

The Experience of Digital Manufacturing and Rapid Prototyping in the Transdisciplinary Homo-Faber Workshop: Sharing the Game

Cenci, Laline¹, Pires, Júlio C. P.¹, Olivo, Paula B.², Yonegura, Robison K.¹
Avalone Neto, Olavo¹

¹ UFSM-CS, Brasil

laline.cenci@ufsm.br

julio.pires@ufsm.br

² UFRGS, Brasil

olivo.paula@gmail.com

ryonegura@gmail.com

olavo.neto@ufsm.br

Abstract. The work presents the experience of Digital Fabrication and Rapid Prototyping with the objective of introducing concepts of Homo Faber, digital fabrication and rapid prototyping through the adoption of a teaching-learning strategy by gamification Homo Ludens for the construction of collective furniture. This challenge incorporates, not only the instrumentalization of new technologies for users of the Workshop, but extrapolates this field to expand the exercise of reflecting on an activity focused on the process rather than on the product.

Keywords Gamification; Digital Manufacturing; Rapid Prototyping; Architecture

1 Introdução

Com a incorporação da prancheta eletrônica no final do século passado, através dos sistemas CAD, a exploração das tecnologias CAM, a propagação atual de plataformas BIM e a crescente utilização de máquinas de CNC nos meios de produção e concepção arquitetônica é evidente a mudança, não somente da representação do desenho arquitetônico do ponto de vista de qualidade gráfica, mas uma inovação no próprio processo de projetar, e por consequência, na formação de novos arquitetos (Kolaveric, 2001).



Este trabalho relata a experiência didática de uma Oficina de Fabricação Digital como parte do processo de concepção em arquitetura, utilizando a gamificação como estratégia para promover a interação e engajamento dos estudantes. Esta atividade busca suprir a carência do domínio de novas tecnologias, como a fabricação digital na formação de arquitetos, especialmente no Brasil (Fabricio e Miyasaka, 2015).

Embora já bem estabelecidas nas áreas de desenho industrial e engenharia mecânica, aplicações de prototipagem rápida e fabricação digital são ainda incipientes nas áreas de arquitetura e de construção (Celani e Pupo, 2008). Segundo Celani e Pupo (2008) no Brasil, a aplicação dessas técnicas na arquitetura e construção ainda é muito restrita. Isso se deve a dois fatores: um econômico e outro de ordem social. O econômico está relacionado aos altos custos dos equipamentos e insumos, que são em sua maioria importados dos Estados Unidos, da Europa e da China, embora recentemente, algumas empresas nacionais tenham começado a investir no desenvolvimento e produção de maquinário para fabricação digital.

Para Martins e Filho (2019), a implementação de tais tecnologias fica a cargo dos centros de ensino superior, por meio da experimentação e formação de profissionais capacitados para trabalhar com a fabricação digital, de modo a gerar a industrialização da construção civil através da demanda dos próprios profissionais. Para Batistello et al. (2016) a possibilidade de fabricar um protótipo físico enriquece a discussão metodológica na arquitetura e facilita a compreensão do estudante em todo o processo, tornando-o reflexivo e responsável pelas suas ações projetuais.

Nesta mesma linha, Alves e Trujillo (2015) apontam também que os processos digitais retomam a capacidade dos arquitetos de retroalimentar a teoria e a prática e definem um sistema contínuo onde as experimentações de modelagem e simulações acabam por se manifestarem fisicamente através da prototipagem e da fabricação digital. Isso indica o quanto os procedimentos ligados ao ensino de projeto devem ser atualizados e precisam incorporar tais abordagens para uma constante e permanente atualização.

Segundo Junior e Castillo (2018) as tecnologias tais como a impressão 3D, ampliam o potencial de conhecimento nas disciplinas de projeto, nos cursos de design, estimulando o espírito inventivo, incentivando a experimentar o erro e o acerto e, por fim, a conscientização no aluno da importância do pensar para projetar, influenciando não só a execução, mas também o raciocínio de projeto. Com isso, é possível perceber que é de suma importância esse contato com novas metodologias tanto para o meio acadêmico quanto para o profissional.

