

Design and Digital Manufacturing: Changes and Challenges in Product Development in the Context of Remote Learning

Antônio Roberto Miranda de Oliveira, Lucas Betmann Amaral

CESAR School, Brazil
antonio.roberto83@gmail.com
lucasbetmann@gmail.com

Abstract. Context: This paper presents the results of the Digital Fabrication discipline in the Bachelor of Design course at CESAR School/Recife through remote education due to the need for social distance due to the pandemic by COVID-19. Purpose: Thus, this study provides a case report of the results achieved through the use of technological tools for product development, demonstrating how these technologies can contribute to the involvement of students in the processes of creation, production and innovation. Approach: This article seeks to bring to light the approach of Design methodologies, the importance of digital manufacturing techniques and rapid prototyping through additive manufacturing, as well as the aspects of product development aimed at human well-being and social innovation. Results: The results were positive, providing insights into the students' perception, goals achieved and practical activities accomplished in the context of remote education in the Design graduation course.

Keywords: Digital Manufacturing, Distance learning, Prototyping, Product development, Additive manufacturing.

1 Introdução

Este estudo trata-se de um relato de experiência da disciplina Fabricação Digital do curso de Bacharelado em Design, da turma do 6º Período na CESAR School / Recife por meio do ensino a distância devido à necessidade do distanciamento social em virtude da pandemia da COVID-19. Essa disciplina, necessita de auxílio de um laboratório de prototipagem, com ferramentas que possibilitam a manufatura aditiva e subtrativa, a disciplina atua em três frentes principais: no auxílio à pesquisa, no desenvolvimento protótipos e auxilia o desenvolvimento dos projetos baseados em problemáticas, advindos da metodologia PBL, adotada pela instituição, no desenvolvimento de novos produtos e processos inovadores. Outro aspecto importante foi a ausência das dinâmicas no ensino presencial que permitem a experimentação e a prototipagem no uso dos laboratórios de experimentação, como também visitas

a Espaços *Makers* que disponibilizam gama de ferramentas de manufaturas. Dessa forma, esse artigo traz o resultado da disciplina em seu modelo remoto e os desafios encontrados para ministra-la em um modelo remoto e pandêmico.

A fabricação digital vem desempenhando um papel cada vez mais importante nos cursos de Design, Engenharia e Arquitetura. Há uma grande variedade de abordagens para a definição de manufatura ou Fabricação digital como confirmam (Daviy, Paklina & Prokofyeva, 2017) de que não existe uma opinião comum entre pesquisadores e profissionais do que é *Digital Manufacturing* e como deve ser entendida. No entanto, a análise dos autores permite destacar as características essenciais do termo e da definição traduzida para a língua portuguesa, Fabricação Digital, proposta por pesquisadores e representantes comerciais.

Na fabricação Digital, é possível desenvolver artefatos, através das técnicas de prototipação rápida, por meio da manufatura aditiva e/ou subtrativa, possibilitando a materialização das soluções nos projetos de Design, desenvolvendo experiências e testes com usuários (Perez & Santos, 2017). A Manufatura Digital no sentido mais amplo, ou seja, desenvolvimento de produto digital visa solucionar os desafios enfrentados no desenvolvimento de produtos modernos (Promyoo, et al., 2019).

A geração de uma ideia requer muitas fases e testes para verificar certos atributos, como viabilidades de construção, custos e, em seguida, enviar todos os recursos com base nas decisões tomadas desde os estágios iniciais do processo até o desenvolvimento final do produto. Ao longo do Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP), diversas formas de representação são utilizadas na forma de modelos, sejam eles 2D – por meio de Desenho técnico, Esboços cotados, Sketches ou 3D – com auxílio de ferramentas de modelagem tridimensional e renderização. O papel desses modelos é prever problemas potenciais, minimizar a incerteza no processo e promover a comunicação entre projetistas, clientes, fabricantes e os usuários em potencial, para que as avaliações e decisões corretas possam ser feitas no momento certo (Bruscato et al., 2013).

O PDP inclui diferentes fases, as pessoas envolvidas, geralmente, estão pensando nas fases construtivas necessárias para o projeto, que são os elementos agregadores do processo, desde o desenvolvimento da problemática até a seleção das alternativas geradas e apresentação de uma proposta. Essa integração pode ser alcançada por meio de uma linguagem comum em todas as etapas, porque a consistência da linguagem no processo de design é um fator importante para o sucesso dos resultados (Giacaglia, Lara & Moura, 2011).

