

AMPLIANDO APROPRIAÇÕES DA FABRICAÇÃO DIGITAL EM
PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO: O CASO DO LABORATÓRIO
DA FAURB/UFPEL¹

EXPANDING THE ADOPTION OF DIGITAL FABRICATION IN
RESEARCH, TEACHING AND OUTREACH: THE CASE OF
FAURB/UFPEL LABORATORY²

*Luisa Félix Dalla Vecchia³
Tássia Borges de Vasconcelos⁴
Cristiane dos Santos Nunes⁵*

Resumo: Este artigo relata as ações que vêm sendo desenvolvidas para ampliar a atuação de um laboratório de fabricação digital, criado no contexto de uma Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), tomando como modelo os laboratórios da rede mundial de Fab Labs. Parte-se de uma revisão teórica sobre Fab Labs e seu papel, dentro e fora da universidade, e sobre a história do laboratório em questão. A partir disso, é descrita a metodologia adotada para a expansão das ações do laboratório, contando com três escalas de atuação: (1) a da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo; (2) a da UFPEL; e (3) a da cidade e região. Os resultados apontam para a significância social do Fab Lab junto ao contexto em que se insere, demonstrando-se capaz de instigar a criação e a inovação, a partir de uma interação dialógica entre diferentes atores da universidade e desta com a comunidade. A difusão de diferentes tecnologias de representação e dos conhecimentos necessários para sua concretização também é considerado como um resultado positivo desta atuação.

Palavras-chave: fabricação digital, fab lab, extensão, representação.

¹ Este artigo foi selecionado, dentre aqueles apresentados no Graphica 2022 – XIV International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design – para ter sua versão original (DALLA VECCHIA, VASCONSELOS e NUNES, 2023) ampliada e publicada neste periódico.

² This article was selected, among those presented at Graphica 2022 – XIV International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design – to have its original version (DALLA VECCHIA, VASCONSELOS and NUNES, 2023) expanded and published in this journal.

³ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFPEL, luisa.vecchia@ufpel.edu.br

⁴ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFPEL, tassiav.arq@gmail.com

⁵ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFPEL, cristiane.nunes@outlook.com

Abstract: This paper shows what is being done to expand the reach of a digital fabrication laboratory. The laboratory was created in the context of a faculty of architecture, modeled after those of the worldwide network of Fab Labs. The paper starts with the history of the laboratory in question and a theoretical review on Fab Labs and their role, inside and outside the university. Then, we describe the methodology adopted for the expansion of the laboratory's actions, with three scales of action: (1) the Faculty of Architecture and Urbanism; (2) the University; (3) the city and region. The results point to the social significance of the Fab Lab in the context in which it operates, demonstrating that it is capable of instigating creation and innovation, based on a dialogical interaction between different university actors and between the university and the community. The diffusion of different representation technologies and the knowledge necessary for their implementation is also considered a positive result of this action.

Keywords: digital fabrication, fab lab, university outreach, representation.

1 Introdução

Este artigo tem por propósito apresentar a dinâmica que vem sendo constituída no último ano, em que se reiniciaram as práticas presenciais em um Laboratório de Fabricação Digital. Estabelecido no contexto da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAUrb) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), o GEGRADI – Grupo de Estudos de Ensino/Aprendizagem de Representação Gráfica e Digital – desenvolve diferentes atividades nos eixos de ensino, pesquisa e extensão, e algumas destas perpassam as tecnologias de fabricação digital. A implementação destas tecnologias em tais atividades vem sendo gradativamente expandida. Investimentos realizados na formação de docentes, discentes e de técnicas administrativas do grupo, na criação e consolidação de redes colaborativas, na aquisição e manutenção de máquinas e na ampliação de espaço físico foram fatores essenciais para essa expansão. Tal expansão adota como modelo os laboratórios cadastrados junto à rede mundial de Fab Labs para atender a região de Pelotas. Este artigo foi elaborado e ampliado a partir do trabalho apresentado pelas autoras no evento Graphica 2022 (XIV International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design) (DALLA VECCHIA, VASCONSELOS e NUNES, 2023). No presente artigo, a metodologia e resultados estão melhor detalhados. Além disso, foram incluídos resultados novos, ampliando a discussão.

O grupo de pesquisa em questão vem se articulando ao longo da última década na área de fabricação digital. Nessa direção, ampliou-se e explorou-se a formação docente e discente por meio de pesquisas, palestras, workshops, ações de

ensino em contexto didático de graduação e pós-graduação. Estas experimentações foram mobilizadoras e impulsionadoras da consolidação de uma rede de parceiros locais, regionais, nacionais e internacionais que possibilitam a articulação e a implementação de um Fab Lab na UFPel. Além disso, tanto o grupo GEGRADI como a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo como um todo têm investido através de diversos projetos na aquisição de equipamentos de fabricação digital e qualificação dos espaços vinculados a seu uso. Tal investimento vem permitindo gradativamente a formação de pessoal e avanços no uso de tais tecnologias no ensino, pesquisa e extensão. Entretanto, também são muitos os desafios que acabam limitando e adiando o potencial de benefícios que o grupo vislumbra a partir do laboratório, tanto para universidade como para a região.

Este trabalho parte do reconhecimento da rede mundial de Fab Labs, aliado a uma revisão bibliográfica, e busca gerar maior compreensão sobre os benefícios a curto, médio e longo prazo para as comunidades a que atendem, incluindo as faculdades de arquitetura e urbanismo. Em seguida, mostra-se um breve histórico do laboratório, com sua atual configuração, também destacando alguns desafios. Apresenta-se, então, a metodologia do projeto que surgiu com este intuito de expansão das atividades. Busca-se configurar o laboratório como um Fab Lab que possa vir a ser cadastrado junto a rede mundial. Depois, são apresentadas algumas ações já desenvolvidas no âmbito deste projeto. Por fim, é feita uma discussão refletindo sobre estes resultados, bem como apontando direcionamentos para o futuro.