Para Chicca e Castillo (2018) as novas tecnologias, são responsáveis pela ruptura do processo de aprendizagem, corroboram com movimentos pedagógicos que visam repensar as práticas vigentes do ensino e de maneira

semelhante, alguns anos atrás, o computador também passou pelo mesmo olhar de estranhamento e gerou muitas discussões sobre como ele poderia auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. A incorporação das tecnologias digitais e da fabricação digital certamente é um grande desafio para o ensino de arquitetura nas escolas de graduação. A nova realidade virtual está presente tanto na vida social dos estudantes quanto na vida dos novos profissionais.

Ademais, professores e pesquisadores buscam inovar e evoluir o ensino de arquitetura e urbanismo que está em constante desenvolvimento e progresso ao decorrer dos anos. Buscando meios e novas metodologias que integrem e interessem aos estudantes, sendo de grande valia principalmente para a formação profissional. Segundo Florio (2007), “Modelos físicos e protótipos rápidos ajudam estudantes e profissionais a experimentar visual e tatilmente o espaço real reduzido, reconhecer elementos e suas características, inter relações e sequências espaciais. O contato físico através do tato permite sentir, analisar e julgar aspectos que a visão, à distância, não permite.” Assim, é possível despertar o interesse dos alunos a conhecer e praticar a Fabricação Digital através da experiência desta Oficina.

Partindo destas premissas, este trabalho apresenta a metodologia utilizada para a Oficina Transdisciplinar denominada “HOMO FABER: Materializando Convivências”. O conceito homo faber originalmente se refere ao ser humano como alguém capaz de fabricar ou criar ferramentas com inteligência. O objetivo do evento foi a integração de estudantes e professores através da experimentação de processos e práticas projetuais colaborativas e criativas, utilizando princípios de Fabricação Digital para um Mobiliário Coletivo no campus. Contudo, busca-se aqui apresentar a metodologia baseada na Gamificação para o ensino e aprendizagem.

1.1 Gamificação como Processo de Aprendizagem

A gamificação é um processo onde as regras e objetivos que constituem um projeto comumente associado a jogos oferecem aos usuários uma realização de valor experiencial em inúmeros contextos (Deterding, 2019). A experiência realizada através da gamificação oferece ao usuário a oportunidade de melhorar o conhecimento durante as tarefas, proporcionando uma experiência rica e envolvente, sendo recomendado que a experiência seja avaliada pela perspectiva do usuário (Hassan, Dias e Hamari, 2019; Leclercq, Poncinc e Hammedid, 2020).

Segundo Huizinga (1999) no livro HOMO LUDENS, o jogo é mais primitivo do que a cultura, pois faz parte daquelas coisas em comum que o homem partilha com os animais, sendo este, uma das noções mais primitivas e profundamente enraizadas em toda a realidade humana.

De acordo com Toda et al (2019) o planejamento de gamificação tem sido um tópico de discussão nos últimos anos, uma vez que pode ser usado para aumentar o desempenho, engajamento, e motivação dos usuários finais. Quando aplicado corretamente em ambientes educacionais, a gamificação pode levar a um melhor aprendizado. Além disso, pode ser impulsionado quando ligado a redes sociais e discutem ainda a inexistência de uma sistemática que conecte neste contexto.

Vários estudos ressaltam a importância de atividades lúdicas no processo de aprendizagem. Unanue e Cardoso (2016) utilizaram as mídias sociais para aplicar a gamificação em atividades de ensino de Arquitetura. Tews e Langston (2018) estudaram e exploraram a gamificação no impacto do ensino universitário e provaram os efeitos positivos da gamificação. Kodheir (2018) estabelece a avaliação de distintos métodos de ensino e aprendizagem para estudantes de arquitetura. Em sua pesquisa destaca-se o método da gamificação com um impacto bastante positivo, não somente no engajamento dos estudantes como o uso de diferentes métodos que melhoram a qualidade dos projetos ao longo do curso de Arquitetura. Finalmente, a pesquisa recomenda ainda a investigação de métodos de aprendizagem mista, seja no processo de sua implantação ou na avaliação do impacto sobre a satisfação dos estudantes.

Para Cudney e Subhash (2018) a presença onipresente da tecnologia inspirou uma mudança das tradicionais palestras em sala de aula para ambientes de aprendizagem digital. Estes ambientes de aprendizagem interativos apresentam a oportunidade de evoluir o processo de ensino através da incorporação de elementos de jogo que demonstraram capturar o atenção do usuário, motivando para promover a competição, o trabalho em equipe e a comunicação.