Em um ambiente de produção, você precisa distinguir entre entradas, processos e saídas. A modelagem é um processo e um modelo é a entrada ou

saída desse processo. A modelagem pode ser física ou digital, gerando a partir disso um modelo físico ou modelo digital computacional. Mas para todos os casos, um modelo é uma representação de algum aspecto do projeto a ser testado, seja para estudar fatores como forças, tensões, deformações, forma ideal da peça, estudos de cores, materiais, volumetria ou testes com usuários. Dessa forma é preciso entender os significados estabelecidos nos processos de manufatura para os tipos de modelos, *mockup*, maquetes e protótipos usados no projeto de produtos (Filho & Ferreira, 2011).

Outra importante ferramenta que vem sendo desenvolvida é a manufatura digital (Digital Manufacturing ou Manufacturing Process Management), que pode ser entendida como sendo um conjunto de tecnologias que integram diversas informações em um ambiente virtual, possibilitando simulação, análise e tomada de decisão sobre processos produtivos/fabris. A manufatura digital integra o projeto do produto, o planejamento da produção, simulações de processos de montagem, simulação da fábrica de todos os segmentos de manufatura, permitindo auxiliar a validação completa dos processos de manufatura através do mock-up digital. (Filho & Ferreira, 2011, p.362).

Ainda segundo, os autores (Filho & Ferreira):

- Protótipo virtual ou digital: é um modelo computacional tridimensional usado para visualização, análises ou simulação funcional.
- *mock-up*: é modelo físico de uma representação parcialmente funcional de um produto destinado a simulação de uso, estética, estudo de volumetria, com material de baixo custo e avaliação ergonômica;
- Maquete: é um modelo físico de uma representação tridimensional não funcional, em escala reduzida, para concordâncias dimensionais e para aprovação de soluções estético-formais;
- Protótipo: é um modelo funcional físico com quase todas as características pretendidas do produto final, usado para testes, antecedendo a produção e seu lançamento no mercado.

Cabe ressaltar que este artigo tem como objetivo apresentar as atividades desenvolvidas pelos alunos de graduação do 6º período em Design e relato de experiência de docência na disciplina de Fabricação Digital no curso de bacharelado em Design na *CESAR School*, Recife/PE, com carga horária total de 60h. Os resultados apresentados pelos discentes dizem respeito à experiência de aprendizado vivida pelo modelo de ensino à distância, devido às consequências da pandemia e isolamento social, que se caracteriza como ensino remoto com aulas online e encontros síncronos por meio de plataformas de videoconferências e trabalho em *home office*.

2 Métodos e Práticas abordadas no ensino

Trata-se de um estudo descritivo com abordagem qualitativa com objetivo de fazer um relato de experiência, dentro de um contexto de pandemia, no curso de Design na CESAR School, Recife/PE, com isso relatando as experiências de ensino e resultados alcançados no período de 22 de fevereiro à 2 de julho correspondente ao 2º semestre letivo do ano de 2021, com a turma de 15 alunos regularmente matriculados no ano letivo.

Para a disciplina são necessários os conhecimentos metodológicos e processos de Design de Produtos e Representação Tridimensional, disciplinas estas, de 60h cada, que são ofertadas no 5º e 4º período respectivamente, que são bases para desenvolvimento de novos artefatos. Fig.1 exemplo de processo de design para desenvolvimento de novos produtos.



Figura 1. Método de processo de Design desenvolvido. Fonte: Própria

Os alunos são apresentados às metodologias e principais autores de design de produtos para o desenvolvimento do seu escopo projetual. Como apresentado na metodologia de Mike Baxter (2011), que usa o princípio da identificação da oportunidade de negócio, pesquisa, análises de concorrentes e especificação do projeto, junto com o funil de decisões para gerar alternativas que buscam atender às necessidades dos consumidores.

No 6º Período, uma das disciplinas ofertadas na grade curricular é Fabricação Digital, nela também são apresentados os conceitos de Ergonomia, Design Universal, Design para inovação Social e introdução a Biomimética como uma ferramenta de suporte ao processo de investigação baseada na observação da natureza para resoluções de problemas. Os conceitos são apresentados aos estudantes, mas fica a critério de cada aluno o método a ser seguido para o desenvolvimento da problemática abordada, através do método PBL - *Project Based Learning*.

