GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DO ESTADO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
"CARLOS ALBERTO REYS MALDONADO"
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA – PPGECM

MAYARA SISMER DE ARAUJO PETRONI

INOVAÇÃO NO ENSINO DE GEOMETRIA PARA O CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO POR MEIO DA CULTURA *MAKER*.

BARRA DO BUGRES/MT
2025

MAYARA SISMER DE ARAUJO PETRONI

INOVAÇÃO NO ENSINO DE GEOMETRIA PARA O CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO POR MEIO DA CULTURA *MAKER*.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECM, da Universidade do Estado de Mato Grosso, *campus* Universitário Dep. Est. Renê Barbour, Barra do Bugres, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Dra. Minéia Cappellari Fagundes.

Linha de pesquisa: Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências e Matemática.

BARRA DO BUGRES/MT

2025

Ficha catalográfica elaborada pela Supervisão de Bibliotecas da UNEMATCatalogação de Publicação na Fonte.
UNEMAT - Unidade padrão

P497i Petroni, Mayara Sismer de Araujo.
Inovação no Ensino de Geometria para o curso de Arquitetura e Urbanismo por meio da Cultura Maker / Mayara Sismer de Araujo Petroni. - Barra do Bugres, 2025.
96f.: il.

Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes Maldonado", Ensino de Ciências e Matemática/BBG-PPGECM - Barra do Bugres - Mestrado Academico, Campus Universitário De Barra Do Bugres "Deputado Renê Barbour".
Orientador: Minéia Cappellari Fagundes.

1. Modelagem Matemática. 2. Tinkercad. 3. Prototipagem com impressão 3D. I. Fagundes., Minéia Cappellari. II. Título.

UNEMAT / MTSCB CDU 511.48

MAYARA SISMER DE ARAUJO PETRONI

INOVAÇÃO NO ENSINO DE GEOMETRIA PARA O CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO POR MEIO DA CULTURA MAKER.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECM - da Universidade do Estado de Mato Grosso CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO, *Câmpus* Univ. Dep. Est. "Renê Barbour" – Barra do Bugres - MT, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em: 07 de outubro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br
MINEIA CAPPELLARI FAGUNDES
Data: 08/10/2025 11:53:28-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Dra. Minéia Cappellari Fagundes (PPGECM/UNEMAT)
Orientadora

Documento assinado digitalmente
gov.br
SUMAYA FERREIRA GUEDES
Data: 14/10/2025 07:50:15-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Dra. Sumaya Ferreira Guedes (PPGECM/UNEMAT)
Examinadora Interna

Documento assinado digitalmente
gov.br
ANDREIA CRISTINA RODRIGUES TREVISAN
Data: 08/10/2025 12:57:14-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Dra. Andreia Cristina Rodrigues Trevisan (UFMT)
Examinadora Externa à Instituição

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo sustento, pela sabedoria e pela serenidade para percorrer este caminho repleto de desafios e dúvidas.

À minha orientadora, professora Dra. Minéia Cappellari Fagundes, pelo apoio firme e sensível, pelo respeito às minhas limitações e pela dedicação com que me acompanhou em todas as etapas.

Agradeço a Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, por mais uma vez ser a minha casa, e ao PPGECM, pela formação e acolhida. Aos professores que compartilham seus conhecimentos e foram instrumentos de crescimento pessoal, acadêmico e profissional, e ao Emerson, sempre solícito, meu muito obrigada!

Aos membros da banca, Profª. Dra. Sumaya Ferreira Guedes e Prof.ª Dra. Andreia Cristina Rodrigues Trevisan, expresso minha sincera gratidão pela valiosa contribuição durante a avaliação desta dissertação.

Meu agradecimento à CAPES, por apoiar as produções científicas e divulgar os resultados das pesquisas. Sou grata também a FAPEMAT, pelo financiamento e apoio que fortalece a pesquisa científica no estado de Mato Grosso.

À minha família; meus filhos – Nino José, Enrico, Catarina e Vitório – que mesmo sem entender, dividiram o tempo da mamãe com a pesquisa. E ao meu Dante, eu renovo meus agradecimentos:

> E meu agradecimento especial, vai a alguém que sempre me mostrou o melhor lado de tudo, que me mostrou que estando lado a lado vamos longe, a pessoa que transformou meus dias e que sem sua presença, esses últimos anos não seriam tão felizes, Dante Petroni Filho. (Araujo, 2010)[1]

A você, meu agradecimento diário, por acreditar em mim quando eu mesma duvidei.

[1] Trecho dos agradecimentos do Trabalho de Conclusão de Curso em Arquitetura e Urbanismo da autora, 2010.

RESUMO

O ensino de geometria representa um desafio recorrente no cenário educacional brasileiro, tema vivenciado pela pesquisadora com atuação em um curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo, em que o conteúdo de geometria está implícito em disciplinas específicas do contexto deste profissional. Esta dissertação tem como objetivo analisar o uso do *software* Tinkercad e a impressão 3D para o ensino de geometria por meio da cultura *maker*, com acadêmicos do curso superior em Arquitetura e Urbanismo. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de caráter interpretativo, realizada com acadêmicos da primeira fase do curso, por meio do curso intitulado GeoMaker: Geometria e Cultura *Maker* para Arquitetura e Urbanismo com o Tinkercad. A atividade didática foi estruturada com a combinação de exposição teórica, atividades de modelagem no Tinkercad, preparação dos modelos do UltiMaker Cura e prototipagem, seguidos de momentos de análise dos resultados e reflexão. O corpus integrou questionários, registros audiovisuais, nuvens de palavras, rodas de conversa, portfólio visual e diário de campo. A análise de conteúdo direcionou a organização e interpretação dos dados. Os resultados indicam avanços no ensino de conteúdos de geometria, principalmente na percepção espacial, fortalecendo o desenvolvimento de competências projetuais, pensamento crítico e resolução de problemas. O microciclo projeto - fabricação - reflexão proporcionou o aprendizado por meio de erros e acertos. Esse processo sugere que o ensino de geometria pode ser potencializada quando configurada como prática projetual interativa, utilizando de recursos digitais e físicos como mediadores. Problemas foram identificados característicos da transição do projeto digital para o físico, reforçando a pertinência de integrar tecnologias digitais no ensino de geometria na formação inicial em Arquitetura e Urbanismo. Conclui-se que a articulação entre modelagem matemática e fabricação digital por meio da cultura *maker*, contribui com o raciocínio geométrico e aproxima a concepção de volumes arquitetônicos.

Palavras-chave: Modelagem Matemática; Tinkercad; Prototipagem com impressão 3D

ABSTRACT

Teaching geometry is a recurring challenge in Brazilian education, an issue experienced by the researcher working on a bachelor's degree course in Architecture and Urbanism, where geometry content is implicit in specific subjects within this professional context. This dissertation aims to analyze the use of Tinkercad software and 3D printing for teaching geometry through maker culture, with students from the Architecture and Urbanism degree program. This is a qualitative, interpretive study conducted with students in the first phase of the program, through a course entitled GeoMaker: Geometry and Maker Culture for Architecture and Urbanism with Tinkercad. The teaching activity was structured with a combination of theoretical exposition, modeling activities in Tinkercad, preparation of UltiMaker Cura models, and prototyping, followed by moments of analysis of the results and reflection. The corpus included questionnaires, audiovisual recordings, word clouds, conversation circles, visual portfolios, and field journals. Content analysis guided the organization and interpretation of the data. The results indicate advances in the teaching of geometry content, especially in spatial perception, strengthening the development of design skills, critical thinking, and problem solving. The project-manufacturing-reflection microcycle provided learning through trial and error. This process suggests that geometry teaching can be enhanced when configured as interactive design practice, using digital and physical resources as mediators. Problems characteristic of the transition from digital to physical design were identified, reinforcing the relevance of integrating digital technologies into geometry teaching in initial training in Architecture and Urbanism. It is concluded that the articulation between mathematical modeling and digital fabrication through maker culture contributes to geometric reasoning and brings the conception of architectural volumes closer together.

Keywords: Mathematical modeling; Tinkercad; 3D printing prototyping.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura da Dissertação. 18
Figura 2: Galeria do Instituto Indiano de Administração em Ahmedabad, de Louis Kahn. exemplo de como trabalhava o uso de formas com a intenção de proporcionar sensações aos usuários. 25
Figura 3: Composições feitas com volumes geométricos. 26
Figura 4: Localização do campus. 39
Figura 5: Plano de trabalho projeto 3D no Tinkercad. 42
Figura 6: Sala de Aula criada para o curso GeoMaker 43
Figura 7: Plano de trabalho do UltiMaker Cura e painel de personalização. 44
Figura 8: *Folder* do Curso GeoMaker 49
Figura 9: Questionamentos realizados com os alunos, para criação de nuvens de palavras. 49
Figura 10: Questionamento ao final do primeiro módulo. 50
Figura 11: Desenhos desenvolvidos pelos alunos. 50
Figura 12: Alunos desenvolvendo a primeira atividade no *software* Tinkercad. 51
Figura 13: Desafio realizado pelos alunos. 52
Figura 14: Sequência para o desenvolvimento do conteúdo programático. 53
Figura 15: Dinâmica da modelagem matemática no ensino. 53
Figura 16: Modelagem da cadeira. 54
Figura 17: Modelagem do mobiliário urbano. 55
Figura 18: Impressão teste, cadeira modelada por um aluno do curso. 56
Figura 19: Modelagem de cadeiras desenvolvida pelos alunos do curso GeoMaker. 57
Figura 20: Modelo para elaboração do *folder*. 58
Figura 21: Etapas da Análise Categorial. 59
Figura 22: Cinco passos da Pré-análise. 60
Figura 23: Nuvem de palavras. A) O que vocês entendem por geometria? B) Onde você vê a relação da geometria com a arquitetura? 65
Figura 24: Folder da atividade de criação da cadeira – A2. 66
Figura 25: Folder da atividade de criação do mobiliário urbano – A6. 67
Figura 26: Canecas modeladas durante a aula. 69

Figura 27: Modelagem a partir de um objeto. A) Caixa de presente disponível na biblioteca do Tinkercad. B) Modelagem de flor desenvolvida pelo “A6”. 70
Figura 28: Modelagem geométrica com intenção estética de representação de textura - “fofo”. 71
Figura 29: Nuvem de palavras: O que você entende por cultura *maker*? 73
Figura 30: Etapas do desenvolvimento da proposta da cadeira. A) Desenho livre. B) Modelagem no Tinkercad. C) Modelo impresso. 73
Figura 31: Microciclo. 76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Demonstrativo dos resultados de busca. 28
Quadro 2: Critérios de inclusão e exclusão para as publicações. 29
Quadro 3: Resultado da seleção das publicações. 29
Quadro 4: Relação das disciplinas selecionadas. 40
Quadro 5: Módulos do curso GeoMaker. 46
Quadro 6: Instrumentos utilizados na produção de dados: 48
Quadro 7: Inventário do material. 61
Quadro 8: Categorias pré-definidas. 62
Quadro 9: Organização das Unidades de Registro. 64
Quadro 10: Falhas da geometria identificadas nos protótipos. 74

LISTA DE SIGLAS

3D – Tridimensional

AC – Análise de Conteúdo

BDTD – Biblioteca Digital de Teses e Dissertações

BIM – *Building Information Modeling*

CAD – *Computer Aided Design* (Desenho Assistido por Computador)

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

CNC – Controle Numérico Computadorizado

DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais

FAPEMAT – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso

FD – Fabricação Digital

MM – Modelagem Matemática

MMPO – Modelagem Matemática e Projeto Operacional

MOOC – *Massive Open Online Course* (Curso online aberto)

PPC – Projeto Pedagógico do Curso

PPGECM – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

PR – Prototipagem Rápida

RSL – Revisão Sistemática de Literatura

STEAM – *Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics* (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática)

TD – Tecnologias Digitais

TDE – Tecnologias Digitais no Ensino

UNEMAT – Universidade do Estado de Mato Grosso

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 14

1.1 TRAJETÓRIA DA PESQUISADORA 16

1.2 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO 17

2. TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO 19

2.1 CULTURA *MAKER* 20

2.2 MODELAGEM MATEMÁTICA (MM) 23

2.3 FORMAÇÃO DO ARQUITETO E URBANISTA 24

3. REVISÃO DA LITERATURA 28

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 37

4.1 O AMBIENTE DA PESQUISA 38

4.2 OS SUJEITOS DE PESQUISA 40

4.3 PRODUÇÃO DE DADOS 41

4.3.1 *Software* de modelagem 3D Tinkercad 42

4.3.2 *Software* de fatiamento UltiMaker *Cura* 44

4.4 CURSO “GEOMAKER: GEOMETRIA E CULTURA *MAKER* PARA ARQUITETURA E URBANISMO COM O TINKERCAD” 45

4.4.1 Módulo 1: Introdução a cultura *maker* e a geometria computacional. 48

4.4.2 Módulo 2: Tecnologias e plataformas digitais. 50

4.4.3 Módulo 3: Modelagem 3D com o Tinkercad. 52

4.4.4 Módulo 4: Preparação para o uso da impressora 3D. 55

4.4.5 Módulo 5: Impressão e análise de resultados. 56

4.4.6 Módulo 6: Reflexão, avaliação e apresentação. 58

4.5 MÉTODO DE ANÁLISE DOS DADOS 59

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 61

5.1 PRÉ - ANÁLISE 61

5.2 EXPLORAÇÃO DO MATERIAL 63

5.3 TRATAMENTO DOS RESULTADOS E INTERPRETAÇÕES DAS CATEGORIAS 64
5.3.1 Categoria 1 (C1): Ensino de geometria por meio de tecnologias no curso de Arquitetura e Urbanismo 64
5.3.2 Categoria 2 (C2): Uso do *software* Tinkercad como recurso de modelagem matemática 68
5.3.3 Categoria 3 (C3): Cultura *maker* e impressão 3D como estratégia pedagógica 72
5.4 Integração das categorias de análise 75
CONSIDERAÇÕES FINAIS 78
REFERÊNCIAS 81
APÊNDICE 1: Questionário Diagnóstico - Inicial. 85
APÊNDICE 2: Questionário Final. 91

1. INTRODUÇÃO

O avanço das tecnologias digitais têm reconfigurado processos de criação, representação e fabricação, impondo ao ensino superior o desafio de integrá-las de modo pedagógico e epistemologicamente consistente. Nos cursos de Arquitetura e Urbanismo, essa integração é mais sensível, pois abrange competências estruturantes da formação, a compreensão espacial e a aplicação de conceitos geométricos direcionam a tomada de decisões projetuais.

A relação entre a matemática e a arquitetura vai além dos cálculos de área e dimensionamento de estruturas. Ela está presente nos primeiros traços que orientam a composição formal, rege escalas e proporções e sustenta decisões de representação e criação de volumes arquitetônicos[2] (Mitchell, 2008; Celani. 2003).

Quando a passagem do digital ao material se torna parte de um ciclo didático, a geometria deixa de representar algo apenas como teoria e passa a operar como linguagem de projeto, responsável pela definição de medidas, áreas, orientação e representação (Pupo, 2018).

Essa relação é apontada nas Diretrizes Curriculares Nacionais - DCN (Brasil, 2025) ao enfatizar o domínio da geometria, a expressão tridimensional, a modelagem e o uso de tecnologias digitais como habilidades da formação do arquiteto e urbanista.

No entanto, com a reformulação das Diretrizes Curriculares e a exclusão de Desenho Geométrico do currículo escolar desde a década de 1970, muitas instituições de ensino deixaram de abordar conteúdos fundamentais de geometria de forma sistemática. É visto que tal decisão tem gerado lacunas no conhecimento dos estudantes, que chegam ao ensino superior com dificuldades para relacionar a matemática aprendida na escola com as exigências de um curso superior.

Como professora universitária atuando há mais de uma década na formação de arquitetos e urbanistas, tenho observado essa defasagem na formação básica do conteúdo de geometria dos acadêmicos ingressantes, algo que se reflete não apenas na dificuldade de representação gráfica, mas também na limitação criativa e na compreensão espacial. A necessidade de atualizar os meios de ensino de geometria,

[2]São denominados volumes arquitetônicos, as formas tridimensionais ocupadas por um edifício ou ambiente que abriga uma função.

de modo contextualizado e prático, se tornou evidente nas discussões pedagógicas e nas vivências em sala de aula.

Diante deste contexto, a pesquisa é vinculada ao Projeto Macro de Pesquisa “Robótica Educacional e Impressão 3D: Explorando Estratégias para promover a inovação e a inserção de meninas das áreas de Ciências Exatas, Engenharias e Computação” financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT), e concentra-se em responder o questionamento: Como o uso da tecnologia, orientada pela cultura *maker*, pode contribuir com inovações para o ensino de geometria no processo de formação do arquiteto e urbanista?

Para responder essa questão, a pesquisa apresenta o objetivo geral de analisar o uso do *software* Tinkercad e a impressão 3D para o ensino de geometria por meio da cultura *maker*, com acadêmicos do curso superior em Arquitetura e Urbanismo. A proposta parte da articulação entre o uso de tecnologias digitais como o *software* Tinkercad e a impressão 3D, e a aplicação da modelagem matemática como metodologia de ensino, entendida como um processo pedagógico que permite representar e resolver situações reais com base em conceitos matemáticos.

A cultura *maker* é compreendida aqui como um ambiente capaz de promover o desenvolvimento da aprendizagem ativa, colaborativa e prática, potencializando o ensino de geometria ao aproximar o acadêmico de situações reais de criação, experimentação e prototipagem. Nesse cenário, a modelagem matemática oferece um caminho estruturado para que os alunos construam e compreendam conceitos geométricos aplicados à prática arquitetônica.

A pesquisa foi realizada com acadêmicos da primeira fase do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Barra do Bugres. Com abordagem qualitativa de caráter interpretativo, o estudo foi conduzido no curso GeoMaker, que foi desenvolvido por meio de uma atividade formativa estruturada em módulos, envolvendo breves exposições teóricas, práticas de modelagem com o *software* Tinkercad, fatiamento no UltiMaker Cura e prototipagem por impressão 3D, seguidos de reflexões sobre os conteúdos trabalhados. A cultura *maker* foi adotada como ambiente de aprendizagem ativa, colaborativa e prática e a modelagem matemática (Biembengut e Hein, 2009) como estrutura metodológica procedimental.

Os dados foram produzidos a partir de questionários de diagnóstico e final, registros audiovisuais, nuvens de palavras, rodas de conversas, portfólio visual

(modelos .STL e protótipos impressos) e diário de campo da pesquisadora. A análise seguiu a Análise de Conteúdo, conforme Bardin (2016) e Rodrigues (2019), buscando interpretar os significados atribuídos pelos participantes ao processo de ensino.

Ao analisar o uso do *software* Tinkercad e a impressão 3D para o ensino de geometria por meio da cultura *maker*, esta pesquisa buscou contribuir com propostas pedagógicas alinhadas às demandas contemporâneas da formação em Arquitetura e Urbanismo.

Os resultados apontam ganhos na percepção espacial e precisão dimensional, desencadeados pelo processo criar - fabricar - analisar, instaurando parâmetros formativos no qual os “erros” tornaram-se evidências para o redesenho do projeto; processo formativo baseado em erros e acertos (Massa, Oliveira e Santos, 2022).

Emergiram ainda, problemas geométricos decorrentes da passagem do digital para o físico, o que reforça a pertinência de integrar tecnologias digitais e fabricação no ensino de geometria em Arquitetura e Urbanismo, alinhando o percurso às demandas contemporâneas de concepção, prototipagem e validação material.

Reconhecemos limites decorrentes da intervenção e o duplo papel da pesquisadora como docente e analista, amenizado por registros sistemáticos e triangulação de dados. Ainda assim, as evidências sustentam que a articulação entre cultura *maker*, modelagem matemática e fabricação digital qualifica o ensino de geometria no início do curso, reduz a distância entre conceber e testar e oferece ao docente um caminho operacional para desenvolver atividades e avaliar o resultado com foco em critérios definidos.

1.1 TRAJETÓRIA DA PESQUISADORA

A docência surgiu em minha vida como um convite!

Até o final da graduação, eu não me imaginava como professora! Escolhi o Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo ainda no ensino médio, certa de que planejar e criar espaços seria meu caminho. Mas Deus estava preparando algo maior: poucos meses após a formatura, recebi o convite para ministrar aulas de Desenho Técnico para uma turma de futuros engenheiros. E eu, que sempre estou pronta para mostrar que consigo resolver qualquer coisa, aceitei!

Com pouca experiência profissional e pela primeira vez em sala de aula como professora, enfrentei diversos desafios, mas a cada aula, me via mais envolvida e

convicta do sentido daquele trabalho. No semestre seguinte, me desafiei a participar do processo seletivo para docentes na UNEMAT em Barra do Bugres, onde menos de um ano antes, eu ainda era aluna. E esse foi o início da minha trajetória.

Durante dois anos como professora interina, transitei por diferentes disciplinas, vivenciei dificuldades recorrentes dos estudantes, mas também identifiquei muitas possibilidades. A participação contínua em projetos de extensão manteve a proximidade dos acadêmicos e amadureceu inquietações pedagógicas que me conduziram à pesquisa.

Assumir a docência com formação de bacharelado trouxe lacunas e perguntas didáticas. Em 2023, após dez anos de sala de aula, já professora efetiva desde 2014 e mãe de três crianças, decidi encarar um novo passo: o mestrado em Ensino de Ciências e Matemática do PPGECM/UNEMAT. Minha atuação nas disciplinas de Expressão e Representação, articulando conteúdos de geometria ao processo de criação de volumes arquitetônicos, fez da linha de pesquisa em Tecnologias Digitais no Ensino o caminho natural para investigar questões que emergem do cotidiano.

No mestrado, desenhei uma intervenção didática com a integração de cultura *maker*, modelagem geométrica e impressão 3D como mediadoras para aprender geometria articulando teoria e autonomia, valorizando a interação e o erro como parte do aprender.