2 Fabricação digital, comunidade e a rede mundial de Fab Labs

A rede mundial de Fab Labs nasceu a partir do Center for Bits and Atoms do MIT, com o intuito inicial de que o Fab Lab fosse “uma extensão da sala de aula, e melhorasse a forma de aprender dos alunos” (AGUIAR et al., 2017). Em 2003, foi criado o primeiro Fab Lab fora do MIT e, desde então, a rede vêm crescendo a partir de uma abordagem de colaboração e compartilhamento do conhecimento. Atualmente, a Fab Foundation tem a missão de fornecer acesso às ferramentas, ao conhecimento e aos meios financeiros para educar, inovar e inventar usando tecnologia e fabricação digital para permitir que qualquer pessoa possa produzir (quase) qualquer coisa (“Fab Foundation”, 2022).

Esta rede se insere em um contexto de movimento maker em que prevalece a ideologia estabelecida pelo acrônimo “DIY” (Do It Yourself), que é traduzido para faça você mesmo. Tal cultura tem crescido mundo afora amparada por “comunidades de

fabricação online e espaços físicos para makers” (AGUIAR et al., 2017). Estas comunidades reúnem pessoas com grande variedade de conhecimentos e especialidades. Prevalece nesse contexto, e é uma das premissas da rede mundial de Fab Labs, a colaboração e troca de conhecimentos entre a comunidade. Materiais são disponibilizados para que outros possam utilizar, atualizar e incrementar, cada um acrescentando conhecimento à medida que aprende com os outros. Participar de atividades em um Fab Lab da rede mundial significa se conectar a uma comunidade global de alunos, educadores, tecnólogos, pesquisadores, criadores e inovadores - uma rede de compartilhamento de conhecimento que abrange 100 países e 24 fusos horários (“FabLab Network,” 2022).

Diversos autores destacam a atuação de Fab Labs como benéfica para as comunidades em que se inserem, devido a este caráter de promover interação entre os agentes, previamente citados, do movimento e comunidade, possibilitando o aprendizado mútuo (AGUIAR et al., 2017; GARCÍA-RUIZ; LENA-ACEBO, 2022; HERRERA; MONTEZUMA; JUÁREZ, 2018; PUPO, 2017; SCHEEREN; SPERLING, 2020). Outro benefício se refere a facilitar a criação de grupos de trabalho multidisciplinares que possam realizar grandes projetos que individualmente não poderiam ser realizados (GARCÍA-RUIZ; LENA-ACEBO, 2022). Além disso, tais ambientes promovem a assimilação dos conhecimentos através do “aprender fazendo”, que parte da resolução dos problemas específicos de interesse individual. São de especial interesse, no caso do laboratório em questão, a difusão e assimilação por parte dos estudantes da unidade acadêmica em que se insere, bem como da comunidade a que atende, o potencial dessa abordagem para compreensão, assimilação, e difusão dos conhecimentos associados a geometria, representação e gráfica digital.

Entretanto, Herrera et al. (2018) apontam fatores adversos, ou desafios, enfrentados pelos Fab Labs na América Latina, tais como economia, administração, manutenção e educação, o que muitas vezes resulta no surgimento e, em seguida, desligamento destes. Schreen e Sperling (2020) também indicam os custos de manutenção e funcionamento como alguns dos motivos para esses desligamentos. Estes autores destacam a importância de considerar o contexto em que os laboratórios se inserem e a significância social de suas ações ao invés de manter o foco no tipo de espaço e maquinário disponível (SCHEEREN; SPERLING, 2020). Nesse sentido, a criação de fab labs a partir de laboratórios consolidados no contexto de ambientes acadêmicos é uma forma de aumentar as chances de manutenção das

atividades por um prazo mais longo. Fab labs vinculados a universidades e que surgiram e operam em ambientes acadêmicos compõem uma grande parcela do total, sendo o caso, segundo García-Ruiz e Lena-Acebo (2022), de mais que 40% dos fab labs. Para o contexto universitário brasileiro, as características dos fab labs mencionadas acima vão ao encontro do que visa a política nacional de extensão universitária, pois promovem a democratização do conhecimento através de uma interação dialógica com a comunidade (“Política Nacional de Extensão Universitária”, 2012).

Estando localizado em uma Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, se tem, ainda, uma preocupação em como estabelecer abordagens e ações voltadas ao ensino, específicas para o contexto em questão. Parte-se de evidências da pertinência da incorporação e implementação da fabricação digital na faculdade, com vínculos diretos ou indiretos nas disciplinas. Por exemplo, os mapeamentos estabelecidos em Vasconcelos e Sperling (2017) demonstram uma relação espacial, no contexto da América Latina, concomitante entre: práticas didáticas estabelecidas com utilizações mais conscientes da potencialidade do computador com ambientes que possuem a presença de laboratórios ou maquinários adequados para este desenvolvimento.

3 O Laboratório de Fabricação Digital na FAUrb/UFPeI

O laboratório de fabricação digital na FAUrb/UFPeI nasceu a partir das atividades de ensino, extensão e, principalmente, pesquisa do GEGRADI. As primeiras impressoras 3D foram adquiridas em 2012, a partir do projeto ALFA T-Game, que contava com financiamento da Comunidade Européia. Em seguida, o projeto Morar TS/SocioTIC, financiado pelo FINEP, permitiu a aquisição de mais equipamentos, inclusive uma cortadora laser com área de 75 x 45 cm. Desde então, projetos de pesquisa, ensino e extensão de diferentes áreas da arquitetura e urbanismo vem utilizando o maquinário e conhecimento gerado ao longo desses anos para avançar ainda mais em suas áreas, bem como nos processos da fabricação digital. Os processos de fabricação digital vêm gradativamente se inserindo no âmbito de algumas disciplinas do curso de arquitetura e urbanismo, além de apoiar pesquisas e projetos de extensão.

Foi possível, ainda, ao longo desses anos, estabelecer algumas parcerias com outras áreas e instituições. Através do projeto Modela Pelotas, foi possível estabelecer parcerias com museus, como o Museu do Doce e o Museu da Baronesa, permitindo a fabricação de objetos táteis para ampliação da acessibilidade e para fins turísticos na cidade (NUNES; *et al.*, 2018). Este projeto contou também com parceiros da escola

Louis Braille de Pelotas. Através do projeto de pesquisa “Órtese em Impressão 3D”, foi estabelecida uma parceria com o curso de terapia ocupacional para o desenvolvimento de uma órtese a partir da impressão 3D. Em 2020, como parte das ações de combate a pandemia por covid-19, estabeleceu-se, em parceria com outras instituições da cidade, o projeto REDELAB (Rede de Laboratórios e Coletivos de Arquitetura, Urbanismo, Design e Tecnologia da UFPel integrados no combate ao COVID_19) em que a UFPel se utilizou das tecnologias de fabricação digital para a fabricação de EPIs (principalmente face Shields) (LEANDRO; BORDA; PIRES, 2020). Neste momento, foram distribuídas máscaras para diversas instituições da cidade. Além disso, fortaleceram-se parcerias e interesse mútuo por esse tipo de processo entre diversas unidades da Universidade e de outras instituições. Através desse projeto, foi possível adquirir novas máquinas, ampliando a quantidade e diversidade do maquinário disponível para tal produção.

