

## EXPLORANDO A CRIATIVIDADE NA ENGENHARIA CIVIL: O PAPEL DO ESPAÇO MAKER NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL NO IFAM CAMPUS MANAUS CENTRO

*Data de submissão: 29/11/2023*

*Data de aceite: 01/02/2024*

### **Silvana Viana Cád**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Amazonas  
Manaus- AM  
<http://lattes.cnpq.br/9559903598651194>

### **Cristiane Pereira de Aguiar**

Professora - Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia do  
Amazonas  
Manaus- AM  
<http://lattes.cnpq.br/8948885803989120>

**RESUMO:** Com o avanço das novas tecnologias e uso das inteligências artificiais, o perfil profissional dos futuros Engenheiros Civis precisa estar em constante evolução e incluir novas habilidades e competências. Já não basta apenas ter um profundo conhecimento técnico; é necessário também agregar em seus currículos experiências de criatividade, capacidade de encontrar diferentes soluções para diferentes problemas, trabalho em equipe, negociação e gestão do tempo, além de uma mentalidade construtiva adaptada ao convívio destas novas tecnologias. A busca por estas competências e a experiência dentro IFMaker CMC motivou o estudo

apresentado neste artigo, tendo como principal objetivo demonstrar e fomentar a consciência dos ganhos utilizando as metodologias ativas no espaço *maker* do IFAM Campus Manaus Centro e sua aplicabilidade na formação dos futuros engenheiros. Para isso, a metodologia adotada baseia-se em pesquisas bibliográficas em artigos científicos, dissertações e livros acerca do uso da cultura *maker* (metodologia ativa) como ferramenta pedagógica, que vem crescendo exponencialmente, principalmente no uso educacional para a formação de novos profissionais. Vale ressaltar que o presente estudo também se propõe apontar caminhos para a inclusão da cultura *maker* por meio de oficinas ou desenvolvimento de projetos de pesquisa, no processo de ensino aprendizagem do curso de Engenharia Civil do IFAM Campus Manaus Centro.

**PALAVRAS-CHAVE:** cultura *maker*. empreendedorismo educacional. inovação. engenharia civil. *makerspace*.

# EXPLORING CREATIVITY IN CIVIL ENGINEERING: THE ROLE OF THE MAKER SPACE IN THE CIVIL ENGINEERING COURSE AT IFAM CAMPUS MANAUS CENTRO

**ABSTRACT:** With the advancement of new technologies and the use of artificial intelligence, the professional profile of future Civil Engineers needs to be constantly evolving and include new skills and competencies. It is no longer enough to just have in-depth technical knowledge; It is also necessary to add creativity experiences, the ability to find different solutions to different problems, teamwork, negotiation and time management to your CV, as well as a constructive mindset adapted to living with these new technologies. The search for these skills and experience within IFMaker CMC motivated the study presented in this article, with the main objective of demonstrating and promoting awareness of the gains using active methodologies in the maker space at IFAM Campus Manaus Centro and their applicability in the training of future engineers. To achieve this, the methodology adopted is based on bibliographic research in scientific articles, dissertations and books about the use of maker culture (active methodology) as a pedagogical tool, which has been growing exponentially, mainly in educational use for training new professionals. It is worth mentioning that the present study also aims to point out ways for the inclusion of maker culture through workshops or development of research projects, in the teaching-learning process of the Civil Engineering course at IFAM Campus Manaus Centro.

**KEYWORDS:** culture maker. educational entrepreneurship. innovation. civil engineering. makerspace.

## 1 | INTRODUÇÃO

O mercado tem exigido profissionais cada vez mais capacitados e atualizados, segundo Rocha (2022), o que tem motivado a reformulação dos programas de ensino das faculdades de engenharia, buscando não só aproximar o perfil dos futuros profissionais aos anseios da indústria como também a implementação de novos métodos de **aprendizagens por competências**, que focam nas aptidões técnicas e comportamentais e com maior desenvoltura para solucionar problemas e tomar decisões.