A disciplina de Fabricação Digital tem como objetivo geral de promover, aos estudantes do 6º Período do curso de Design, o desenvolvimento e conceitos sobre: prototipagem rápida, manufatura digital (MD) e customização no desenvolvimento de produtos. Técnicas envolvendo manufatura aditiva e subtrativa, assim como suas implicações no design, na arquitetura e outras áreas do conhecimento. Tipos de equipamentos, ferramentas digitais, estudos de materiais e suas aplicações no desenvolvimento de modelos físicos com auxílio da manufatura digital.

Na CESAR School, adota-se como principal metodologia de ensino, o PBL – *Project Based Learning*. Aprendizagem baseada em projetos refere-se à teoria e prática de utilização de atribuições de trabalho do mundo real em projetos de tempo limitado para atingir objetivos de desempenho obrigatórios e para facilitar a aprendizagem individual e coletiva (Smith & Dodds, 1997).

Esse modelo educacional sugere que o ponto de partida não é, apenas o conteúdo da disciplina ensinado em sala de aula, mas também estímulos ou questões iniciais, a partir da resolução de uma problemática, em que o aluno precisa desenvolver um desafio (individualmente ou em equipes), por meio da resolução de um problema, que são apresentados, desenvolvidos e orientados através dos conteúdos didáticos contidos no plano de ensino, nas aulas subsequentes, de cada disciplina de cunho projetual. No total, são 3 avaliações, que previamente, é fornecido um *briefing* a ser seguido pelos alunos, a critério do professor, com orientações sobre a entrega de cada uma das etapas a serem seguidas.

Na última avaliação, que é a entrega final, é desenvolvido um modelo final do produto e seguida de uma apresentação do projeto detalhado, contendo todas as etapas desenvolvidas nas 3 unidades de avaliação, como resultado desse processo de design. Nesse último chamado de Memorial descritivo, o aluno deve apresentar um texto dissertativo com uma Introdução (apresentação contextualizada do problema do projeto, objetivo e abordagens de Design), o Desenvolvimento (conteúdo), a Conclusão (fechamento) e as Referências. O trabalho precisa conter textos sucintos e imagens que ilustrem o conteúdo textual. O exercício deve ser entendido como um relato da justificativa do desenvolvimento deste produto. Seguida de uma apresentação, com todas as etapas desenvolvidas ao longo da disciplina, prancha de desenho técnico ou desenhos esquemáticos do produto contendo vista frontal, lateral e superior, por fim a apresentação 3D do artefato desenvolvido em software de fatiamento e o seu modelo físico através das técnicas de fabricação digital. A seguir serão apresentados algumas das etapas de projetos apresentados na disciplina da escolha e desenvolvimento da problemática até o desenvolvimento do modelo físico.

Desse modo, se constrói um conhecimento positivo, colaborativo, inovador e interdisciplinar, entre o professor e os alunos. Em que os alunos precisam desenvolver de forma contextualizada a resolução de um problema trazendo maior engajamento entre os alunos, conteúdo estudado, ação projetual e a necessidade do usuário.

As aulas, no período informado, ocorreram de forma síncrona, por intermédio da plataforma Zoom que possibilita videoconferências e interação em chats, entre outras interações remotas.

3 Resultados alcançados

3.1 Proteção para calopsitas

Baseado no colar elizabetano, muito utilizado por veterinários em animais de qualquer porte, que serve para evitar que o animal se machuque ao mexer em um ferimento ou após cirurgias. O colar elizabetano protege o animal de si mesmo, e nosso objetivo com esse projeto é criar uma proteção que proteja a calopsita de outras calopsitas.