Leclercq, Poncinc e Hammedid (2020) recomendam fortemente investigações adicionais sobre os métodos de gamificação para obter uma melhor compreensão do tema tão emergente a partir do ano 2000. Estas percepções contínuas terão aplicações em gestão múltipla, tanto para fins acadêmicos como gerenciais.

Segundo Barros, Rocha e Bezerra (2017), no campo da educação a gamificação têm produzido algumas vantagens que colaboram com o aprendizado devido às interfaces atraentes, que acabam por estimular seus usuários a enfrentarem os desafios propostos pelos jogos, apontando caminhos para o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos.

Batistello (2018) relata em seu trabalho, que o tipo de interação de aprendizagem aplicada foi a gamificação estrutural, onde utilizou-se elementos de jogos, como mecânicas, dinâmicas e componentes, para impulsionar o aprendizado através de conhecimentos. Em seu estudo a autora relata que a gamificação pode ser um caminho viável para estimular os acadêmicos e apoiar os docentes a fazer uma reflexão na ação, trazendo a interdisciplinaridade como pensamento crítico.

O uso da gamificação é uma forma de aumentar o engajamento do aluno na busca pelo conhecimento e desenvolvimento de competências. Além disso, é um processo que permite autonomia do estudante, se afastando do modelo tradicional de ensino e configurando uma forma de estabelecer uma metodologia ativa de aprendizado. Neste sentido a junção de homo-faber e homo-ludens é apresentada e detalhada a seguir.

2 Metodologia

A oficina proposta foi uma atividade imersiva, com duração de 4 dias, realizada em outubro de 2019 com o propósito de criar um mobiliário de uso coletivo, segundo algumas condicionantes, e utilizar a Fabricação Digital para a construção do protótipo. O melhor trabalho teve a execução do seu protótipo cortado em escala real.

O projeto do mobiliário coletivo foi realizado por 5 equipes de 10 a 12 estudantes com, no mínimo, um de cada semestre em cada equipe para uma maior integração dos estudantes.

Ao longo dos quatro dias foram realizadas diferentes palestras de capacitação, onde foram abordados os seguintes temas: racionalização no processo de produção, otimização no aproveitamento de materiais, minimizando os impactos e destino final dos resíduos gerado no ciclo de vida de um artefato, processos de Fabricação Digital, Arquitetura Open Source, Impressão 3D, Corte com CNC para modelos reduzidos e em escala real. É importante salientar que, para o mobiliário, foram disponibilizadas, por equipe, 18 chapas de compensado de dimensões 1,22 x 2,44 metros, totalizando 53,58 m².

As palestras (Figura 1) tinham o objetivo de capacitar as equipes para as seguintes condicionantes definidas para a elaboração do mobiliário: comportar o máximo de usuários possível, garantir conforto; montagem utilizando peças sem emendas e com encaixe; seguir princípios de sustentabilidade considerando o ciclo de vida do mobiliário; construtibilidade: facilidade de montagem; apresentar estabilidade e rigidez estrutural. Além disso, as equipes deveriam escolher um local para implementação do mobiliário visando os pontos estratégicos para visibilidade e considerando-se os locais de maior permanência dos estudantes durante os momentos de lazer no campus.

A Oficina foi estruturada em dois momentos: o primeiro de concepção e desenvolvimento e o segundo de fabricação digital (Figura 2). As propostas das equipes foram feitas em 3 fases. A fase 1 almejou a elaboração do conceito, mapas conceituais, textos explicativos e condicionantes, aperfeiçoando-se a proposta na fase 2 sendo definido o programa de necessidades, diagnósticos e início da elaboração de croquis/perspectivas para melhor visualização da ideia. A fase 3 foi a concretização da ideia e a

elaboração do protótipo em escala 1:5. Ao final, apenas uma equipe executaria a construção do mobiliário e a montagem na escala 1:1.



Figura 1. Palestra de capacitação realizada. Fonte: os autores, 2019.

Esta experiência incluiu três grandes desafios: 1) Apresentar a Fabricação Digital aos estudantes; 2) Proporcionar a integração horizontal entre acadêmicos de diferentes níveis do curso e 3) Utilizar a gamificação como estratégia de trabalho e engajamento.

Para a construção da gamificação desta atividade, de acordo com Huizinga (2000), foram classificadas as seguintes características de game:

- a) Dinâmica: progressão em fases e relacionamento;
- b) Mecânicas: desafios, cooperação e competição e feedback;
- c) Componentes: realizações, medalhas, doação e pontos.