Akyazi *et al.* (2020 tradução nossa), destaca que “o primeiro passo, portanto, é identificar as atuais necessidades de competências e só então será possível preparar programas de formação bem-sucedidos capazes de suprir a demanda do mercado através da melhoria das competências e da requalificação da mão-de-obra”.

Uma das formas de buscar o desenvolvimento destas competências, que vem sendo largamente utilizada pelas universidades de engenharia, é o uso da cultura *maker*, que tem se mostrado uma ferramenta eficaz como aprendizagem baseada em projetos, “é um elemento importante na formação de um engenheiro, porque dá oportunidades para os alunos encontrarem o inesperado e exercitarem a sua criatividade”, segundo Harnett, Tretter e Philipp (2014 tradução nossa).

A ideia deste artigo surgiu a partir da oportunidade de estágio no espaço IFMaker

CMC, observando as práticas e participando ativamente dos projetos e oficinas ali desenvolvidos e pretende analisar os ganhos do uso desta ferramenta metodológica para o ensino de Engenharia Civil do IFAM Campus Manaus Centro e como essa abordagem pode influenciar a formação dos futuros profissionais, utilizando-se, além das observações *in loco*, levantamento bibliográfico, baseando-se em estudos relevantes extraídos de artigos e dissertações de renomados pesquisadores, a fim de incentivar e potencializar a reflexão e discussão do tema em questão, além de fortalecer as práticas pedagógicas, dada a relevância do tema e a disponibilidade do espaço, equipado há cerca de 2 anos.

Outro objetivo fundamental para este trabalho é propor uma rotina de divulgação e conscientização que inclua o departamento de infraestrutura em cursos e oficinas do IFMaker CMC

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em 2022, de acordo com os dados do IBGE, a construção civil no Brasil alcançou expansão de 2,9%, alavancada pelo PIB da Construção Civil que subiu 6,9% e sendo responsável por cerca de 10% de todos os empregos formais criados nos 12 meses daquele ano (Jornal do Comércio, 2023).

Simultaneamente a esse crescimento, para manter-se no mercado é necessário estar atualizado às novas tecnologias e nesse aspecto, Costa *et al.* (2019, p.4), define que “a maior dificuldade que as empresas de engenharia encontram para implementar os conceitos da Indústria 4.0 em seus negócios é a ausência de cultura digital e treinamentos específicos com a mão de obra desses negócios”.

E o mercado profissional vem reagindo ao impacto da evolução das ferramentas tecnológicas aplicadas às atividades de Engenharia Civil, principalmente com os recursos proporcionados pela indústria 4.0, onde tudo precisa ser mais ágil, eficiente e eficaz, adaptados ao uso de drones, tablets, elementos robotizados e tudo isso de forma prática e de fácil acesso (SIMÃO *et al.*, 2019).

Como empreendedores, os futuros engenheiros precisam ser incentivados a resolver problemas concretos, mais próximos àqueles onde irão trabalhar, vivenciando experiências *hands-on* (mão na massa), para isso é imprescindível a utilização de metodologias educacionais como ferramenta para o desenvolvimento da nova geração de engenheiros (OLIVEIRA, 2023).

Akyazi, *et al.* (2020) realizou profundo estudo sobre as competências necessárias ao setor de engenharia civil nos países da União Européia, subdividiu e enumerou 10 tipos de perfis profissionais, com suas respectivas atribuições, dentre os quais destacamos:

- a) Perfil 4 – Engenheiros civis
- b) Perfil 8 – Técnicos de engenharia civil

Ao final do estudo, atribuiu as novas competências necessárias aos futuros

profissionais, representados na Tabela 1, de acordo com cada perfil enumerado anteriormente.