Tais ações e parcerias evidenciam os benefícios e ganhos para a sociedade, de ampliar e facilitar o uso de tais tecnologias através de parcerias com diferentes áreas do conhecimento, dentro e fora da UFPel. A fabricação digital vem se estabelecendo como um agente promotor de inovação em diversas áreas do conhecimento. Seu uso tem dado apoio à pesquisa, ensino e inovação em diversas áreas, como artes e design, engenharias, saúde e tecnologia, entre outras. Entretanto, a dificuldade de acesso a tais tecnologias, muitas vezes, impossibilita projetos de pesquisa, ensino e extensão que não incluam verba para compra de tais equipamentos. Neste sentido, a ampliação das atividades do laboratório em questão visa estruturar ações e parcerias que facilitem o uso de maquinário existente na UFPel para ações e projetos de ensino, pesquisa e extensão de diversas áreas. A abertura do laboratório de fabricação digital para o público em geral, externo à universidade, bem como a oferta de treinamento no uso do maquinário para tal público, visa promover a democratização do acesso a tais tecnologias. Além disso, tais ações visam promover a criatividade e inovação possibilitando à sociedade a exploração de ideias de uma forma diferenciada.

É importante destacar que, já em 2015, o grupo de pesquisa GEGRADI foi identificado como agente na produção de conhecimento sobre fabricação digital, pela exposição “Homo Faber: Digital Fabrication in Latin América”, um evento estabelecido no CAAD Futures. Portanto, o grupo conta com conhecimento e experiência necessárias para ampliar as ações envolvendo um público mais amplo em um ambiente de aprendizado mútuo entre universidade e sociedade. Entretanto, são

muitos também os desafios para concretizar tal ampliação no âmbito de uma instituição pública.

Um dos principais fatores que vinha limitando o quanto se poderia ampliar a abrangência das ações do laboratório, principalmente no que tange a possibilidade de dias abertos à comunidade, se refere à necessidade de se ter pessoal treinado no uso das máquinas para colocá-las em funcionamento e dar apoio a outras pessoas em seu uso. Para as ações de pesquisa do GEGRAI e algumas atividades de ensino e extensão (como as descritas anteriormente), esse uso dos equipamentos vinha sendo feito pelos professores do grupo e alguns alunos bolsistas e voluntários treinados durante os projetos. Entretanto, este modelo não possibilita uma ampliação das ações nos moldes de um fab lab. Nesse sentido, em 2021, a faculdade de arquitetura buscou trazer para a unidade uma funcionária que havia cursado a graduação e mestrado junto ao grupo de pesquisa em questão e já tinha atuação e experiência com a fabricação digital. A funcionária em questão havia prestado concurso para assistente administrativo na universidade e assumiu o cargo já na faculdade de arquitetura, no final de 2021, dedicando, em seu plano de trabalho, 10 horas a projetos envolvendo fabricação digital.

Outro desafio significativo se refere ao espaço físico do laboratório. Este tipo de laboratório conta com máquinas de grande porte, que muitas vezes exigem instalações específicas para seu funcionamento. Este é o caso, por exemplo, das cortadoras a laser que precisam de instalações elétricas específicas além de saídas de exaustores, com chaminés, previstas. A partir da ampliação da quantidade e tipos de máquinas em 2020, se tornou necessária uma reforma no espaço atual do laboratório. Vários professores e funcionários da FAUrb se envolveram na elaboração do projeto para tal reforma, que incluía ampliação da rede elétrica, criação de instalações específicas para exaustão e saída de água das cortadoras laser, além da mudança de posição da divisória do ambiente e abertura de um portão para permitir a entrada e instalação dos equipamentos maiores. Entretanto, devido a problemas internos e externos à instituição, ficou claro que tal reforma não se concretizaria imediatamente, e nem no futuro próximo.

A partir disso, os professores e funcionários envolvidos com o laboratório procuraram buscar alternativas para permitir o uso de tais máquinas e a ampliação de acesso a tais tecnologias, conforme objetivado. Para tanto, vêm-se solicitando aos setores específicos da universidade pequenas mudanças no ambiente do laboratório, como a mudança de tomadas para o modelo atual, a instalação de algumas tomadas

novas, a remoção de móveis que não são usados no laboratório, entre outras. Tais mudanças vêm sendo feitas de forma gradual, entretanto, o processo e tempo de espera desde a solicitação até a concretização é longo, o que tem se apresentado como um desafio para o pleno funcionamento das atividades do laboratório. Quanto à instalação das máquinas que não têm como entrar no ambiente do laboratório, devido a seu tamanho, estas estão sendo instaladas em outro ambiente próximo, de forma provisória. As atividades que ocorriam neste ambiente foram desativadas durante a pandemia, tendo ficado apenas como depósito nesse período. Já existe outro uso previsto para esse local, porém tal uso também está no aguardo de obras mais amplas, portanto foi possível obter autorização para a instalação de máquinas de fabricação digital nesse ambiente enquanto tais obras não acontecem.

4 O Projeto do Fab Lab

O projeto unificado do Fab Lab iniciou suas atividades em janeiro de 2022 com o intuito de aproximar e instigar, tanto na comunidade acadêmica da UFPel quanto na comunidade externa à instituição, a invenção, inovação e criação através do acesso e treinamento no uso de ferramentas de fabricação digital. O projeto busca, ainda, possibilitar o compartilhamento de conhecimentos entre a comunidade acadêmica, empresas, escolas e comunidade em geral, principalmente no que tange a fabricação digital.