Figura 2. Diagrama metodológico. Fonte: Elaborado pelos autores.

As tarefas foram realizadas através da rede social Instagram, cujo primeiro desafio era criar uma identidade e perfil para a equipe. A Figura 3 mostra os perfis e identidade de cada uma das cinco equipes.

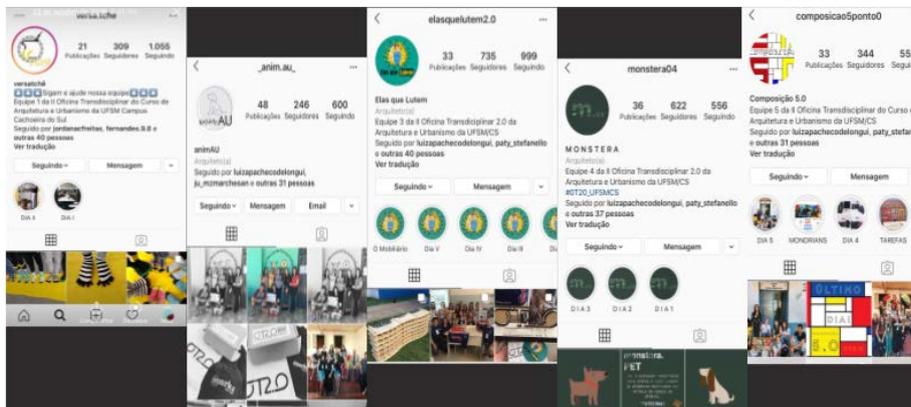


Figura 3. Perfis das equipes no Instagram. Fonte: autores.

Dentre as atividades propostas ocorreram: perguntas através do perfil no Instagram da Oficina, onde as questões eram relacionadas aos temas abordados nas palestras de capacitação. A atividade desafio foi a utilização da meia mais diferente e/ou engraçada, a atividade equipe solidária que constitui na arrecadação de alimentos para entidades carentes, lançadas através do perfil da Oficina, pelo Instagram.

A figura 4 mostra a lista de tarefas, as respectivas pontuações e as eventuais penalidades que cada equipe estava sujeita durante a atividade.

É importante destacar que no jogo, cada equipe continha um “colar” que ficava sobre a posse de um líder da equipe que estava responsável pela posse dos pontos conquistados. Uma das tarefas era estar sempre com o colar posto ao pescoço e o líder saber exatamente quantos pontos tinham. As atividades foram realizadas nas salas de ateliê do campus, sendo uma sala para cada equipe. Os registros eram acompanhados, atualizados. A sequência de atividades foi registrada com pontuação e/ou penalidades. A figura 5 mostra alguns dados registrados nesta etapa, normalmente inseridos na rede social Instagram.

Cabe salientar aqui que, ainda na fase dois foi possível realizar o protótipo de cada uma das propostas das equipes. Estes, foram realizados com o material que foi recebido de doação da empresa que elaborou os cortes com materiais residuais de chapas de ACM. A partir disso, com a realização do corte do protótipo de cada equipe, foi possível verificar erros e melhorias que poderiam ser feitas. Isso ocorreu no momento da montagem das peças do mobiliário, onde cada equipe pôde analisar e perceber o que não se encaixava e o que poderia ser reparado, sendo este uma das inúmeras vantagens de usar a prototipagem rápida e a fabricação digital.

	Tarefa	Pontuação	Penalidade
1	EQUIPE A POSTOS	50	-10 coins Cada minuto de atraso
2	IDENTIDADE	50	-50
3	ATENÇÃO EQUIPE	100	-10 por individuo
4	FASE 1 CONCLUÍDA!	200	-50 Cada meia hora de atraso
5	FIQUE ATENTO AOS SEUS PONTOS!	50	-50
6	ATENÇÃO EQUIPE	50	-10 por individuo
7	FASE 2 CONCLUÍDA!	200	-50 Cada meia hora de atraso
8	DESAFIO!	50	-50
9	FIQUE ATENTO AOS SEUS PONTOS!	50	-50
10	PONTUAÇÃO EXTRA: SEGUIDORES	50	0
11	AVALIE!	100	-10 por respostas faltantes
12	FASE 3 CONCLUÍDA!	200	-50 Cada meia hora de atraso
13	ATENÇÃO EQUIPE	50	-10 por individuo
14	EQUIPE SOLIDÁRIA	20 por kg	Não se aplica
15	PRONTO 3D!	50	-50 se não cumprir
16	PRESTIGIE!	50	-20 por classificação
17	QUIZZ CONECT	50	-20 por classificação
18	ATENÇÃO EQUIPE	50	-20 por classificação
19	JUNTOS EM...	50	-20 por classificação



Figura 4. Tarefas desenvolvidas, pontuações e penalidades (esq.) e equipes realizando as atividades (dir.). Fonte: autores.