Esse percurso tem transformado minha prática docente. Compreendi que a eficácia não se apresenta em um recurso isolado, mas no desenho de experiências. Reconheço as limitações, mas vejo também a força desta investigação, por nascer de situações autênticas de ensino.

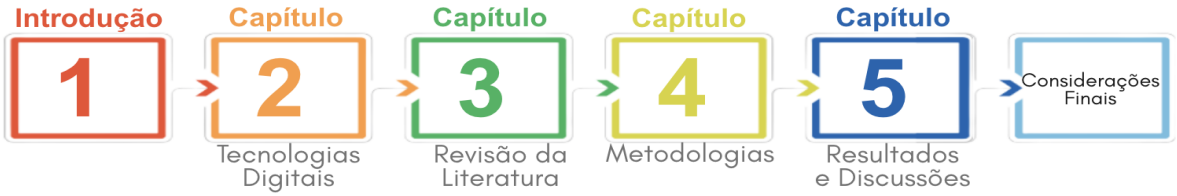
Hoje, sigo comprometida em manter a pesquisa como atitude permanente de aperfeiçoamento profissional. Minha vivência como mestranda direciona a um propósito: fazer da geometria uma linguagem de projeto acessível e da tecnologia uma mediadora do pensar, criar e materializar; formando arquitetos mais autônomos, críticos e protagonistas do próprio aprendizado.

1.2 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está estruturada conforme apresentado na Figura 1. O trabalho tem início com a introdução, onde é apresentado o contexto, justificativa, delimitação do problema, os objetivos e a relevância da pesquisa no campo de ensino de

geometria no ensino superior, com foco na formação dos acadêmicos do curso de Arquitetura e Urbanismo por meio da cultura *maker*.

Figura 1: Estrutura da Dissertação.



Fonte: Autoria própria (2025).

No Capítulo 2, apresenta-se o referencial teórico, com a discussão sobre o uso das Tecnologias Digitais (TD) no ensino, destacando a cultura *maker* como ambiente propício à aprendizagem ativa e criativa e a modelagem matemática como metodologia central da pesquisa. Neste capítulo também é discutido o processo formativo do arquiteto e urbanista, com ênfase na importância da geometria na prática profissional e no uso de tecnologias digitais aplicadas à representação e ao desenvolvimento de projetos arquitetônicos.

O Capítulo 3 é reservado à revisão da literatura, que buscou mapear publicações relacionadas ao ensino de matemática, especialmente geometria, nos cursos de Arquitetura e Urbanismo, com o objetivo de identificar lacunas, práticas pedagógicas inovadores e tendências recentes.

No Capítulo 4, são apresentados os procedimentos metodológicos da pesquisa, com a caracterização da abordagem qualitativa adotada e a descrição da modelagem matemática como metodologia estruturante. São detalhados o ambiente da pesquisa, os participantes, os instrumentos de coleta de dados e a forma como os dados foram organizados e analisados.

O Capítulo 5 reúne os dados produzidos com a aplicação do curso GeoMaker e suas análises conduzidas à luz da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2016) e Rodrigues (2019), organizadas em três categorias pré-definidas com base nos objetivos da pesquisa e alinhadas às unidades de registro que emergiram dos dados: C1) Ensino de Geometria por meio de tecnologia no curso de Arquitetura e Urbanismo, C2) Uso do *software* Tinkercad como recurso de modelagem matemática, e C3) Cultura *Maker* e impressão 3D como estratégia pedagógica.

Ao final são apresentadas as considerações finais da pesquisa, seguidas das referências utilizadas ao longo do trabalho, anexos e apêndices.

2. TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO

As tecnologias digitais cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas e no contexto educacional, torna-se tema recorrente nas discussões sobre inovações no ensino. Ramos (2011), já destacava que a tecnologia e a educação caminham lado a lado, e autores mais recentes reforçam que esse vínculo se tornou irreversível.

Borba, Silva e Gadanidis (2023), discutem as fases de inserção das tecnologias digitais na educação matemática. Inicialmente utilizadas apenas como ferramentas, essas tecnologias passaram a ocupar mais espaço com o avanço de acesso à internet e equipamentos eletrônicos, facilitando a comunicação, adaptando as formas de ensino e chegando ao uso da realidade virtual e de ensino a distância.

A integração das tecnologias digitais acompanha as transformações digitais e culturais. Borba e Penteado (2019) destacam que o computador deve estar inserido em atividades pedagógicas essenciais, com o potencial de modificar a forma como aprendemos e ensinamos.

A quinta fase das tecnologias digitais já era discutida por muitos pesquisadores, mas o impacto da pandemia da Covid-19 marcou o ponto de mudança no uso das tecnologias digitais, intensificada pela adoção de novas práticas educacionais. Borba, Souto e Junior (2022) afirmam que as tecnologias digitais passaram a representar não apenas ferramentas, mas também ambientes de aprendizagem entre si.

Essas transformações repercutem nas metodologias de ensino, que passam a incorporar as tecnologias digitais como recursos para tornar o processo de ensino e aprendizagem mais eficaz. Gesser (2012) apresenta que no ensino superior, o sucesso do processo de ensino depende do alinhamento entre o objeto de estudo dos cursos e as estratégias pedagógicas utilizadas, adotando a tecnologia como um recurso valioso.

Neste contexto, surgem abordagens inovadoras como a metodologia *STEAM* (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*) e a cultura *maker*, que articulam diferentes áreas do conhecimento, valorizando a aprendizagem ativa, engajadora e criativa, essas metodologias podem ajudar a preparar os alunos para os desafios do século XXI (Campos *et al.*, 2022).

Martinez e Stager (2013) reforçam que a cultura *maker* estimula a aprendizagem por meio da ação, sendo essencial para desenvolver pensamento crítico, criatividade e resolução de problemas. Assim como já apresentado por

Gavassa (*et al*., 2016), ao afirmar que essas metodologias têm como objetivo principal colocar o aluno como protagonista do seu processo de aprendizagem, incentivando sua autonomia e engajamento. Vemos que os autores relacionam o ato de fazer ao pensar; projetar, testar e melhorar são ações que destinam ao aluno ser autor do próprio conhecimento.

No ensino de geometria, essas tecnologias digitais oferecem novas possibilidades de visualização, manipulação e construção de formas, facilitando a compreensão de conceitos abstratos por meio da representação tridimensional, da simulação de transformações geométricas e da prototipagem rápida. Assim, potencializam não apenas o aprendizado técnico, mas também o desenvolvimento do pensamento espacial e projetual dos estudantes.

As tecnologias digitais no ensino (TDE), são apontadas como uma perspectiva internacional e podem envolver diversos recursos e dispositivos:

> São elas: o uso de tecnologias móveis ou portáteis; os cursos *online* de ampla abrangência (MOOC); bibliotecas digitais e o design de objetos de aprendizagem; aprendizagem colaborativa usando TD; e formação continuada de professores por meio de aprendizagem híbrida. (Borba *et al*, 2016 *apud* Borba, Souto, Junior; 2022; p. 32).

Essas abordagens podem ser exploradas a partir de recursos diversificados (computadores, tablets, smartphones) ampliando o acesso à educação e personalizando o processo de ensino de acordo com às necessidades individuais, que fortalece nosso objetivo desta pesquisa, que busca analisar o uso do *software* Tinkercad e a impressão 3D para o ensino de geometria por meio da cultura *maker*.

A presente pesquisa se apoia na modelagem matemática como metodologia ativa, por compreender que essa abordagem permite articular as tecnologias digitais e a cultura *maker* ao processo de construção do conhecimento geométrico, promovendo um ensino contextualizado e próximo da realidade profissional dos estudantes de Arquitetura e Urbanismo.

2.1 CULTURA *MAKER*

Inspirada no construcionismo de Seymour Papert, que integra aspectos cognitivos e emocionais do processo de ensino, a cultura *maker* promove ambientes colaborativos e abertos, caracterizada por ambientes nos quais os estudantes são incentivados a construir, experimentar, testar ideias e desenvolver soluções para problemas reais por meio da criação de protótipos. Blikstein; Valente e Moura (2020)

aborda o movimento *maker* na educação superior como um elemento que conecta metodologias ativas às tecnologias digitais, ampliando o protagonismo do aluno.

Massa, Oliveira e Santos (2022) destacam que o protagonismo do aluno no processo de aprendizagem, permite aprender com seus erros e acertos, explorando as potencialidades do uso dos computadores e das tecnologias associadas a ele. Stella *et al*. (2018) distingue ferramentas digitais e analógicas, ambas essenciais na construção de protótipos no ambiente *maker*. A prática *maker* não está restrita ao uso de tecnologias avançadas, mas ao desenvolvimento de competências como autonomia, cooperação e pensamento espacial.

Com o avanço da computação e da internet, tecnologias digitais deixaram de ser apenas ferramentas de consumo de conteúdo e passaram a ser meios de criação, fortalecendo o movimento *maker* (Chavier; Fagundes, 2022). Assim, a cultura *maker* se caracteriza pela experimentação, colaboração e criação, apresentando-se como uma abordagem inovadora para o ensino de geometria e promovendo uma aprendizagem ativa.

Ambientes para a fabricação digital e o uso de tecnologias como impressoras 3D, fresadoras, cortadoras a laser e *softwares* de modelagem, proporcionam meios de expressão e validação do conhecimento.

De acordo com Borba, Silva e Gadanidis (2023), a cultura *maker* representa uma extensão natural das fases das tecnologias digitais na educação, promovendo a ideia de aprender fazendo e explorando conceitos matemáticos por meio de práticas ativas e criativas. Isso é parte de um movimento mais amplo que combina inovações tecnológicas com abordagens pedagógicas modernas para enriquecer a experiência educacional, destacando a importância de ambientes de ensino que incentivem a criatividade e a experimentação.

Com a característica desta pesquisa, que busca explorar inovações no ensino de geometria por meio da cultura *maker*, torna-se essencial compreender suas perspectivas e possibilidades no ensino superior. É neste ambiente que os acadêmicos são convidados a manipular formas, testar combinações, aplicar escalas, observar proporções e principalmente compreender a geometria de forma concreta e aplicada.

Em cursos como Arquitetura e Urbanismo, a possibilidade de visualizar e materializar modelos físicos contribui para a compreensão de conceitos geométricos, estruturais e espaciais. Ao trabalhar com *softwares* de Design Assistido por

Computador[3] (CAD), os estudantes podem criar projetos digitais que são diretamente convertidos em protótipos físicos.

A fabricação digital destes protótipos, pode ocorrer por dois processos principais: manufatura aditiva ou subtrativa. A manufatura aditiva, como descreve Kostakis (2015), permite maior liberdade geométrica e personalização dos projetos, por possibilitar a adição de camadas de materiais, como ocorre no uso da "impressora 3D". Enquanto o processo subtrativo é caracterizado pela remoção de material de um bloco inicial, metodologia igualmente importante, apresentando como vantagens a resistência da peça, porém gerando maior quantidade de resíduos. A manufatura subtrativa emprega em grande parte, equipamentos de usinagem CNC, equipamento mais acessível nas instituições de ensino (Cheiram, 2020).

O autor destaca a importância da prototipagem rápida por manufatura subtrativa como a alternativa eficaz e acessível para a prototipagem em instituições de ensino. "(...)Com o surgimento das tecnologias CAD/CAM, ampliou-se a utilização da usinagem CNC (Controle Numérico Computadorizado), para fabricação de protótipos físicos mais complexos, em menor tempo." (Cheiram, 2020, p. 25)

Podemos assumir que o movimento *maker* ganhou destaque no Brasil com a reprodução dos modelos dos Laboratórios de Fabricação Digital (*FabLab*), que surgem como espaços que disponibilizam equipamentos de eletrônica, robótica, ferramentas de marcenaria e mecânica que podem ser utilizados na construção de projetos (Rocha; Cavalcante, 2019). Estes espaços de inovação, buscavam democratizar o acesso às tecnologias de fabricação digital.

Para a implementação efetiva da Fabricação Digital (FD) no ensino, Stella *et al*. (2018) enfatiza a necessidade de ambientes adequados que integrem recursos e equipamentos apropriados. Isso inclui desde impressoras 3D até equipamentos de usinagem CNC que são indispensáveis para a realização de atividades práticas. Esses ambientes devem ser projetados para permitir a experimentação e a prototipagem, para que os alunos desenvolvam propostas no contexto do ensino e aprendizagem.

[3]CAD – *software* de representação de desenhos a partir de projeções geométricas, utilizados por designer, arquitetos e projetistas em geral

Assim, a cultura *maker*, quando incorporada ao ensino de geometria no curso de Arquitetura e Urbanismo, permite não apenas visualizar, mas materializar conceitos matemáticos e projetuais, reforçando o vínculo entre teoria e prática.

Concluímos que, o ambiente *maker* favorece a aplicação de conceitos como forma, medida, escala, simetria e proporção, promovendo um ensino conectado às exigências da prática profissional. Quando articulada com a modelagem matemática, a cultura *maker* amplia as possibilidades de ensino e aprendizagem ao oferecer ao estudante uma experiência visual e concreta dos conceitos matemáticos aplicados ao espaço arquitetônico.

2.2 MODELAGEM MATEMÁTICA (MM)

A Modelagem Matemática é uma abordagem metodológica pedagógica e investigativa, que busca representar situações do cotidiano por meio de conceitos matemáticos. Biembengut e Hein (2009) destacam sua relevância em qualquer nível de ensino, por estimular criatividade, autonomia e resolução de problemas.

Silva e Burak (2020) ampliam essa visão, ao apontar a MM como prática interdisciplinar que favorece a aprendizagem crítica no ensino superior, especialmente em áreas como Arquitetura e Urbanismo. Essa estrutura possibilita a interdisciplinaridade por meio do qual os alunos possam aplicar conhecimentos matemáticos em situações práticas, promovendo um aprendizado contextualizado.

Vemos a pertinência da MM ao associar a metodologia ao ganho de motivação, autonomia e pensamento crítico quando problemas de geometria são abordados por meio de modelagem. Reis, Brandão e Santos (2024) identificaram que 80% dos estudos que adotam práticas de cultura *maker* incorporam de modo implícito, pressupostos de modelagem matemática, mas alertam para a escassez de investigação no ensino superior; lacuna que este trabalho se propõe a preencher.

A articulação entre a modelagem matemática e a cultura *maker*, são apontadas por Gesser (2012), como modo de atender às exigências da educação superior digitalizada, com a flexibilização curricular, integração de teoria e prática e o papel docente como mediador do conhecimento. Com as observações apontadas pelos autores, identificamos que práticas *maker* eficazes no ensino superior envolvem de modo explícito ou implícito, elementos de modelagem matemática.

Associada à Fabricação Digital, a Modelagem Matemática assume uma relevância ainda maior. Tecnologias de prototipagem, como impressoras 3D e cortadoras a laser, requerem modelos matemáticos precisos, desenvolvidos com bases geométricas e dimensões definidas, para garantir a produção de resultados físicos de qualidade.

Em síntese, a MM oferece a integração de tecnologias digitais, práticas *maker* e ensino de geometria, competências que dialogam diretamente com as exigências formativas discutidas no próximo item.

2.3 FORMAÇÃO DO ARQUITETO E URBANISTA

O curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo está inserido na categoria de Ciências Sociais Aplicadas, abarcando ao mesmo tempo áreas de humanas com grande parte do conteúdo de história e simultaneamente a área de exatas, com a necessidade do conhecimento de cálculos, quantitativos e geometria.

A formação em Arquitetura e Urbanismo exige o domínio de múltiplas linguagens, dentre elas a matemática, a geometria e a representação gráfica. As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) apresentam o direcionamento para a estruturação dos cursos, reconhecimento da importância da visualização tridimensional e domínio de ferramentas digitais de projeto.

No Capítulo II, Seção I, ART. 11 da DCN vigente, encontramos as características do perfil e das competências e habilidades dos egressos do curso de Arquitetura e Urbanismo, onde destacamos:

> IV – as habilidades de desenho e expressão tridimensional, o domínio da geometria e de outros meios de expressão e representação para suas aplicações em todas as fases do projeto;
> V – o domínio dos instrumentais de informática para tratamento e modelagem da informação de projeto para a concepção, a expressão, a representação, a experimentação e a fabricação aplicada à Arquitetura, ao Urbanismo e à Arquitetura da Paisagem; (Brasil, 2025)

A formação do arquiteto e urbanista é multifacetada, ao desenvolver habilidades técnicas, artísticas e científicas. A aplicação da matemática pode ser observada em diversos campos, mas vemos de forma clara a materialização da geometria ao ser aplicada na criação e manipulação de volumes.

Uma reflexão profunda sobre como a arquitetura é moldada por princípios matemáticos é apresentada por Mahfuz (1995) que sugere que a razão compositiva é essencial para a criação de espaços que sejam coerentes e harmoniosos, enfatizando

que ao utilizar formas geométricas, o arquiteto pode explorar as relações entre espaço e volume, considerando não somente as formas individuais, mas a relação dentro do todo.

Nesta perspectiva vemos ainda a abordagem de Louis Kahn, arquiteto que utilizava a combinação de formas geométricas puras, de modo a ressaltar o “jogo de luz e sombra” (Figura 2), sugerindo que a relação matemática com a arquitetura iria além das dimensões físicas, ela compreende aspectos sensoriais e emocionais.

Figura 2: Galeria do Instituto Indiano de Administração em Ahmedabad, de Louis Kahn. exemplo de como trabalhava o uso de formas com a intenção de proporcionar sensações aos usuários.



Fonte: Laurian Ghinitoiu.[4]

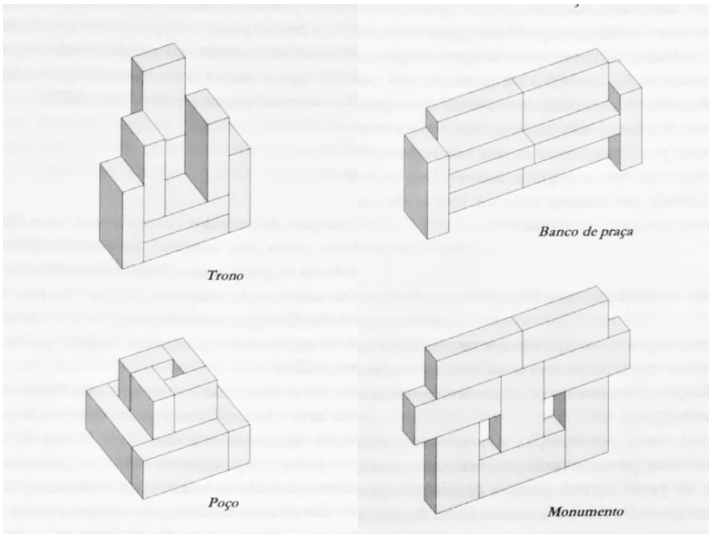
Estas perspectivas demonstram que o uso da geometria na produção de arquitetura caminha além do aspecto técnico, por possibilitar o uso na criação de espaços que valorizam também os aspectos estéticos.

O uso de tecnologias digitais amplia as metodologias de ensino em arquitetura, fornecendo novos meios para o desenvolvimento de processos. As tecnologias digitais inseridas no contexto de ensino se fazem presentes principalmente por meio de programas de modelagem.

[4]Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/805726/instituto-indiano-de-administracao-em-ahmedabad-de-louis-kahn-fotografado-por-laurian-ghinitoiu/58ab2efee58ece2d69000324-louis-kahns-indian-institute-of-management-in-ahmadabad-photographed-by-laurian-ghinitoiu-photo?next_project=no

O direcionamento do uso de tais tecnologias só é possível por meio do conhecimento do como as formas podem se comportar. Mitchell (2008) destacou como a modelagem digital facilita a experimentação com geometrias complexas, as mesmas formas por meio de alterações em medidas, escalas e movimentos de rotação, podem compor volumes diferentes; como exemplificado por Mitchell (2008) ao utilizar o mesmo grupo de volumes geométricos na composição de diferentes objetos (Figura 3).

Figura 3: Composições feitas com volumes geométricos.



Fonte: Mitchell (2008, p. 63)

Celani (2003) avança nessa discussão ao abordar o pensamento computacional e o design paramétrico com etapas da evolução no ensino digital em arquitetura, enfatiza que o uso criativo de *softwares* CAD é importante no ensino de arquitetura por permitir aos alunos o desenvolvimento de soluções inovadoras e personalizadas. O uso criativo dessas ferramentas promove o entendimento mais profundo das possibilidades e limitações do design computacional.

Kolarevic (2003) complementa essa constatação ao afirmar que com o conhecimento de tecnologias digitais no processo de projetar, o profissional pensa projetando e projeta fabricando. No contexto brasileiro, Pupo (2018) destaca que a fabricação digital exige um novo letramento técnico e visual, unindo criatividade, raciocínio espacial e domínio de ferramentas digitais.

Ao associarmos a modelagem a um resultado físico por meio da prototipagem, podemos ampliar as possibilidades de ensino proporcionando ao estudante maior interesse por criar algo personalizado, atendendo em conjunto outras demandas necessárias a uma proposta projetual. “Hoje, com a utilização das novas tecnologias,

pode-se afirmar que os arquitetos modelam e constroem o que desejam" (Pupo, 2018, p.157).

Chavier, Fagundes e Hidalgo (2024) apontam que a integração entre *software* de modelagem e impressão 3D, necessitam de atenção, por exigir um planejamento detalhado e a capacitação dos professores para que possam orientar os alunos frente às dificuldades técnicas. As TD deixam de ser um fim e passam a atuar como meio de validação das soluções geométricas, explorando habilidades complementares, como criatividade, autonomia, resolução de problemas e raciocínio lógico.