Para tanto, as atividades do projeto estão divididas em dois eixos de ações: (1) de gerenciamento e articulação para funcionamento do fab Lab e (2) de fabricação digital. O primeiro eixo inclui ações necessárias para o funcionamento do Fab Lab, como a estruturação do regimento interno e a busca e articulação de parcerias. Está prevista a conexão com outras unidades da própria Universidade e com instituições externas, como escolas da rede pública da região. Também fazem parte das ações desse eixo as ações de pesquisa referentes ao aprimoramento dos processos de fabricação digital e impactos do Fab Lab na UFPel e sociedade de Pelotas.

O segundo eixo de ações inclui aquelas voltadas ao atendimento do público e parceiros em atividades de ensino, pesquisa e extensão. Neste eixo, estão incluídas as ações de formação, como o oferecimento de cursos e treinamentos. Ainda, tem-se a previsão de “open day”, dias em que o laboratório será aberto ao público em geral para produção individual, como ações para o atendimento de grupos específicos através das parcerias estabelecidas.

São exploradas três escalas de engajamento, que estabelecemos como micro, médio e macro, no que tange o uso de tecnologias de fabricação digital possibilitando a ampliação de seu uso. A primeira escala está associada com ações de ensino, pesquisa e extensão da FAUrb, ou seja, a ampliação do uso da fabricação digital nos projetos e disciplinas vinculados à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo em questão. A segunda escala se refere à comunidade acadêmica da UFPel em suas diferentes áreas, ou seja, possibilita que projetos de outras áreas e unidades acadêmicas possam se valer das tecnologias de fabricação digital. A escala macro compreende ações que reverberam direta ou indiretamente na comunidade em geral de Pelotas e região, ou seja, ações de extensão.

A seguir, são apresentados alguns resultados deste projeto, o qual se articula e atua em conjunto com outras ações do grupo de pesquisa GEGRADI, tais como os projetos Oficinas, Modela Pelotas, agora em sua sexta edição, e o PROACORDA, entre outros.

5 Resultados

Neste um ano e meio de operação do projeto, foi possível desenvolver algumas ações e estabelecer parcerias com instituições externas à universidade, bem como com outras unidades da instituição. Cabe salientar que, no primeiro semestre de 2022, boa parte das atividades da UFPel ainda estava operando remotamente, inclusive aulas, devido ao caráter emergencial exigido pela pandemia de Covid-19. Além disso, para as atividades presenciais, havia uma série de restrições a serem seguidas, que afetaram as ações deste projeto, principalmente no que se refere ao número de pessoas que podiam estar presentes em uma mesma sala. A seguir, são relatadas algumas ações desenvolvidas no âmbito deste projeto, nas três escalas de atuação já definidas, levando em conta que ele encontra-se em desenvolvimento, portanto são mencionadas também algumas ações que ainda não foram concluídas.

5.1 Escala de Engajamento Macro

Em relação a ações estabelecidas em parceria com instituições externas à UFPel, cabe destacar a parceria estabelecida com a Associação Escola Louis Braille de Pelotas, visando o conserto de bengalas para deficientes visuais. A escola tinha conhecimento da atuação do grupo com tecnologias de fabricação digital e já havia participado e formado parcerias anteriores com o GEGRADI. Isso se deu em função de ações anteriores do grupo, principalmente no âmbito do projeto Modela Pelotas,

que vem atuando na produção de modelos táteis referentes ao patrimônio histórico da cidade. Portanto, quando deparados com o problema (apresentado em seguida) para o conserto das bengalas, a escola entrou em contato com o grupo para verificar se a fabricação digital poderia ajudar na solução. O problema em questão diz respeito à quebra da peça da ponta das bengalas, que faz a junção entre a borracha que encosta no chão e a parte metálica, incluindo um gancho no interior da parte metálica para segurar o elástico que fica no interior da bengala e permite que esta seja dobrada sem que as peças se soltem. Segundo a escola, é comum essa peça quebrar, principalmente quando a bengala está sendo manuseada por pessoas que estão aprendendo a usá-la. Nesse contexto, a escola conserta as bengalas, principalmente para uso com aprendizes. Entretanto, a aquisição da peça em questão seria muito onerosa, em função de só serem vendidas em grande quantidade. Assim, estabeleceu-se a parceria no âmbito deste projeto para a modelagem e produção de peças similares que pudessem ser usadas nessa função de ponteiros das bengalas consertadas.



Figura 1 - Da esquerda para a direita: iterações anteriores da peça para teste, uma das iterações quebradas devido a fragilidade, peça final inserida na ponta da bengala, peça final, peça final sendo colocada na bengala para teste na escola. Fonte: Autores

Para tal produção, foi preciso levar em conta diversos aspectos, tanto referentes à funcionalidade da peça como limitações dos materiais e técnicas disponíveis para produção no laboratório. A peça foi modelada em software gratuito pelas pesquisadoras e, posteriormente, produzida a partir de impressão 3D em ABS e PLA. Neste momento, já se identificou a predileção pelo material ABS, por uma maior dureza e resistência. Um dos principais desafios se deu em função da fragilidade do

material quando impresso com uma espessura muito pequena. Foram produzidas algumas interações até se chegar na peça que apresentasse rigidez suficiente para não quebrar, ao mesmo tempo que coubesse dentro da bengala e com rasgos espessos o suficiente para acomodar a espessura do elástico. Foram produzidas duas peças do modelo final, para que fosse testado nas bengalas. Após um retorno positivo da escola quanto ao teste de uso, foram então produzidas mais quinze peças para uso imediato da escola, com o entendimento que mais peças possam ser impressas conforme venha surgindo a necessidade.

O impacto de ações como esta são sentidos de imediato pela comunidade atendida, o que motiva todos os envolvidos a continuar com ações em parceria. Nesse sentido, na ocasião da entrega das peças finais para a escola, o diretor da escola solicitou se teríamos como produzir modelos que permitam que pessoas cegas, como ele, e de baixa visão, entendam qual é a proposta de uma reforma que será feita na escola. Além disso, a escola também pediu se seria possível produzir modelos para facilitar a ambientação de novos usuários da escola com o espaço, mapas e maquetes táteis. Para tanto, foi aberta uma disciplina de Requisitos Curriculares de Extensão com esse objetivo específico, tendo atualmente quatro acadêmicos envolvidos em estudos e produção dos modelos.

