

PROTOTIPAGEM COMO METODOLOGIA ATIVA DE ENSINO NA ARQUITETURA E URBANISMO DO IFS LAGARTO

PROTOTYPING AS AN ACTIVE TEACHING METHODOLOGY IN THE ARCHITECTURE AND URBANISM OF IFS LAGARTO

Anselmo Araújo Matos

Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente e Professor do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo do Instituto Federal de Sergipe (IFS).
E-mail: anselmo.matos@ifs.edu.br

Marcos Vinicius Santana Prudente

Mestre em Engenharia de Processos e Professor do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo do Instituto Federal de Sergipe (IFS).
E-mail: marcos.prudente@ifs.edu.br

Karliane Couto da Silva

Graduanda em Arquitetura e Urbanismo do Instituto Federal de Sergipe (IFS).
E-mail: karliane.silva078@academico.ifs.edu.br

Resumo: O presente artigo tem como objetivo realizar uma reflexão sobre a inserção de Manufatura Aditiva (Impressão 3D) como estratégia de Metodologia Ativa na formação dos discentes do segundo ao quarto período do curso de arquitetura e urbanismo do Instituto Federal de Sergipe Campus Lagarto, analisando como essa inovação tecnológica contribui para o aprendizado e entendimento da arquitetura, assim como seu uso interfere no processo criativo e de que forma auxilia nas propostas de soluções arquitetônicas viáveis durante as atividades projetuais. Inicialmente, foram avaliadas as contribuições da utilização de protótipos tridimensionais no processo de compreensão e visualização da representação gráfica arquitetônica, paralelo ao método tradicional de visualização bidimensional. No segundo momento, a impressão 3D foi utilizada como estímulo ao desenvolvimento e concepção de diversas formas arquitetônicas, proporcionando aos discentes uma amplitude na visão espacial. Os resultados principais da pesquisa indicam que a técnica de Prototipagem 3D fornece precisão e rapidez na execução de maquetes, facilitando estudos enquanto o projeto ainda está sendo concebido. A utilização dessa tecnologia nas disciplinas de projeto proporciona uma melhor formação dos alunos, pois permite experimentar formas diversas, extinguindo restrições geométricas, estimulando a criatividade e garantindo qualidade em todo processo projetual.

Palavras-Chave: Metodologia Ativa. Prática pedagógica. Modelagem. Impressão 3D.

Abstract: This article aims to reflect on the insertion of Additive Manufacturing (3D Printing) as an Active Methodology strategy in the training of students from the second to fourth period of the architecture and urbanism course at the Federal Institute of Sergipe, Lagarto campus, analyzing how this technological innovation contributes to the learning and understanding of architecture, as well as its use interfering in the creative process and in what way it helps in the proposals of viable architectural solutions during design activities. Initially, the contributions of the use of three-dimensional prototypes in the process of understanding and visualizing the architectural graphical representation in parallel with the traditional method of two-dimensional visualization were evaluated. In the second moment, 3D printing was used as a stimulus to the development and conception of different architectural forms, providing students with a broad space view. The main results of the research indicate that the 3D Prototyping technique provides precision and speed in the execution of models, facilitating studies while the project is still being conceived. The use of this technology in design disciplines provides better training for students, as it allows them to

experiment with different shapes, extinguishing geometric restrictions, stimulating creativity and ensuring quality throughout the design process.

Keywords: Active Methodology. Pedagogical practice. Modeling. 3D printing

INTRODUÇÃO

A revolução tecnológica a partir da década de 80 com o CAD (Computer Aided Design) e a paulatina mudança na forma como engenheiros e arquitetos projetavam, promoveram mudanças no ensino de projetos com o advento de novas tecnologias.

O mercado requer profissionais que trabalhem com ferramentas complexas de projetos para atender a complexidade de novos edifícios, os quais as universidades devem fornecer aos alunos oportunidade de usar, durante todo o processo de projeto, ferramentas tecnológicas contemporâneas.