É possível compreender que a modelagem matemática, ao integrar geometria a tecnologias digitais em ambientes *maker,* estimula a criatividade dos acadêmicos e representa um caminho inovador e necessário para o ensino de geometria no curso de Arquitetura e Urbanismo. Ao adotar a lógica computacional apresentada por Celani, a lógica material-processual de Kolarevic e a perspectiva de formação digital abordada por Pupo, essa pesquisa dialoga com as fronteiras do ensino contemporâneo, preparando futuros arquitetos para os desafios da prática profissional.

3. REVISÃO DA LITERATURA

A revisão de literatura foi desenvolvida com o objetivo de realizar o mapeamento das produções científicas publicadas nos últimos anos sobre o tema abordado nesta pesquisa: Ensino de Matemática nos cursos de Arquitetura e Urbanismo; que também podemos caracterizar como uma pesquisa exploratória, “posto que tem a finalidade de proporcionar a familiaridade do aluno com a área de estudo no qual está interessado, bom como sua delimitação.” (Gil, 2002, p. 61)

Nesta pesquisa foram utilizadas as seguintes bases de dados indexados: *Scientific Eletronic Library Online* (*Scielo*), Catálogo da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e o *Google* Acadêmico.

Para o levantamento, foram executadas buscas nas bases citadas, utilizando os termos de pesquisa relacionados ao ensino de matemática e arquitetura; o tipo de material selecionado foram publicações do tipo artigos, teses e dissertações (Quadro 1).

A filtragem dos trabalhos ocorreu com a utilização de termos entre aspas duplas, para a exata grafia e significado de termos compostos. Os termos utilizados foram: “ensino de matemática” e “arquitetura”, utilizando o filtro de trabalhos revisado por pares.

Quadro 1: Demonstrativo dos resultados de busca.

BASE DE DADOS	DESCRITORES	
	“ensino de matemática”	“ensino de matemática” AND “arquitetura”
Capes	1.382	22
Scielo	303	3
BDTD	3.898	25
Google Acadêmico	660	41
TOTAL	**6.243**	**91**

Fonte: Autora (2024)

A primeira busca utilizando como palavra-chave o termo composto “ensino de matemática” resultou em 6.243 pesquisas e após a utilização da segunda palavra-chave: “arquitetura”, o resultado foi de 91 arquivos, somadas as quatro bases de dados.

Com esse resultado deu-se o início ao processo de leitura dos textos, primeiramente buscando identificar se existiam trabalhos repetidos em mais de uma

base de dados e na sequência, a leitura dos resumos buscou identificar os trabalhos que se adequaram aos critérios definidos, finalizando a seleção das publicações conforme coerência com o tema e objetivos desta pesquisa, considerando os critérios de inclusão e exclusão apresentados no Quadro 2.

Quadro 2: Critérios de inclusão e exclusão para as publicações.

Inclusão:	Exclusão:
1. Pesquisas voltadas ao curso de graduação em arquitetura 2. Pesquisas sobre o ensino de matemática voltado ao conteúdo de geometria. 3. Artigos, teses e dissertações	1. Pesquisas que estejam voltadas a outros cursos de graduação e níveis de escolaridade. 2. Pesquisas sobre o ensino de matemática voltados a conteúdos distintos de geometria. 3. Resumo simples, resumo expandido.

Fonte: Autora (2024)

Após essa etapa, foram selecionadas oito pesquisas (Quadro 3) que se adequaram aos critérios de inclusão e exclusão definidos, e posteriormente deu-se início a leitura ampliada para análise completa dos dados de cada pesquisa.

Quadro 3: Resultado da seleção das publicações.

Título	Objetivo	Autores	Ano	Tipo de estudo	Base de Dados
1. Contribuições das tecnologias digitais no ensino de conteúdos matemáticos	Analisar contribuições do uso de tecnologias digitais na graduação, como estratégias de ensino para estimular a aprendizagem de conteúdos matemáticos.	NEUENFELDT, A. E.; SCHUCK, R. J.; NEUENFELDT, D. J.; RODRIGUES, A. W. L.	2021	Artigo	Capes
2. O uso de Objetos Digitais de Ensino e Aprendizagem Potencialmente Significativos para estimular a criatividade em Ciências Exatas	Explorar estratégias de ensino para desenvolver conteúdos de forma interativa e significativa para os estudantes, aproximando teoria e prática a partir da criatividade nos processos de ensino e de aprendizagem de matemática no Ensino Superior.	NEUENFELDT, A. E; SCHUCK, R. J.; RODRIGUES, A. W. L.; MIORANDO, T. M.; NEUENFELDT, D. J.	2022	Artigo	Capes

Título	Objetivo	Autores	Ano	Tipo de estudo	Base de Dados
3. Ensino de geometria descritiva: inovando na metodologia	Adotar metodologia diferente da convencional, buscando despertar, no aluno, o gosto pela disciplina e a descoberta de possibilidades, o desenvolvimento de uma habilidade pouco ou nada adquirida durante a vida escolar: a visão espacial.	KOPKE, R. C. M.	2001	Artigo	*Scielo*
4. Ensino de matemática no curso de arquitetura :uma proposta por meio de modelação matemática	Identificar as relações matemáticas com o ensino de arquitetura e assim propor um material didático com o uso de modelagem.	OBERZINER, A. P. B.	2012	Dissertação	BDTD
5. Arquitetura sem matemática? Formação e atuação do arquiteto na contemporaneidade	Analisar a formação do arquiteto na contemporaneidade e a sua relação com conhecimentos matemáticos envolvidos no exercício da profissão.	SILVA, D. C. M.	2013	Dissertação	*Google* acadêmico
6. Ensino da Geometria Projetiva nos Cursos de Arquitetura e Urbanismo, em tempos de CAD/BIM	Questionar a forma de ensinar a geometria projetiva nos cursos de arquitetura e urbanismo diante da alteração no modo de representação da forma, estabelecida pelas tecnologias CAD e BIM.	OLIVEIRA, M. L.	2009	Artigo	*Google* acadêmico
7. O ensino de geometria descritiva em escolas de Arquitetura brasileiras e as ferramentas CAD	Testar e avaliar a aplicabilidade dos conceitos geométricos tradicionalmente ensinados em cursos de geometria descritiva das faculdades de Arquitetura brasileiras aos processos de modelagem tridimensional da forma em ambiente CAD.	MARCONI, R.; DIAS, M. A.	2014	Artigo	*Google* acadêmico
8. Geometria, habilidade espacial e jogos digitais: contribuições para o ensino de arquitetura e urbanismo	Investigar se a utilização dos jogos digitais pode ser explorada como metodologia de ensino da geometria nos cursos de arquitetura e urbanismo	SANTOS, C. E.R.; DIAS, M. A.; BRAIDA, F.	2020	Artigo	*Google* acadêmico

Fonte: Autora (2024)

Na sequência apresentamos as pesquisas selecionadas, na busca de sintetizar o assunto e formular concepções sobre o caminho da pesquisa.

O ensino de geometria é apresentado por Neuenfeldt, *et al*. (2021) por meio de uma sequência didática desenvolvida no sistema de portfólio de atividades integradas a disciplina, com o objetivo de explorar e investigar estratégias a partir de tecnologias digitais como complemento a formação dos estudantes[5]; "uma relação entre teoria e prática, a partir da resolução de problemas e uso das tecnologias digitais, contribuindo para uma aprendizagem significativa." (Neuenfeldt *et al*., 2021, p. 147)

A metodologia adotada explorava a partir das tecnologias digitais, (Geogebra e o Winplot), conteúdos que envolveram conceitos básicos de geometria: unidades de medida, proporção, escalas, ângulos, perímetro, área e volume, funções, amplitude e frequência, dentre outros.

Essa pesquisa, que estava vinculada ao processo de doutoramento do autor, apresenta características de um estudo de caso, que foi dividido em três etapas:

> a) um mapeamento inicial na forma de um questionário no *Google Drive* enviado para os estudantes na primeira semana de aula e composto por 20 questões procurando conhecer as percepções dos estudantes quanto às tecnologias digitais, a disciplina e o professor; b) a realização e o acompanhamento de um conjunto de atividades, organizados na forma de portfólio, denominado de TDC, explorando o uso das tecnologias digitais, especialmente o *Winplot* e o *Geogebra.* A organização das atividades encontra-se de modo mais detalhado no próximo tópico, tendo em vista que a partir delas foi organizado o item c; c) análise e discussão das percepções dos depoimentos dos estudantes quanto às atividades realizadas. (Neuenfeldt *et al*., 2021, p. 15)

Os dados coletados em cada etapa foram analisados utilizando os conceitos de Bardin (2016), sobre análise de conteúdo; apresentando resultados que identificam as tecnologias digitais como potencializadoras do compartilhamento de saberes, instigando a autonomia dos estudantes.

Foram destacadas algumas dificuldades no processo, que estavam relacionadas ao uso dos *softwares*, que foi minimizado a partir do compartilhamento de vídeos e manuais. Mas também dificuldades relacionadas ao processo de aprendizado de cada estudante, com suas influências da metodologia de outros professores, assim como dificuldades com o conteúdo e falta de criatividade nas

[5] O trabalho envolveu 20 estudantes pertencentes aos cursos de Engenharias e Arquitetura e Urbanismo, cursando uma disciplina de início de semestre, em uma instituição de Ensino Superior do Sul do Brasil.

aulas, o que a proposta buscava solucionar disponibilizando tecnologias digitais como nova alternativa para a resolução de problemas matemáticos.

Neste momento, Neuenfeldt *et al*. (2022) explora as estratégias de ensino a partir da criatividade, um estudo com metodologia de pesquisa-ação, em que foi possível constatar que o sucesso das ações depende da articulação de atividades que envolvam os estudantes, proporcionando trabalho em equipe, mas também autonomia. Um processo cíclico, que deixou margens para ser continuamente aprimorado.

Utilizou-se de portfólio para a organização e materialização das produções dos estudantes, percebendo que quando exploradas de forma articulada com outras áreas de conhecimento, o processo de ensino e aprendizagem poderia ser ressignificado. “É possível utilizar os saberes que os estudantes trazem consigo, esses conhecimentos prévios colaboraram para a organização das aulas.” (Neuenfeldt *et al*., 2022, p. 753).

Observamos que é necessário romper com a divisão entre teoria e prática, não apenas incorporando conhecimentos prévios, mas estimular a predisposição dos alunos em aprender de outras maneiras.

As pesquisas apresentadas até o momento são um reforço de estudos sobre o assunto que já vem sendo pesquisado a algum tempo, vemos que Kopke (2001) descreve as dificuldades observadas durante a prática profissional no ensino superior com os conteúdos de geometria descritiva no ensino de desenho.

É importante destacar que neste estudo não foram utilizadas tecnologias digitais, mas sim a representação manual com o uso de grafite e papel para a identificação da geometria; por meio de técnicas de desenho de observação os alunos perceberam que ao desenharem uma caixa de papelão, era necessário a representação de linhas, planos e inclinações.

> Dessa forma, os alunos compreendem bem a espacialidade e sua consequente representação com muita facilidade e com prazer, algo importante para ser resgatado, já que o ensino tradicional da Geometria Descritiva, em sua grande maioria, traz consigo listas de reprovação e evasão de alunos. (Kopke, 2001, p.4).

Vemos assim, a importância da associação de exemplos do cotidiano do aluno, para melhor compreensão da geometria e sua importância na representação gráfica, proporcionando a visão do todo para as partes.

Oberziner (2012) ao buscar identificar as relações matemáticas com o ensino de arquitetura, revela a importante contribuição das competências matemáticas para

a construção das habilidades específicas exigidas desse profissional. Afirma ainda que o ensino de matemática tem requerido adequação frente às mudanças sociais, econômicas e culturais ocorridas nas últimas décadas, surgindo a necessidade de identificar práticas pedagógicas diferenciadas, fortalecendo os resultados encontrados na pesquisa.

A proposta foi desenvolvida por meio de uma situação problema, em que o uso da modelagem matemática auxiliou no cálculo de ganho de calor para auxiliar na definição da capacidade de um ar-condicionado para o ambiente selecionado, concluindo que:

> Com a modelação matemática surge uma oportunidade de busca do significado daquilo que se aprende e faz. Dá significado aos conteúdos matemáticos presentes no processo de modelagem mantendo uma estreita ligação entre conteúdos e o contexto da disciplina apresentada. (Oberziner, 2012, p. 94)

Vemos a modelagem matemática como um processo didático e pedagógico que ao ser proposto abriu possibilidades de solução para os problemas de arquitetura; fazendo uso da modelagem matemática como método de ensino que rompe com o modelo tradicional dos materiais didáticos baseados no ensino expositivo com repetição e memorização do conteúdo, exigindo dos professores maior dedicação na busca por novos problemas e ideias.

Silva (2013) apresenta um estudo estruturado no questionamento sobre a real necessidade da matemática na formação e atuação do arquiteto, buscando investigar as relações com o desempenho profissional. Para cumprir com este objetivo, foi necessário identificar qual a matemática é utilizada pelo arquiteto.

A pesquisa se desenvolveu através de entrevista individual semiestruturada para maior flexibilidade e aprofundamento na questão investigada, o que possibilitou inferir que a falta de conhecimentos matemáticos pode afetar a atuação deste profissional, apesar do aluno não perceber essa carência durante sua formação de forma clara, “Percebe-se que o aluno ignora o quanto não sabe, pois ele consegue elaborar seus projetos e concluir o curso” (Silva, 2013, p.88).

Vemos que durante as aulas a matemática é necessária para o entendimento da arquitetura, assim como na manipulação de *softwares*; mas ao final da graduação não se verifica o processo desenvolvido, apenas o produto final, o projeto arquitetônico desenvolvido (Silva, 2013). O autor conclui que o tema é muito profundo, ao identificar que as mudanças ocorridas nas DCN, juntamente com a disponibilidade de tecnologias que auxiliam na profissão, a indicação do Conselho de Arquitetura e

Urbanismo - CAU para uma formação generalista, entre outros, contribuem para que o aluno não valorize o conhecimento matemático, sem a compreensão do diferencial que este pode proporcionar na sua vida profissional.

Oliveira (2009) apresenta o questionamento na forma de ensinar ao identificar a diferença entre o trabalho manual das projeções geométricas realizadas com base no desenho técnico que permite a visualização mental do volume projetado e sua representação por perspectivas, com o trabalho desenvolvido de modo virtual, com as projeções realizadas pelo computador. Afirmando que essa nova possibilidade altera o raciocínio matemático e a relação criativa do profissional arquiteto.

> O que se assiste na relação entre o tradicional desenho de arquitetura, alicerçado nos princípios da geometria descritiva, e o desenho digital de arquitetura, considerando o CAD em sua segunda geração que processa a digitalização tridimensional e a atual tecnologia BIM, que modela o edifício tridimensionalmente produzindo a virtual construção do edifício projetado, não caracteriza um embate tecnológico, mas uma transmutação evolutiva no processo dialético do pensar e produzir a arquitetura. (Oliveira, 2009, p. 117).

Com isso, identifica um conflito conceitual na maneira de se pensar a arquitetura. Não se pode negar a evolução das possibilidades criativas que a tecnologia proporciona ao aluno, mas devemos ter atenção para que estes não vejam o processo criativo apenas como a capacidade de lidar com tais ferramentas tecnológicas, desassociando do conhecimento proporcionado pelos fundamentos da matemática.

A busca deve ser por uma metodologia de ensino flexível que se adeque às necessidades do processo:

> "...também se faça mutante nesse processo de transmutação da linguagem projetual da arquitetura e urbanismo, absorvendo os conceitos dinâmicos de coordenadas do espaço virtual, passando a ser a geometria projetiva que permita ao estudante a tão desejada visão espacial, fora do computador, porém já dirigida à sua introdução naquele espaço virtual em futuro imediato." (Oliveira, 2009, p. 118)

Para Marconi e Dias (2014) o ensino de geometria nas escolas de arquitetura passou a ter uma nova dinâmica a partir do uso das ferramentas CAD. Os autores desenvolveram uma pesquisa que consistiu em simular a aplicação dos conceitos geométricos em dois processos selecionados: o processo de concepção intermediado por representações bidimensionais (PI2D) e processo de concepção por construções tridimensionais (PC3D); na busca por testar e avaliar a aplicabilidade dos conceitos geométricos tradicionais ensinados nas faculdades de arquitetura.

Com isso foi possível identificar que os conceitos de geometria descritiva são a base que instrumentam os alunos a conceber e representar a forma, independente da ferramenta (analógica ou digital), o aluno deve estar apto a aplicar esses conceitos.

Destaca-se o uso de ferramentas digitais como uma maneira que “imprime no projeto uma lógica diversa a da geometria descritiva, que seria a de ter o objeto intermediado em projeto e em representação pela dupla projeção bidimensional conjugada” (Marconi; Dias, 2014, p.131), prevendo como algo necessário para operar as ferramentas digitais tridimensionais.

Dentro do contexto de ferramentas digitais, Santos, Dias e Braída (2020) analisam o uso de jogos como metodologia de ensino de geometria, mediante as dificuldades identificadas com relação à abstração espacial pelos estudantes do curso de arquitetura.

Em um primeiro momento, a geometria era tida somente como modo de representação de medidas, mas a pesquisa identifica que seu uso é relevante também em outros pontos: ao representar e documentar o projeto e ao permitir sua construção. Com isso surge o questionamento de como a geometria pode se adequar às necessidades do ensino de arquitetura atual, com a necessidade de “uma geometria que aborda, problemas concretos da arquitetura, ajuda a controlar operações técnicas e precisas relacionadas à construção e serve para produzir de forma menos artesanal e mais industrializada” (Martín-Pastor, 2015 *apud* Santos; Dias; Braida, 2020, p. 5)

Os autores ao analisarem as categorias de jogos, identificam que os jogos de ação com uma variedade de ações de condução, tomada de decisões e mundo aberto, são os que possuem maior potencialidade ao desenvolvimento da habilidade espacial, como um estímulo a representação de formas ao facilitar a compreensão da alternância entre as formas bidimensionais ou tridimensionais. Sendo assim, a pesquisa dá indícios que os jogos podem potencializar a associação dos conteúdos de geometria, porém, deixa em aberto os próximos passos, necessitando ainda de outras análises para a implementação dos jogos como metodologia de ensino.

Após a análise das pesquisas selecionadas, vemos que alguns trabalhos fundamentam o nosso objetivo enquanto outros ampliam os direcionamentos almejados inicialmente e reforçam as justificativas em pesquisar sobre o tema ao ver que é um assunto ainda pouco explorado.

A tecnologia associada ao ensino de matemática no curso superior de arquitetura tem se feito presente por meio de programas de modelagem geométrica,

que fornecem recursos que agilizam o processo de representação. Observamos a possibilidade de ampliar as possibilidades de ensino proporcionando ao estudante maior interesse em criar e produzir algo diferenciado, atendendo em conjunto outras demandas específicas da atuação profissional do arquiteto.

Lembrando que essa pesquisa busca analisar o uso do *software* Tinkercad e a impressão 3D para o ensino de geometria por meio da cultura *maker*, com acadêmicos do curso superior em Arquitetura e Urbanismo da UNEMAT, onde a autora atua como professora.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo está fundamentado em uma abordagem qualitativa, com base na interpretação dos dados obtidos por meio de uma proposta didática desenvolvida com acadêmicos do curso de Arquitetura e Urbanismo. A escolha pela pesquisa qualitativa está pautada na compreensão de que os fenômenos educativos envolvem relações humanas, percepções e interpretações subjetivas e exigem uma investigação que vá além da quantificação dos dados, buscando significados nas experiências vividas pelos participantes (Creswell, 2010).

A metodologia de ensino adotada nesta pesquisa é a modelagem matemática, compreendida como um processo didático-pedagógico em que os estudantes, a partir de uma situação contextualizada, utilizam conhecimentos matemáticos para representar, analisar, validar e reinterpretar. De acordo com Biembengut e Hein (2009), a modelagem matemática pode ser utilizada como metodologia de ensino quando aplicada de forma sistemática, orientando a construção e compreensão de conceitos por meio da resolução de problemas reais ou simulações práticas.

A proposta foi desenvolvida com base em uma atividade formativa estruturada, planejada para o contexto do curso de Arquitetura e Urbanismo da UNEMAT, campus de Barra do Bugres. A modelagem matemática foi aplicada como método de ensino, articulada ao uso de tecnologias digitais e aos princípios da cultura *maker*, a fim de proporcionar aos participantes uma experiência concreta de construção e representação de conceitos geométricos por meio da elaboração de volumes arquitetônicos.

A cultura *maker* e a fabricação digital foram utilizadas como ambientes pedagógicos para a aplicação da modelagem, oferecendo aos acadêmicos a oportunidade de materializar as ideias, testar soluções e visualizar suas criações por meio da modelagem volumétrica com o *software* Tinkercad e da impressão 3D. Para Masetto (2014), a eficácia do processo de ensino e aprendizagem pode ser aumentada por meio de dinâmicas de grupo, estratégias participativas e técnicas que aproximam o aluno da realidade prática.

O planejamento da abordagem de ensino requer a definição clara de conteúdo, metodologias e objetivos a serem investigados em cada etapa. Segundo Molina, Castro e Castro (2007), essas decisões devem ser fundamentadas em uma revisão abrangente da literatura e nos interesses da pesquisa.

A produção de dados ocorreu em vários momentos durante o curso GeoMaker, envolvendo instrumentos variados: questionários, rodas de conversa, registros de áudio e vídeo, atividades práticas e nuvens de palavras. Esses instrumentos permitiram captar tanto a evolução do pensamento geométrico dos alunos, quanto suas percepções sobre o processo de ensino.

Durante o curso, as hipóteses foram constantemente contrastadas com as experiências de interação com os acadêmicos, permitindo uma análise contínua, que permitiu ao final de cada episódio, que as hipóteses fossem consideradas, analisadas e outras geradas.