Finalmente, foi realizada a apresentação das propostas em banner para o encerramento das atividades. A etapa seguinte consistiu em avaliar os trabalhos nas seguintes categorias: a) Prêmio HomoFaber para a equipe vencedora, que executou o projeto do mobiliário em escala real através de corte utilizando a CNC; b) Prêmio de Equipe + Engajada, para a equipe que obteve maior desempenho nas pontuações do jogos c) Prêmio Menção Honrosa para a equipe com feitos memoráveis não contemplados nas duas primeiras categorias.



Figura 5. Pontuação, Quiz, Feedback pelo Perfil da Oficina. Fonte: autores

3 Resultados

O resultado final de cada equipe superou as expectativas dos organizadores, graficamente e tecnicamente. As propostas finais foram desenvolvidas e apresentadas em formato de banner contendo as informações pertinentes para entendimento de cada proposta e o modelo em escala 1:5.

A equipe 1 (Versa.Tchê) teve por proposta um mobiliário versátil visando um espaço para convívio e descanso, chimarródromo, bicicletário, integração social e local de espera do ônibus. A equipe 2 (Anim.AU) propôs um mobiliário composto por formas distintas, sendo uma espreguiçadeira, bancos hexagonais e bancos retangulares, servindo também como abrigo aos cachorros. A equipe 3 (Elas Que Litem) propõe um mobiliário versátil que vise a integração entre os espaços e os alunos, possibilitando variados usos conforme a necessidade do usuário, dando opção de um banco/estante. A equipe 4 (Monstera04) tem por objetivo promover um banco retrátil e compacto que se modifica de acordo com as necessidades servindo também como abrigo para os cães. Por fim, a equipe 5 (Composição5ponto0) elaborou a proposta de um espaço de integração, descanso e lazer, considerando a necessidade do usuário e podendo ser usado para sentar, deitar ou como mesa de apoio. A Figura 6 mostra o resultado dos banners elaborados pelas equipes.



Figura 6. Banners resultado da Oficina. Fonte: autores.

Desde a primeira atividade buscou-se o aprimoramento e interação entre os participantes, assim realizado e observado ao decorrer da oficina. Nos processos onde houve a necessidade da utilização de ferramentas digitais foi perceptível o empenho dos alunos não somente em realizar as tarefas, mas também no interesse em buscar o conhecimento necessário para a utilização de tais ferramentas, assim como, repassar o que foi descoberto para os demais



integrantes do grupo, onde foi possível que todos colaborassem se sentindo úteis e aprendendo novos métodos, conceitos e softwares.

Os softwares utilizados pelas equipes ao decorrer das etapas das atividades foram: SketchUP, AutoCAD, Lumion, Illustrator e Photoshop. Foi necessário a utilização de um software específico (Slicer for Fusion) para as funções estabelecidas como encaixe das peças e moldes para corte. Para a manipulação desse aplicativo, contou-se com o supervisionamento e assessoramento dos conhecedores dos softwares utilizados, onde os professores passaram por cada equipe para esclarecer dúvidas e auxiliar no que fosse necessário.

Ao fim da oficina, foi aplicado um formulário de satisfação aos participantes em relação a oficina, as atividades e à organização. As respostas, tratadas de forma a apresentar a satisfação média por equipe, podem ser vistas na Figura 7. Ao analisar as respostas do formulário de, é visível o grau de satisfação das equipes, próximas a 100%. Assim, o objetivo de integração entre os participantes se afirma atingido, principalmente analisando as barras relacionadas a quinta pergunta do gráfico. O engajamento da equipe é nítido nas respostas da última questão, relacionada ao nome e personalização da equipe, que transmite o grau de empolgação, perspectivas futuras sobre as atividades e as expectativas para com o game através do empenho dos estudantes.