Habilidades específicas x Perfil	4	8
Aplicação de novas tecnologias à engenharia civil	x	x
Drones	x	x
Metodologia BIM	x	x
Construção robótica	x	x
Impressão 3D	x	x
Digitalização a laser 3D	x	x
Novos materiais de construção	x	x
Procedimentos de qualidade relacionados à transformação digital	x	x
Eficiência energética de edifícios e infraestruturas.	x	x
Gestão de riscos relacionados com as alterações climáticas	x	x
Gestão sustentável de resíduos – Economia Circular	x	x
Gestão sustentável de recursos	x	x
Gerenciamento de projetos	x	
Ergonomia	x	

Tabela 1 – Competências de futuro próximo para cada perfil: Competências específicas.

Fonte: Fonte: Akyazi, *et al.* (2020 tradução nossa)

## 2.1 MOVIMENTO MAKER – DESENVOLVENDO HABILIDADES E COMPETÊNCIAS

Fala-se em metodologias ativas como apoio ao ensino desde a década de 1980 e foram mais amplamente utilizadas no cenário educacional brasileiro na pandemia da Covid-19, em 2020, revelando, entre outros desafios, as fragilidades dos municípios que compõem o Amazonas, seus problemas de conectividade, transporte e comunicação (MAIA, 2023).

Silva e Villas-Bôas (2019) define que o uso da cultura *maker* como metodologia ativa possibilita o aprendizado a partir da experimentação com o aluno no papel de protagonista, construindo seu conhecimento com base nas experiências de erros e acerto vivenciadas no espaço *maker* e tendo o professor como um facilitador.

Apesar de ter sido difundido mundialmente a partir da criação do Dia Nacional do Making por Barack Obama em 2014, um dos grandes e importantes marcos utilizando o termo *maker* deu-se em 2013, quando é lançado “The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers” (“O Manifesto do Movimento Maker: Regras para Inovação no Novo Mundo dos Artesãos, Hackers e Reformadores”), livro de Mark Hatch, cujos 10 princípios foram representados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** (Expedição Maker ICBEU Manaus, 2022).



Figura 1 - Mapa mental sintetizando os princípios do movimento *maker*, segundo Hatch

Fonte: elaborado pela autora

Com a difusão e estudos deste tipo de método de aprendizado, algumas escolas passaram a incorporar espaços às suas rotinas metodológicas e um dos espaços *makers* mais antigos na Europa é em Barcelona, na Espanha, inaugurado em 2007 e no Brasil, o município de São Paulo foi primeiro adotar os Fab Lab Livre SP como política pública em meados de 2016 (Hirabahasi *et al.*).

## 2.2 SOBRE O IFMAKER CMC

O laboratório *maker* do IFAM Campus Manaus Centro possui atualmente cerca de 80m<sup>2</sup> e foi inaugurado em 04 de setembro de 2021, contemplando: 07 impressoras 3D de pequeno porte, 02 impressoras 3D de médio porte, 01 impressora 3D de grande porte, 01 router CNC Laser, 10 kit Arduino/Robótica; 10 notebooks além de muitas outras ferramentas como parafusadeira/furadeira, canetas 3D, plotter de corte vinil, entre outras.

Denominado IFMaker CMC, tem como principal objetivo “criar um espaço de aprendizagem que possibilite a construção de protótipos, modelos e produtos, através de projetos que envolvam os participantes na aquisição e criação de conhecimentos em diversas áreas, desenvolvendo suas habilidades de forma autônoma e cooperativa para atender às demandas atuais que estão surgindo em todos os setores de atividade humana, por meio dos conceitos de Aprendizagem Baseada em Projetos (Project Based Learning-PBL) e Aprender Fazendo (Learning By Doing)” (dados disponibilizados pela coordenação do IFMaker CMC).

Suas contribuições para o aprendizado tanto no ensino de graduação quanto para

os demais cursos, incluindo a comunidade externa, também podem ser vistas no resumo das oficinas e projetos já realizados no espaço como: Desenvolvimento de modelagem de maquete física e virtual, IF-IDEAÇÃO - Da Ideia à Ação, Robótica com Kits Lego, Arduino: automação e robótica, Festival da Pipoca e muitos outros, que encerraram o ano de 2022 com mais de 20 oficinas, cursos e minicursos e mais 500 alunos participantes e em 2023 já contabiliza 14 projetos em andamento, de todos os departamentos acadêmicos, com estimativa de participação de mais de 150 alunos

Cabe ressaltar, como importante observação que motivou o desenvolvimento deste estudo, o fato de não haver registros de participação dos alunos de Engenharia Civil do Campus Manaus Centro em nenhuma das oficinas e projetos ao longo destes 2 anos de implantação.