Para esta ação, os alunos puderam estudar e testar diversos métodos para a criação de plantas baixas táteis a partir do referencial teórico, identificando os requisitos para a compreensão da representação a partir do toque, que são diferentes daqueles para compreensão a pela visão. Por exemplo, a espessura de alguns elementos pode ser modificada em relação à escala, para que seja percebida ao toque. Foram produzidas, então, as plantas baixas dos dois pavimentos da escola, já incluindo a ampliação a ser feita no segundo pavimento. Um resultado significativo desta ação se deu durante os testes do modelo com o diretor da escola (Figura 2). Ao tocar e compreender o que estava no projeto, ficou claro que a ampliação não estava prevista como ele esperava, principalmente no que se refere à posição do auditório.

A partir dessa parceria com a Escola Louis Braille, identificou-se também a necessidade de que algumas pessoas de instituições e projetos parceiros tivessem um treinamento básico referente às tecnologias de fabricação digital. Essa necessidade surgiu, não apenas para que os parceiros tivessem mais autonomia na modelagem dos objetos que desejam produzir, mas também para obterem maior compreensão de como a fabricação digital pode auxiliar na resolução de diferentes tipos de problemas. Além disso, o panorama dos diferentes tipos de máquinas, suas possibilidades e

limitações, também permite maior segurança na decisão de qual tipo de máquina adquirir no caso de instituições que desejem, posteriormente, adquirir suas próprias máquinas para fabricação digital. Dessa forma, foi oferecida uma oficina com esse intuito para instituições parceiras. Essa oficina contou com participantes da Associação Escola Louis Braille e da Secretaria Municipal de Educação. Alguns participantes desta oficina, e de outras que foram oferecidas ao longo do ano, se surpreendem ao perceber que as máquinas não imprimem ou cortam a partir de imagens tais como fotografias encontradas na internet, mas sim que é necessário modelar ou desenhar digitalmente o que se deseja produzir. Portanto, tais oficinas cumprem, ainda, um papel educacional mais amplo de entendimento da necessidade de educação na área de representação gráfica, tanto para a compreensão de objetos tridimensionais como para a criação em si.

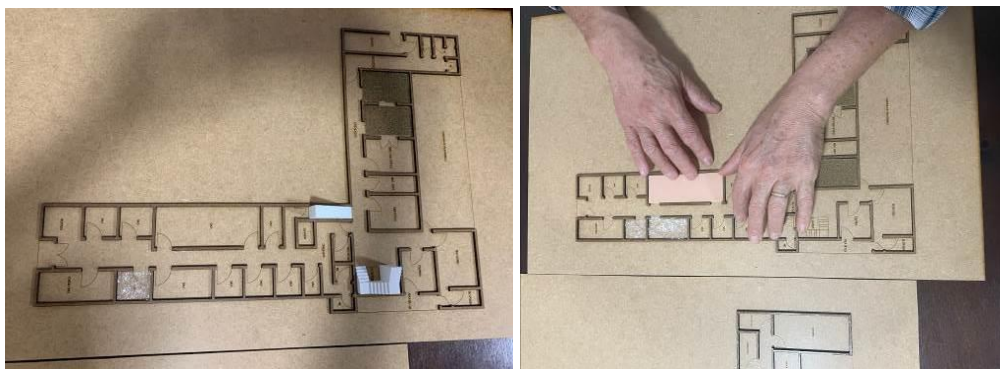


Figura 2 - Da esquerda para a direita: modelo tátil produzido a partir de corte a laser, com as escadas produzidas a partir de impressão 3D; teste de uso do modelo e compreensão de texturas. Fonte: Autores

A partir do contato com o grupo de pesquisa, tanto através do projeto aqui relatado como em ações de extensão anteriores a esse projeto, a Associação Escola Louis Braille vem percebendo grande utilidade dos processos de fabricação digital para suas atividades do dia a dia. Dessa forma, no final de 2022, a escola adquiriu uma impressora 3D. Já o setor da secretaria de educação que atua oferecendo ações de robótica para as escolas, tinha ideia de adquirir uma impressora 3D. Entretanto, a partir da participação nessa oficina, os membros envolvidos em tais ações perceberam que uma cortadora laser pequena seria mais útil para o tipo de materiais que desejam produzir.

Ainda referente a ações realizadas com instituições parceiras, foi organizada uma visita técnica ao laboratório para estudantes de diferentes turmas do curso de Arquitetura e Urbanismo da URCAMP, Instituição Comunitária de Educação Superior (ICES). Na ocasião, os estudantes tiveram a oportunidade de ver o maquinário do

laboratório em funcionamento, bem como ver e interagir com os diferentes tipos de modelos que foram expostos para a visita (Figura 3). O objetivo da ação foi apresentar potencialidades e desafios do laboratório e de laboratórios desse tipo, visando ampliar as parcerias.



Figura 3 - Visita da URCAMP ao laboratório e exposição de modelos. Fonte: Autores

Um dos desafios enfrentados, referente a demandas de instituições e pessoas externas à universidade, diz respeito à forma de manejar os custos, principalmente referentes a material de consumo. Geralmente, a pessoa ou instituição fornece o material para uso na produção daquilo a que está vinculada, entretanto, isso nem sempre é possível. Para a ampliação das ações, principalmente parcerias com empresas e atendimento ao público externo, se torna necessária uma forma de dividir os custos da fabricação com este público externo. Por exemplo, se alguém pretende utilizar impressão 3D para uma peça pequena, não tínhamos como exigir que esta pessoa externa trouxesse um rolo inteiro de PLA, do qual não se usaria nem um décimo. Por outro lado, os materiais do laboratório são todos comprados com verbas de projetos específicos, não tendo como doá-los, pois já são comprados com finalidade específica. Portanto, essa interação com o público externo, principalmente indivíduos, mesmo que trouxessem problemas interessantes, porém sem vínculo com algum projeto ou instituição, se tornava limitada por não haver uma maneira de gerenciar recursos financeiros externos para o laboratório.

