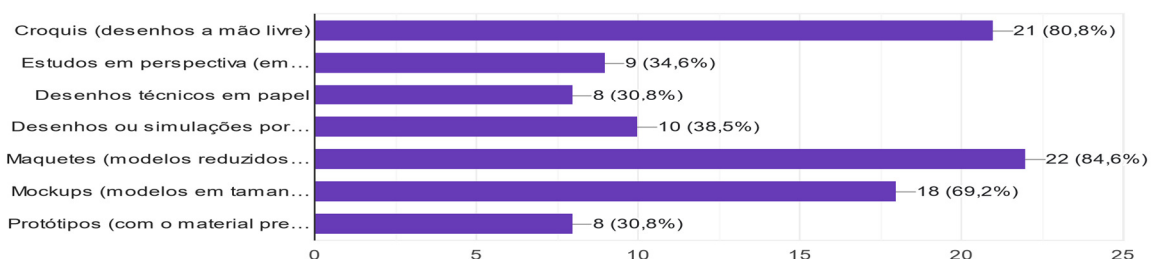


Fonte: Dos autores.

De forma análoga, ao serem perguntados sobre a importância das ferramentas de representação (“das ferramentas de representação do produto listadas a seguir, utilizadas ou não durante as disciplinas de Projeto do Produto e Oficinas, quais você considera importantes para o desenvolvimento das disciplinas e do projeto proposto?”), foram indicados como os mais importantes a realização de croquis, maquetes em tamanho reduzido e mockups (modelos em tamanho real), nesta ordem (Gráfico 2). Entre os meios menos indicados estão desenhos técnicos, perspectivas e protótipos de “oficina”.

Gráfico 2: Importância das ferramentas de representação em projeto

Das ferramentas de representação do produto listadas abaixo (utilizadas ou não durante as disciplinas de Projeto do Produto e Oficinas), qual...nvolvimento das disciplinas e do projeto proposto?
26 respostas



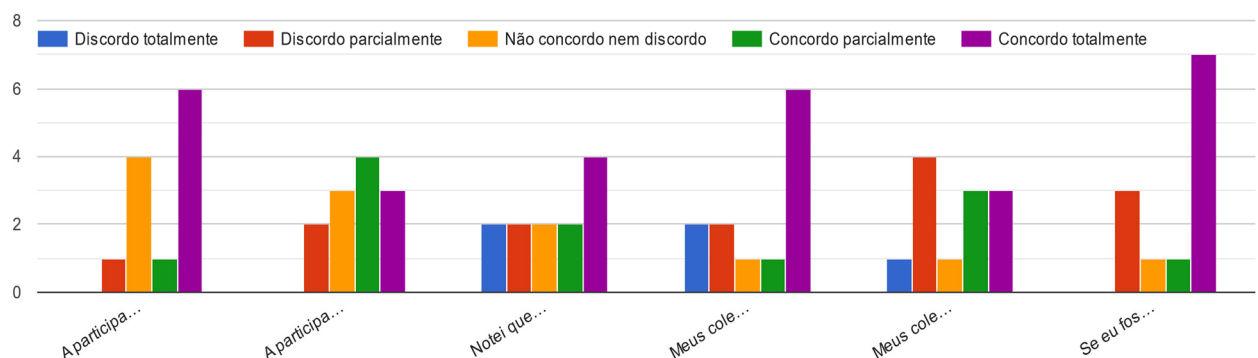
Fonte: Autores.

Outro resultado interessante da enquete foi a percepção dos alunos que não participaram das Oficinas sobre a contribuição daqueles que participaram no desenvolvimento do projeto, estabelecido a partir das seguintes questões, cujo resultado encontra-se no Gráfico 3: (1) “A participação em Oficinas permitira a melhor compreensão dos temas tratados em Projeto do Produto”; (2) “A participação em Oficinas contribuiria para minha formação como Engenheiro”; (3) “Notei que meus colegas que participaram das Oficinas tinham melhor compreensão dos temas tratados em Projeto do Produto”; (4) “Meus colegas que participaram das Oficinas tinham melhor compreensão do projeto que desenvolvemos durante o curso” (5) “Meus colegas que participaram das Oficinas foram mais criativos durante o projeto”; (6) “Se eu fosse cursar Projeto do Produto no próximo período, me inscreveria também em Oficinas”.

Observa-se o reconhecimento das atividades realizadas durante as Oficinas para resultados considerados mais consistentes e criativos para o desenvolvimento do projeto. Ressalta-se que não é objetivo deste artigo analisar criticamente os resultados obtidos pelos grupos, mas levantar o ponto de vista dos alunos sobre a contribuição dos colegas.

Gráfico 3: Percepção dos alunos que não participaram das Oficinas sobre sua importância como apoio para Projeto do Produto.

Sobre os itens listados, indique sua opinião, indo de 0 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente)



Fonte: Autores.