Além disso, desenvolver novas abordagens para acompanhar os novos tempos é importante e imprescindível para aprimorar a educação, afinal, não se pode negar a quantidade significativa de transformações sociais e educacionais que presenciamos nos últimos anos. Neste ínterim, diversos cursos na Educação Superior vêm buscando concepções, metodologias e práticas pedagógicas que impulsionem a participação do aluno como sujeito ativo no processo de ensino.

Esta abordagem possui um caráter dinâmico, onde situações-problema podem produzir uma variedade de práticas pedagógicas no ensino superior, e ainda associar-se a outras metodologias ativas de ensino: a chamada aprendizagem baseada em problemas, PBL, do inglês, “*Problem-Based-Learning*” (DINIZ, 2018).

Segundo Berbel (1998), há duas propostas metodológicas, a problematização e a aprendizagem baseada em problemas. A primeira, que pode ser utilizada para o ensino de determinados temas de uma disciplina, nem sempre é apropriada para todos os conteúdos. A segunda, a aprendizagem baseada em problemas, passa a direcionar toda uma organização curricular.

A primeira é opção do professor e a segunda é opção de todo o corpo docente, administrativo e acadêmico, já que as consequências afetam a todos durante o curso. Quando optamos pela aprendizagem baseada em problemas, definimos porções de conteúdos que serão tratados de modo integrado, definem-se modos

de agir para ensinar, aprender, administrar, apoiar, organizar materiais. (BERBEL, 1998, p.148)

Nesse tipo de proposta metodológica o aluno participará ativamente, elaborando os problemas que serão utilizados para o aprendizado. Acredita-se que isso o fará interessar-se durante o processo, enquanto o papel do professor será o de ampliar as visões dos alunos durante a realização dos trabalhos práticos, aliás, atuando como um mediador metodológico e um conhecedor detalhado do processo. Portanto, é razoável afirmar que uma aprendizagem baseada em problemas está de acordo com as propostas mais atuais da educação.

Nessa direção, as novas abordagens metodológicas e o advento das tecnologias digitais assumem significativa importância, pois abrem espaço para uma discussão sobre o seu uso e as suas aplicações no processo ensino-aprendizagem, principalmente sob a ótica da Criatividade e Inovação. Para os cursos de Arquitetura e Urbanismo, a impressão 3D é uma dessas tecnologias que merecem um olhar especial, afinal, discutir a sua aplicação no ensino e aprendizagem, ressaltar seu potencial pedagógico nas diversas áreas de conhecimento do curso de arquitetura, atualmente, é uma questão de ordem.

O uso da impressão 3D ou prototipagem 3D em ambientes de ensino traz um novo conceito de recurso didático, tornando o aprendizado mais interativo e dinâmico, onde o desenvolvimento do pensamento crítico e analítico é incitado para a tomada de decisão. Nessa perspectiva, o aluno é estimulado a aderir a essa nova metodologia, mediante a apresentação de desafios que o aproximem da vida real no qual esse conhecimento poderá ser aplicado.

Através dessa ferramenta, os alunos são incentivados a ideia de fazer com as próprias mãos, gerando uma sensação de pertencimento ao processo de criação do objeto final (ONISAKI, 2019).

A prototipagem ou impressão 3D é uma forma de testar e validar ideias. Protótipos, simulações e modelos em escala são ferramentas de análise de formulários pré-projetadas comumente usadas por arquitetos e designers.

Com a possibilidade de se criar experiências mais imersivas, professores podem estimular o protagonismo do aluno na aprendizagem com o uso de tecnologias 3D. Por ser considerado um recurso didático com insumos de baixo custo, podem ser criadas situações para que o estudante não tenha receio de assumir riscos. Além disso, diante de

situações reais, permite ao discente compreender a representação gráfica, explorar novas formas, comunicar e avaliar as alternativas geradas, tornando o processo de aprendizagem participativo e eficaz.