A partir disso, com apoio da Pró-reitoria de extensão, em dezembro de 2022, foi assinado contrato com a Fundação de Apoio, para permitir a captação e gerenciamento de recursos financeiros para o projeto. Vislumbra-se que este contrato

facilitará a ampliação de atividades no âmbito do projeto e ampliará a gama de problemas a serem solucionados através da fabricação digital, impulsionando o aprendizado do grupo e, principalmente, dos estudantes envolvidos no projeto, além de ampliar a gama de pessoas e instituições a serem atendidas.

5.2 Escala de Engajamento Médio

No âmbito da UFPel, foi estabelecida uma parceria com o Núcleo de Acessibilidade e Inclusão (NAI) da Universidade. Este núcleo atua “promovendo políticas e ações que efetivem a inclusão no Ensino Superior, através da busca conceitual, política e prática pelo acesso, permanência e qualidade em todos os níveis, espaços e cotidianos da Universidade” (“Núcleo de Acessibilidade e Inclusão – NAI”, 2022). A parceria no âmbito do projeto do Fab Lab se refere à produção de recursos didáticos adaptados para atender às necessidades específicas dos diversos estudantes amparados pelo NAI. Nesse sentido, em um primeiro momento, alguns funcionários e bolsistas do NAI participaram de uma oficina de introdução à fabricação digital por impressão 3D e corte a laser. O objetivo dessa oficina foi a familiarização com os processos e possibilidades destas técnicas de fabricação digital. Ao longo da oficina, cada participante deveria produzir materiais de sua escolha com o objetivo de motivar os participantes na resolução de problemas tanto de modelagem como na forma de produção para o material projetado pelo participante. Alguns modelos produzidos durante a oficina podem ser vistos na Figura 4.



Figura 4 - Modelos produzidos por participantes da oficina. Fonte: Autores

Além dos participantes do NAI, essa oficina foi oferecida de forma aberta, de modo que tanto pessoas da UFPel como da comunidade poderiam se inscrever e participar. Dessa forma, os participantes tinham perfis variados, considerando interesse e familiaridade com os recursos de representação digital. Participaram da oficina, estudantes de arquitetura, profissionais e professores dessa área, já bastante familiarizados com tais recursos, bem como pessoas para quem esta oficina foi o primeiro contato com alguns desses recursos, como a modelagem tridimensional. Tal variedade de participantes só foi possível devido ao desenho da oficina centrado na resolução de problemas específicos para cada participante e tendo em vista que quatro estudantes (de graduação e pós-graduação) membros do GEGRADI atuaram como monitores, permitindo uma atenção bastante individualizada para cada participante. Dessa forma, os participantes que já tinham algum domínio dos recursos de representação digital puderam avançar para a resolução de outros problemas como processos para imprimir em 3D modelos a partir de softwares BIM, ou a partir de fotogrametria digital, por exemplo.

A partir da implementação do projeto e sua divulgação, além da divulgação de ações específicas, desde o início de 2023, diversos outros setores da UFPel, professores e estudantes têm procurado a equipe do projeto para discutir possíveis parcerias e maneiras com que a fabricação digital pode auxiliar em problemas que vêm sendo enfrentados nas mais diversas áreas. Portanto, encontram-se em discussão parcerias com setores e atendimento individual, bem como a demanda de alunos e professores nas áreas de biologia, veterinária, engenharia civil, engenharia da computação e artes.

5.3 Escala de Engajamento Micro

No que tange às ações de ensino, num primeiro momento de retomada de alguns horários presenciais no âmbito da faculdade em questão, e diante disponibilidade docente e discente, desenvolveu-se uma ação direcionada ao estágio inicial de formação. Neste contexto, adotou-se uma estratégia direcionada à apresentação da potencialidade da fabricação digital aos estudantes do primeiro semestre. O laboratório foi apresentado com os equipamentos de corte à laser e impressão 3D em funcionamento. Foi desenvolvido o entorno do sítio onde o projeto dos alunos seria implantado, visto que faz parte dos objetivos da disciplina Projeto I o desenvolvimento de uma maquete tradicional. Assim, os alunos acompanharam o processo de fabricação digital com apropriações bidimensional e tridimensional. Os alunos tiveram

a conceituação base para o desenvolvimento das duas técnicas, no entanto só houve contato com a produção e desenvolvimento de desenhos bidimensionais, respectivos ao corte a laser, devido ao momento que estão no curso, e o tempo disponibilizado para esta inserção. E os alunos acompanharam a impressão de algumas peças da maquete não desenvolvidas por eles.

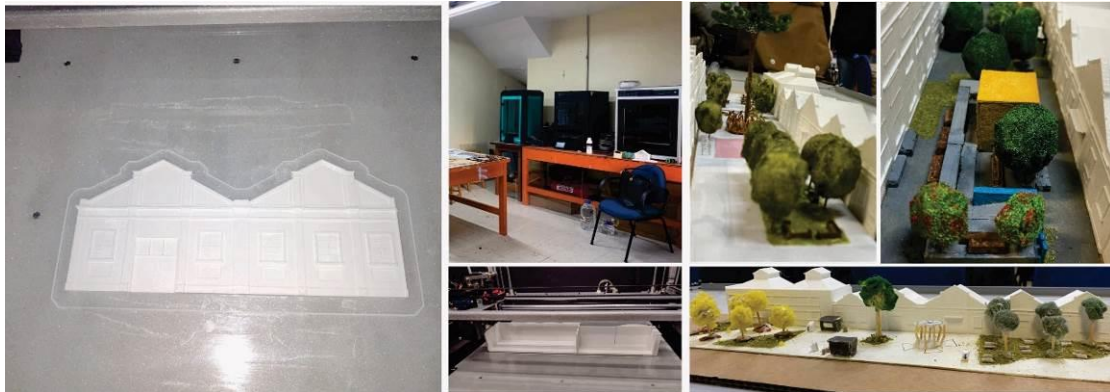


Figura 5 - À esquerda, processo de produção da maquete do entorno, e, à direita, os estudos das maquetes tradicionais dos estudantes, com o entorno produzido pela impressão 3D. Fonte: Autores