Diante das abordagens teóricas apresentadas, verificamos que se apoiar na abordagem qualitativa mostra-se propício devido à situação da natureza da presente pesquisa. A seguir apresentamos o ambiente da pesquisa, os sujeitos e como foi realizada a produção e análise dos dados.

A proposta seguiu os trâmites éticos de pesquisa, com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado de Mato Grosso sob o número 7.458.423.

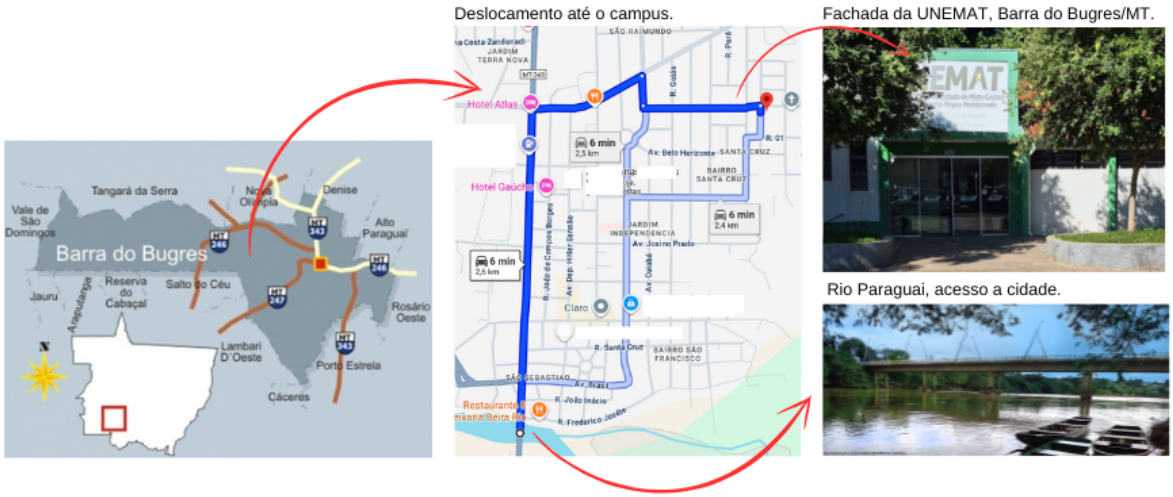
Assim, neste capítulo, são apresentados os caminhos metodológicos adotados para a condução da pesquisa. Apresentando e discutindo o ambiente da pesquisa, os sujeitos envolvidos, as metodologias e procedimentos utilizados para a produção e análise dos dados.

4.1 O AMBIENTE DA PESQUISA

A proposta foi desenvolvida no campus de Barra do Bugres da UNEMAT (Figura 4), no curso de Arquitetura e Urbanismo.

O curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo da UNEMAT, originalmente denominado Bacharelado em Arquitetura Rural e Urbana, foi criado em 2001 conforme as resoluções do Conselho Universitário (CONSUNI) nº 024/2001 e do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão (CONEPE) Resolução nº 069/2001, que aprovaram a implantação e início do curso no campus de Barra do Bugres-MT. (UNEMAT/PPC, 2019). A mudança para o nome atual ocorreu após ajustes necessários para atender às diretrizes do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de Mato Grosso (CREA/MT), conforme a Portaria n° 171/07 do CEE/MT (UNEMAT/PPC, 2019)

Figura 4: Localização do campus.



Fonte: Mapa: Portal Mato Grosso[6]; Trajeto: *Google Maps*; Fachada: Arquivo pessoal (2025); Rio Paraguai: João Mário A. Adrião (2019). Organizado pela autora.

O curso, inicialmente anual, passou a ser semestral em 2005, com ajustes no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e na Matriz Curricular, visando atualizações curriculares que refletem as mudanças nas demandas educacionais e profissionais.

O curso de Arquitetura e Urbanismo se estrutura com base no PPC (2019) disponível no site[7] do curso, que permitiu a análise e busca de informações relevantes à pesquisa. Em levantamento inicial foi observado as disciplinas oferecidas em que o conteúdo de geometria é abordado, e verificou-se diferentes enfoques na grade curricular.

A matemática nos cursos de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo desempenha um papel fundamental na formação dos acadêmicos, fornecendo bases teóricas e práticas necessárias para o desenvolvimento de competências e habilidades indispensáveis à atividade profissional. Como descrito por Silva e Madruga (2020) a geometria é abordada nas grades curriculares de forma variada, desde a definição básica até a modelagem de maquetes.

A leitura das ementas e conteúdos específicos das disciplinas, possibilitou identificar o enfoque em conceitos fundamentais de geometria nas fases iniciais, formando a base para o aprendizado subsequente. Assim, foram selecionadas as disciplinas (Quadro 4), com a descrição dos conteúdos identificados.

---

[6] Disponível em: https://portalmatogrosso.com.br/mapa-do-municipio-90/, acesso em 5 de setembro de 2025.

[7] Projeto Pedagógico do Curso de Arquitetura e Urbanismo/UNEMAT, 2019. Disponível em: https://barradobugres.unemat.br/faculdades/fae/graduacao/arquitetura-e-urbanismo-bacharelado-graduacao-presencial-integral-barra-do-bugres/projeto-politico-pedagogico

Quadro 4: Relação das disciplinas selecionadas.

	Componentes Curriculares	Ementa	Conteúdo abordados
1ª Fase	Desenho de Arquitetura	Desenvolver o conhecimento inicial da representação gráfica, a partir da construção de elementos primários e do desenho geométrico. Desenvolver os fundamentos teórico-práticos do desenho técnico e dos sistemas de projeções ortogonais. Representação de objetos tridimensionais por meio de desenhos bidimensionais,	● Figuras geométricas planas; ● Perpendicularidade e paralelismo; ● Bissetrizes e mediatrizes; ● Polígonos regulares; ● Sistemas de projeções ortogonais;
2ª fase	Desenho Universal	Desenvolver o conhecimento inicial do Desenho Universal. Estuda os fundamentos teórico-práticos do desenho universal de elementos arquitetônicos e urbanísticos. Desenvolve o desenho técnico na representação de elementos do projeto arquitetônico.	● Fundamentos, cálculo e representação de coberturas e seus elementos (geometria plana) ● Fundamentos, cálculo e representação de escadas e rampas (ABNT);

Fonte: PPC do curso de Arquitetura e Urbanismo/UNEMAT, 2019.

As disciplinas de desenho caracterizam-se pelo ensino da representação gráfica de modelos arquitetônicos detalhados por meio de medidas, linhas e ângulos, com base nas normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que asseguram a padronização das representações, com linguagem universal complementando as referências bibliográficas.

4.2 OS SUJEITOS DE PESQUISA

Definimos como público-alvo desta pesquisa, os acadêmicos ingressantes no curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo da UNEMAT, campus de Barra do Bugres/MT. Creswell (2010, p. 10) destaca a ideia de “seleção intencional dos indivíduos participantes”, que ajudarão o pesquisador a entender o problema e a questão da pesquisa.

A seleção ocorreu de forma voluntária, mediante convite aberto aos acadêmicos matriculados na primeira fase do curso. Participaram da atividade seis acadêmicos, sendo estes com idades entre 18 e 25 anos; destes 50% da turma (3 participantes) com 18 anos, 16,6% (1 participante) com idade de 20 anos, 16,6% (1 participante) com 21 anos e 16,6% (1 participante) com 25 anos. Dentre os acadêmicos, 60% são do sexo feminino e todos os participantes vindos de escolas públicas.

Para a produção de dados dos participantes, na apresentação e análise dos resultados estes foram identificados de forma aleatória (Acadêmico 1, Acadêmico 2, Acadêmico 3, Acadêmico 4, Acadêmico 5 e Acadêmico 6) para garantir a confidencialidade. O experimento buscou desenvolver habilidades explorando as inovações no ensino de geometria por meio da cultura *maker* e a impressão 3D, proporcionando uma experiência educacional enriquecedora.

4.3 PRODUÇÃO DE DADOS

O curso GeoMaker foi desenvolvido como atividade complementar, com carga horária total de 24 horas, dividido em seis módulos, realizados de maneira presencial no campus da UNEMAT de Barra do Bugres.

Para produção de dados da pesquisa, foram empregados diversos instrumentos que permitiram múltiplas formas de coleta e triangulação das informações.

Foram aplicados questionários inicial e final, para levantar o conhecimento prévio dos alunos sobre geometria, bem como suas percepções iniciais e o aprendizado adquirido após a experiência. As rodas de conversa, gravadas em áudio, serviram para que os participantes relatassem suas experiências, os desafios enfrentados e suas percepções sobre a atividade. Adicionalmente, realizaram-se registros audiovisuais das aulas, com foco nos momentos de interação, resolução de problemas e uso dos recursos digitais. Também foram utilizadas nuvens de palavras, produzidas a partir da coleta de palavras-chave dos estudantes durante as discussões, e um portfólio visual, que reuniu os modelos tridimensionais criados no Tinkercad e protótipos impressos, como produto da modelagem matemática.

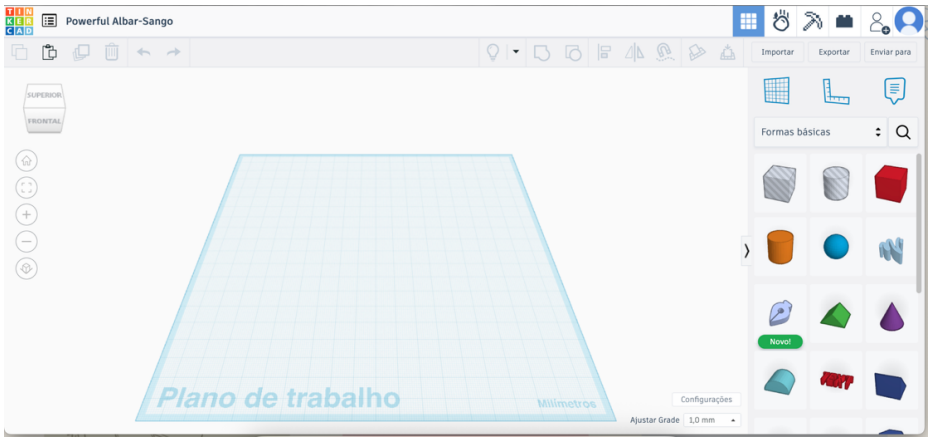
Após a produção, os dados foram sistematicamente preparados e organizados para a análise. As gravações audiovisuais, foram transcritas e organizadas em planilhas permitindo a codificação e a identificação de temas e padrões recorrentes. As respostas dos questionários foram tabuladas, separando dados quantitativos para análise estatística e agrupando as respostas abertas por similaridade para análise qualitativa. Por fim, os itens do portfólio visual composto por imagens dos modelos produzidos, portfólio visual e imagens dos protótipos impressos, foram catalogadas em um arquivo digital, buscando associações entre os objetivos de ensino.

Para a etapa de prototipagem e materialização dos modelos tridimensionais desenvolvidos pelos acadêmicos, foi utilizada a impressora 3D do modelo Creality K1 Max[8]. O processo teve início com a criação dos projetos no *software* Tinkercad, para a fase de modelagem. Finalizados, os modelos digitais foram preparados no *software* de fatiamento UltiMaker Cura, para posterior envio para a impressão física.

4.3.1 *Software* de modelagem 3D Tinkercad

Para a etapa de modelagem tridimensional, adotou-se o *software* Tinkercad, uma plataforma de *Computer-Aided Design* (CAD) desenvolvida pela Autodesk. A escolha foi realizada por se tratar de um recurso *online*[9] e gratuito, que não requer instalação, eliminando barreiras de *hardware* e *software*. Sua interface intuitiva, aliada a um conjunto robusto de operações geométricas, permite a manipulação de formas primárias por meio de operações booleanas (união, subtração e intersecção). Essa abordagem é particularmente eficaz para trabalhar com acadêmicos ingressantes sem experiência prévia com modelagem e ferramentas CAD, como os participantes desta pesquisa. A interface simples (Figura 5) facilita o uso permitindo que os alunos visualizem e explorem conceitos de geometria de forma rápida e prática.

Figura 5: Plano de trabalho projeto 3D no Tinkercad.



Fonte: Tinkercad (2025)

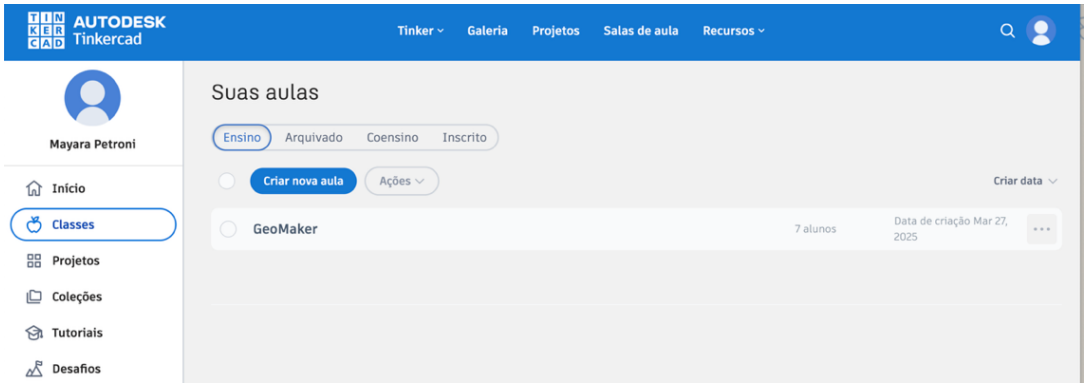
Do ponto de vista didático, o Tinkercad materializa o princípio do construtivismo de Seymour Papert, o “aprender fazendo”, ao permitir que os estudantes construam,

[8] Impressora disponibilizada pelo projeto de Pesquisa: Robótica Educacional e Impressão 3D: Explorando Estratégias para promover a inovação e a inserção de meninas nas áreas de Ciências Exatas, Engenharias e Computação, com financiamento da FAPEMAT.
[9] Acesso disponível em: <https://www.tinkercad.com>.

testem e refinem objetos digitais em tempo real. A plataforma promove um aprendizado ativo, no qual os alunos podem visualizar e explorar conceitos de geometria espacial de forma rápida e prática, trabalhando noções de escala, proporção e composição volumétrica. Celani (2003) reforça que esse tipo de recurso amplia o raciocínio projetual, pois viabiliza a experimentação de múltiplas variações formais antes da definição de uma solução final.

O recurso de criação de Salas de Aula - *Classrooms* (Figura 6) dentro do Tinkercad, colaborou com a condução das atividades, pois permite ao professor acompanhar o processo individual de cada aluno em tempo real, observar projetos, inserir comentários e ajustar desafios conforme a necessidade. Essa função reforça o caráter colaborativo do ambiente, estimulando a troca de estratégias de modelagem entre pares, uma prática alinhada às recomendações de Borba e Penteado (2019) sobre o uso de tecnologias digitais em contexto de aprendizagem colaborativa.

Figura 6: Sala de Aula criada para o curso GeoMaker



Fonte: Tinkercad (2025)

A integração do Tinkercad com o ecossistema de fabricação digital, um pilar da cultura *maker*, foi de grande importância nesta pesquisa. O *software* permite a exportação direta dos modelos no formato STL[10] (*Standard Triangle Language*), que é compatível com *softwares* de fatiamento, como o UltiMaker Cura. Desta forma, o Tinkercad atendeu aos requisitos pedagógicos e técnicos do estudo, configurando-se como um recurso adequado para articular modelagem matemática à cultura *maker* e às demandas iniciais dos acadêmicos de Arquitetura e Urbanismo.

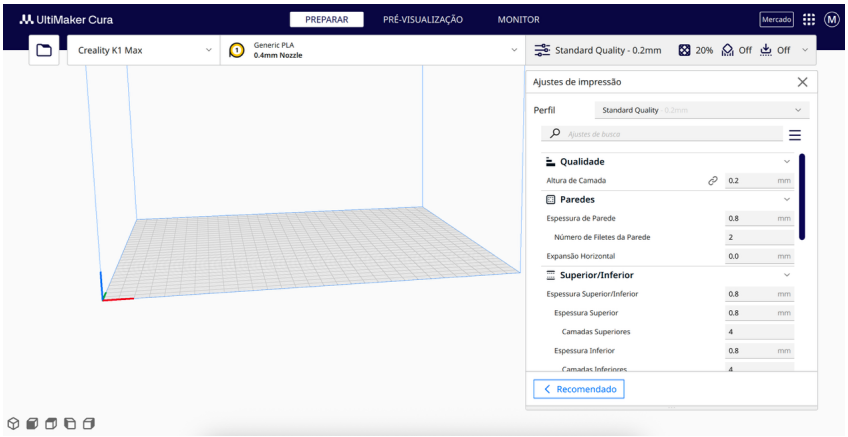
[10] Arquivo de malha 3D que armazena informações da geometria superficial do objeto, dividindo-o em facetas triangulares; exportado por *softwares* CAD para prototipagem rápida, usando CNC e impressão 3D, não inclui informações de cor, textura ou escala.

4.3.2 *Software* de fatiamento UltiMaker *Cura*

Após a conclusão da modelagem no Tinkercad, os arquivos STL foram processados no *software* UltiMaker Cura, *software* fatiador (*slicer*) de código aberto. A utilização do Cura consiste na intermediação entre o modelo 3D e a impressão, traduzindo geometria do objeto digital em um arquivo com instruções detalhadas, conhecido como G-code[11]. Este código comanda o movimento dos eixos da impressora, a extrusão do material e outros parâmetros operacionais, que é compreendido pela impressora, tornando a fabricação física possível.

No ambiente Cura (Figura 7), os usuários puderam configurar e otimizar os parâmetros de impressão para cada protótipo. Isso inclui ajustes de altura da camada (*layer height*), que impacta na resolução do objeto; a espessura da parede e a densidade do preenchimento (*infill*), que determinam a resistência estrutural e o consumo de material; e as configurações de temperatura de extrusão e velocidade de impressão. Após as configurações é possível gerar uma pré-visualização que permite analisar o processo camada por camada, estimar o tempo de impressão e o gasto de filamento, e identificar a necessidade de estruturas de suporte. Esse processo auxilia na tomada de decisões, alinhando com as especificações do modelo à capacidade do equipamento.

Figura 7: Plano de trabalho do UltiMaker Cura e painel de personalização.



Fonte: UltiMaker Cura (2025)

A utilização do UltiMaker Cura reforça a pertinência da prototipagem rápida na prática da arquitetura, como destaca Moutinho e Ferreira (2022), ao permitir uma previsão precisa do resultado, o *software* acelera a transição do modelo digital para a

[11] G-code é o formato de arquivo de texto que armazena comandos e instruções que orientam impressoras 3D e outras máquinas CNC quanto aos movimentos nos eixos X-Y-Z, velocidades, temperaturas e trocas de ferramenta necessários para fabricar a peça camada a camada.

maquete física ao aplicar configurações específicas proporcionando impressões de qualidade satisfatória, com baixo custo e controle de qualidade.

A seleção e a integração dos *softwares* Tinkercad e UltiMaker Cura, foram importantes para o bom desempenho das atividades propostas nesta pesquisa, possibilitando desenvolver um fluxo de trabalho digital coeso e acessível.

4.4 CURSO “GEOMAKER: GEOMETRIA E CULTURA *MAKER* PARA ARQUITETURA E URBANISMO COM O TINKERCAD”

Os dados foram produzidos por meio do curso de ensino intitulado “GeoMaker: Geometria e Cultura *Maker* para Arquitetura e Urbanismo com o Tinkercad”, o qual está vinculado ao projeto de pesquisa “Robótica Educacional e Impressão 3D: Explorando Estratégias para promover a inovação e a inserção de meninas nas áreas de Ciências Exatas, Engenharias e Computação”[12].

O curso de ensino foi realizado como atividade complementar, destinada aos acadêmicos da 1˚ fase do curso de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade do estado de Mato Grosso, campus de Barra do Bugres, com duração de 24 horas-aula, distribuídas em seis módulos. Essa estrutura segue as recomendações de Borba e Penteado (2019) que destacam a importância de um aprendizado contextualizado e alinhado às necessidades identificadas. O curso teve início com a participação de seis acadêmicos e a colaboração de dois monitores voluntários.

Com o objetivo de desenvolver habilidades para o uso de geometria em futuros arquitetos e urbanistas, a proposta foi fundamentada na prática de habilidades de modelagem como meio de associação dos conceitos geométricos básicos e de geometria computacional, na concepção de volumes arquitetônicos utilizando da modelagem geométrica com o *software* Tinkercad e prototipagem rápida com a impressora 3D para visualização do resultado em escala reduzida.

O curso fundamentado na metodologia de modelagem matemática garantiu a validade e confiabilidade dos resultados. O uso de tecnologias digitais, como o Tinkercad e a impressora 3D como meios de desenvolvimento da cultura *maker*, foram centrais para o desenvolvimento de habilidades práticas de modelagem geométrica. O curso atuou como meio para proporcionar uma experiência prática e inovadora, na busca por estimular a criatividade na concepção de volumes arquitetônicos.

[12] Portaria n˚2033/2024 – PRPPG e Parecer do Cômite de Ética em Pesquisa n˚ 7.458.423

O curso foi organizado por meio de módulos criados para atender às necessidades identificadas durante a pesquisa, conforme sugerido por Silva e Madruga (2020), que enfatiza a importância do planejamento detalhado em atividades educacionais. No Quadro 5, apresentamos os objetivos, conteúdos e atividades desenvolvidas em cada um dos módulos do curso.

Quadro 5: Módulos do curso GeoMaker.