## 2.3 A CULTURA MAKER X ENGENHARIA CIVIL – APLICABILIDADE

Em estudo similar a este artigo, realizado no Lab IFMaker do IFRS, Pereira e Camargo (2021) observa que, assim como no IFMaker CMC, às vezes pode haver alguma resistência ou receio em participar dos projetos por parte da comunidade, mas para romper essa barreira, deve-se voltar aos princípios fundamentais da cultura *maker*, definidos por Hatch, em seu Manifesto: **participar e fazer**, para que as provocações advindas desses projetos tragam efeitos inovadores e motivacionais

Portanto, é necessário persistir e principalmente demonstrar os ganhos pedagógicos para a formação dos futuros profissionais, pois, se por um lado o mercado tem sido mais exigente quanto às soluções geradas, por outro, intrinsecamente, os engenheiros devem ser pessoas com maior capacidade de resolver problemas de forma original e criativa, precisam ter pensamento crítico tanto individual quanto coletivamente e exigem uma mente criativa para projetar produtos ou melhorar os existentes (Einarsson e Hertzum, 2021).

### 2.3.1 Ferramentas e Tecnologias Maker

Das ferramentas e tecnologias disponíveis no espaço IFMaker CMC, destacam-se como exemplos de aplicabilidade e potencialmente úteis como apoio ao ensino e aprendizagem no curso de Engenharia Civil, as impressoras 3D e CNC Router (cortadoras a laser), largamente citadas na bibliografia analisada.

a) Impressoras 3D – Dentre os estudos utilizando as tecnologias da indústria 4.0 que tem se destacado favoravelmente, as impressoras 3D têm papel fundamental como proposta tanto para reduzir a geração de resíduos quanto o tempo de produção e é uma tecnologia única, com resultados excepcionais em vários campos seja na indústria automotiva, medicina, odontologia ou construção civil (Florêncio *et al.*, 2017).

Uma das definições mais simples que resumem bem a tecnologia de impressão 3D vem do Tencnoblóg “As impressoras 3D imprimem, ou melhor, materializam objetos em três

dimensões” (Cossetti, 2019)

Para Carboni e Scheer (2023), chamada de Manufatura Aditiva (*AM – Additive Manufacturing*), a impressão 3D é um processo baseado em modelos virtuais produzidos em CAD (*Computer Aided Design*) onde o material vai sendo depositado em camadas sucessivas até a composição total da peça planejada e pode ser utilizada em várias etapas desde o projeto arquitetônico a elementos construtivos.

Segundo Paim e Almeida (2018), a “impressão 3D consiste na confecção de objetos sólidos de forma rápida, por meio de manufatura aditiva de deposição de partículas menores, com eliminação de ferramentas customizadas de produção, redução de custo e tempo, uma vez que o processo tradicional demanda tempo e pode ocorrer falhas no processo de manufatura”, e ressalta ainda a possibilidade de utilização de diversos materiais como fonte de matéria prima como plástico, metal, concreto: resinas, poliamidas e ABS.

b) CNC Router (Cortadoras a laser CO2) – Se a deposição de materiais na impressão 3D é chamada de manufatura aditiva, a produção com uso de cortadoras a laser onde o material é retirado para a formação do produto é chamada de manufatura subtrativa. Para Souza, Porto e Medeiro (2023), apesar das cortadoras a laser produzirem material em 2D, é possível construir modelos em três dimensões a partir de projetos em CAD, com encaixes, materiais em diferentes espessuras e com diferentes tipos de materiais, incluindo madeira, acrílico, plástico e papelão.