No segundo semestre de 2022, estabeleceu-se uma parceria entre o projeto e a disciplina de topografia. A professora da disciplina procurou a equipe do projeto, vislumbrando a possibilidade de produzir maquetes topográficas a partir de corte a laser. Segundo a professora, a produção das maquetes a partir das curvas de nível e com o devido encaixe do volume da edificação, como mostra a Figura 6, auxilia na compreensão dos conteúdos específicos da disciplina. A utilização da fabricação digital acrescenta agilidade e precisão à fabricação das maquetes. Como parte das ações realizadas no âmbito dessa parceria, uma das professoras da equipe do projeto ministrou uma aula teórica sobre preparação de arquivos para corte a laser durante uma das aulas de topografia. Foram explicados diversos conceitos sobre o funcionamento do corte a laser, além de boas práticas na preparação dos arquivos. Além disso, foi disponibilizado um material de apoio para ser consultado durante tal produção. Cada grupo de dois ou três estudantes deveria produzir uma maquete com base aproximadamente de tamanho A4. Dessa forma, foram agendados horários individuais para os grupos levarem seus arquivos e acompanharem o corte no laboratório, com o apoio de membros da equipe do projeto. Para contemplar toda a turma, agendou-se três tardes para tal produção, entretanto, diversos fatores colaboraram para que fosse necessário mais tempo. Um dos principais fatores diz respeito à limitação para manutenção dos equipamentos. A cortadora laser maior,

geralmente usada como principal cortadora em tais produções, estragou, limitando a produção a uma cortadora laser pequena, de mesa. Tal limitação significou que maquetes que teriam sido produzidas de uma vez só, necessitaram que o material fosse cortado e a produção dividida em etapas. Além disso, o corte é mais demorado devido à menor potência da cortadora pequena. Outro fator significativo diz respeito à preparação dos arquivos. Apesar de orientações anteriores e material de apoio disponibilizado, é frequente os arquivos chegarem para corte com erros, tais como estarem em outra escala, os desenhos não estarem organizados em prancha de tamanho adequado, entre outros. Percebeu-se, portanto, a necessidade de um acompanhamento mais de perto na preparação dos arquivos. Optou-se, para o semestre corrente, treinar o monitor da disciplina no uso da cortadora a laser, através do acompanhamento de atividades junto ao projeto, desde o início do semestre. Dessa forma, além de dar esse apoio mais individualizado quanto à preparação dos arquivos, o monitor poderá acionar o corte em si no laboratório, ainda que supervisionado. Dessa forma, além de beneficiar os estudantes da disciplina, o monitor também terá a oportunidade de desenvolver novas habilidades.



Figura 6 - Maquetes produzidas pelos estudantes da disciplina de topografia. Fonte: Autores

De forma similar, a disciplina de Geometria Gráfica e Digital 1 (GGD1), do primeiro semestre do curso, também se utilizou dos recursos de fabricação digital para suas atividades do semestre. Essa disciplina conta com um terço de sua carga horária dedicada a atividades de extensão como parte da curricularização da extensão. Dessa forma, a disciplina já vem, desde 2017, produzindo jogos que auxiliem na compreensão dos conteúdos relacionados à geometria de uma forma lúdica. Tais jogos, produzidos pelos estudantes de arquitetura, são utilizados em uma ação extensionista junto a escolas públicas (BORDA; QUEVEDO, 2021). Entre 2020 e a

primeira metade de 2022, não foi possível realizar a ação extensionista com estudantes de escolas públicas, devido às restrições geradas pela pandemia por COVID-19. No segundo semestre de 2022, houve a retomada desta atividade. Para tanto, os estudantes puderam produzir seus jogos a partir da fabricação digital. Foram utilizados o corte a laser e impressão 3D, dependendo do tipo de jogo que estavam propondo. No caso dessa disciplina, foi possível um acompanhamento mais de perto, tanto na preparação como na produção. Isso se deu em função das professoras da disciplina fazerem parte do projeto aqui relatado e do treinamento dos monitores para prestarem tal auxílio aos estudantes da disciplina. Mesmo assim, ainda chegaram arquivos no dia da produção com alguns problemas, tais como escala inadequada para impressão 3D. Um problema frequente nesta disciplina se refere aos modelos cortados a laser ficarem espelhados. Isso se deve ao fato de os estudantes trabalharem em meio digital planejando o modelo que desejam produzir. Entretanto, quando este modelo é vincado pela cortadora, a dobra deve ser feita para o lado oposto daquele que foi feito na planificação. Para resolver tal problema, os estudantes foram orientados a espelhar a planificação antes de cortar a laser, resultando, assim, no modelo igual ao original que tinham no espaço digital. A Figura 7 mostra alguns dos jogos produzidos, em uso durante a ação extensionista com estudantes de quinto e oitavo ano, em uma escola pública da cidade.



Figura 7 - Ação extensionista da disciplina de GGD1 em escola pública, com jogos produzidos a partir da fabricação digital. Fonte: Autores

6 Discussão e Conclusão

Apesar de não dispor ainda de todos os tipos de máquinas necessárias para cadastramento junto à rede mundial de Fab Labs, o laboratório vem ampliando suas ações tanto para a comunidade da UFPel como para o público de Pelotas e região. Tais ações têm se mostrado significativas para o contexto e vêm cumprindo um papel social relevante na cidade e região, reforçando as colocações feitas por Scheeren e Sperling (2020), referentes à importância de considerar o contexto em que os laboratórios se inserem e a significância social de suas ações ao invés de manter o foco no tipo de espaço e maquinário disponível. As ações no âmbito do projeto do Fab Lab ações vêm superando os desafios, que também são muitos. Um dos principais desafios diz respeito à escassez de recursos financeiros e o fato de não se ter tal recurso garantido, o que afeta diretamente a manutenção do maquinário.

Nesta direção, procura-se, por meio dos projetos de pesquisa e extensão com algum vínculo com o laboratório, que sejam solicitados recursos para manutenção dos equipamentos e peças de reposição. Mesmo assim, é frequente equipamentos ficarem meses inoperantes, enquanto se espera tal recursos. Estas situações dificultam as atividades do laboratório, diminuindo significativamente o que pode ser produzido ou a quantidade e velocidade de produção. De forma similar, ainda se destaca a falta de espaço físico e a adequação deste espaço de acordo com as especificações das máquinas, pois a instalação de novos equipamentos muitas vezes depende de atualizações na rede elétrica, hidráulica, na adequação da refrigeração e exaustão dos espaços onde serão instalados os equipamentos. Como os editais que permitem a aquisição dos equipamentos, geralmente, não incluem valores para obras no espaço, estas são solicitadas à universidade que, apesar de ter equipes competentes para tanto, conta com poucos funcionários para atender muitas unidades. Portanto, mesmo pequenos ajustes de instalações, como substituição de tomadas para o modelo atual ou instalação de disjuntores, pode levar meses entre a solicitação e a conclusão da instalação. Tal problemática também resulta em equipamentos que ficam meses sem poder ser usados.