Ainda que as respostas foram positivas, melhorias podem ser feitas para as próximas edições da oficina principalmente em relação a organização da oficina e tempo para a execução das atividades. A implementação de atividades de fabricação digital se mostra favorável neste contexto e seu reflexo pode ser percebido no alto grau de satisfação dos participantes com a proposta desenvolvida (Fig. 7).

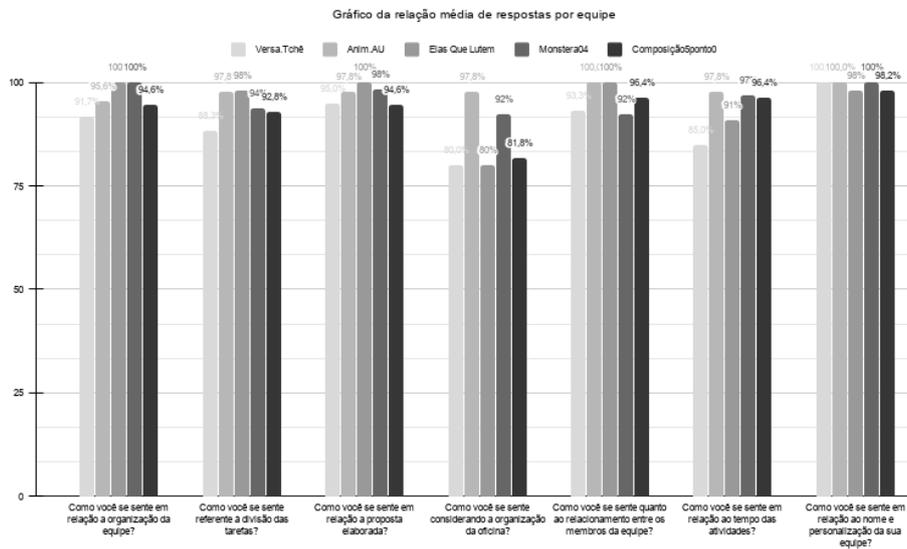


Figura 7. Demonstração da porcentagem média das respostas por equipe em cada questão. Fonte: Elaborado pelos autores.

O protótipo do mobiliário vencedor montado em escala real pode ser visto na Figura 8.

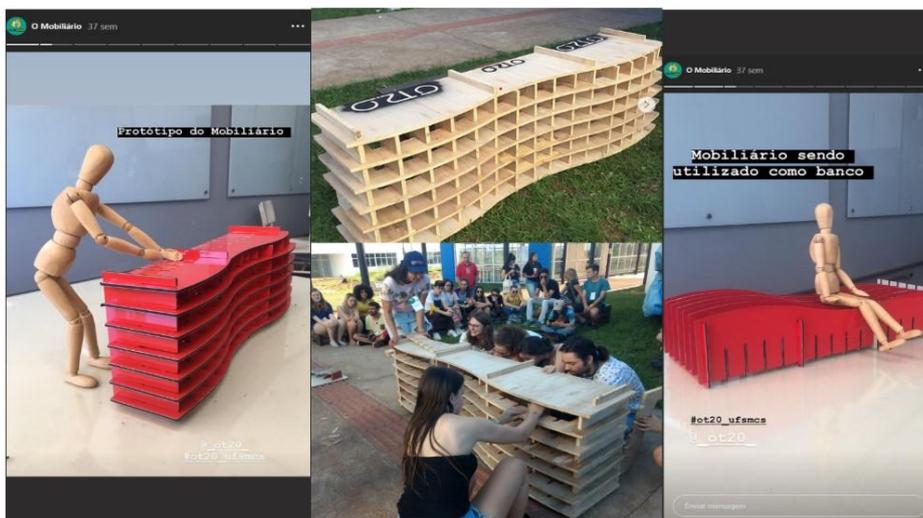


Figura 8. Protótipo do mobiliário da equipe vencedora do Prêmio Homo Faber, em escala 1:5 e montagem em escala real. Fonte: autores

4 Considerações Finais

A incorporação das tecnologias digitais e da fabricação digital certamente é um grande desafio para o ensino de arquitetura nas escolas de graduação. O impacto dos constantes desenvolvimentos tecnológicos é sentido tanto na vida social dos estudantes quanto dos novos profissionais. A estrutura educacional está sendo repensada para contemplar esta nova realidade e tornar o aprendizado mais efetivo. A experiência apresentada mostra que, ainda que muitas universidades não possuam seu próprio equipamento de prototipagem ou uma CNC, as experiências com a Fabricação Digital podem ser gradativamente aplicadas ao Ensino da Arquitetura com o apoio da iniciativa privada. A experiência da Oficina Transdisciplinar 2.0 – Homo Faber aparece no contexto da universidade como uma forma de tentar tornar o processo de aprendizado mais familiar e aproximar o cotidiano do estudante com a construção das habilidades de um arquiteto.