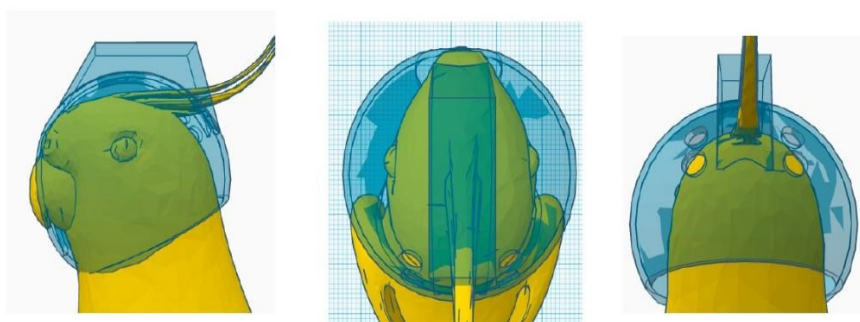


Figura 2. Geração de alternativa apresentada através do Modelo 3D desenvolvido no ThinkerCAD para proteção individual para calopsitas. Fonte: Equipe calopsitas.

3.2 Capa lúdica para seringas

Após o processo de imersão e conhecendo um pouco as dores e dificuldades do público-alvo, o produto ideado foi fruto de inspirações das referências e dos estudos sobre a importância de trazer a brincadeira para dentro dos consultórios e salas de atendimento. A capa para seringas em formato de avião tem como objetivo explorar o lúdico para diminuir o medo das crianças no momento da tomada de uma injeção e/ou vacinação e, ao mesmo tempo, manter a instabilidade da pegada para que o profissional de saúde consiga executar o procedimento de forma segura e estável. A seringa utilizada como referência para criação do modelo é a de 10ml, uma das mais comuns no processo de vacinação infantil. Um objeto esteticamente simples, mas que cumpre um papel tão importante.

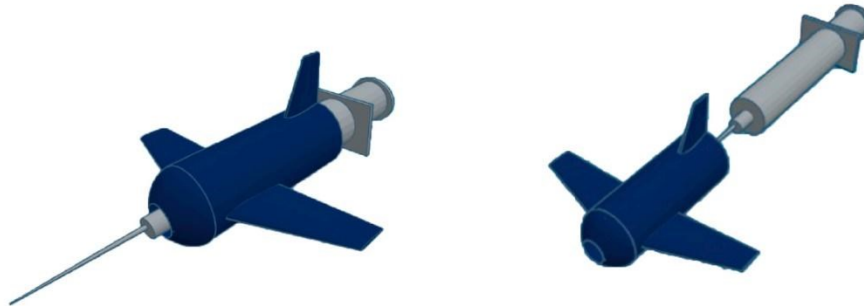


Figura 3. Capa de seringa formato de avião. Fonte: estudante Lorena Alana.

3.3 Pregador de roupas Mantis

O processo de redesenho passa por etapas bem definidas. Após as etapas de identificação do problema e análise de mercado, a pesquisa passou para a etapa de geração de ideias. Nesta fase, definiu-se as diretrizes do design universal e gerar inspiração por meio da biomimética. Quando essa etapa é concluída, o processo passa para a fabricação e prototipagem do modelo físico.

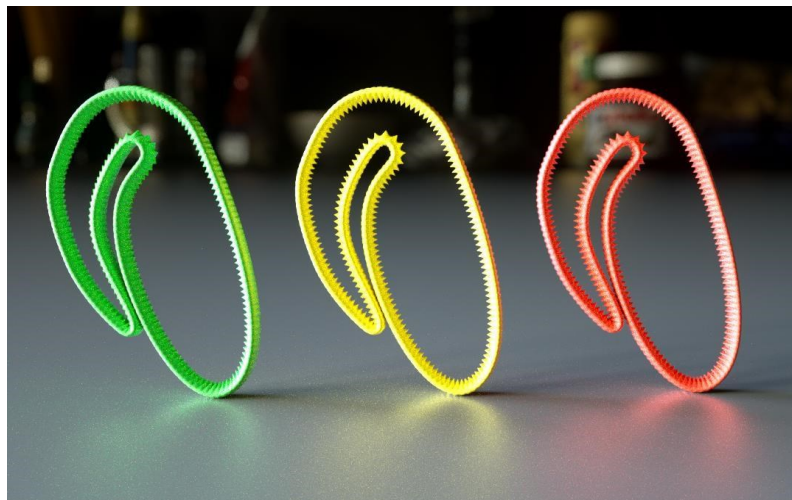


Figura 4. Modelo 3D do pregador de roupa Mantis. Fonte: Própria.

Através da metodologia de desenvolvimento de produtos e como fundamentação teórica: Design para inovação social, Biomimética e Design Universal que seguiram as seguintes etapas: Identificação do problema, pesquisa por processo de imersão, desenvolvimento de persona estabelecendo o público-alvo, análise setorial do nicho de mercado, na etapa

de ideação, podendo ser dividida na definição de guias utilizando o Design Universal/acessibilidade e inspiração criativa através da Biomimética baseando-se em um animal que serviu para geração de alternativas no processo criativo. Com esta etapa concluída, o processo seguiu para prototipação e testes através da manufatura aditiva.



Figura 5. Metodologia aplicada para o desenvolvimento do produto. Fonte: Própria

3.3.1 Introdução e contextualização do problema

A neuropatia é uma doença que afeta uma ou mais funções nervosas do corpo humano. Dependendo da área afetada e da intensidade da lesão, essa falha pode causar muitos problemas. Esses problemas podem ser divididos em: Motores – dificultam o controle do movimento autônomo; Sensibilidade – podem interferir na percepção do toque, pressão, temperatura, dor e vibração (Webberley, 2017). A síndrome do túnel do carpo é causada pela compressão do nervo mediano no ponto em que ele passa pelo túnel do carpo, resultando na perda de sensibilidade e formigamento no polegar, dedo indicador, dedo médio e dedo anular (Chammas et al., 2014).

Pensando nisso, o estudo examinou prendedores de roupa, que, como o nome sugere, são artefatos usados para consertar roupas e outros tecidos. Sua forma tradicional consiste em duas peças de madeira ou plástico colocadas em paralelo e conectadas por uma mola helicoidal no ponto médio, de forma que a resistência exercida pela deformação elástica da mola força as duas peças a voltarem à sua posição original, fixando as duas peças. Essa forma força o uso de objetos a serem executados por um movimento de pinça, que é uma espécie de movimento preciso de preensão e requer um certo grau de destreza e sensibilidade dos dedos.

Desta forma, analisar velhos modelos sob a ótica de novos valores, considerando novas tecnologias e processos de produção, tornou-se essencial para atender às demandas de uma sociedade cada vez mais diversificada e inclusiva. O redesenho do produto visa reduzir a necessidade de movimentos de preensão precisos, proporcionando um uso agradável e justo para todos. Além de se basear nos princípios do design universal, a pesquisa também usa as diretrizes da biônica como inspiração para o desenvolvimento de artefatos por meio de soluções já fornecidas pela própria natureza.

O redesenho utiliza o princípio de um mecanismo compatível, definido pelo engenheiro Larry Howell (2001) como um mecanismo que pode realizar parte de seu movimento através da deflexão de um componente flexível, ao invés de

um mecanismo tradicional que utiliza juntas articuladas. Desta forma, o prendedor de roupa Mantis pode usar sua própria deformação elástica para fixar o tecido. Além disso, o método utilizado para segurá-lo é a pegada em gancho, que é um movimento de não preensão no escopo de Mark Cutkosky (1989), minimizando assim o esforço necessário.

3.3.2 Resultados e Discussões

Como resultado esse estudo traz à luz a importância da abordagem das metodologias de Design como uma ferramenta de desenvolvimento de produtos voltados para o bem-estar humano dentro dos cursos de design no Brasil e como esse processo pode ser utilizado para desenvolver produtos mais acessíveis melhorando a vida das pessoas e estimulando uma cultura de inovação social dentro das universidades.

A produção do modelo físico foi desenvolvido no FabLab Recife, utilizando a tecnologia de impressão aditiva FDM (Fused Deposition Modeling). A impressora utilizada é a GTMax3D, que utiliza o polímero biodegradável PLA (poliácido láctico).