Módulo 1: Introdução à Cultura *Maker* e Geometria Computacional (2h)	
Objetivos:	● Apresentar o curso aos participantes; ● Avaliar o conhecimento prévio sobre o conteúdo de geometria; ● Introduzir conceitos de cultura *maker* através do ensino de geometria computacional.
Conteúdo:	● Conceitos básicos de geometria; ● Importância da geometria na arquitetura.
Atividade:	Discussão sobre a aplicação da geometria na arquitetura, com a apresentação de exemplos de projetos. ● Exercício: criação de um mobiliário a partir de um sólido geométrico simples – desenho manual.
Módulo 2: Tecnologias e Plataformas Digitais (4h)	
Objetivos:	Familiarizar os alunos com as tecnologias e plataformas digitais. ● Apresentar o *software* de modelagem 3D – Tinkercad.
Conteúdo:	Introdução ao Tinkercad e outros recursos digitais. ● Coordenadas ● Operações booleanas (união, subtração, interseção) ● Conceitos de escala, rotação, translação e simetria (transformações lineares)
Atividade:	● Navegação prática no Tinkercad. ● Exercício de criação direcionado.
Módulo 3: Modelagem 3D com Tinkercad (4h)	
Objetivos:	Praticar habilidades com o uso do Tinkercad
Conteúdo:	● Funcionalidades do Tinkercad; ● Criação de modelos simples; ● Criação de componentes personalizados.
Atividade:	Exercícios práticos de criação de formas 3D. ● Modelagem do mobiliário desenhado no primeiro módulo. ● Criação e modelagem da proposta de um mobiliário urbano.

Módulo 4: Preparação para o uso da impressora 3D (4h)	
Objetivos:	Demonstrar o processo de impressão 3D; materiais utilizados; resolução de problemas comuns.
Conteúdo:	● Preparação do modelo para impressão ● Orientação da peça; ● Criação de suporte; ● Configuração da impressora
Atividade:	● Preparação do primeiro modelo criado para impressão. ● Demonstração de impressão de um modelo criado.
Módulo 5: Impressão e análise do resultado (4h)	
Objetivos:	Preparar modelos e realizar a impressão.
Conteúdo:	● Aplicação de conceitos; ● Impressão de modelos; ● Análise de resultados; ● Resolução de problemas.
Atividade:	Análise do resultado e discussão sobre melhorias.
Módulo: 6: Reflexões e avaliação – 6h	
Objetivos:	● Promover a reflexão sobre as experiências e conhecimento adquirido no curso. ● Coletar feedback sobre a experiência e eficácia das atividades.
Conteúdo:	● Apresentação dos resultados.
Atividade:	● Discussão em grupo ● Preenchimento do questionário final. ● Apresentação dos trabalhos desenvolvidos para a comunidade.
Carga Horária Total: 24 horas	

Fonte: Autoria própria (2025)

A produção dos dados foi realizada de maneira processual, acompanhando o desenvolvimento das atividades ao longo dos seis módulos sequenciais. Essa estrutura modular permitiu a aplicação de diferentes instrumentos de pesquisa em momentos estratégicos, garantindo o registro contínuo do processo, percepções e aprendizado dos participantes (Quadro 6).

Quadro 6: Instrumentos utilizados na produção de dados:

	• Questionário (*Google Forms)* • Nuvem de palavras (Mentimeter) • Observações durante a aula expositiva e interação com os alunos.
	• Nuvem de palavras (Mentimeter) • Pergunta (Mentimeter) • *Software* Tinkercad • Observações durante interação dos alunos com o *software*.
	• *Software* Tinkercad • Observações durante interação dos alunos com o *software*.
	• *Software* Tinkercad • *Software* UltiMaker Cura • Prototipagem com impressora 3D
	• *Software* UltiMaker Cura • Prototipagem com impressora 3D
	• Roda de conversa • Questionário (*Google Forms*) • Criação de *folder* dos projetos

Fonte: Autoria própria (2025)

A organização do curso em módulos e com a seleção de tecnologias específicas para cada atividade foram fundamentais para alinhar o desenvolvimento aos objetivos da pesquisa e garantir que a experiência educacional fosse eficaz para os acadêmicos participantes.

Para melhor compreensão do desenvolvimento da produção de dados por meio do curso GeoMaker, serão apresentadas nos itens seguintes as ações e estratégias implementadas, destacando os objetivos específicos e a descrição detalhada de cada módulo.

4.4.1 Módulo 1: Introdução a cultura *maker* e a geometria computacional.

Realizado no dia 28 de março de 2025, no Laboratório de Informática, UNEMAT. Iniciou-se com a apresentação da proposta do curso (Figura 8), da professora e dos colaboradores; com apresentação da programação do curso, objetivos e resultados esperados.

Figura 8: *Folder* do Curso GeoMaker



Fonte: Autoria própria (2025)

Neste primeiro momento os alunos realizaram o preenchimento do questionário de autoavaliação, para identificação de conhecimentos prévios, disponibilizado na plataforma do *Google Forms.*

O questionário, dividido em cinco sessões (Apêndice 1), abordava sobre a identificação, autoavaliação em relação à resolução de problemas, atitudes frente ao processo de aprendizagem, avaliação de conhecimentos prévios e dimensão pessoal.

O curso teve sequência com a aula expositiva, utilizando de *slides* formulados por meio do aplicativo Canva. Iniciamos com a abordagem teórica de conceitos geométricos e foi utilizada o recurso de nuvem de palavras por meio da plataforma Mentimeter, para a coleta de informações. Com as questões (Figura 9) buscou-se identificar o nível de conhecimento para início da contextualização do conteúdo.

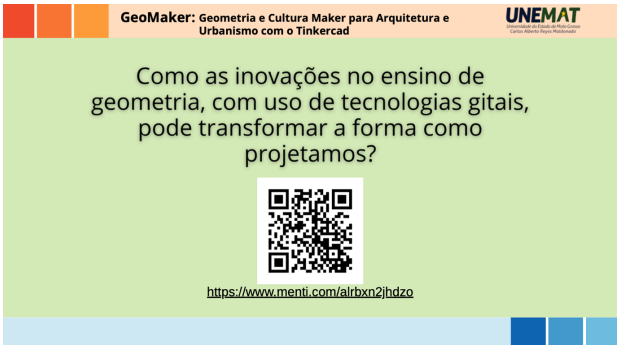
Figura 9: Questionamentos realizados com os alunos, para criação de nuvens de palavras.



Fonte: Arquivo pessoal (2025)

Finalizando o conteúdo expositivo, outro questionamento foi realizado (Figura 10), buscando investigar a visão primária dos acadêmicos quanto ao uso de tecnologias digitais como inovação no modo de projetar.

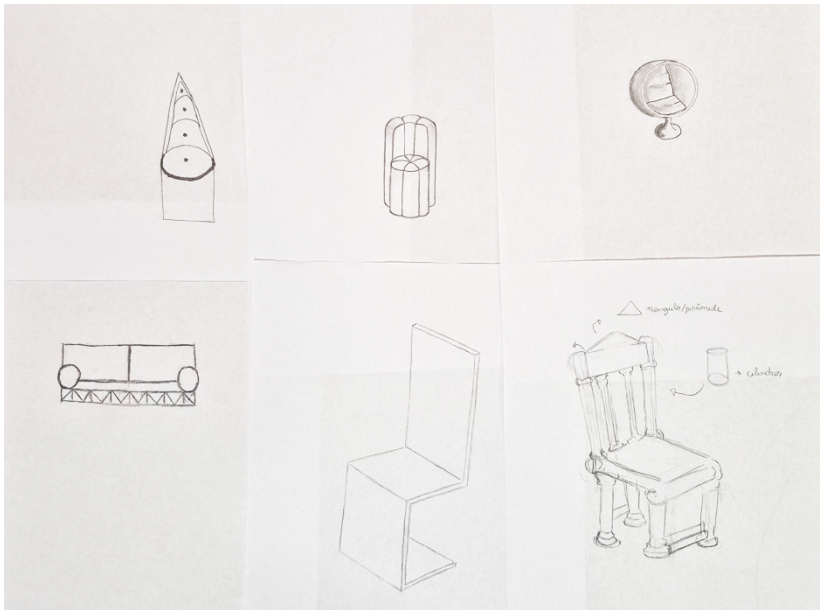
Figura 10: Questionamento ao final do primeiro módulo.



Fonte: Arquivo pessoal (2025)

E encerramos o primeiro módulo do curso com um exercício de criação (Figura 11), os alunos foram provocados a criar o desenho de um mobiliário tipo cadeira a partir de um sólido geométrico simples.

Figura 11: Desenhos desenvolvidos pelos alunos.



Fonte: Arquivo Pessoal (2025)

Os desenhos foram realizados em folha A4 com lápis grafite e o desenho a mão livre possibilitou demonstrar habilidades e criatividade de cada aluno.

4.4.2 Módulo 2: Tecnologias e plataformas digitais.

Realizado no dia 28 de março de 2025, deu-se início com a apresentação da professora Ma. Marcela Madanês Chavier[13], que participou de modo remoto neste

[13] Discente do curso de Doutorado do programa PPGECM.

momento, por meio da plataforma do *google meet*. Sua imagem foi projetada no painel à frente da sala de aula e ela tinha visão de todos os alunos através da câmera que também realizava a gravação do curso.

Com o apoio de material didático apresentado em forma de slides, a professora Marcela conduziu a aula apresentando aos alunos a interface do Tinkercad e suas funcionalidades, iniciando com a orientação para que todos realizassem o cadastro no *software* a partir dos computadores de uso individual disponíveis no Laboratório de Informática.

Foi disponibilizado o código de acesso a sala de aula criada no Tinkercad para as atividades do curso e então iniciamos a primeira atividade no modo “Projeto 3D”. A proposta era desenvolver o modelo de uma caneca com o nome dos alunos (Figura 12), e a modelagem foi conduzida com a indicação das ações a serem realizadas, como dimensões do modelo, uso e personalização das formas, posicionamento no plano de trabalho, agrupamento e outros comandos. Essa atividade individual foi finalizada por todos os alunos até a metade do período.

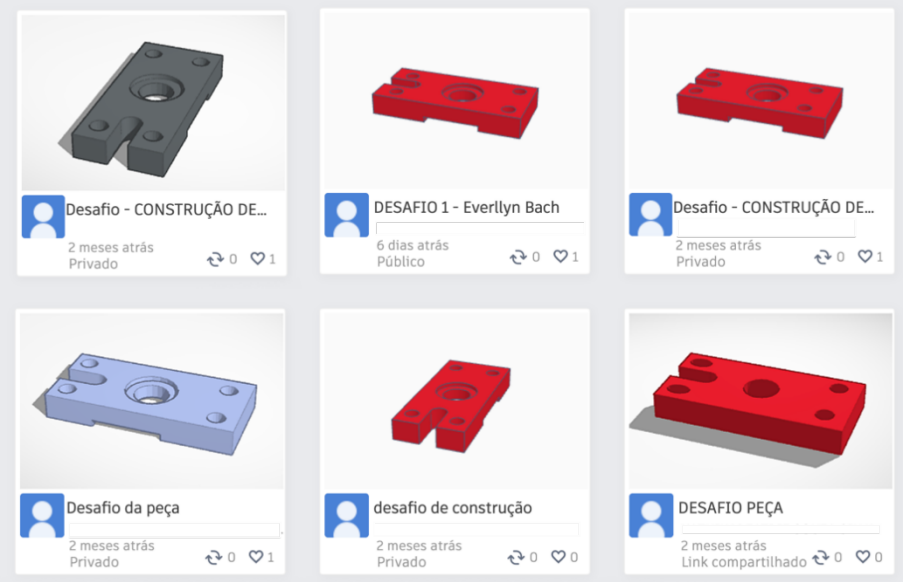
Figura 12: Alunos desenvolvendo a primeira atividade no *software* Tinkercad.



Fonte: Arquivo pessoal (2025)

Sequencialmente foi realizado um desafio (Figura 13), com a apresentação da imagem de uma peça com as medidas necessárias para a reprodução no *software*.

Figura 13: Desafio realizado pelos alunos.



Fonte: Tinkercad (2025)

A módulo foi finalizado com o uso do *mentimeter*[14], na modalidade de pergunta com resposta aberta para o identificar a percepção dos alunos em relação às atividades desenvolvidas neste módulo.

4.4.3 Módulo 3: Modelagem 3D com o Tinkercad.

O terceiro módulo foi realizado em dois encontros em dias distintos. No encontro do dia 8 de abril, os acadêmicos foram estimulados a explorar o *software* e desenvolver formas livres.

Com base em Biembengut e Hein (2009), que apresentam uma sequência para transformar um tema cotidiano em um objeto de estudo matemático, formularam-se as atividades de modelagem a serem desenvolvidas. A Figura 14 apresenta a modelagem matemática como um ciclo didático, com a primeira etapa realizada a partir da exposição do fenômeno real, seguida do levantamento e seleção de questões a serem investigadas, convertendo a questão escolhida em problema matemático a ser solucionado. A resolução deste problema mobiliza conteúdos necessários para a formulação de um modelo, que pode ser gerada a partir de equações, simulação ou representação em 3D. Por fim, o modelo é validado por meio da comparação de dados ou experiências práticas. Em caso de divergências, o processo pode retornar,

[14] Plataforma *online* que disponibiliza metodologia de nuvem de palavras e perguntas para resposta aberta.

realizando o refinamento das hipóteses criando um ciclo que se retroalimenta, gerando exemplos análogos que podem ser utilizados em novas situações.

Figura 14: Sequência para o desenvolvimento do conteúdo programático.



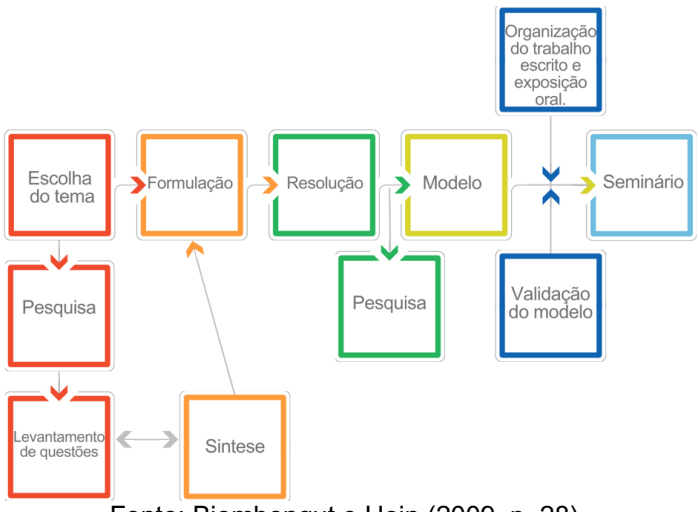
Fonte: Biembengut e Hein (2009, p. 24).

Assim, a temática que foi abordada no curso, desenvolveu-se no contexto de mobiliário, devido aos alunos estarem na fase inicial do curso e não ter conhecimento específico para propostas amplas no âmbito de arquitetura e urbanismo. Essa temática já foi inserida na atividade realizada no primeiro módulo e mostrou que os alunos deveriam buscar por mais informações para realizar o desenvolvimento.

Quando definida a temática mobiliário, identificou-se algumas questões que envolviam: o dimensionamento do objeto, característica de uso e resistência. Essas questões devem ser compreendidas antes da proposta do modelo e posterior a criação, passar por validação. Deste modo, as questões levantadas na temática principal “mobiliário”, direcionou a formulação das atividades de modelagem a serem realizadas no curso.

As atividades foram organizadas seguindo a dinâmica de modelagem matemática no ensino proposta por Biembengut e Hein, (2009) conforme apresentado na Figura 15.

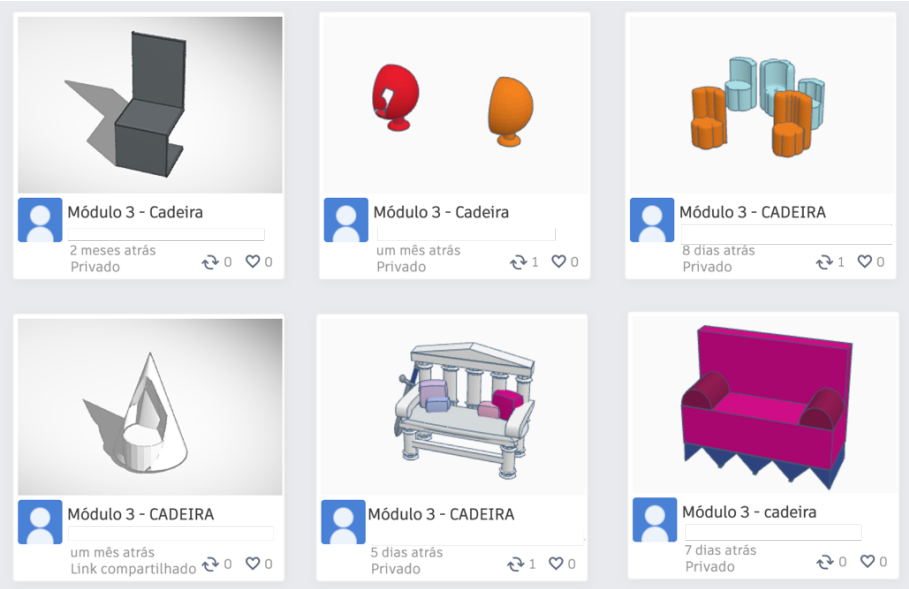
Figura 15: Dinâmica da modelagem matemática no ensino.



Fonte: Biembengut e Hein (2009, p. 28).

Na sequência, foi proposta a modelagem de uma cadeira. Os acadêmicos iniciaram com a pesquisa das dimensões desse objeto, com a seleção do material e resistência. O design do modelo deveria estar relacionado com o desenho realizado na atividade do primeiro módulo, dando início a fase de resolução para adequação do modelo desenhado, com as informações obtidas na pesquisa. Com estes parâmetros definidos, iniciaram a modelagem no *software* Tinkercad, buscando pela geometria mais adequada para a reprodução do modelo (Figura 16).

Figura 16: Modelagem da cadeira.



Fonte: Tinkercad (2025)

As etapas seguintes da dinâmica de modelagem foram abordadas em outros módulos do curso, completando todo o ciclo da metodologia.

No dia 9 de abril, continuando a programação do módulo 3, os alunos puderam mostrar a finalização da atividade iniciada no encontro anterior, esclarecendo dúvidas e buscando ajuda para a finalização.

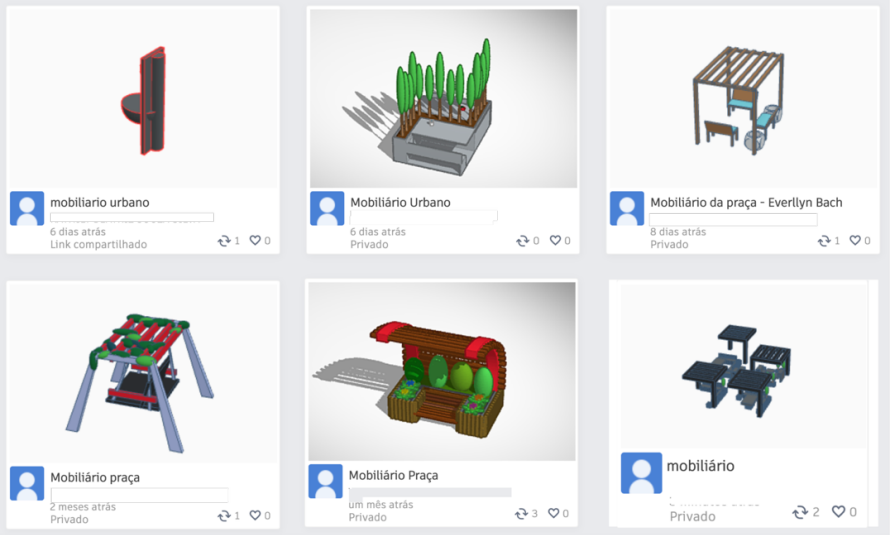
Na sequência, foi iniciada uma nova atividade, e neste momento a temática principal foi abordada no contexto urbano, com a pesquisadora contextualizando o mobiliário urbano, sua função e atribuição como equipamento urbano acessível, seguro e esteticamente interessante. Foi apresentado um exemplo de proposta, desenvolvida para o Concurso Público Nacional de Ideias para Elementos de Mobiliário Urbano de São Paulo[15], que contribuiu para a pesquisa inicial.

[15] Eduardo Souza. "Primeiro lugar no Concurso Público Nacional de Ideias para Elementos de Mobiliário Urbano de São Paulo " 02 Dez 2016. ArchDaily Brasil. Acessado 29/03/2025.

Novamente foi utilizada a sequência para o desenvolvimento do conteúdo baseado em Biembengut e Hein (2009). O Tema Mobiliário Urbano foi trabalhado no âmbito da cidade de Barra do Bugres - MT, possibilitando aos alunos realizar o levantamento das questões relacionadas às necessidades locais vivenciadas por eles, que deveriam ser convertidas em um problema a ser solucionado por meio da proposta realizada por modelagem matemática.

Assim, os alunos iniciaram o desenvolvimento da proposta de um mobiliário urbano para a Praça Felipe Ferreira Mendes de Barra do Bugres - MT (Figura 17).

Figura 17: Modelagem do mobiliário urbano.



Fonte: Tinkercad (2025)

Os problemas identificados deram origem a abordagens variadas dentro da temática principal, permitindo que cada participante desenvolvesse um modelo de acordo com sua pesquisa.

4.4.4 Módulo 4: Preparação para o uso da impressora 3D.

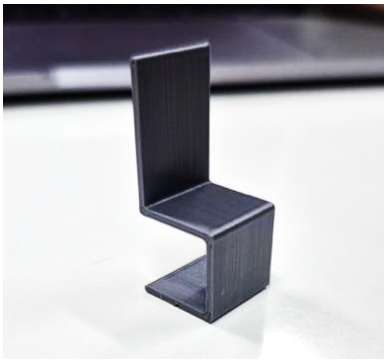
No dia 11 de abril foi iniciado o quarto módulo, com objetivo de demonstrar o processo de impressão 3D aos alunos, proporcionando o conhecimento de materiais utilizados, as etapas do processo de impressão e a identificação e resolução de problemas.