5. CONCLUSÕES

A literatura consultada chama a atenção para a utilização de diferentes meios de representação para antecipação de soluções técnicas a serem adotadas em produtos industriais.



XIII Workshop do Instituto de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto

Belo Horizonte / MG – 7 a 9 de novembro de 2024

Concentra-se na aplicação de novas tecnologias em prototipagem rápida, notadamente prototipagem virtual e sistemas de impressão 3D. Entretanto, percebe-se uma lacuna nos estudos sobre uso de protótipos nas etapas iniciais de projeto, quando a agilidade para geração de alternativas e ausência de soluções detalhadas (ou de especificações técnicas de projeto) são características. Nestes casos, é mister permitir que as ideias sejam rapidamente representadas em testadas, em uma abordagem que poderia ser considerada como uma antecipação do MVP (*Minimum Viable Product*, ou Mínimo Produto Viável).

Ressalta-se que a formação dos Engenheiros de Produção normalmente não é voltada para a determinação de características técnicas de produtos industriais, mas para compreensão dos sistemas de gestão e dos processos de desenvolvimento destes produtos. A carência de estudos relacionados a esta abordagem é sugestiva, indicando uma lacuna interessante na abordagem do desenvolvimento de produtos. É interessante perceber que os alunos valorizam estas atividades de natureza manual e lúdica (como desenhos a mão livre e protótipos realizados com materiais simples), como forma de estímulo ao processo criativo. Naturalmente, este resultado deve ser avaliado como fruto de um contexto específico, onde o produto desenvolvido caracteriza-se pela baixa complexidade técnica e pelo incentivo à busca por soluções que representem efetiva inovação e busquem estimular, nos alunos, a quebra de barreiras ao processo criativo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o financiamento parcial desta pesquisa pela CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Código Financeiro 88887.569081/2020-00.

REFERÊNCIAS

BARBOSA Filho, Antonio Nunes. **Projeto e desenvolvimento de produtos**. Editora Atlas SA, 2000.

BENDER, Willian N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso Editora, 2015.

BLESSING, L.T.M. **A Process-based Approach to Computer-Supported Engineering Design**, 1st Edition, Black Bear Press Ltd, Cambridge, 1994..

BROWN, Tim et al. Design Thinking. **Harvard Business Review**, v. 86, n. 6, p. 84, 2008.



BROWN, Tim. **Design Thinking: Uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias.** São Paulo: Campus Elsevier, 2010.

COUNCIL, Design. **What is the framework for innovation? Design Council's evolved Double Diamond.** Design Council, 2021.

CROSS, N. **Engineering Design Methods.** 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York, 1994.

EVBUOMWAN, N.F.O., SIVALOGANATHAN, S. JEBB, A. **A survey of Design Philosophies, Models, Methods and Systems.** Proceeding of Intitute of Mechanical Engineers, vol.210,pp301-320, 1996.

FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Diretrizes para os cursos de engenharia. **Revista Pesquisa FAPESP**, 1 mai. 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/diretrizes-para-os-cursos-de-engenharia/>. Acesso em: 16 jul. 2024.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido.** Editora Paz e Terra, 2014.

FRENCH, M. **Conceptual Design for Engineers.** 2nd Edition, The Design Council, Springer-Verlag, London, 1985.

GOUVINHAS, Reidson P. *Gestão de Design* pp135-154. MEDEIROS, D.D. e RAMOS, F. S. (org.) **Gestão Industrial**, Editora UFPE, 2000

HUBKA, V. *Design Tactics=Methods+Working Principles for Design Engineers.* **Design Studies**, 4(3)188-195, 1983.

MACHETT, E. BRIGGS, A.H. *Pratical Design Based on Method* (fundamental design method) in: S.A. GREGORY (editor). **The design Method**, 183-199, Butterworth Scientific Publications Ltd, London, 1966.

MARCH, L. *The Logic of Design* in: CROSS (Editor), **Developments in Design Methodology**, 265-275, John Wiley, London, 1984.

PAHL, G. e BEITZ, W. **Engineering Design – A Systematic Approach**, 2nd edition, Springer-Verlag, London, 1996.

PUGH, S. **Total Design – Integrated Methods for Sucessful Product Engineering.** Addison Wesley Publishers Ltd, Workingham, 1994.

RESOLUÇÃO CNE/CES 2019. **Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.** Disponível em: https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_RES_CNECESN22019.pdf. Acesso em: 22 jul 2024.



XIII Workshop do Instituto de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto

Belo Horizonte / MG – 7 a 9 de novembro de 2024

ROBINSON, Ken. **Ken Robinson: Do schools kill creativity?** (arquivo de vídeo) TED Talks, fevereiro de 2006. Disponível em https://www.ted.com/talks/sir_ken_robinson_do_schools_kill_creativity? Acesso em 15 de maio de 2024.

YOSHIKAWA, H. **Design Philosophy: The State of the Art.** Annals of CIRP 38(2)579-586, 1989.