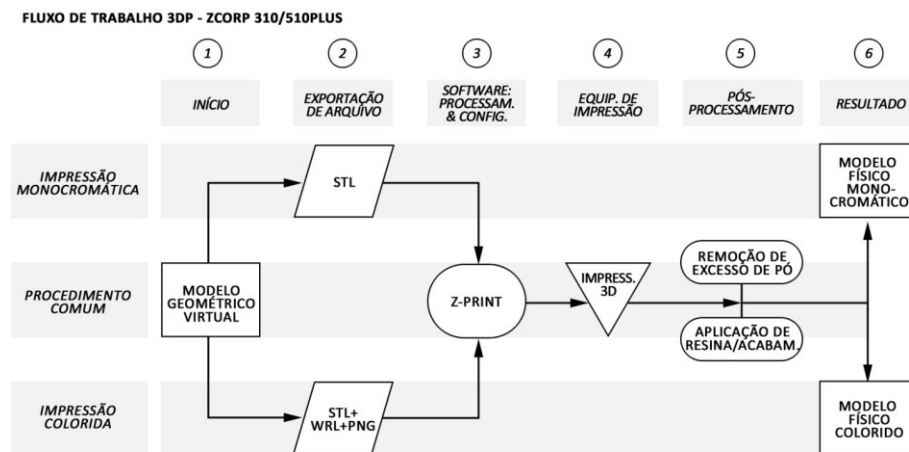


Figura 6. O fluxo de trabalho correspondente aos procedimentos realizados para a impressão de modelos 3D. Fonte: (Barbosa Neto, 2013).



Figura 7. Utilização do pregador Mantis. Fonte: Própria.

3.4 Luminária Medusa

O projeto foi desenvolvido a partir do entendimento das técnicas de prototipação de artefatos no método de manufatura digital (aditiva ou subtrativa), visando um melhor acabamento no momento que o produto for desenvolvido em estrutura de teste, utilizando impressora 3D.

Uma luminária inspirada na estrutura de águas vivas. Uso de sensores de umidade do ar nas pontas dos tentáculos. Utilizando IoT, a lâmpada RGB troca de cor de acordo com a umidade do ar de acordo com níveis críticos ou regulados. Ao ultrapassar o nível baixo de umidade do ar, o umidificador de ar é ativado automaticamente.

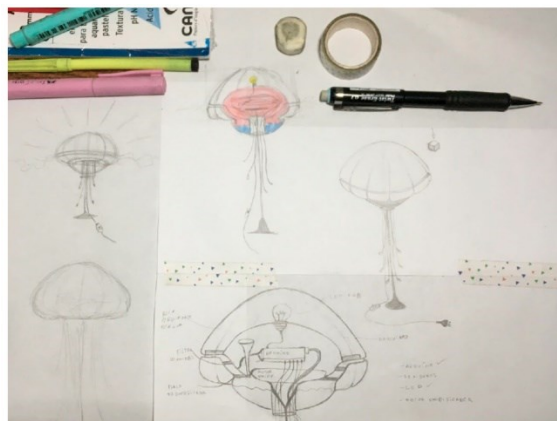


Figura 8. Sketchs gerais da estrutura da peça. Fonte: estudante Paula Soares

A imagem abaixo foi renderizada utilizando o software Adobe Dimension. A instituição CESAR School, forneceu o pacote Adobe aos estudantes da graduação.



Figura 9. Render do produto. Fonte: estudante Paula Soares.

Na disciplina foi fornecida oficinas utilizando o TinkerCAD que é um plataforma de modelagem tridimensional em que não é preciso instalar o software no computador. Dessa forma, facilitando o uso democrático da ferramenta por parte dos estudantes, não necessitando ter um computador



com hardwares atualizados.

Figura 10 e 11. Modelo 3D feito no TinkerCAD da Autodesk, respectivamente a direita, Prototipação e estudo de volumetria Fonte: estudante Paula Soares.

Em seguida, Utilizando o método de fatiamento CURA, no software de versão Ultimaker_Cura-4.7.1-Darwin para prototipação de artefatos em 3D, foi feito uma renderização para calcular quanto sairia o preço do protótipo para testes de encaixes.

Por fim, foi possível desenvolver a fabricação digital do artefato e necessário desmontar as peças que seriam feitas por encaixe na impressora 3D por conta de ficarem flutuando, e não ser possível ter um suporte bom para sustento das peças. Foi feito um levantamento de cada peça e sua determinada medida para a impressão separadamente, afim de evitar problemas de erro na impressora e precisar reimprimir todo o artefato novamente.

4 Considerações finais

Dessa forma a disciplina foi ministrada de forma remota e com auxílio de plataformas de videoconferência e recursos tecnológicos que permitiram desenvolver um plano de ensino a distância e implementar novos projetos para o desenvolvimento (produtos, serviços e modelos) para atender às necessidades projetuais dos alunos da graduação da CESAR School no contexto remoto e de pandemia.