Neste dia os alunos acompanharam todos os procedimentos para realização da impressão, desde a montagem e instalação da impressora 3D até a impressão

<https://www.archdaily.com.br/br/800719/primeiro-lugar-no-concurso-publico-nacional-de-ideias-para-elementos-de-mobiliario-urbano-de-sao-paulo-estudio-modulo> ISSN 0719-8906

teste de um primeiro modelo, que foi escolhido dentre as modelagens desenvolvidas pelos participantes (Figura 18).

Figura 18: Impressão teste, cadeira modelada por um aluno do curso.



Fonte: Arquivo pessoal (2025)

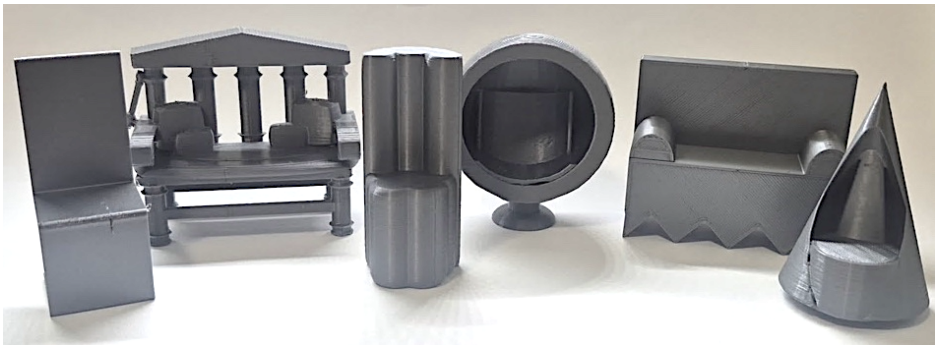
O modelo foi redimensionado, trabalhando em uma escala reduzida, para ser possível sua finalização dentro do tempo programado para a aula. Assim os alunos puderam acompanhar o preparo do modelo, com o uso do *software* UltiMaker *Cura*, selecionando as dimensões, posicionando a peça para não ser necessário o uso de apoio durante a impressão e configuração de “saia” para melhor aderência a mesa de impressão.

Ao final da impressão foi possível realizar uma conversa com os alunos, para identificar as percepções sobre o processo de impressão e possíveis adequações. A modelagem das cadeiras desenvolvidas foi preparada para a impressão, mas devido ao tempo não foi possível que todos acompanhassem a finalização do processo.

4.4.5 Módulo 5: Impressão e análise de resultados.

No módulo 5, realizado dia 12 de abril, cada aluno já possuía o modelo da sua cadeira impressa (Figura 19) quando puderam observar erros e acertos, analisando a modelagem para propor melhorias. Os alunos puderam observar e dialogar sobre a importância da precisão matemática e geométrica na criação dos modelos e deste modo construíram repertório para a modelagem e preparação de novos modelos a serem realizados.

Figura 19: Modelagem de cadeiras desenvolvida pelos alunos do curso GeoMaker.



Fonte: Arquivo pessoal (2025)

Evidenciamos a eficácia da atividade conforme descrição da etapa de validação, da sequência para o desenvolvimento do conteúdo programático de Biembengut e Hein (2009).

> Ao iniciarem o trabalho, questões são levantadas. Na certa, algumas serão mais simples; outras, mais complexas no que diz respeito à elaboração de modelos. Assim, no final do trabalho é fundamental que cada grupo: Avalie a solução, ou, se for o caso, submeta o resultado à experimentação controlada, verificando, assim, a adequação do modelo. Uma vez elaborado um modelo, por mais simples que seja, retorna-se à fonte de pesquisa (seja bibliográfica ou direta — in loco, com especialistas) para verificar o grau de validade. (Biembengut e Hein, 2009 p. 28)

Nas atividades, os alunos optaram por usar os computadores pessoais, gerando mais afinidade com as etapas do processo de preparação dos modelos para a impressão. Realizaram a instalação do *software* de fatiamento UltiMaker Cura e através da projeção na TV disponível da sala de aula, puderam acompanhar a apresentação do *software*, instruções de uso e possibilidades de personalização.

Cada aluno fez a exportação do arquivo na configuração STL (doc .stl), referente a modelagem do mobiliário urbano desenvolvido no Tinkercad e importação no *software* UltiMaker C*ura*. Realizaram avaliações na manipulação do modelo fazendo alterações nas dimensões, preenchimento, orientação da peça e suportes, para verificar possibilidades e tempo de impressão.

Moutinho e Ferreira (2022, p.80), destacam que o Cura “permite ver as camadas e fazer uma previsão da quantidade de material que será consumido”. Esse processo reforça o objetivo do curso GeoMaker, ao dar visibilidade aos impactos das decisões geométricas sobre tempo, material e sustentabilidade da impressão.

Ao finalizarem, os arquivos foram salvos no formato .gcode, que permite leitura no equipamento de impressão 3D.

4.4.6 Módulo 6: Reflexão, avaliação e apresentação.

O módulo 6 foi contemplado em dois encontros. No dia 16 de abril, foi realizado o encontro com o objetivo de promover a reflexão sobre as experiências e conhecimento adquirido no curso, por meio de mesa redonda os alunos puderam explanar suas percepções sobre a metodologia adotada, o conteúdo, as atividades desenvolvidas e o aprendizado adquirido.

Neste momento cada aluno, com o modelo impresso da cadeira desenvolvida, pode fazer a apresentação, explicando o processo de criação, modelagem, dificuldades encontradas e adaptações da proposta iniciada com o desenho manual.

Este encontro também propiciou uma análise sobre as habilidades desenvolvidas e pontos positivos e negativos do uso de tecnologias no ensino de arquitetura. Ao final, foi solicitado aos alunos que realizassem o preenchimento do questionário final de avaliação dos conteúdos e atividades desenvolvidas no curso. O questionário em formato *online* (Apêndice 2) foi disponibilizado na plataforma *Google Forms* e possibilitou a produção de dados para complementar as observações e demais informações obtidas durante as práticas.

No dia 14 de maio um novo encontro foi proposto, para organização do material produzido e preparação da apresentação final dos resultados do curso. Neste momento foi definido que os alunos desenvolvessem um *folder* explicativo das modelagens desenvolvidas (Figura 20), para acompanhar o modelo impresso na exposição do material.

Figura 20: Modelo para elaboração do *folder*.



Fonte: Natally A. Mingarelli (2025)

Assim finalizamos o curso que proporcionou a produção dos dados, construindo amplo e variado material a ser interpretado na busca por responder os questionamentos da pesquisa.

4.5 MÉTODO DE ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados produzidos é fundamentada na abordagem qualitativa, seguindo os procedimentos de Análise de Conteúdo conforme Bardin (2016) e Rodrigues (2019). Essa metodologia permite a dedução de conhecimentos a partir das condições de produção e recepção dos dados analisados.

A pesquisa qualitativa é interpretativa, com o pesquisador assumindo o papel de investigador ativo. Creswell (2010) enfatiza a importância de o investigador identificar seus vieses, valores e interesses pessoais no processo da pesquisa, garantindo uma abordagem ética e transparente.

Nesta pesquisa utilizamos a tipologia de análise de conteúdo com abordagem categorial, devido às características ter melhor relação com a pesquisa qualitativa. Para Bardin (2016), ao se trabalhar com análise de conteúdo, o pesquisador deve ter a atenção com a descrição e execução de cada uma das fases de análise, o que irá determinar confiabilidade e validade a pesquisa; portanto, consideramos as três etapas sequenciais da análise de conteúdo proposta pelo autor (Figura 21).

Figura 21: Etapas da Análise Categorial.



Fonte: Bardin (2016)

A etapa de Pré-análise é caracterizada pelo objetivo de organizar o material da pesquisa e criar condições de leitura analítica. Deste modo se estrutura em cinco passos (Figura 22), iniciando o primeiro passo com uma leitura flutuante de todo o material, na busca de familiarizar-se com o conteúdo e captar ideias centrais. Na sequência o segundo passo atua na escolha dos documentos que lançaram informações de acordo com os objetivos da pesquisa.

Figura 22: Cinco passos da Pré-análise.



Fonte: Bardin (2016).

No terceiro passo se torna possível formular hipóteses e objetivos, alinhados ao problema da pesquisa. Informações que direcionam para o quarto passo, ao iniciar a elaboração de indicadores, como um plano de codificação com categorias pré-definidas. E por fim, o quinto passo, com a preparação de todo o material para a análise, com o corpus da pesquisa delimitado e organizado.

A segunda etapa consiste na exploração do material, que tem como objetivo codificar e classificar os dados, através de unidades de registro, unidades de contexto, codificação dedutiva e enumeração. A terceira etapa, realiza o agrupamento dos registros por categoria, permitindo a triangulação entre as diferentes fontes, identificando convergências e divergências, na busca pela compreensão do objeto investigado.

Diante das abordagens teóricas apresentadas, verificamos que se apoiar na abordagem qualitativa mostra-se propício devido à situação da natureza da presente pesquisa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta e interpreta os dados produzidos com a aplicação do curso GeoMaker: Geometria e Cultura *Maker* para Arquitetura e Urbanismo com o Tinkercad, realizado com os acadêmicos da primeira fase do curso de Arquitetura e Urbanismo da UNEMAT. Os dados analisados foram produzidos ao longo do percurso formativo, estruturado em módulos integrados, que abordaram a revisão de conceitos de geometria e sua aplicação no contexto do desenvolvimento de volumes arquitetônicos; a modelagem 3D com o *software* Tinkercad; os processos de preparação para impressão 3D; e por fim a prototipagem dos modelos com a culminância reflexiva através da produção de *folders* e apresentações pelos acadêmicos.

As seções deste capítulo, seguirão apresentando os dados obtidos, acompanhados de reflexões interpretativas que articulam os resultados ao referencial teórico e aos objetivos da pesquisa, destacando os principais achados e suas implicações no ensino de geometria no contexto da cultura *maker* com acadêmicos do curso de Arquitetura e Urbanismo.

5.1 PRÉ - ANÁLISE

Este primeiro movimento da análise constitui a organização do material produzido, conforme apresentado no Quadro 7, que possibilitou a leitura flutuante para a familiarização com o conteúdo e a identificação de ideias em destaque.

Quadro 7: Inventário do material.

Tipo de material	Formato	Quantidade de arquivos
Questionário diagnóstico (inicial)	*Google Forms* (CSV)	6
Questionário final	*Google Forms* (CSV)	5
Roda de conversa - gravação	MP4 – áudio e vídeo	1
Gravação de aulas	MP4 – áudio e vídeo	7
Arquivos de imagem – *mentimeter*	JPEG	7
Arquivos exportados do Tinkercad	STL	24
Arquivos gerados no *Ultimaker* Cura	G-code	5
Folder produzido pelos alunos (exportado do Canva)	PDF	10
Diário de campo da pesquisadora	DOCS	1

Fonte: Autoria própria (2025)

A organização dos dados permitiu o desenvolvimento das etapas metodológicas a seguir.

A primeira etapa foi iniciada com a leitura flutuante, partindo da leitura das respostas dos alunos nos questionários aplicados - autoconhecimento e final; leitura das anotações do diário de campo e transcrição das gravações; e observação dos modelos produzidos (modelagens e *folder*), na busca por identificar alinhamento com os questionamentos da pesquisa.

Na segunda etapa, foram selecionados quais os documentos que se alinhavam com a pesquisa, eliminando gravações audiovisuais que registraram apenas momento de explanação da pesquisadora e pouca interação com os alunos, assim como partes do questionário inicial, que serviu para a pesquisadora conhecer os acadêmicos participantes e direcionar o conteúdo, mas não fornecem dados alinhados aos objetivos específicos da pesquisa.

A terceira etapa consistiu em verificar quais os alunos apresentaram melhor desempenho na criação de volumes arquitetônicos ao usar tecnologias digitais e quais as tecnologias digitais aumentam a motivação dos alunos em relação a métodos tradicionais. Esses questionamentos surgiram como hipóteses a serem investigadas.

Na quarta etapa foi realizada a elaboração de indicadores como um plano de codificação com categorias pré-definidas (Quadro 8), sendo possível observar o alinhamento inicial com a criação de três eixos analíticos preliminares.

Quadro 8: Categorias pré-definidas.

C1	CATEGORIA 1: **Ensino de Geometria por meio de tecnologia no curso de Arquitetura e Urbanismo**
C2	CATEGORIA 2: **Uso do *software* Tinkercad como recurso de modelagem matemática**
C3	CATEGORIA 3: **Cultura *Maker* e impressão 3D como estratégia pedagógica**

Fonte: Autoria própria (2025)

Na quinta e última etapa, os materiais passaram por refinamento, com a produção de captura de telas dos arquivos digitais, organização dos questionários em

formato de planilhas e gráficos, e transcrição dos documentos audiovisuais com ajuda de *softwares online* e revisão manual para correção.

Com a conclusão das etapas apresentadas, o corpus da pesquisa foi delimitado e organizado, possibilitando a continuidade ao processo com a exploração do material através da descrição do processo de codificação para análise.

5.2 EXPLORAÇÃO DO MATERIAL

As atividades iniciais conduzidas com o uso de nuvens de palavras e conversa dirigida, alinhadas aos objetivos da pesquisa, encaminhou o início da exploração do material. Para a construção das Unidades de Registro, utilizamos os dados obtidos por meio dos instrumentos utilizados.

A codificação dos dados foi mista: dedutiva, a partir das categorias pré-definidas; e indutiva com unidades de registro emergentes. O processo foi iniciado partindo de trechos das respostas dos participantes, falas e anotações, classificados como Unidades de Contexto. A partir destas, foram criadas Unidades de Registro, que correspondem a uma definição com sentido relevante para a investigação. Para a realização deste movimento, utilizamos uma planilha eletrônica para organização dos dados catalogados.

Esse processo foi aplicado a todo o corpus da pesquisa, incluindo ainda as transcrições dos registros audiovisuais e os textos dos *folders* produzidos pelos participantes. Observou-se a recorrência das Unidades de Registro em diferentes instrumentos de coleta, confirmando sua pertinência para a pesquisa como um todo.

O próximo passo foi identificar a relação de concordância entre as Unidades de Registro e as três categorias de análise pré-definidas. Esse processo requer do pesquisador um conhecimento profundo dos dados, para melhor articulação das Unidades de Registro, processo apresentado no Quadro 9, consolidando os eixos interpretativos que estruturam a discussão a seguir.

Quadro 9: Organização das Unidades de Registro.

Categorias de Análise		Unidades de Registro
C1	Ensino de Geometria por meio de tecnologia no curso de Arquitetura e Urbanismo	Compreensão da geometria espacial
		Ensino e aprendizagem
		Novas habilidades
C2	Uso do *software* Tinkercad como recurso de modelagem matemática	Criatividade
		Materialização de ideias
		Raciocínio geométrico
C3	Cultura *Maker* e impressão 3D como estratégia pedagógica	Ajuste de projeto
		Erros e acertos
		Validação

Fonte: Autoria própria (2025)

Esse processo de codificação dos dados brutos conduziu a consolidação das Categorias de Análise, sendo estas: C1) Ensino de Geometria por meio de tecnologia no curso de Arquitetura e Urbanismo; C2) Uso do *software* Tinkercad como recurso de modelagem matemática; e C3) Cultura *Maker* e impressão 3D como estratégia pedagógica. Essas categorias representam a síntese dos resultados da pesquisa identificados no movimento da Análise de Conteúdo (Bardin, 2016) e a partir desses foi realizada a análise interpretativa.

5.3 TRATAMENTO DOS RESULTADOS E INTERPRETAÇÕES DAS CATEGORIAS

As categorias apresentadas são exploradas por meio do movimento dialógico, utilizando-se de excertos das respostas ao questionário, das falas registradas durante os módulos do curso e interpretação da pesquisadora dos materiais produzidos; balizados pelos aportes teóricos.

5.3.1 Categoria 1 (C1): Ensino de geometria por meio de tecnologias no curso de Arquitetura e Urbanismo

Iniciamos a análise da primeira categoria que revela o modo como os acadêmicos da primeira fase do curso de Arquitetura e Urbanismo se relacionam com a geometria e como essa relação se transforma ao longo do percurso formativo que integra fundamentos teóricos à prática projetual, por meio de tecnologias digitais e a abordagem da cultura *maker*.

No início do curso GeoMaker, o uso do questionário diagnóstico revelou informações que tomam a atenção: os alunos responderam ter fragilidades na compreensão e aplicação de conceitos.

Observamos que 33% dos participantes reconheceram ter dificuldade em compreender o texto de problemas propostos e 67% afirmaram que às vezes tem dificuldade, um dado que identifica a fragilidade para articular dados relevantes e resolver situações envolvendo raciocínio espacial. Essa constatação não se refere apenas a um déficit conceitual, mas denuncia uma possível fragilidade da formação.

No Módulo 1, o uso de nuvens de palavras para a construção de diagramas (Figura 23) evidenciou um repertório limitado em geometria, com destaque nos termos ângulos, formas, estrutura e medidas.

Figura 23: Nuvem de palavras. A) O que vocês entendem por geometria? B) Onde você vê a relação da geometria com a arquitetura?



Fonte: Mentimeter (2025)

Nota-se que as palavras citadas refletem a compreensão básica, uma visão primária de sua aplicação na prática em arquitetura. Essa observação fortalece os objetivos da pesquisa, como meio de adequar o ensino de geometria às exigências da DCN: “o domínio da geometria e de outros meios de expressão” (Brasil, 2025, p. 3).

No segundo Módulo do curso foi possível observar uma importante evolução no entendimento da geometria:

> A6: “Durante a construção da caneca usamos formas geométricas, principalmente cilindros, e também utilizamos as medidas e os ângulos para ajeitar as peças.”

Nesta afirmação identificamos uma importante transição no modo de ver a geometria, da simples percepção de formas para parâmetros de manipulação geométrica.

Essa transição se intensifica no decorrer das atividades ao desafiar os acadêmicos com exercícios práticos de construção de objetos tridimensionais no *software* Tinkercad, reforçando os conceitos de volume, interseção, subtração de formas e simetria, para o desenvolvimento de um pensamento espacial mais ordenado.

No decorrer do curso GeoMaker, a linguagem geométrica foi retomada não como repetição de conceitos, mas como estrutura de pensamento e expressão criativa. As atividades foram precedidas de discussões com a abordagem das características e necessidades do tema proposto. Os alunos foram provocados a relacionar a geometria a problemas reais de design e arquitetura, na busca por soluções inovadoras, relacionando com o que Biembengut e Hein (2009) chamam de modelagem com sentido, ou seja, um processo no qual o conhecimento matemático emerge da necessidade de resolver problemas reais e relacionados na experiência.

> A4: A ideia era ser algo minimalista, aí o que eu fiz?
> Numa proporção real, aqui ia ser um quadrado de 40 por 40, né? E aqui tudo ficou encaixado os mesmos quadrados, eu fui duplicando aqui ficou 40x40, aqui 40x40 (...) pra ser geometricamente calculado, pra ficar minimalista e ficar tudo calculadinho.

Os resultados das atividades revelam a melhora na compreensão dos conteúdos, assim como a reinterpretação da geometria enquanto linguagem criativa; as palavras deixaram de ser abstrações e passaram a compor o repertório ativo dos participantes, observado nas descrições apresentadas no *folder* das propostas modeladas que permeiam interpretações subjetivas e culturais; como o exemplo da cadeira inspirada em templos clássicos (Figura 24).

Figura 24: Folder da atividade de criação da cadeira – A2.

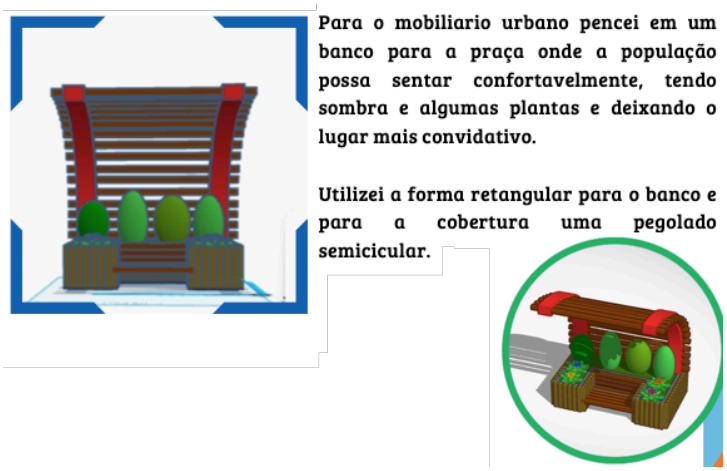


Fonte: GeoMaker (2025)

Como já apontado por Neuenfeldt *et al.* (2021), atividades que exploram os saberes dos participantes de forma articulada, podem reinventar a aprendizagem. E observamos neste momento, que os acadêmicos passaram a citar formas, conceitos e relações com mais segurança e propriedade.

Dentre os projetos desenvolvidos é possível observar novamente relações geométricas aprimoradas, como a combinação de sólidos, ajustes de proporção, subtração de volumes e uso de simetria bilateral, organizadas de acordo com objetivos particulares, identificado na proposta do banco urbano desenvolvido para ampliar a convivência e contato com a natureza (Figura 25).

Figura 25: Folder da atividade de criação do mobiliário urbano – A6.



Fonte: GeoMaker (2025)

Estes registros visuais apontam para a presença de raciocínio espacial articulado com a função e estética, reforçando o pensamento de Kopke (2001) que defende a geometria como essência do desenho arquitetônico, demonstrando a ressignificação da geometria como linguagem projetual; também identificado pelos participantes:

> A3: O uso de tecnologias digitais no ensino da geometria facilita visualização 3D, aprimorando o design e permitindo projetos mais precisos e inovadores.