A cortadora a laser CO2 funciona a partir de um feixe eletromagnético de alta intensidade focalizado, utilizando espelhos, que vaporiza o material por meio de calor e onde o usuário pode controlar a forma e quantidade de energia, bem como as coordenadas podendo ser aplicada em várias áreas como joalheria, marchetaria e peças em acrílico (Silva; Filho, 2021, p. 383).

### 2.3.2 Aplicabilidade em Engenharia Civil

Em estudo específico acerca do uso de espaços *maker* em cursos de graduação em engenharia, realizado durante a primavera e o outono de 2019, em uma universidade do sudoeste do Estados Unidos, na escola de engenharia com aproximadamente 6.000 estudantes, o autor citou como exemplo de grandes ganhos na formação dos alunos pesquisados, cujo projeto demonstra o efeito do revestimento para restringir a flambagem torcional lateral em uma viga (Figura 2), “os ganhos estão para além da capacidade de criar coisas ou objetos. Esses alunos começaram a interagir com o modelo e desenvolveram um projeto melhor e o aluno teve a iniciativa de fornecer ao orientador 30 peças adicionais para os futuros alunos segurarem e explorarem as diferentes deformações provenientes das cargas aplicadas nas vigas” (Carbonell *et al.*, 2020 tradução nossa).

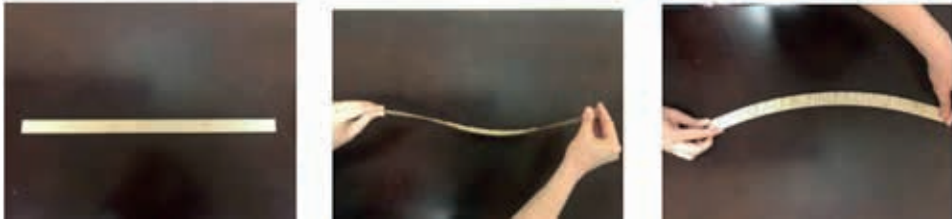


Figura 2 - Projeto de Design Estrutural em Madeira

Fonte: Carbonell et al.(2020, tradução nossa)

Também como exemplo de experiência pessoal durante o estágio no IFMaker CMC, foi possível a criação de modelo estrutural da ponte Benjamin Constant (Av Sete de Setembro em Manaus), realizado para apresentação deste artigo e como parte da disciplina optativa Pontes. Fabricado em mdf cru 3mm, em escala de 1:100, utilizando a CNC laser CO2, sendo também exemplo dos princípios da cultura maker - compartilhar, o projeto foi adaptado de um modelo da ponte Golden Gate, disponibilizado gratuitamente em sites colaborativos, Figura 3



Figura 3 – Ponte Benjamin Constant em Mdf e ao lado ponte original

Fonte: acervo do autor Fonte: Portal G1 Amazonas<sup>1</sup>

Outro exemplo prático de aplicabilidade do uso das ferramentas *maker* como apoio ao ensino de graduação pode ser visto na experiência para o desenvolvimento de modelos físicos didáticos para o ensino de Sistemas Estruturais. Nele as equipes foram incentivadas a criar um modelo tridimensional que represente o conceito de momento de inércia, apresentada por Carboni; Scheer (2023, p. 208) - “A existência de modelos didáticos para explicar o momento de inércia é interessante porque os alunos têm dificuldade de entender o seu conceito abstrato. Os modelos, sendo flexíveis, permitem a comparação da deformação das peças sob diferentes solicitações e em diferentes posições da sua seção transversal em relação aos seus eixos. Isso pode facilitar a compreensão analítica do conceito”, Figura 4, Figura 4 e Figura 5.