As dificuldades encontradas foram:

- Curto período para estudar/testar plataformas e softwares livres ou com uso educacional para suprir os recursos oferecidos pelos laboratórios presenciais.
- Dificuldades de refazer os testes, em virtude, do acompanhamento ser remoto e entrar para a fila de espera novamente;
- Disponibilização de ferramentas e colaboradores capacitados para suprir as demandas dos alunos e da disciplina;

Pontos positivos:

- Colaboração com outros setores da instituição que se colocaram à disposição para dar suporte remoto e equipamentos como impressoras 3D;
- Engajamento dos alunos nas oficinas ministradas para aprendizado de softwares e plataformas;
- 100% do cumprimento das entregas das atividades e aprovação dos discentes.

Esse estudo foi fruto da disciplina de Fabricação Digital, ofertada no curso de bacharelado em Design da CESAR School Recife/PE no ensino remoto devido a pandemia. E teve como objetivo contextualizar o Design e exercitar a leitura, pesquisa e compreender a relação do design em contextos, sua relação com uma determinada área do conhecimento, um determinado sistema ou fenômeno. Entender métodos ou fatores que influenciam direta ou indiretamente o processo de design de produtos e técnicas de prototipação

rápida envolvendo a geração *maker* através do desenvolvimento remoto. Cada aluno desenvolveu uma problemática baseado em um contexto

5 Referências

- BARBOSA NETO, Wilson. Do projeto à fabricação: um estudo de aplicação da fabricação digital no processo de produção arquitetônica. 2013. 133 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/258032>>.
- Baxter, M. (2011). *Projeto de produto*. São Paulo: E. Blucher.
- Bruscato, U., Brendler, C., Viaro, F., Teixeira, F., & Silva, R. (2013). Uso da Fabricação Digital e Prototipagem no Desenvolvimento do Projeto de Produto: Análises do Produto através de Simulações Digitais. *Proceedings Of The XVII Conference Of The Iberoamerican Society Of Digital Graphics - Sigradi: Knowledge-Based Design*. doi:10.5151/despro-sigradi2013-0088
- Chammas, M., Boretto, J., Burmann, L., Ramos, R., dos Santos Neto, F., & Silva, J. (2014). Síndrome do túnel do carpo – Parte I (anatomia, fisiologia, etiologia e diagnóstico). *Revista Brasileira De Ortopedia*, 49(5), 429-436. doi: 10.1016/j.rbo.2013.08.007
- Chaves, L., & Fonseca, K. (2016). DESIGN PARA INOVAÇÃO SOCIAL: UMA EXPERIÊNCIA PARA INCLUSÃO DO TEMA COMO ATIVIDADE DISCIPLINAR. *Dapesquisa*, 11(15), 130-146. doi: 10.5965/1808312911152016130
- Cutkosky, M. (1989). On grasp choice, grasp models, and the design of hands for manufacturing tasks. *IEEE Transactions On Robotics And Automation*, 5(3), 269-279. doi: 10.1109/70.34763
- Daviy, A., Paklina, S., & Prokofyeva, A. (2017). Digital Manufacturing: New Challenges for Marketing and Business Models. *Russian Management Journal*, 15(4), 537-552. doi: 10.21638/11701/spbu18.2017.408
- Filho, E., & Ferreira, C. (2011). *Projeto do produto*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Howell, L. (2002). *Compliant mechanisms*. New York: John Wiley & Sons.
- Perez, I., & Santos, A. (2017). Uso da Fabricação Digital para o Design de Superfície em Produtos de Moda. *Modapalavra*, 11(21), 56-78. doi: 10.5965/1982615x11212018056
- Prim, M., R. Silva de Aguiar, R., Aparecida Dandolini, G. (2020). INOVAÇÃO SOCIAL. *Anais Do X Congresso Internacional De Conhecimento E Inovação (Ciki)*. doi: 10.48090/ciki.v1i1.872
- Smith, B. & Dodds, R. (1997) *Developing Managers Through Project-based Learning*. Aldershot/Vermont: Gower.
- Webberley, H. (2017). Peripheral neuropathy: Symptoms, causes, and treatment. Retrieved 23 July 2021, from <https://www.medicalnewstoday.com/articles/147963>