Considera-se que, apesar dos desafios, o projeto do Fab Lab vem atingindo o objetivo de democratização de conhecimentos e uso de tecnologias nesse contexto, através de uma troca dialógica com a sociedade. As ações junto a um público diverso vêm instigando à resolução de problemas com os quais o laboratório ainda não tinha se deparado. Dessa forma, ampliam-se os conhecimentos de forma mútua e a gama

de possibilidades disponíveis para as ações e projetos futuros. As problemáticas trazidas pela comunidade permitem esse avanço.

As ações de extensão vêm demonstrando a importância da compreensão de conceitos e habilidades de representação para o público em geral. Percebemos que diversos participantes se surpreendem ao perceber que para fabricar o que desejam é necessário algum conhecimento de representação digital bi ou tridimensional, dependendo do que será fabricado e das técnicas de fabricação digital envolvidas. Nesse sentido, vêm se estruturando as ações, de forma que esse conhecimento também seja apreendido. Além disso, este projeto vem se articulando com outras ações do GEGRADI para a difusão dos conhecimentos de representação gráfica e digital, especialmente o projeto Oficinas. Assim, percebemos que as ações de fabricação digital têm ampliado a conscientização da comunidade quanto à importância dos conhecimentos relacionados a representação gráfica tanto digital quanto tradicional, pois não se trata apenas de desenhar no computador, muitas vezes é necessário compreender a tridimensionalidade de objetos e formas de representá-lo no bidimensional, ou de decompô-lo para representar suas partes, seja de forma bi ou tridimensional.

Quanto às ações de ensino, entende-se a importância de apresentar as potencialidades da fabricação digital desde um primeiro momento, considerando ações iniciais, como uma estratégia para a repercussão à longo prazo. Pretende-se, como próximos passos, desenvolver ações de uma maneira mais conectada ao próprio processo projetual do estudante ao longo de todo o curso. Estas ações futuras perpassam também pela construção de disciplinas que incorporem processos projetuais propriamente digitais, os quais podem fortalecer as ações de fabricação digital, visto que as duas dinâmicas auto apoiam-se e fortalecem-se quando estabelecidas conjuntamente (VASCONSELOS e SPERLING, 2017).

Para finalizar, consideramos que muito se avançou, visto que, no momento da escrita deste artigo, o projeto unificado do Fab Lab tem apenas um ano e meio de execução.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a todas as parcerias estabelecidas neste ano, e principalmente o suporte dos outros integrantes grupo de pesquisa GEGRADI.

Referências

AGUIAR, F. F. et al. Desenvolvimento e implantação de um Fab Lab: Um estudo teórico. **Espacios**, v. 38, n. 31, 2017.

BORDA, Adriane; QUEVEDO, Samanta. Entre Jogos Abertos e Fechados: uma Dinâmica Extensionista em Geometria Gráfica e Digital em Contexto de Arquitetura. **Educação Gráfica**, v. 25, n. 2, p. 68–87, 2021.

DALLA VECCHIA, Luisa; VASCONSELOS, Tássia; NUNES, Cristiane. Ampliando Apropriações da Fabricação Digital em Pesquisa, Ensino e Extensão: O Caso do Laboratório da FAUrb/UFPel. In: *Graphica 2022 - XIV International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design*, Seropédica. **Anais Graphica 2022: ... Recife: Even**, 2023.

Fab Foundation. Disponível em: <<https://fabfoundation.org/about/>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

FabLab Network. Disponível em: <<https://live.fablabs.io/>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

GARCÍA-RUIZ, M. E.; LENA-ACEBO, F. J. FabLabs: The Road to Distributed and Sustainable Technological Training through Digital Manufacturing. **Sustainability** v. 14, n. 7, p. 3938, 26 mar. 2022.

HERRERA, Pablo. C.; MONTEZUMA, V.; JUÁREZ, B. **Crafts in Latin America: The contribution of the Fab Labs in the promotion of resilient communities**. Proceedings from the Fab14 + Fabricating Resilience Research Papers Stream. **Anais...2018**.

LEANDRO, Ramile ; SILVA, S. Q. ; BORDA, A.B.A.S ; PIRES, Janice de Freitas . Reflexões sobre (des)locamentos da produção acadêmica: dos modelos (táteis) que representam um patrimônio arquitetônico aos modelos (EPIs) que representam um cenário de pandemia. **PROJECTARE (PELOTAS)**, v. 1, p. 1-17, 2020

Núcleo de Acessibilidade e Inclusão – NAI. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/nai/sobre/>>. Acesso em: 17 jul. 2022

NUNES, Cristiane ; BORDA, Adriane Almeida Silva ; GOULART, S. ; SILVA, B. H. . Produção e disponibilização de modelos táteis da arquitetura pelotense: uma ação extensionista. **Expressa Extensão**, v. 23, p. 1, 2018.

Política Nacional de Extensão Universitária. SESu/MEC. Manaus: [s.n.]. Disponível em: <<http://proex.ufsc.br/files/2016/04/Política-Nacional-de-Extensão-Universitária-e-book.pdf>>.

PUPO, Regina. FABLAB PRONTO3D: Aprendendo com a prática. **Extensio: Revista Eletrônica de Extensão**, v. 14, n. 26, p. 152–164, 9 nov. 2017.

SCHEEREN, Rodrigo; SPERLING, David. M. **Beyond the “Fab Lab” model: design and other spaces of creation using digital fabrication technologies**. Proceedings of the 24th Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics. **Anais...2020**. Disponível em: <http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/Show?sigradi2020_275>. Acesso em: 19 jul. 2022

VASCONSELOS, Tássia Borges; SPERLING, David Moreno. From representational to parametric and algorithmic interactions: A panorama of Digital Architectural Design teaching in Latin America. **International Journal of Architectural Computing**, v. 15, s. pag., 2017