A oficina transdisciplinar contribuiu para o aprimoramento dos jovens, buscando uma didática de interação e integração, dispondo da troca de conhecimento para o desenvolvimento de um mobiliário coletivo. A ludicidade promovida pela gamificação das atividades intensificou o engajamento e a satisfação das equipes com a atividade proposta, o que pode ser verificado através dos questionários. A utilização de oficinas de projeto como forma de introduzir alunos de arquitetura e urbanismo a processos de projeto que incorporam a fabricação digital corrobora com os resultados de autores que promovem diferentes práticas no ensino-aprendizagem em Arquitetura.

5 Referências

- Alves, G.; Trujillo, J. (2015). Processos digitais de projeto: mudança de paradigma no ensino da Arquitetura e Urbanismo. *Projetar - 2015*. Natal. P. 1-12.
- Barros, A. P.; Rocha, I. M.; Bezerra, G. F. (2017). Gamificação no aprendizado da arquitetura e urbanismo: referências teóricas e aplicações. *II Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+E 2017)*. Mamanguape - Paraíba – Brasil. 18, 19 e 20 de maio de 2017. P. 635-641.
- Batistello, P.; Balzan, K. L.; Pereira, A. T. C. (2016). Integração no ensino de arquitetura e urbanismo: experiências com ateliês verticais. *Revista projetar, projeto e percepção do ambiente*. V.1, n.3. P. 47-59.
- Celani, G.; Pupo, R. T. (2008). Ensino da prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção no Brasil: definições e estado da arte. [Cadernos de pós-graduação em arquitetura e urbanismo]. P. 31-41.
- Chicca, N. A. J; Castillo, L. G. (2018). Introdução da impressão 3D em experimentos voltados ao ensino de projetos de design. *VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2018)*. Anais do XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2018). P. 128-137.
- Fabricio, M. M.; Miyasaka, E. L. (2015). Digital fabrication in Brazil Academic production in the last decade. *16th International Conference CAAD Futures 2015*. P. 421-433.

- Filho, Z. R. P.; Martins, I. L. (2019). A produção acadêmica sobre a fabricação digital nas escolas brasileiras de arquitetura e urbanismo. *PARC Pesq. em Arquit. e Constr.*, Campinas, SP, v. 10, p. e019007, 2019, ISSN 1980-6809.
- Florio, W.; Segall, M. L.; Araujo, N. S. (2007). A contribuição dos protótipos rápidos no processo de projeto em arquitetura. *GRAPHICA*. Curitiba, Paraná - Brasil. 2007.
- Kodheir, L. M. (2018). Blended learning methods as an approach to teaching project management to architecture students. *Alexandria Engineering Journal*. Vol. 57, Issue 4. P. 3899-3905.
- Kolaveric, B. (2001). *Digital Fabrication: Manufacturing Architecture in the Information Age*. 2001: Acadia. P. 268-277.
- Leclercq, T.; Poncin, I.; Hammedi, W. (2020). Opening the black box of gameful experience: Implications for gamification process design. *Journal of Retailing and Consumer Services*. Vol. 52.101882.
- Passaro, A.; Henriques, G. C. (2015). Abrigos Sensíveis, do método ao conceito, superando a instrumentalização. *SIGRADI 2015*. P. 94-100.
- Pupo, R. T. (2008). Ensino da prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção no Brasil: definições e estado da arte. ISSN 1980-6809 parc. Pesquisa em arquitetura e construção. [Fec.unicamp.br](http://fec.unicamp.br).
- Toda, A. M.; Carmo, R. M. C.; Silva, A. P.; Bittencourt, I.; Isotani, S. (2019). An approach for planning and deploying gamification concepts with social networks within educational contexts. *International Journal of Information Management*. Vol. 46. P. 294-303.
- Unanue, M.; Cardoso, M. M. C. (2018). Mídias sociais e gamificação no ensino de arquitetura: ensinando teoria e história como prática reflexiva e aplicada. IV Congresso de inovação e metodologias no ensino superior. [CIM].