Podemos afirmar que o uso de tarefas de curta duração com objetivos bem definidos, aproximou a linguagem geométrica das decisões de projeto. Esses resultados reforçam o argumento de que o ensino de geometria, quando contextualizado e mediado por tecnologias digitais, pode se tornar uma experiência inovadora, criativa e alinhada às demandas do campo arquitetônico. O percurso metodológico adotado favorece não apenas o ensino de conteúdos geométricos, mas

também o desenvolvimento de competências projetuais, pensamento crítico e resolução de problemas.

5.3.2 Categoria 2 (C2): Uso do *software* Tinkercad como recurso de modelagem matemática

Nesta categoria, analisamos o Tinkercad como mediador no processo de criação e visualização tridimensional. A análise considera os registros de aula, produtos digitais produzidos, relatos dos alunos e impressões da professora pesquisadora, mantendo a Análise de Conteúdo (Bardin, 2016; Rodrigues. 2019) como referência interpretativa.

O primeiro contato dos alunos com o Tinkercad ocorreu no Módulo 2, por meio da modelagem de um objeto de uso cotidiano: uma caneca. A atividade foi conduzida pela professora Ma. Marcela Madanês Chavier para estruturação da forma primária e em um segundo momento cada aluno foi provocado a explorar o *software* de forma investigativa, buscando meios para personalização de seus modelos.

Assim como Kolarevic (2003) afirma que as tecnologias digitais auxiliam o profissional a pensar projetando, foi observado que os alunos passaram a se expressar de modo mais criativo a partir do uso do Tinkercad. como observado pela professora Ma. Marcela.

> Prof. Me. Marcela: Estou vendo a caneca deles aqui. Eles inovaram também. Muito criativos. [...] já pegaram o *software* muito rápido.

Notou-se que apesar de ser o primeiro contato dos alunos com o *software*, estes revelaram boa adaptação e curiosidade técnica, desenvolvendo mais de um modelo e explorando recursos ainda não apresentados.

> Prof. Marcela: O “A2” é experiente, tá usando até a régua já pra fazer as medições.
> A6: Onde tem a régua?
> A2: Ali no canto, em cima.

Princípios de modelagem com uso de comandos como alinhamento, rotação, escala, agrupamento e subtração de sólidos, foram explorados permitindo que a criatividade tomasse forma para a criação de modelos personalizados de canecas (Figura 26).

Figura 26: Canecas modeladas durante a aula.



Fonte: Tinkercad (2025)

Vemos a modelagem digital articulando a cultura *maker*, o processo criativo e a colaboração entre pares, acelerando a resolução de problemas. Validando Borba, Silva e Gadanidis (2023) ao afirmarem que as tecnologias digitais reconfiguram o modo como se aprende matemática, ao permitir que o aluno pense com o artefato. No caso do Tinkercad, a manipulação das formas possibilitou o desenvolvimento da autonomia projetual com base em critérios geométricos e espaciais. Essa constatação é confirmada com o relato do Acadêmico 4:

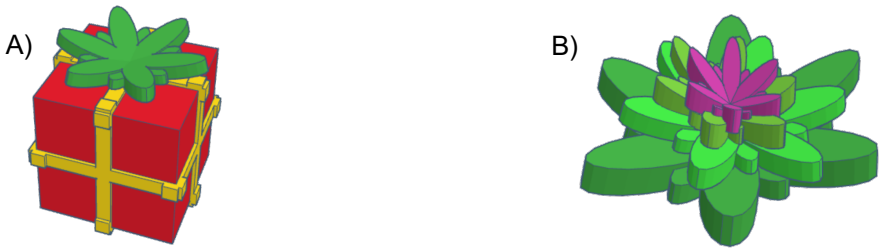
> A4: o uso do *software* foi fundamental pois possibilitou verificar se minha ideia poderia ser feita em 3D, e a visualizar todos os detalhes que poderiam ser arrumados.

Foi observada a evolução dos acadêmicos a cada nova atividade. No Módulo 3, ao desenvolverem a modelagem do mobiliário urbano, observou-se a ampliação do conjunto de ações realizadas, os participantes passaram a combinar comandos e produzir composições mais complexas, partindo até mesmo de modelos disponíveis na biblioteca do *software*.

> A4: Onde encontrou essa flor?
> A6: Eu que fiz.
> A4: Como?
> A6: Usei a caixa de presente, recortei só o laço e fui colocando vários de tamanhos diferentes.
> Monitor 1: Indicou o ângulo de rotação e proporção entre eles?
> A6: Não, só fui clicando e arrastando aqui no canto.

O diálogo mostra a identificação de estratégias projetuais entre objetos, desenvolvendo a habilidade de solucionar problemas por meio da exploração das funcionalidades do *software*; típica de um raciocínio geométrico que já opera por analogias e decomposições. Podemos relacionar esta ação com o conceito de construtivismo de Seymour Papert, pois vemos que a tecnologia foi utilizada como meio para construção do conhecimento ao criar o objeto (Figura 27).

Figura 27: Modelagem a partir de um objeto. A) Caixa de presente disponível na biblioteca do Tinkercad. B) Modelagem de flor desenvolvida pelo “A6”.



Fonte: GeoMaker (2025)

Os relatos colhidos na avaliação final apontam que todos os participantes consideraram o *software* essencial para a criação dos volumes. Destacando elementos como “facilidade de uso”, “boa visualização dos objetos” e “precisão nas medidas”.

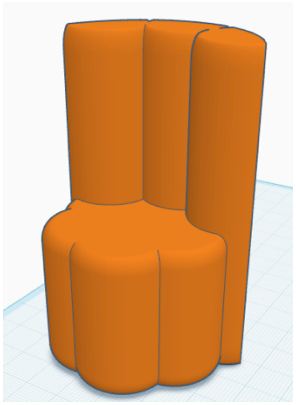
> A1: (no *software*) tem como diminuir, aumentar, agrupar e recortar, isso tudo ajudou muito
> A4: A utilização de um *software* simples de entender como esse, possibilitou a criação das formas do mobiliário de maneira muito fácil.
> A5: eu já tinha visualizado no desenho feito no papel, mas o *software* definitivamente facilitou o processo de verificar as proporções.

Essas percepções reforçam o papel do Tinkercad não apenas como um recurso técnico, mas como uma interface cognitiva que permite aos estudantes compreenderem e manipularem propriedades geométricas em tempo real.

> A3: “Quando fui passar meu desenho para o Tinkercad, percebi não ser possível criar a poltrona com um único cilindro, ele não formava a aparência de fofo e confortável. Por isso, fiz vários cilindros de duas alturas e diâmetros diferentes, [...] e juntei-os no formato da poltrona que queria.

Vemos o amadurecimento da aprendizagem crítica dos acadêmicos, ao utilizar a modelagem matemática como agente ativo na construção do conhecimento ao interagir com o ambiente digital (Silva e Burak, 2020). A processo proporcionou ao Acadêmico 3 explorar os recursos para chegar ao resultado do planejamento inicial, a poltrona com aparência de fofo (Figura 28).

Figura 28: Modelagem geométrica com intenção estética de representação de textura - “fofo”.



Fonte: GeoMaker (2025)

Ao mesmo tempo, foram mencionados desafios envolvendo a organização e precisão das operações geométricas, próprios do letramento digital geométrico inicial:

> A2: Tive dificuldade na hora de cortar e agrupar, mas eu pedi ajuda e depois fui conseguindo.
> A4: O maior problema [...] foi tentar fazer o trabalho na escala mantendo a proporção [...], tive ajuda da professora e dos monitores.

Confirmamos a importância do acompanhamento docente durante o ensino por meio de recursos tecnológicos, em que a autonomia deve ser acompanhada por estratégias formativas claras, como ressaltam Chavier e Fagundes (2022):

> É importante frisar que não é somente um recurso tecnológico ou espaço físico que vai fazer com que o estudante aprendam determinados conceitos matemáticos, afinal a atividade deve ser organizada pelo professor, de maneira que se possa investigar, descobrir, conectar, criar e refletir com autonomia e colaboração na busca por resolver um problema real ou criar um produto. (Chavier; Fagundes, 2022; p. 117)

A superação dos desafios por meio da prática e da interação evidencia a cultura *maker* como uma metodologia de formação colaborativa, auxiliando a desenvolver o pensamento crítico e um raciocínio que permita criar novas hipóteses.

Em síntese, no contexto do curso GeoMaker, o Tinkercad atuou como interface cognitiva e didática capaz de tornar visíveis princípios da geometria espacial, sustentando decisões de projeto por meio de operações de modelagem.

> A4: Desenhei uma representação dela (cadeira) no papel, ao modelar, me aproveitei da ferramenta para criar variações.
> A1: (o *software*) ... Capacidade de visualizar rapidamente conceitos e modelos, permitindo testes, ajustes e melhorias antes do resultado final.

Essa dinâmica dialoga com a literatura que entende a tecnologia como mediadora ativa da aprendizagem reconhecendo a modelagem matemática como via de contextualização de conceitos a partir de problemas relevantes (Biembengut e

Hein, 2009) e indica que ambientes digitais reconfiguram modos de aprender matemática ao integrar ação, visualização e cálculo (Borba, Silva e Gadanidis, 2023).

O equilíbrio entre orientação docente e exploração autônoma permitiu aos participantes do curso articularem criatividade e rigor geométrico, desenvolvendo competências de leitura espacial, comunicação de ideias e tomada de decisão; competências estruturantes da formação em Arquitetura e Urbanismo.

Contudo, os dados revelam desafios pedagógicos relevantes:

> A2: “Quando eu precisei de formas orgânicas o *software* não tinha a opção de modificar tão livremente, mas eu consegui, mesmo que de um jeito simples, com a ferramenta de linhas.”

Essa crítica revela limitações técnicas do Tinkercad em um processo de criação livre, evidenciando a necessidade de progressão tecnológica, como já apontado por Celani (2003) e Pupo (2018); na busca por atender as demandas expressivas da Arquitetura e Urbanismo, encaminhando os acadêmicos para a ampliação do repertório digital após essa experiência inicial.

5.3.3 Categoria 3 (C3): Cultura *maker* e impressão 3D como estratégia pedagógica

A terceira categoria aborda a cultura *maker* no desenvolvimento de uma aprendizagem independente, ativa e colaborativa, com a transição entre o croqui[16], o modelo digital e à materialização por meio da impressão 3D que atuam para a validação do projeto

O entendimento inicial dos participantes do curso sobre o termo foi mapeado por nuvem de palavras (Figura 29), destacando os termos criatividade, inovação e colaboração, além da associação direta com a impressora 3D e a tecnologia. Percebemos, de modo inicial, que os participantes já reconheciam a tecnologia como componente do fazer criativo.

[16] Desenho a mão, esboço.

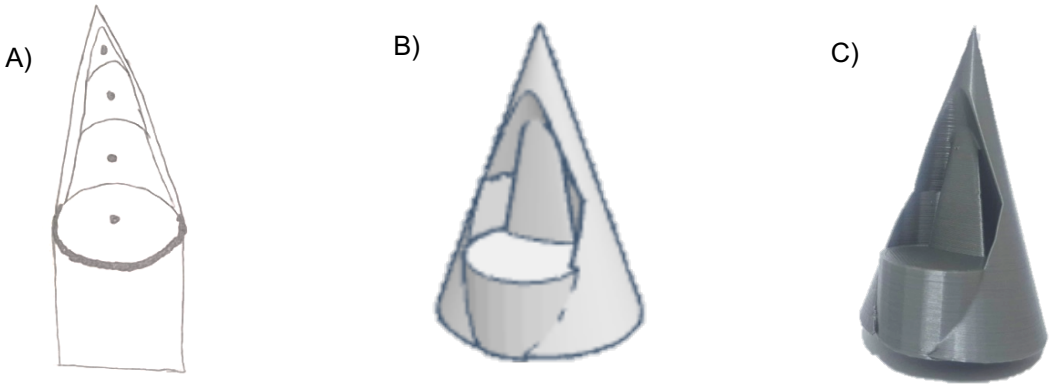
Figura 29: Nuvem de palavras: O que você entende por cultura *maker*?



Fonte: Mentimeter (2025)

No curso, essa percepção foi traduzida em prática por meio do processo que integrou o desenho livre, a modelagem no Tinkercad e impressão 3D dos modelos (Figura 30), de modo que as escolhas geométricas se tornassem justificáveis frente a parâmetros de fabricação.

Figura 30: Etapas do desenvolvimento da proposta da cadeira. A) Desenho livre. B) Modelagem no Tinkercad. C) Modelo impresso.



Fonte: GeoMaker (2025)

O uso do *software* de fatiamento, UltiMaker Cura, para a preparação para a impressão, estabelece o momento de transição entre o modelo e o objeto, em que parâmetro como altura de camada, espessura de parede, orientação e necessidade de suporte foram testados com pré-visualização de camadas, que possibilita avaliar estimativa de consumo de material e tempo de impressão de acordo com a qualidade esperada no resultado.

Essa sequência confirma a impressão 3D como componente formativo e não apenas como etapa final, pois exige revisões criteriosas do modelo (Massa, Oliveira e Santos, 2022).

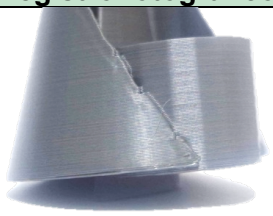
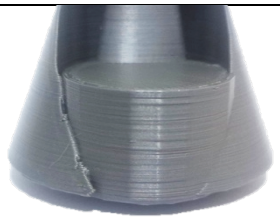
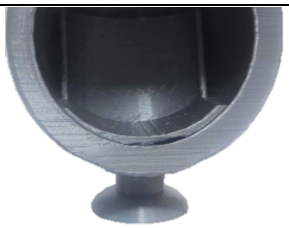
A primeira impressão realizada proporcionou a análise e discussão do resultado. Foi observado uma marcação na peça que despertou a curiosidade dos presentes, ao retornar ao *software slicer* foi possível identificar que se tratava do ponto inicial da camada de impressão.

> A4: A impressão ficou com uma linha marcada.
> Profª. Dra. Minéia: Você que fez?
> A4: No caso não foi eu que fiz, mas quando eu visualizava a impressão lá no Cura, já apareceu que ia ter isso aqui.
> (o aluno volta a olhar o *software* e encontra uma legenda para as cores de linha)
> A4: Aqui no Cura ele fica com uma cor branca. Aqui, o vermelho é parede, verde é interior e aqui esse branco é "*starts*".
> Profª. Mayara: *Starts* não vai ser o início?

Essa observação destaca a atenção estética dos acadêmicos de Arquitetura no resultado, o que proporcionou uma investigação e análise de como minimizar estes efeitos em futuras impressões, demonstrando a eficiência da sequência didática de Biembegut e Hein (2009), que prevê a necessidade de validação do resultado.

Com os protótipos impressos os participantes puderam confrontar seus modelos digitais com a realidade material, identificando falhas (Quadro 10) e necessidade de ajustes (solução geométrica), reforçando que o processo projetual requer revisões e refinamentos.

Quadro 10: Falhas da geometria identificadas nos protótipos.

Falha identificada	Solução geométrica	Registro fotográfico
Falta de estabilidade do modelo.	Alinhar geometria na base, redimensionando o volume central.	
Fissura lateral.	Centralizar as formas utilizadas.	
Vão abaixo do assento.	Utilizar a mesma base geométrica para modelar o acento, a estrutura e os objetos de subtração, para proporcionar encaixe perfeito.	

Fonte: Autoria própria (2025)

Percebemos que o caráter interativo desse processo favorece decisões embasadas no aprender fazendo que contribui para um letramento geométrico digital, no qual a linguagem do *software* aproxima-se da linguagem de projeto (Martinez e Stager, 2013). A prototipagem rápida, nesse contexto, tornou-se um recurso que concretiza a abstração matemática, permitindo aos estudantes visualizar, testar e revisar suas ideias em tempo real; aprender fazendo (Kolarevic, 2003).

> A1: A gente pode entender cada etapa, permitindo antecipar potenciais problemas e tomar decisões para garantir um bom resultado.
> A4: A utilização de suporte e dimensionamento perante a plataforma (*software*) são importantes para um resultado sem falhas.

Como apontado por Chavier, Fagundes e Hidalgo (2024, p.15), a fabricação digital que integra *software* e impressão 3D, “possibilita um ciclo de *feedback* contínuo, em que ajustes e melhorias podem ser feitos com base na análise do protótipo físico.” Observamos que o uso de recursos digitais em ambientes *maker* favorecem o engajamento, a criatividade e a autonomia dos acadêmicos durante o processo de aprendizagem.

> A2: Na criação do designer, usamos a imaginação e a criatividade livremente, sem se perguntar se daria certo ou não. Já na hora da modelagem do volume, passamos a ver se realmente é possível criar um móvel daquele jeito, e é quando fazemos algumas modificações na criação. Na impressão 3D, vemos nosso trabalho concluído fora do plano 2D, nos permitindo "sentir" nosso trabalho.
>
> A6: A criação através do papel facilitou a expressão das ideias com o grafite. Enquanto a modelagem, foi uma representação da ideia, podendo ser visível cada detalhe. Já a impressão foi dar vida ao projeto, podendo agora pegar ele com as próprias mãos.

Fica evidenciado que o processo de ensino gerou descobertas no campo da formação inicial em Arquitetura e Urbanismo. As falas dos participantes demonstram a dimensão crítica da aprendizagem quando o acadêmico se vê como o sujeito criador.

No curso GeoMaker, esses conceitos foram potencializados pela integração entre teoria, prática, tecnologia e criação autoral, resultando em um processo formativo completo e inovador.

5.4 Integração das categorias de análise

As três categorias apresentadas podem ser sistematizadas em um processo didático integrado, em que a C1 caracterizada pela linguagem geométrica é contextualizada em tarefas de projeto; na C2 o Tinkercad materializa as operações

espaciais através da formalização de medidas; e na C3 a cultura *maker* e a impressão 3D validam e refinam as decisões geométricas criando um microciclo (Figura 31).

Figura 31: Microciclo.



Fonte: Autoria própria (2025)

A estrutura favorece aos acadêmicos justificarem suas escolhas e aponta para a consolidação de um microciclo: projeto – fabricação – reflexão, assim, temos um ciclo contínuo e aberto, possibilitando reformulações do projeto com o início de cada novo ciclo, desenvolvendo algo de nível mais complexo e abrangente, sem invalidar os anteriores, como proposto por Biembengut e Hein (2009).

Esse processo sugere que o ensino de geometria em cursos de Arquitetura e Urbanismo podem ser potencializados quando configurados como prática projetual interativa, utilizando de recursos digitais e físicos como mediadores. Demonstrado por meio da análise de dados, revela transformações nos modos de compreender e operar a geometria por parte dos acadêmicos, especialmente quando inseridos em ambientes de ensino que articulam a modelagem matemática e cultura *maker* em ambiente digital. Além disso, reforça a autonomia, colaboração e cognição sobre escolhas geométricas e projetuais (Borba, Silva e Gadanidis, 2023).

No plano formativo, o microciclo fortalece as competências da DCN (Brasil, 2025): expressão tridimensional, domínio da geometria, modelagem e uso de TD. No plano epistemológico, dialoga com a proposição de humanos-com-mídias (Borba, Silva e Gadanidis, 2023), em que os recursos digitais participam ativamente do pensar e projetar.

A análise integrada dos dados revelou descobertas que excedem os resultados esperados, destacamos o uso da geometria como linguagem expressiva, ao ser inserida em contexto de criação e autoria, passando de um saber abstrato para ser operada como recurso de comunicação, solução e estética; a modelagem matemática como estratégia do pensamento projetual, em que os acadêmicos demonstraram capacidade de desenvolver soluções técnicas articuladas com intencionalidade formal

e funcional; e a cultura *maker* como incentivo do aprendizado com autoria, ao proporcionar aos acadêmicos participar do ciclo completo de criação, ressignificando sua relação com a geometria.

Essas descobertas reforçam a teoria de Seymour Papert e alinha-se a Pupo (2018): o uso das tecnologias no ensino deve ser entendido como meio de organização do pensamento.

A integração entre C1, C2 e C3 cria um quadro didático, com problemas de projeto que acionam a linguagem geométrica (C1); modelagem digital que formaliza e explora soluções (C2); e a prototipagem que valida e gera evidências para revisão (C3). Esse arranjo produz aprendizagem situada, alinhada às DCN e fornece um caminho operacional replicável na formação inicial em Arquitetura e Urbanismo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação investigou de que modo a integração entre o *software* Tinkercad e a impressão 3D, orientada pela cultura *maker* e pela perspectiva da modelagem matemática, pode potencializar o ensino de geometria na formação inicial em Arquitetura e Urbanismo. A experiência conduzida com acadêmicos da primeira fase do curso, indicou que, quando a atividade pedagógica é organizada como um microciclo projeto – fabricação – reflexão, a geometria deixa de atuar como um conteúdo passivo e passa a operar como linguagem de projeto, articulando visualização espacial, tomada de decisões e critérios estéticos.

A Análise de Conteúdo, apoiada na triangulação das fontes (questionários, registros audiovisuais, portfólio visual e protótipos impressos) evidenciou que os participantes migraram de um repertório descritivo da geometria (formas, ângulos e medidas) para um conjunto de ações operacionais, na qual conceitos de simetria, interseção e orientação das peças, delimitam e justificam escolhas projetuais.

O percurso didático combinou diferentes tecnologias, com desenhos feitos a mão com lápis e papel que antecederam a modelagem em ambiente digital. Essa dinâmica favoreceu a externalização de ideias e permitiu que as primeiras decisões fossem testadas, ajustando proporção e alinhamento. Ao migrar do papel para o *software* Tinkercad, *software slicer* e prototipagem, os acadêmicos percorreram etapas que envolveram decisões que conectaram imaginação, formalização e materialidade, tornando visível o vínculo entre as escolhas geométricas e o desempenho do protótipo. Em termos pedagógicos, o papel é uma forma de tecnologia e não uma etapa pré-digital, que atuou na estrutura do raciocínio para interação com o ambiente virtual.