<sup>1</sup> <https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2012/10/ponte-benjamin-constant-passa-ter-nova-administracao-em-ma-naus.html> Acesso em: 07/12/2023



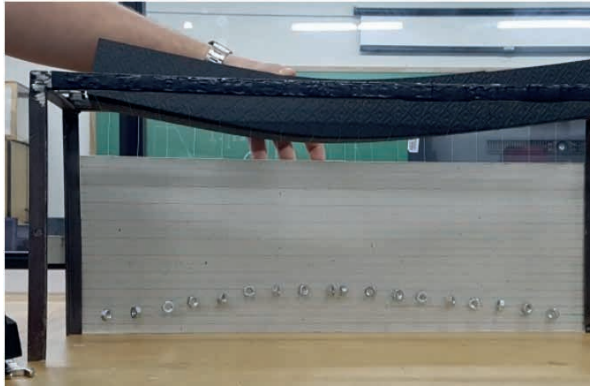


Figura 4 - Modelo didático desenvolvido por alunos que apresenta momento de inércia em vigas através da visualização gráfica da sua deformação

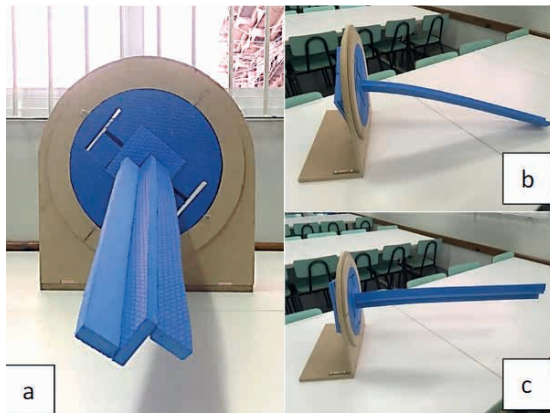


Figura 5 - Modelo didático para o ensino de momento de inércia através da rotação da peça (a), mostrando respectivamente a peça em posição favorável à deformação (b) e em posição resistente à deformação (c)

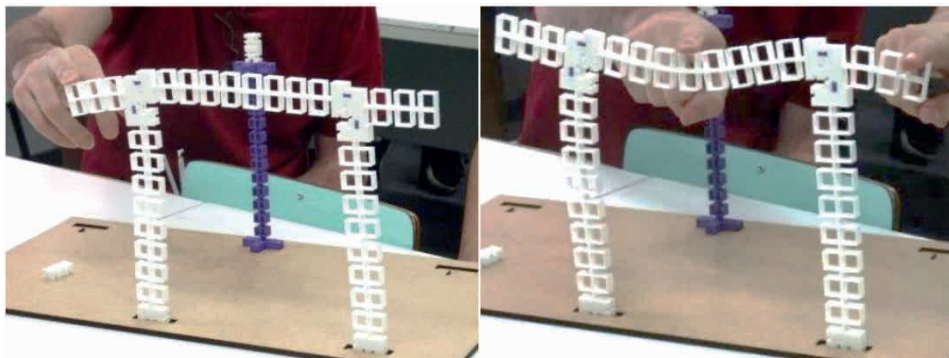


Figura 6 – Modelo didático estrutural A: viga biapojada com balanços.

Fonte: CARBONI; SCHEER, 2023, p. 208

Porém, como afirma Gomes (2023), apesar da importância e de relevantes avanços

no ensino e na pesquisa “o uso de tecnologias de impressão 3D na construção civil ainda é algo recente, e que demanda o rompimento de tradicionalismos presentes no setor”.

Todos estes espaços, objetos dos estudos mencionados, tiveram resultados excepcionais e propiciaram que os alunos vivenciassem experiências de projetos e trabalho em equipe, bem como tivessem acesso a plataformas com designs, instruções e tutoriais para replicar projetos já realizados por outros usuários em outros laboratórios ao redor do mundo ou compartilhem seus próprios projetos através deste tipo de plataformas (Everling *et al.*, 2022)

### 3 | METODOLOGIA

Este artigo foi baseado em pesquisa bibliográfica, que, Fonseca (2002) define como exclusivamente teórico realizada por meio do levantamento de referências teóricas já publicadas e analisadas com referência ao objeto analisado, em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita e páginas de web sites.

Utilizou-se ainda a base do Google Scholar e os termos de busca utilizados foram “makerspace”, “engenharia civil AND makerspace”, entre outras correlacionando as palavras-chave: engenharia civil, cultura maker e/ou metodologias ativas com o objetivo de relacionar as experiências de uso da cultura maker como ferramenta de ensino aprendizagem.

### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos desafios importantes é superar a barreira inicial do “novo”. Pois, se por um lado os alunos e professores não conhecem ou não demonstraram manifestadamente interesse nas oficinas e cursos já ofertados, por outro, é necessário conhecer e ‘reconhecer’ a ineficiência da abrangência das divulgações internas destas oficinas dentro da instituição e, principalmente, do departamento de infraestrutura, local de observação da pesquisa.

Além disso, faz-se necessário fomentar o conhecimento de que os espaços *makers* podem aproximar os estudantes da realidade do mercado de trabalho, permitindo que eles desenvolvam habilidades práticas valiosas para sua carreira.

Para superar os desafios e aproveitar as oportunidades oferecidas pelo espaço *maker* já equipado e disponível é preciso promover uma cultura de inovação e criatividade entre os estudantes e professores. Mas, principalmente, é necessário que o departamento de infraestrutura desenvolva suas próprias oficinas com temas de interesse da comunidade, que possam despertar o interesse na participação e interação com esta ferramenta.

Uma forma pode ser incluir projetos e oficinas nas semanas de construção ou ainda em disciplinas que incluam práticas de construção de objetos ou maquetes, como Pontes, Processos Construtivos, Concreto, Mecânica, Arquitetura e Urbanismo dentre outros, também pode ser um ponto de partida para que o corpo docente e discente comece a se

familiarizar com esta valiosa ferramenta metodológica.

Outro desafio importante, é a capacitação dos professores para o uso das ferramentas e tecnologias disponíveis, bem como em relação aos conceitos de metodologias ativas e a cultura *maker*.

Diante dos benefícios já apresentados com o uso do IFMaker CMC como ferramenta de ensino, é necessário que a instituição invista na divulgação e manutenção deste ambiente proporcionando aos alunos a oportunidade de vivenciarem experiências “hands-on” (“mão na massa”) e desenvolverem projetos inovadores. Nesse sentido, é preciso também promover a integração entre o espaço *maker* e os demais componentes curriculares, de forma a tornar essa abordagem uma prática constante ao longo do curso de engenharia civil.

E para além dos ganhos individuais relatados ao longo deste trabalho, ao incentivar a utilização do espaço *maker*, a instituição demonstra um compromisso com a inovação e a busca por soluções criativas para os problemas reais. Isso pode atrair alunos talentosos e engajados, além de fortalecer a imagem da instituição perante a sociedade

## REFERÊNCIAS

AKYAZI, T. *et al.* Skills needs of the civil engineering sector in the european union countries: Current situation and future trends. **Applied Sciences**, 2020., p. v. 10, n. 20, p. 7226

CARBONELL, R. M. *et al.* Making Improvements: Pedagogical Iterations of Designing a Class Project in a Maker Space. **ASEE Virtual Annual Conference Content Access**, 2020.

CARBONI, M. H. D. S.; SCHEER, S. A manufatura aditiva como suporte à aprendizagem colaborativa e interdisciplinar em AEC: uma experiência integradora com o futuro profissional de expressão gráfica. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. v.18, n.11, São Carlos, 15 mar. 2023., p. 195 - 218

CONSTRUÇÃO civil arrefece, mas aposta em ações federais. **Jornal do Comércio do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 01 ago. 2023. Disponível em: <https://www.jornaldocomercio.com/editorial/2023/08/1117469-construcao-civil-arrefece-mas-aposta-em-aco-es-federais.html#:~:text=Em%202022%2C%20de%20acordo%20com,empregos%20formais%20criados%20no%20Pa%C3%ADs>. Acesso em: 10 out. 2023.

COSSETTI, M. C. Como funciona uma impressora 3D. **Tecnoblog**, 2019. ISSN. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/como-funciona-impressora-3d/#:~:text=As%20impressoras%203D%20imprimem%2C%20ou,essa%20tecnologia%20revolucionou%20a%20ind%C3%BAstria>. Acesso em: 28 out. 2023.

COSTA, É. M. K. *et al.* Análise da Utilização dos Recursos, da Indústria 4.0 pelos Engenheiros Civis do Vale de São Patrício - GO, 2019.

EINARSSON, Á. M.; HERTZUM, M. How do makers obtain information for their makerspace projects? - “Como os makers obtêm informações para seus projetos?” **Journal of the Association for Information Science and Technology**, p. v. 72, n. 12, p. 1528-1544, 2021, 2021.

EVERLING, M. T. *et al.* Espaço Maker: design e educação para a sustentabilidade em escolas públicas. **Impact Projects**, p. 139-154, 2022.

EXPEDIÇÃO Maker ICBEU Manaus. **Makerspace ICBEU Manaus**, 2022. Disponível em: <https://sites.google.com/icbeu.com/expedicaomaker/cultura-maker>. Acesso em: 17 out. 2023.

FLORÊNCIO, E. Q. *et al.* Concreto para uso em impressora 3d e sua utilização na construção de edificações: um estudo prospectivo. **Cadernos de Prospecção**, v. 10, n. 3, Salvador, jul/set 2017., p. 578 - 589

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. UEC. Fortaleza. 2002. (Apostila.).

GOMES, A. C. S. **Os desafios da implementação das técnicas 3D na construção civil no Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso. ed. [S.l.]: [s.n.], 2023.

HARNETT, C. K.; TRETTER, T. R.; PHILIPP, S. B. Hackerspaces and engineering education. **IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings. IEEE**, p. 1-8, 2014.

HATCH, M. **The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of**. [S.l.]: McGraw-Hill, 2013.

HIRABAHASI, G. *et al.* Movimento Maker - A Cultura que aproxima o pensar do fazer já está no seu cotidiano. **O Estadão On line**. Disponível em: <https://infograficos.estadao.com.br/focas/movimento-maker/#:~:text=S%C3%A3o%20Paulo%2C%20entretanto%2C%20%C3%A9%20a,Cidade%20Tiradentes%2C%20Penha%20e%20Itaquera>. Acesso em: outubro 2023.

MAIA, A. G. D. N. **Estratégias de Ensino na Educação Profissional e Tecnológica: O uso da Cultura Maker no Programa Educa+ Amazonas**. Manaus. 2023.

OLIVEIRA, A. D. S. R. S. **Um Estudo Bibliométrico sobre Empreendedorismo na Engenharia Civil**. Ouro Preto. 2023.

PAIM, F. G.; ALMEIDA, M. R. S. D. Estudo prospectivo sobre a utilização da impressora 3d na área da construção civil. **Cadernos de Prospecção v.11**, Salvador, abr/jun 2018., p. 463-474

PEREIRA, M. D. S.; CAMARGO, E. C. A cultura Maker no IFRS: um olhar da gestão sobre a implementação do Lab IFMaker. **Repositório do IFRS**, 2021.

ROCHA, M. L. D. C. **Competências empreendedoras na engenharia civil: proposta de formação docente**. [S.l.]. 2022.

SILVA, I. L. N.; FILHO, N. D. O. Q. Avaliação do uso do corte a laser na recuperação do forro de uma edificação. **XII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação das Construções**, Fortaleza, Junho 2021., p. 380 - 387

SILVA, J. N. D.; VILLAS-BÔAS, L. Aprender Engenharia: Contribuições da Cultura Maker. **VIII Encontro de Políticas Públicas e Formação de Professores**, 3 setembro 2019., p. 357 a 361

SIMÃO, A. D. S. *et al.* Impactos da Indústria 4.0 na Construção Civil Brasileira. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, outubro 2019., p. v. 5, n. 10, p.20130-20145

SOUZA, L. C.; PORTO, L. T.; MEDEIROS, I. L. D. Atividades Didáticas no Laboratório PRONTO3D: uma abordagem de ensino por projeto utilizando corte a laser e impressão 3D. **Projética**, v.14, n.3, Londrina, 30 Outubro 2023.