Através dessa nova concepção tridimensional é possível usar a criatividade sem limites, e produzir formas complexas com minuciosos detalhes, cuja a modelagem manual dificilmente produziria. A impressão 3D é capaz de materializar modelos arquitetônicos detalhados, atendendo às mais variadas necessidades dos projetos.

A impressão 3D é uma técnica de fabricação digital que se caracteriza pela produção de volumes físicos por extrusão de material. Uma impressora 3D age, efetivamente, de maneira análoga à de uma impressora gráfica comum, a qual deposita sobre o papel uma camada de tinta segundo as instruções advindas de um arquivo digital.

A impressora 3D também deposita material por camadas, mas vai sobrepondo-as umas sobre as outras, formando gradativamente um objeto tridimensional. O material depositado pelas impressoras pode ser de dois tipos: PLA (ácido polilático, ou poli lactato) ou ABS (acrilonitrila butadieno estireno), ambos em forma de filamento. É oportuno ressaltar que eles têm comportamentos distintos, que os tornam mais apropriados para determinadas aplicações. O ABS é um polímero termoplástico produzido à base de petróleo, enquanto o PLA é um biopolímero, o que significa, em princípio, ser um material biodegradável, pois é produzido a partir de fontes renováveis, como o amido de milho. O ABS é mais resistente e mais flexível que o PLA, sendo preferido para peças que solicitam esforços. (TRAMONTANO e JUNIOR, 2015)

Segundo Bianchi (2008), a globalização impõe novos padrões para o profissional de arquitetura, principalmente na área de projeto. Tal fator exige maior produtividade e originalidade no processo criativo, afinal, está intimamente ligado à inovação, principalmente no que se refere à concretização de ideias. Assim, como ponto de partida, assume-se aqui que a criatividade não é algo exclusivo da arquitetura ou das artes em geral, pois ela está presente em todos os domínios, posto que corresponde ao fenômeno da geração de conhecimento.

Conforme afirma Alencar (1995) a criatividade não é um dom divino, mas pode e deve ser estimulada. Todavia, não se pode ser criativo naquilo que não se conhece, o insight criativo surge quando se conhece o tema em que se está trabalhando. Nesse sentido, pretendemos acrescentar que a proposta do PBL

propõe estimular habilidades atitudinais, tais como liderança, comunicação, pensamento crítico, tomada de decisões, criatividade e trabalho multidisciplinar. (BERTUZZI et al, 2021)

Os alunos devem ser capazes de compreender o problema e abordá-lo corretamente, pois a reflexão é o ponto de partida, é a divisão de caminhos que nos faz pensar nas opções. Quando você não tem nenhum problema, os pensamentos surgem aleatoriamente, ou seja, é o problema que determina e orienta a finalidade do pensamento.

Os ciclos de PBL tem como ponto central os problemas, concebidos com o intuito de desenvolver um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes esperadas do profissional da arquitetura em formação, com a apresentação dos problemas, onde são explicitadas as especificações do projeto e a forma de apresentação desejada.

A fim de garantir o sucesso do processo de aprendizagem, os alunos devem reconhecer o papel ativo, encontrando informações necessárias para resolver seus problemas e não apenas atuar como destinatário do conhecimento. Para isso, o papel dos professores também deve estar funcionando, para que não seja considerado uma identidade de conhecimento simples, que é uma pessoa de apoio à aprendizagem. Essa mudança nos documentos dos atores deste processo de ensino e aprendizagem é a base para o sucesso da abordagem PBL.

Neste íterim, surge então o problema da pesquisa: Como a impressão 3D pode estimular a criatividade e a inovação no ensino de arquitetura e urbanismo?

Não apenas o arquiteto, mas a arquitetura como um todo, se alinha à tendência crescente de busca por inovação, tanto estética quanto funcional, evidenciada pela evolução das construções. Para Klinger (2007, p.300), “A tecnologia tem servido historicamente como um catalisador para novas ideias em arquitetura”.

As novas formas de produção de projetos em arquitetura associadas à tecnologia digital atuam como grandes aliadas na inovação e criatividade, proporcionando a diminuição de erros na hora da construção propriamente dita. Ao pensar nesta nova realidade, entende-se que os procedimentos didáticos devem privilegiar a criação coletiva do conhecimento (professor e aluno), mediados pela tecnologia. (FARIA, 2021)

Todo processo criativo resulta em novo

conhecimento e para cada pessoa, arquiteto ou acadêmico, esse processo é único, não cabendo ao docente ensinar projeto, mas sim auxiliar o educando (arquiteto em formação) a encontrar a melhor forma de ativar a sua própria criatividade.

Embora a abordagem PBL não seja uma resolução de todos os problemas encontrados durante o ensino e aprendizagem, é uma substituição para trazer a realidade do aluno em treinamento, para lidar com sua vida profissional.

A utilização da modelagem física, em todas as fases da concepção arquitetônica antecipa questões criativas, produtivas, construtivas e de organização de obra que, em processos convencionais, tendem a revelar-se apenas quando a concepção é finalizada.

O uso dessa tecnologia proporciona aos discentes uma maior capacidade de entendimento e um incremento na habilidade de projetar, dando suporte para uma futura inserção no mercado de trabalho.

Ainda que seja possível afirmar que a utilização de softwares de modelagem virtual vem substituindo os artefatos físicos pelos digitais no processo de representação, as técnicas de prototipagem digital estão sendo responsáveis por resgatar o modelo físico para o processo criativo.

MATERIAL E MÉTODOS

O ambiente computacional, com as ferramentas e dispositivos digitais de eletrônica e prototipagem rápida e fabricação digital, abre espaço para o surgimento de outras referências processuais e metodológicas que podem ser utilizadas para estimular o processo criativo no ateliê do projeto. (ROCHA et al., 2016)

Pretende-se com esse trabalho estudar o uso destas tecnologias no ensino da Arquitetura e Urbanismo para o desenvolvimento de projetos auxiliando a tomada de decisões.

Este projeto é classificado como pesquisa exploratória, pois tem como objetivo estudar situações em que há pouco conhecimento acumulado e, como consequência, descobrir novas práticas e melhorar novas ideias (BERTO e NAKANO, 2014). Possui um caráter qualitativo que se caracteriza pela não utilização de instrumento estatístico de análise de dados, tendo por base conhecimentos teóricos e empíricos que contribuem significativamente para o pensamento científico, que, de acordo com Teixeira (2000), permite enfoque subjetivo, planejamento não rígido, alterações e redimensionamento ao longo de sua execução.

O desenvolvimento do projeto se deu a partir de um cronograma definido, o qual foi dividido em três etapas: revisão da literatura, estudo dos softwares e o desenvolvimento da prototipagem.

Na primeira etapa, com caráter mais introdutório, foi realizada a revisão da literatura acerca do objeto de pesquisa, objetivando a construção do quadro de referência analítico através de buscas sobre o estado da arte, assim como de estudos de casos e artigos sobre o tema.

A segunda etapa buscou conhecer e explorar as ferramentas de desenvolvimento dos modelos tridimensionais, os softwares de gerenciamento e manipulação da impressão 3D. Para a concepção, visualização e aprimoramento dos modelos tridimensionais foi utilizado o software Revit Architecture educacional na sua versão 2021 (figura 01). Esse software utiliza a tecnologia BIM (Building Information Modeling) que permite o desenvolvimento de protótipos arquitetônicos parametrizados, possibilitando assim a criação desde formas simples até volumetrias mais complexas. Para a impressão dos modelos desenvolvidos, foi utilizada a impressora 3D Creality Ender 3 (figura 02) com o auxílio do software livre Ultimaker Cura na versão 4.10.0. e filamentos de PLA com temperatura de extrusão entre 190° C e 220° C. e base aquecida a 60° C.



Figura 01 – Modelos tridimensionais desenvolvidos com o software Revit Architecture educacional na sua versão 2021



Figura 02 – Impressora 3D modelo Creality Ender 3

Após a preparação do protótipo virtual no Revit Architecture, os arquivos foram exportados em formato STL (Standard Tessellation Language) contendo todos os dados da malha 3D do objeto para o software fatiador Cura (figura 03). Esse software é responsável por fatiar os sólidos em camadas para que a impressora 3D seja capaz de depositar o filamento de forma ordenada e cadenciada.

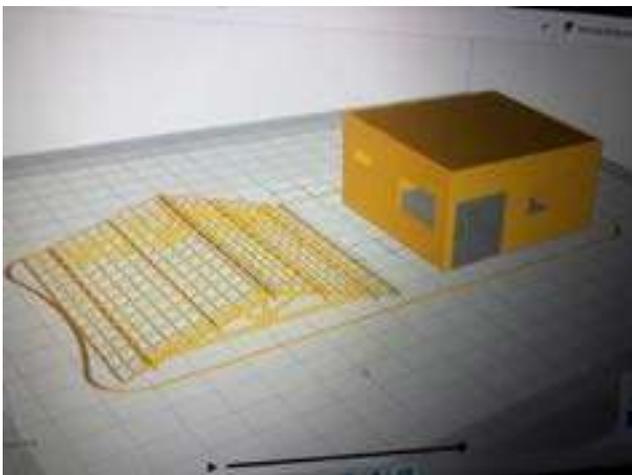


Figura 03 – Modelo importado no Fatiador Cura 4.10.0.

A aplicação da prototipagem 3D com os discentes, a análise e verificação dos resultados alcançados ficou reservada para a terceira etapa da pesquisa. Nesta etapa os modelos geométricos e os protótipos arquitetônicos impressos foram submetidos aos discentes para acompanhamento e que a avaliação dos resultados.

Por fim, foi desenvolvido um roteiro do tipo Tutorial, para transferência da tecnologia aos alunos da disciplina, incluindo a capacitação dos alunos na

geração de arquivos para impressão e no manuseio das impressoras 3D. Tanto a capacitação, quanto a montagem dos modelos físicos foram acompanhados pelos pesquisadores, que também produziram registros em foto, vídeo, anotações, salvaguarda de dados e resultados das impressões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as técnicas e métodos utilizados no processo de projeto de arquiteturas contemporâneas, três destas têm recebido maior atenção dos arquitetos e pesquisadores: Modelo Paramétrico (Parametric Model – PM); o Modelo de Informação da Construção (Building Information Modeling - BIM) e a Fabricação Digital. (ROCHA et al, 2016)

Impressoras 3D permitem prototipagem rápida de objetos personalizáveis. Com a popularização da tecnologia, essa característica favorece os professores a produzirem seus materiais educativos, atendendo de forma assertiva às demandas que observam em suas práticas pedagógicas. (ONISAKI & VIEIRA, 2019)

Durante as atividades realizadas com a tecnologia, foi possível perceber o entusiasmo e concentração dos alunos diante das demonstrações utilizando a impressora 3D, ficando evidente os benefícios para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

Com o estudo da impressão 3D no ensino da arquitetura, verificou-se na prática os benefícios e os obstáculos da introdução da ferramenta nas disciplinas de representação gráfica e nas disciplinas projetuais. Foi possível avaliar o seu desempenho e como ela se comporta em um cenário real de uma disciplina em comparação com a metodologia convencional de ensino. Na prática, além de combinar os assuntos ministrados em sala de aula, analisou-se diferentes meios de representação para o estudo da forma, compreendendo qual seria mais indicado para cada etapa do projeto.

Inicialmente, os modelos foram aplicados aos alunos matriculados na disciplina Fundamentos para Projeto de Arquitetura e Urbanismo II do segundo período do curso de Arquitetura e Urbanismo, posteriormente envolvendo a disciplina Projeto Arquitetônico I do terceiro período, seriam impressas as maquetes físicas dos projetos desenvolvidos pelos discentes durante o corrente semestre. Em função do avanço da COVID-19 e prorrogação do ensino remoto, não foi possível realizar a etapa de aplicação prática com os discentes deixando o desenvolvimento das modelagens tridimensionais e as análises do

método por conta dos pesquisadores (figuras 04 e 05).



Figura 04 – Protótipo desenvolvidos para a disciplina Fundamentos de Projeto de Arquitetura II



Figura 05 – Protótipo desenvolvidos para a disciplina Fundamentos de Projeto de Arquitetura II

A utilização da prototipagem 3D como metodologia de ensino na arquitetura permite que os alunos compreendam os princípios arquitetônicos e as suas volumetrias através da própria execução de projetos.

O uso destas ferramentas de fabricação digital possibilita novas reflexões sobre o protótipo arquitetônico e seu papel no processo de criação de peças que constituem estes espaços.

Durante as aulas, o professor acompanha de perto o desenvolvimento de cada aluno ao longo das atividades, não apenas esclarecendo possíveis dúvidas e dificuldades, mas proporcionando liberdade e ousadia no desenvolvimento dos seus projetos.

O avanço tecnológico definiu o uso dos computadores como ferramentas principais de desenvolvimento, tornando-os responsáveis por trazerem agilidade e precisão na execução de tarefas. Como consequência dessa evolução, estudantes e

profissionais adotaram o meio de construção virtual em detrimento dos modelos físicos na execução de projetos. O uso dos softwares paramétricos em conjunto com a prototipagem 3D permite a revisão do projeto e a verificação antecipada de futuros problemas na obra. (Figuras 6a e 6b).

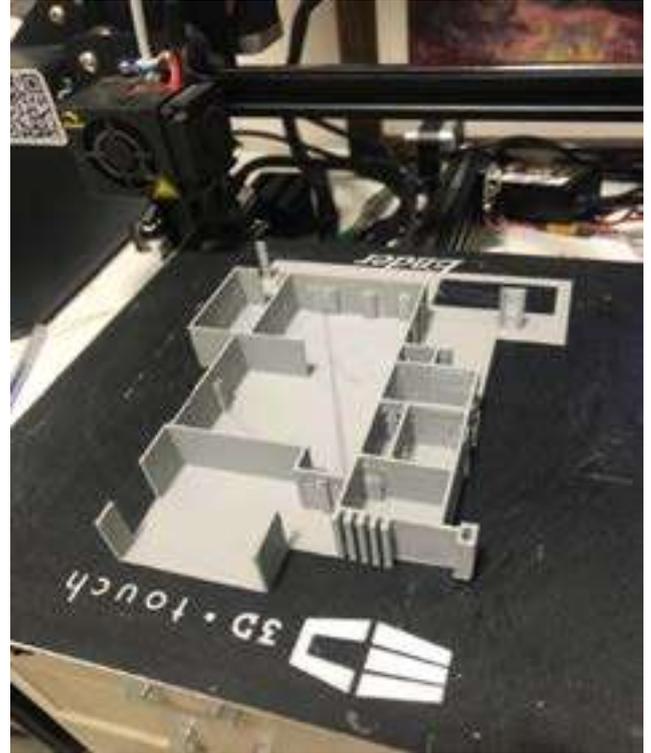


Figura 06a – Protótipo desenvolvido por discentena disciplina Projeto de Arquitetura 1

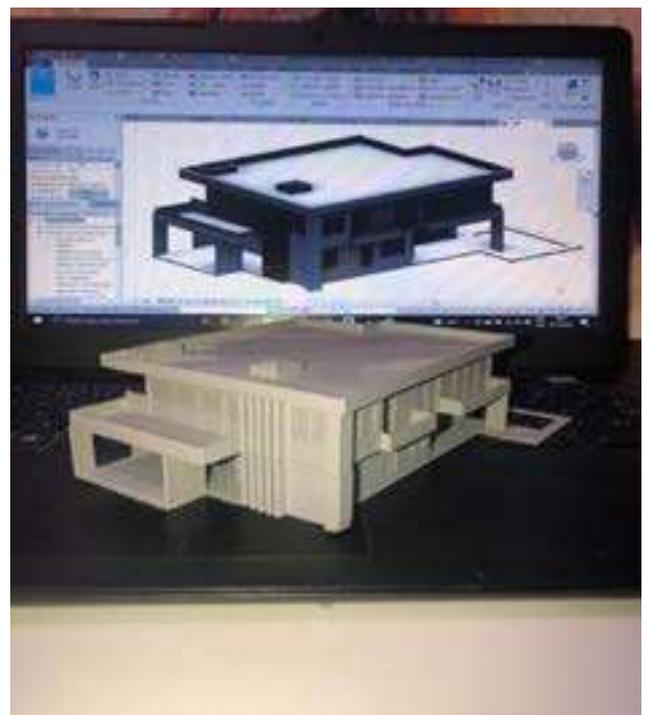


Figura 06b – Protótipo desenvolvido por discente na disciplina Projeto de Arquitetura 1

A utilização dessa tecnologia potencializa a formação dos alunos, tanto no âmbito acadêmico como no profissional. A técnica de Prototipagem 3D, fornece precisão e rapidez na execução de maquetes, facilitando estudos enquanto o projeto ainda está sendo concebido. Devido à sua capacidade de representação leal de detalhes construtivos, os protótipos colaboram com a concepção e o entendimento dos projetos. Ademais, essa tecnologia permite experimentar formas diversas, pois extingue restrições geométricas, estimulando a criatividade e qualidade dos projetos desenvolvidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de novas ferramentas e softwares paramétricos marcam uma mudança no ensino e na prática de arquitetura. Esta tecnologia adiciona a possibilidade de se utilizar impressoras 3Ds para criar peças únicas ou rapidamente testar variações formais de um objeto ou projeto.

Desta forma, importante entender o funcionamento e as possibilidades de uso dessas ferramentas para a formação de futuros arquitetos, e cabe às instituições de ensino fornecer estes meios e ferramentas de apoio à formação dos alunos.

Não obstante às necessidades impostas pelo mercado corroboram e impõe aos futuros arquitetos o domínio de tais ferramentas cada vez mais importante para o exercício profissional projetual da arquitetura.

A inclusão de novas práticas às disciplinas projetuais no curso de Arquitetura de suporte ao aluno relacionadas à tecnologia é um passo importante para elevar o nível de arquitetos exigido pelo mercado de trabalho.

O uso de modelagem paramétrica e prototipagem ou impressão 3D indica um incremento no desenvolvimento de projetos, pois proporciona variedade de soluções e modificações, fornece suporte à decisão e melhora a qualidade do projeto, contribuindo com a formação acadêmica dos alunos.

O uso dessas tecnologias no ensino de projeto arquitetônico é recente e ainda há muito a ser explorado, em diferentes aproximações: uso de novos materiais, aplicação no processo de projetual e a otimização e transformação de recursos computacionais para gerar formas e tomar decisões.

No campo do ensino, percebemos a empolgação dos alunos com o uso da prototipagem como metodologia ativa de ensino e aprendizagem nas disciplinas de projeto, condicionando professores e

alunos a repensar a forma de projetar.

Logo, um dos maiores desafios dos docentes dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo está em incluir ações pedagógicas inovadoras, assumindo um novo papel diante do processo de ensinar e aprender, reconhecendo as demandas e os requerimentos que determinam o modo de ser e agir dos estudantes. (OLIVEIRA; MUSSI, 2020)

Pode-se concluir que hoje não se pode mais evitar tais metodologias em sala de aula porque as tendências da educação do século XXI exigem uma inovação pedagógica. Aqui, os alunos participam ativamente de seu processo de aprendizagem e o professor assume o papel de orientador e mediador da discussão sobre a solução dos problemas apresentados.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, Eunice. M. L. S. de. **Criatividade**. 2. ed. Brasília: Editora UnB, 1995.
- BERBEL, Neusi Aparecida Navas. **A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos?** Interface (Botucatu), Botucatu, v. 2, n. 2, p. 139-154, Feb. 1998.
- BERTO, R.M.V.S., & Nakano, D. **Revisitando a produção científica nos anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Production, 24, 225–232. 2014. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132013005000007>
- BERTUZZI, Felipe Büller; CORTE, Carla Dalla Corte; KUJAWA, Henrique Aniceto; CARDOSO, Grace Tibério. **Aplicação das Metodologias Ativas de Aprendizagem TBL (Team Based Learning) e PBL (Problem-Based Learning) no Curso de Arquitetura e Urbanismo**. Teoria e Prática da Educação, v. 24, n.1, p. 171-189, janeiro/abril 2021. Doi: <https://doi.org/10.4025/tpe.v24i1.57563>
- BIANCHI, Giovana. **Métodos para estímulo à criatividade e sua aplicação em arquitetura**. 2008. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008. Disponível em: <<http://www.dkowaltowski.net/924.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2021.
- CAMINHA, Tom F. **A prototipagem física de alta fidelidade: uma abordagem de design para projetos na construção civil**. 2020. p.181. Dissertação (Mestrado em Design) – Escola Superior de Desenho Industrial, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

- ROCHA, I. A. M.; STRALEN, M. S. V.; ABREU, S. C. **O uso de parâmetros dinâmicos como princípios estruturantes do espaço arquitetônico. A experimentação no ateliê de projeto: prototipia e fabricação digital.** In: Proceedings of the XX Congresso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital. SIGRADI 2016. São Paulo: Blucher, 2016. p.816-823.
- DINIZ, J. F. **Metodologias ativas no ensino superior: a articulação da resolução de situações problema com o ensino por meio de projetos em prática.** revista ensaios pioneiros, 32–46. 2018.
- DUAILIBI, Roberto; SIMONSEN, Harry Jr. **Criatividade & Marketing.** São Paulo: MBooks, 2009.
- FARIA, G. A. D. S. **O ensino de química por meio de metodologias ativas no contexto dos polímeros e agrotóxicos.** Dissertação de Mestrado em Universidade Federal de Minas Gerais para Mestrado em Educação, Faculdade de Educação, Mestrado Profissional em Educação. 2021.
- KLINGER, K. Information Exchange in Digitally Driven Architecture. In: **Sigradi 2007.** SOCIEDADE IBERO-AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 11. 2007, Cidade do México, 2007, P. 300-304
- OLIVEIRA, Tarcisio Dorn de; MUSSI, Andréa Quadrado. **A arquitetura no processo de ensino e aprendizagem: o itinerário arquitetônico como possibilidade de Preservação e de metodologia ativa.** Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 56988-57001. 2020.
- ONISAKI, H. H. C.; VIEIRA, R. M. de B. **Impressão 3D e o desenvolvimento de produtos educacionais. Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico,** Manaus, Brasil, v. 5, n. 10, 2019. DOI: 10.31417/educitec.v5i10.638. Disp em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/638>. Acesso em: 5 ago. 2021.
- TEIXEIRA, Elizabeth. **As três metodologias: Academia da ciência e da pesquisa.** Belém: Grapel, 2000. 107 p.
- TRAMONTANO, Marcelo; PEREIRA JUNIOR, Anibal. **Ressignificando o modelo físico: impressão 3D e ensino de projeto de arquitetura.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 19., 2015, Florianópolis. Proceedings [...]. São Paulo: Editora Blucher, 2015. p. 350-354.