O Tinkercad assumiu o papel de mediador ao possibilitar que os modelos criados por meio de geometria espacial pudessem ser visualizados e manipulados. Essa mediação favoreceu a produção de variações, comparações de alternativas e antecipação de problemas antes da prototipagem, assim conectando criatividade com rigor geométrico. O processo interativo gerou uma aprendizagem em que o erro se torna critério para aprimoramento do projeto, fortalecendo a capacidade dos acadêmicos a refletir sobre suas escolhas, reconhecer erros, aprimorar projetos e desenvolver julgamento mais apurado sobre aspectos técnicos e estéticos, alinhando

o percurso às demandas contemporâneas de concepção, prototipagem e validação material, essenciais na formação em Arquitetura e Urbanismo.

É relevante relembrar que os participantes pertencem a turma da primeira fase do curso, momento em que muitos ainda não possuem repertório de geometria espacial e experiências em desenvolvimento de projetos. Neste contexto, e diante das lacunas identificadas em PPCs, a abordagem cumpre o papel de introduzir vocabulário, práticas e critérios desde o início da alfabetização projetual, criando bases para os componentes curriculares subsequentes, que aprofundam complexidade sem perder o eixo conceitual com a geometria.

Do ponto de vista pedagógico, os resultados fornecem um caminho replicável em variados componentes curriculares ao fornecer uma situação problema contextualizada que exige a exposição de critérios geométricos, a modelagem 3D com foco nas operações e relações espaciais; e prototipagem seguida de revisão. Essa organização didática alinha-se às Diretrizes Curriculares Nacionais, ao combinar o domínio de geometria, expressão tridimensional e uso pedagógico de tecnologias digitais. Do ponto de vista formativo, vemos o ganho de autonomia, ampliação do repertório conceitual e consolidação de ações investigativas, desenvolvendo um pensar projetual que articula o abstrato e o concreto, imaginação e criação.

Os achados precisam, contudo, ser interpretados reconhecendo os limites da intervenção, que representa um contexto educacional único e o duplo papel da docente e pesquisadora, enfrentado com postura reflexiva. Esses limites restringem a generalização, mas a consistência dos dados e a convergência das fontes sustentam a credibilidade da pesquisa.

Como encaminhamento para novas pesquisas, sugere-se a ampliação do estudo com a interdisciplinaridade entre componentes curriculares, e progressão tecnológica planejada, avançando para *softwares* de modelagem paramétrica, mantendo o foco na geometria como linguagem e não como recurso.

Portanto, a pesquisa demonstrou que a estruturação do ensino de geometria como prática projetual interativa, mediada por modelagem digital e impressão 3D, favorece a aprendizagem. Ao articular modelagem matemática e cultura *maker*, o processo promove autoria, pensamento crítico e resolução de problemas, convertendo erros em informações de melhoria de projeto, aprimorando a concepção e validação material.

A contribuição da dissertação forma-se na proposta pedagógica fundamentada e viável para as fases iniciais do curso de Arquitetura e Urbanismo, oferecendo ao docente um processo estruturado em critérios e instrumentos adaptáveis a diferentes contextos; almejando que esse modelo inspire novas práticas que consolidam a geometria como eixo estruturante do pensar e do fazer arquitetônico, dialogando com as tecnologias digitais e materialidade dos modelos.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. *Análise de conteúdo.* Ed. 70: São Paulo, 2016.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. *Modelagem matemática no ensino*. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2009.

BLIKSTEIN, P.; VALENTE, J.; MOURA, E. *Educação maker: onde está o currículo?* Revista e-Curriculum, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 523–544, abr./jun. 2020. DOI: 10.23925/1809-3876.2020v18i2p523-544.

BORBA, M. DE C.; PENTEADO, M. G. *Informática e Educação Matemática*. 6ª ed. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2019.

BORBA, M. DE C.; SILVA, R. S. R. DA; GADANIDIS, G. *Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento*. 3˚ ed.; 2˚ reimp. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2023.

BORBA, M. DE C.; SOUTO, D. L. P.; JUNIOR, N. R. C. *Vídeos na Educação Matemática.* 1˚ ed. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2022.

BRASIL, Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. *Resolução CNE/CES n˚ 1, de 11 de julho de 2025. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Arquitetura e Urbanismo.* Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2025.

CAMPOS, D. C.; LIMA E. J.; CINTRA D. D.; MORAES D. V*. A abordagem STEAM e suas tendências pedagógicas e metodológicas.* Research, Society and Development, v. 11, n. 15, 14 nov. 2022. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i15.37148

CELANI, G. *Cad criativo.* Rio de Janeiro/RJ: Ed. Campus, 2003.

CHAVIER, M. M.; FAGUNDES, M. C*. Educação matemática e a fabricação digital como recurso pedagógico. Em*: Educação Matemática, contextos e práticas educativas na contemporaneidade. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 105–120.

CHAVIER, M. M.; FAGUNDES, M.C.; HIDALGO, J. P. *Geo3DPrint: ensino de Geometria espacial com uso do software Tinkercad e da impressora 3D.* CoInspiração - Revista dos Professores que Ensinam Matemática, v. 7, e2024019, Jan.- Dez., 2024. DOI: 10.61074/CoInspiracao.2596-0172.e2024019

CHEIRAM, M. L. H. *Análise da prototipagem rápida por processos de manufatura aditiva e subtrativa utilizando abordagem de decisão multicritério.* Santa Maria/RS: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, 20 fev. 2020.

CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa – métodos qualitativo, quantitativo e misto.* 3. ed. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

GAVASSA, R. C. F. B. MUNHOZ, G. B.; MELLO, L. F.; CAROLEI, P*. Cultura Maker, Aprendizagem Investigativa por Desafios e Resolução de Problemas na SME-SP* (Brasil). FLBrazil, 2016.

GESSER, V**.** *Novas Tecnologias E Educação Superior: Avanços, Desdobramentos, Implicações E Limites Para A Qualidade Da Aprendizagem.* IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa, v. n.16, p. 23–31, 2012.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa.* 4˚ed. ed. São Paulo/SP: Atlas, 2002.

KOPKE, R. C. M. *Ensino de geometria descritiva: inovando na metodologia.* Rem: Revista Escola de Minas, v. 54, n. 1, p. 47–50, mar. 2001.

KOLAVERIC, B. *Digital Morphogenesis, Architecture in the Digital Age: Designing and Manufacturing.* London: Spon Press, 2003.

KOSTAKIS, V. *Open source 3D printing as a means of learning: An educational experiment in two high schools in Greece.* Telematics and Informatics, 32, 118-128. 2015.

MAHFUZ, E. C*. Ensaio sobre a razão compositiva.* Belo Horizonte: UFV/AP, 1995.

MARCONI, R.; DIAS, M. A. *O ensino de geometria descritiva em escolas de arquitetura brasileiras e as ferramentas cad.* Educação Gráfica, v. 8, 2014.

MARTINEZ, S; STAGER, G. *Invent to learn: making , tinkering and engineering in the classroom.* Torrance: Constructing Modern Knowledge Press, 2013.

MASETTO, M. T. *Competência pedagógica do professor universitário.* 2˚ ed. ed. São Paulo: Summus, 2014.

MASSA, N. P.; OLIVEIRA, G. S. DE; SANTOS, J. A. DOS. *O construcionismo de Seymour Papert e os computadores na educação.* Cadernos da Fucamp, v. 21, n. 52, p. 110–122, 2022.

MITCHELL, W. J. *A lógica da arquitetura: projeto, computação e cognição.* Campinas/SP: UNICAMP, 2008.

MOLINA, M.; CASTRO, ENCARNACIÓN; CASTRO, ENRIQUE*. Teaching Experiments with in Design Research.* The International Journal of Interdisciplinary Social Sciences, 2007.

MOUTINHO, D.; FERREIRA, P. *A tecnologia de impressão 3D aplicada em processos de projeto de Arquitetura e Engenharia*. *Em*: 4º Congresso Português de Building Information Modelling vol. 1 - ptBIM. [s.l.] UMinho Editora, 2022. p. 75–84.

NEUENFELDT, A. E.; SCHUCK, R. J.; NEUENFELDT, D. J.; RODRIGUES, A. W. L. *Contribuições das tecnologias digitais no ensino de conteúdos matemáticos.* Debate em Educação: v.12, n˚ 31, Jan./Abr. 2021.Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/10041/pdf>. Acesso em: 24 set. 2023.

NEUENFELDT, A. E; SCHUCK, R. J.; RODRIGUES, A. W. L.; MIORANDO, T. M.; NEUENFELDT, D. J. *O uso de Objetos Digitais de Ensino e Aprendizagem Potencialmente Significativos para estimular a criatividade em Ciências Exatas.* Revista Thema, v. 21, n. 3, p. 740-758, set. 2022

OBERZINER, A. P. B. *Ensino de matemática no curso de arquitetura: uma proposta por meio de modelação matemática.* 2012.

OLIVEIRA, M. L. *Ensino da Geometría Projetiva nos Cursos de Arquitetura e Urbanismo, em tempos de CAD/BIM.* [s.l.] itc.scix.net, 2009.

PUPO, R. T. *Educação Fora da Caixa: Tendências Internacionais e Perspectivas sobre a Inovação na Educação.* v. 5, n. 1, p. 155–166, 1 jul. 2018.

RAMOS, F. P. *Tecnologia e educação.* Para entender a história. p. 1–6, 22 jan. 2011.

REIS, J. S.; BRANDÃO, J. C.; SANTOS, M. J. C*. A Cultura Maker no contexto da Modelagem Matemática: uma revisão sistemática da literatura.* Ensino da Matemática em Debate (ISSBN: 2358-4122), São Paulo, V. 11, n˚ 1, p. 65-88, 2024.

ROCHA, C. S.; CAVALCANTE, L. B*. A cultura do "faça você mesmo", a aprendizagem informal e o projeto MiniLAB Cidadão: inter-relações*. Anais do VI Simpósio Internacional de Innovación en Medios Interactivos. Mutaciones. Buenos Aires: Media Lab / Universidad de Buenos Aires, p. 331–338, 2019.

RODRIGUES, M. U. *Análise de conteúdo em pesquisas qualitativas na área da educação matemática.* Curitiba: CRV, 2019.

SANTOS, C. E. R.; DIAS, M. A.; BRAIDA, F*. Geometria, habilidade espacial e jogos digitais: contribuições para o ensino de arquitetura e urbanismo*. Revista Brasileira de Expressão, 2020.

SILVA, D. C. M. *Arquitetura sem matemática? Formação e atuação do arquiteto na contemporaneidade.* [s.l.] dspace.mackenzie.br, 2013.

SILVA, M. L. S.; MADRUGA, Z. E. DE F. *Geometria e arquitetura: reflexões para propostas com modelagem.* I Simpósio Sul – Americano de Pesquisa em Ensino de Ciências – SSAPEC, 2020.

SILVA, V. S.; BURAK, D*. Modelagem Matemática na formação inicial de pedagogos: um caminho para ressignificação do ensino de Matemática*. Práxis Educativa, 15, 1–14, 2020.

STELLA, A. L. *et al. BNCC e a Cultura Maker: uma aproximação na área da matemática para o ensino fundamental.* 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/331097052_BNCC_E_A_CULTURA_MAKER_UMA_APROXIMACAO_NA_AREA_DA_MATEMATICA_PARA_O_ENSINO_FUNDAMENTAL>. Acesso em: 4 out. 2023.

UNEMAT. Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão. *Resolução n° 017/2019: Projeto Pedagógico do Curso de Arquitetura e Urbanismo/PPC*. Cáceres, MT; 2019.

APÊNDICE 1: Questionário Diagnóstico - Inicial.

Autoavaliação

A **autoavaliação** é um **exercício de reflexão** fundamental para todas as pessoas. E ela se aplica a todas as facetas da nossa vida: desde a profissional até a social, pessoal e educacional. Saber avaliar-se é uma habilidade enriquecedora.

* Indica uma pergunta obrigatória

1. E-mail *

2. Nome *

Ficha de autoavaliação de Resolução de Problemas

3. Leio, compreendo o texto, identifico os dados principais do problema e consigo resolvê-lo. *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sempre
- ◯ Às vezes
- ◯ Nunca

4. Tenho dificuldade para compreender o texto do problema, mas identifico os dados principais e tento resolvê-lo; se não consigo procuro ajuda. *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sempre
- ◯ Às vezes
- ◯ Nunca

5. Tenho muita dificuldade para compreender o texto e identificar os dados principais do problema. Só consigo resolvê-lo quando peço ajuda. *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sempre
- ◯ Às vezes
- ◯ Nunca

6. Tenho muita dificuldade para compreender o texto e identificar os dados principais do problema e não peço ajuda para resolvê-lo. *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sempre
- ◯ Às vezes
- ◯ Nunca

7. Quando tem um problema (seja na universidade ou na sua vida pessoal) difícil de resolver, qual estratégia você utiliza para tentar resolvê-lo? *

8. Selecione abaixo estratégias que já utilizou para resolver um problema. (pode ser mais de uma) *

Marque todas que se aplicam.

- [ ] Dividir em partes ou etapas menores.
- [ ] Estabelecer critérios de relevância dentro de um problema, descartando informações que são irrelevantes para a sua resolução
- [ ] Reconhecer os padrões que já utilizou em problemas parecidos e trazer para o problema atual
- [ ] Estabelecer um conjunto de passos (check list) para solucionar o problema.
- [ ] Nenhuma estratégia acima.

9. Observe quantas vezes você assinalou "Sempre", "Às vezes" e "Nunca". Como você analisa as respostas mais frequentes? O que elas representam para você? Agora, escreva se você está satisfeito com seu desempenho na resolução de problemas e o que pretende fazer para avançar na aprendizagem nesse novo ano letivo. *

Atitudes diante do Processo de Aprendizagem

10. Presto atenção nas aulas e estudo em casa. *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sempre
- ◯ Às vezes
- ◯ Nunca

11. Presto atenção nas aulas, mas não vejo a necessidade de estudar em casa. *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sempre
- ◯ Às vezes
- ◯ Nunca

12. Me distraio e converso bastante com meus colegas durante a aula, mas procuro estudar em casa. *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sempre
- ◯ Às vezes
- ◯ Nunca

13. Converso durante as aulas e não estudo em casa. *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sempre
- ◯ Às vezes
- ◯ Nunca

14. Gosto de desafios e procuro resolvê-los. *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sempre
- ◯ Às vezes
- ◯ Nunca

15. Verifico se a solução que encontrei para o exercício está correta. *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sempre
- ◯ Às vezes
- ◯ Nunca

16. Tento resolver um exercício, mesmo que o considere difícil e trabalhoso. *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sempre
- ◯ Às vezes
- ◯ Nunca

17. Comparo minhas resoluções com as dos colegas e gosto de conversar sobre como eles resolvem os exercícios. *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sempre
- ◯ Às vezes
- ◯ Nunca

18. Resolvo os exercícios e não acho necessário saber como os colegas resolvem. *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sempre
- ◯ Às vezes
- ◯ Nunca

19. Não tento resolver os exercícios, prefiro pedir ajuda. *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sempre
- ◯ Às vezes
- ◯ Nunca

20. Não tento resolver os exercícios e não peço ajuda. *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sempre
- ◯ Às vezes
- ◯ Nunca

21. Observe quantas vezes você assinalou "Sempre", "Às vezes" e "Nunca". Como você analisa as respostas mais frequentes? O que elas representam para você? Agora, escreva se você está satisfeito com suas atitudes no Processo de Aprendizagem e o que pretende fazer para mudá-las, se julgar necessário. *

22. Qual forma você considera ser mais fácil aprender: *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Visual (gráficos, vídeos, imagens, diagramas, mapas mentais, listas)
- ◯ Auditivo (podcast, exposição oral do professor, entrevistas, repetições, músicas)
- ◯ Leitura/escrita (livros, apostila, textos em blogs, artigos, pesquisas)
- ◯ Cinestésico (simulações, demonstrações, aulas práticas, mão na massa, experimentos)

23. Como seria uma aula perfeita para você? *

Avaliação de conhecimentos prévios.

24. O que levou a escolher o curso de Arquitetura e Urbanismo *

25. O que a universidade e o estudo representa na sua vida? *

26. Como age um bom professor em sala de aula? *

27. Como é um bom aluno em sala de aula? *

28. O que você acha sobre o desenvolvimento de projetos e trabalhos em grupos? *

29. A matemática que você aprendeu na escola tem aplicação no seu cotidiano? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sempre
- ◯ Às vezes
- ◯ Nunca

30. Você acha que a tecnologia pode auxiliar no processo de aprendizagem? Como? Quais recursos tecnológicos gostaria de utilizar em aula? *

31. Já teve contato com a programação ou tem interesse? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Já tive contato, mas não tenho interesse.
- ◯ Já tive contato e tenho interesse
- ◯ Não tive contato e não tenho interesse
- ◯ Não tive contato, mas tenho interesse

32. Já estudou geometria? Se sim, como foi e o que se lembra? *

33. Você já viu o termo "3D" em quais lugares? O que significa? *

34. Já viu um paralelepípedo no seu cotidiano? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

APÊNDICE 2: Questionário Final.

Avaliação do curso GeoMaker

Avaliação das experiencias e conhecimento adquirido no curso.

* Indica uma pergunta obrigatória

1. E-mail *

2. Nome *

3. Como você avaliaria a clareza dos objetivos do curso? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Exelente
- ◯ Bom
- ◯ Regular
- ◯ Ruim

4. Qual foi sua percepção sobre o conteúdo abordado nas aulas? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Muito relevante
- ◯ Relevante
- ◯ Pouco relevante
- ◯ Irrelevante

5. Como você avaliaria a didática do professor/instrutor? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Excelente
- ◯ Boa
- ◯ Regular
- ◯ Ruim

6. Você recomendaria este curso para outras pessoas? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não
- ◯ Talvez

Aprendizado de Geometria

Uso de tecnologias digitais

7. O uso do Tinkercad facilitou sua compreensão de conceitos geométricos? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim, muito
- ◯ Sim, um pouco
- ◯ Não, pouco
- ◯ Não, de forma nenhuma

8. O que você achou do processo de criação de volumes utilizando o Tinkercad? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Muito interessante
- ◯ Interessante
- ◯ Pouco interessante
- ◯ Irrelevante

9. Como o conhecimento adquirido poderia ser inserido nas disciplinas que cursou até o momento? *

10. Como você acredita que o domínio da geometria e da modelagem matemática (3D) pode impactar sua formação como arquiteto e urbanista? *

11. Você acredita que o Tinkercad pode ser utilizado no ensino de Arquitetura e Urbanismo? Como? *

12. Em sua opinião, quais habilidades adquiridas durante o curso são mais relevantes para a prática profissional em arquitetura e urbanismo? *

Marque todas que se aplicam.

- [ ] Compreensão de formas e volumes
- [ ] Habilidade em software de modelagem
- [ ] Criatividade na solução de problemas
- [ ] Capacidade de visualização espacial
- [ ] Outros: _____

13. Como você vê a relação entre a Cultura Maker e a ensino de arquitetura e urbanismo? *

14. Como a prototipagem utilizando a impressora 3D poderia ser utilizada no ensino de Arquitetura e Urbanismo? *

Volume 1 - Cadeira/Poltrona

Considerações

15. Qual a forma geométrica que deu inicio a proposta? *

16. O desenvolvimento da cadeira/poltrona passou por 3 processos: *

1. Criação do design - desenho manual
2. Modelagem do volume - uso do tinkercad
3. Prototipagem - Impressão 3D.

Na sua opinião, qual a importância de cada etapa?

17. Quais foram os principais passos que você seguiu durante o processo de modelagem da cadeira/poltrona? (Descreva cada etapa) *

18. Que ferramentas e funcionalidades do Tinkercad foi mais relevante para o desenvolver o seu projeto? *

19. Qual a importância da impressão 3D (prototipagem) no resultado do projeto? *

20. Sobre as etapas de preparação para a impressão. *
O conhecimento dessas etapas é importante para o desenvolvimento do projeto? Como?

21. Quais as suas percepções sobre a importância da impressão 3D no resultado final do projeto desenvolvido?

Volume 2 - Proposta de mobiliário urbano para a Praça Felipe Ferreira Mendes, Barra do Bugres.

Considerações

22. Descreva o tema ou a função do mobiliário urbano que você escolheu criar. *

23. Quais foram os principais passos que você seguiu durante o processo de criação do seu mobiliário urbano? (Descreva cada etapa)

24. Como você incorporou conceitos de geometria na criação do seu mobiliário urbano? (Por exemplo, uso de formas, proporções, volumes) *

25. O conhecimento de geometria auxiliou no desenvolvimento do volume final? *

26. O software teve papel fundamental ou auxiliar na criação do volume? Explique. *

27. Quais foram os maiores desafios que você enfrentou durante o processo de modelagem? Como você os superou?

Agradecimentos

Chegamos ao final do nosso curso, e eu não poderia deixar de agradecer a cada um de vocês!

Foi muito satisfatório ver como vocês se dedicaram e se envolveram nas atividades.
Espero que tenham gostado de explorar o Tinkercad e de aprender mais sobre geometria. Tenho certeza de que essas habilidades serão úteis para vocês, tanto na arquitetura e urbanismo quanto em muitos outros projetos que forem realizar no futuro.
Lembrem-se: a curiosidade e a vontade de experimentar são essenciais para qualquer criador. Continuem explorando, praticando e se desafiando! Estou aqui torcendo por cada um de vocês.
Muito obrigado por terem feito parte dessa fase de construção de conhecimento mútuo!

Espero ver todos vocês em oportunidades de aprendizado.
Um grande abraço!

Profª. Mayara Sismer de Araujo Petroni

28. O que você gostaria de ver em cursos futuros relacionados ao ensino de geometria e modelagem 3D? *

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários