

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE CONSTRUÍDO

Clarisse Machado Chaves Calixto

Inovações Tecnológicas e o Ensino de Geometria Descritiva:

Possibilidades do Metaverso

Juiz de Fora

2025

Clarisse Machado Chaves Calixto

Inovações Tecnológicas e o Ensino de Geometria Descritiva:

Possibilidades do Metaverso

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído. Área de concentração: Ambiente Construído.

Orientador: Marcos Martins Borges

Coorientador: Ercília de Stefano

Juiz de Fora

2025

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Calixto, Clarisse Machado Chaves.

Inovações Tecnológicas e o Ensino de Geometria Descritiva : Possibilidades do Metaverso / Clarisse Machado Chaves Calixto. -- 2025.

88 f. : il.

Orientador: Marcos Martins Borges

Coorientadora: Ercília de Stefano

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, 2025.

1. GEOMETRIA DESCRITIVA. 2. METODOLOGIA DE ENSINO. 3. METAVERSO. I. Borges, Marcos Martins, orient. II. Stefano, Ercília de , coorient. III. Título.

Clarisse Machado Chaves Calixto

Inovações Tecnológicas e o Ensino de Geometria Descritiva: Possibilidades do Metaverso

Dissertação apresentada ao PPG Ambiente Construído, ou Programa da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído. Área de concentração: Ambiente Construído

Aprovada em 11 de setembro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof Dr Marcos Martins Borges - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof(a) Dr(a) Ercília de Stefano - Coorientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof(a) Dr(a) Lia Paletta - Membro Interno
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof(a) Dr(a) Eugênia Cristina Müller Giancoli - Membro Externo
IF Sudeste JF

Juiz de Fora, 25/08/2025.



Documento assinado eletronicamente por **Lia Paletta Benatti, Professor(a)**, em 16/09/2025, às 15:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eugênia Cristina Müller Giancoli Jabour, Usuário Externo**, em 17/09/2025, às 20:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ercília de Stefano, Professor(a)**, em 19/09/2025, às 11:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Martins Borges, Professor(a)**, em 24/09/2025, às 19:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **2575360** e o código CRC **20670BB6**.

AGRADECIMENTOS

Sempre, em primeiro lugar, agradeço a Deus e a Nossa Senhora de Guadalupe (Guadá), por estarem à minha frente me guiando, ao meu lado me acompanhado e atrás de mim me protegendo, em todos os meus passos.

Às pessoas que me cercam, início meu agradecimento a meu marido Otávio que sempre torce por mim e é meu maior companheiro, está comigo até nos momentos de estresse. Agradeço aos meus pais Ana e Onofre, que nunca desistiram de mim, por acreditarem no meu potencial e sempre se emocionarem com as minhas conquistas, tudo o que me tornei é por que vocês foram a melhor base que existiu. Agradeço aos meus irmãos Carol e Robson por serem exemplos de estudo e sempre estarem dispostos a me ajudar. Aos meus sobrinhos Emília e Tito, por trazerem felicidades e amor na minha vida. Agradeço a família Calixto Ferreira que além de me receberem como "agregada" me acolheram como família. E a todos os familiares que sempre estão muito presentes e me trazem a certeza da importância do amor familiar. Aos familiares da vizinhança, com todo amor, minha mãe Cicinha e meus irmãos.

Agora agradeço aos amigos, primeiramente os de longa data, meus irmãos de vida Detone, que sempre estiveram muito presentes e que me ajudaram a concluir este trabalho. Minhas melhores amigas Divas: o que o Santos Anjos une nada separa. A turma mais especial que já tive, "os humilhados da arquitetura" que foram exaltados e aqui que faço um agradecimento especial a Kris e ao Alê que me apoiaram profissionalmente nos últimos dias da Dissertação, com meus tempos escassos. E a minha amiga Lelê, que apesar do pouco tempo de amizade é minha companheira de vida de concursos.

Agora, agradeço a Universidade Federal de Juiz de Fora, aos amigos que fiz na PROAC, especialmente a Geovani, Thaiane, Lizie, Paula, Luiza, Crislaine, Jivago e a todos que viveram essa fase do Mestrado comigo. Quero agradecer ao Secretário da PROAC João Paulo Soares de Oliveira, que além de ser um excelente profissional se tornou um amigo muito querido.

Quero agradecer também a todos os profissionais que passaram por mim e me ajudaram em minhas dificuldades de aprendizagem, a Tia Sônia que me

alfabetizou aos 13 anos, a Doutora Ana Studart que realizou meu tratamento no ano de 2023, o que permitiu maior desenvolvimento em meus estudos e a todos os anjos que no meu processo de aprendizagem conseguiram entender que minha inteligência era diferente, mas nunca inexistente, me ajudando a superar a DPAC.

Em especial agradecendo as principais pessoas envolvidas na concepção e desenvolvimento do meu Mestrado. Primeiro, as professoras Sheila Menine e Yvonne Massucate, do Instituto Federal Sudeste, que me auxiliaram e incentivaram a cursar o Mestrado, foram "a porta de entrada" para esse universo. Agradeço ao professor José Castaño, pela aula que me ajudou a definir meu tema. A professora Lia Paletta e suas orientações na qualificação. A professora Eugênia Cristina Müller Giancoli que aceitou participar de minha banca. A professora Ercília de Stefano, pela sua coorientação e por ter me recebido tão bem nas aulas de Desenho Técnico I da UFJF. E ao meu orientador Marcos Borges que além de me orientar no processo do Mestrado respeitou e me ajudou em meu processo como pesquisadora, muito obrigada por tudo.

Por fim, agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de uma bolsa de mestrado que possibilitaram o suporte à realização da pesquisa.

RESUMO

A presente dissertação aborda a importância da Geometria Descritiva no desenvolvimento do raciocínio espacial, especialmente em áreas como Engenharia, Arquitetura e Design. Embora tradicionalmente ensinada por métodos clássicos, essa disciplina tem se beneficiado do avanço tecnológico, como o uso de *softwares* e ambientes virtuais. A Geometria Descritiva é essencial para a representação gráfica e interpretação tridimensional, sendo base para diversas disciplinas e práticas profissionais.

Diante das dificuldades enfrentadas pelos estudantes, a pesquisa propõe uma nova abordagem de ensino por meio do metaverso, integrando a metodologia da *gamificação*. Foi desenvolvido um jogo educativo no ambiente virtual *Spatial*, onde os alunos devem associar blocos geométricos às suas planificações no primeiro diedro. A escolha do *Spatial* se deu por sua compatibilidade com o *SketchUp* e por atender aos critérios definidos pela pesquisadora. A proposta visa tornar o ensino mais atrativo, interativo e eficiente, contribuindo para o aprimoramento das habilidades espaciais dos alunos.

Palavras chaves: Geometria Descritiva, Metodologia de ensino e Metaverso.

ABSTRACT

This dissertation addresses the importance of Descriptive Geometry in the development of spatial reasoning, especially in fields such as Engineering, Architecture, and Design. Although traditionally taught through classical methods, this discipline has benefited from technological advancements, such as the use of software and virtual environments. Descriptive Geometry is essential for graphic representation and three-dimensional interpretation, serving as a foundation for various academic disciplines and professional practices.

Given the difficulties faced by students, this research proposes a new teaching approach through the metaverse, integrating the methodology of gamification. An educational game was developed in the virtual environment Spatial, where students are required to match geometric solids with their respective unfoldings in the first dihedral system. Spatial was chosen due to its compatibility with SketchUp and its alignment with the criteria established by the researcher. The proposal aims to make teaching more engaging, interactive, and effective, contributing to the improvement of students' spatial skills.

Keywords: Descriptive Geometry, Teaching Methodology, and Metaverse.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Esquematização metodologia.....	24
Figura 2	– Gaspard Monge (1746-1818).....	25
Figura 3	– Projeção cônica ou central.....	27
Figura 4	– Objetos e seus sistemas de projeções.....	28
Figura 5	– Planos de projeção perpendiculares.....	29
Figura 6	– Rebatimento de plano e Épura.....	30
Figura 7	– Arte rupestre, sítio arqueológico Vale de Vezere, na França.....	31
Figura 8	– Comparação entre o método tradicional e a Sala de Aula Invertida.....	34
Figura 9	– Metodologia de ensino psicológico.....	37
Figura 10	– 2001: Uma Odisseia no espaço.....	38
Figura 11	– Evolução da industrial.....	39
Figura 12	– Os óculos de Pigmalião - Stanley G. Weinbaum (1935).....	41
Figura 13	– Snow Crash - Neal Stephenson (1992).....	42
Figura 14	– Metaverso na sala de aula.....	46
Figura 15	– Estudo de Jacques (2001).....	48
Figura 16	– Estudo de De Souza (2018).....	49

Figura 17	– Frogo.....	50
Figura 18	– Construct 3D.....	51
Figura 19	– Utilização do Solido RA, artigo De Souza (2023)	53
Figura 20	– Poliedros de Arquimedes, Artigo Siqueira (2024)	53
Figura 21	– Poliedros não convexos, Artigo Siqueira (2024).....	54
Figura 22	– Equipamento Meta Quest 2.....	56
Figura 23	– Linha do tempo Meta.....	57
Figura 24	– Roblox.....	58
Figura 25	– Meta Horizon Workrooms.....	59
Figura 26	– Meta Horizon	60
Figura 27	– Arkio.....	60
Figura 28	– Spatial.....	61
Figura 29	– Exportação bloco SketchUp.....	64
Figura 30	– Área de criação Spatial.....	65
Figura 31	– Experimento realizado na plataforma Spatial.....	66
Figura 32	– Teste com o uso de óculos Meta Quest 2.....	67

Figura 33	– Demonstração da planificação da 1ª fase.....	68
Figura 34	– Demonstração da planificação da 2ª fase.....	68
Figura 35	– Bloco 1.....	69
Figura 36	– Bloco 2.....	69
Figura 37	– Bloco 3.....	69
Figura 38	– Bloco 4.....	69
Figura 39	– Bloco 5.....	70
Figura 40	– Bloco 6.....	70
Figura 41	– Bloco 7.....	70
Figura 42	– Bloco 8.....	70
Figura 43	– Bloco 9.....	71
Figura 44	– Bloco 10.....	71
Figura 45	– Bloco 11.....	71
Figura 46	– Bloco 12.....	71
Figura 47	– Bloco 13.....	72

LISTA DE TABELA

Tabela 1	– Análise Comparativa.....	63
Tabela 2	- Resultado primeira fase.....	76
Tabela 3	- Resultado segunda fase.....	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GD	- Geometria Descritiva
UFRGS	- Universidade Federal do Rio Grande do Sul
PBL	- <i>Project-Based Learning</i>
UFJF	- Universidade Federal de Juiz de Fora
ViD	- Virtual Design
S.U.S.	- <i>System Usability Scale</i>
RPG	- <i>Role-Playing Game</i>
HMD	- <i>Head Mounted Display</i>
RA	- Realidade Aumentada
PROAC	- Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído
CEO	- <i>Chief Executive Officer</i>
MB	- Megabyte

SUMÁRIO

Capítulo I	19
I.1	INTRODUÇÃO.....	19
I.2	JUSTIFICATIVA.....	22
I.3	OBJETIVOS.....	22
I.4	METODOLOGIA.....	22
Capítulo II	REVISÃO da LITERATURA.....	24
II.1	GEOMETRIA DESCRITIVA.....	24
II.2	METODOLOGIA DE ENSINO.....	30
II.3	METODOLOGIA DE ENSINO APLICADA A GEOMETRIA DESCRITIVA.....	35
II.4	TECNOLOGIA.....	38
II.5	REALIDADE VIRTUAL E METAVERSO.....	40
II.6	USO DA TECNOLOGIA NO ENSINO.....	44
II.7	USO DA REALIDADE VIRTUAL E METAVERSO NO ENSINO.....	46
II.8	USO DA TECNOLOGIA NO ENSINO DE GEOMETRIA DESCRITIVA.....	47
II.9	USO DA REALIDADE VIRTUAL E METAVERSO NO ENSINO DE GEOMETRIA DESCRITIVA.....	51
Capítulo III	DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA DE ENSINO DE GEOMETRIA DESCRITIVA UTILIZANDO O METAVERSO.....	55
III.1	PERCEPÇÃO DOS ESTUDOS UTILIZANDO O METAVERSO E INOVAÇÕES PROPOSTAS.....	55

III.2	METAQUEST2 E MATRIZ DE DECISÃO NA ESCOLHA DO SOFTWARE.....	56
III.2.1	ROBLOX.....	58
III.2.2	META HORIZON WORKROOMS.....	59
III.2.3	META HORIZON WORLDS.....	59
III.2.4	MESH.....	60
III.2.5	ARKIO.....	60
III.2.6	SPATIAL.....	61
III.2.7	ANÁLISE COMPARATIVA E MATRIZ DE DECISÃO.....	61
III.3	SKETCHUP + SPACIAL.....	64
III.4	ELABORAÇÃO DO JOGO.....	67
III.4.1	PRIMEIRA FASE.....	73
III.4.2	SEGUNDA FASE.....	77
III.5	ASPECTOS GERAIS DO JOGO.....	79
Capítulo IV	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
	REFERÊNCIA.....	83

CAPÍTULO I

I.1 - INTRODUÇÃO

No tocante ao raciocínio espacial, o tema é bastante amplo, assim como o seu desenvolvimento, que abrange desde a espacialidade nas engenharias, na arquitetura e no design, até disciplinas de diversos cursos, como, por exemplo, a Geografia.

No âmbito das habilidades espaciais aplicadas à construção civil, uma ferramenta amplamente utilizada para o seu aprimoramento é a Geometria Descritiva, com seus conceitos de épura e diedros. Contudo, as abordagens antes consideradas clássicas, datadas do século XVIII, assumem atualmente novas formas, fazendo uso, cada vez mais, do auxílio da tecnologia.

Segundo Thybaut (1948), os desenhos em perspectiva podem ser fiéis e apresentar muitos detalhes de um objeto em imagem, além de constituírem um recurso útil. Contudo, são insuficientes para o desenvolvimento do projeto, tornando-se necessária a projeção do ponto para a planificação das faces e dos detalhamentos.

A Geometria Descritiva desempenha um papel essencial no estudo da Matemática, no qual prevalece o raciocínio visual. O desenvolvimento do raciocínio espacial tem início nos primeiros anos da educação formal de um indivíduo. Sob uma abordagem de ensino exploratória, o estímulo à visualização espacial possibilita o surgimento de diversas soluções e abordagens para os problemas geométricos propostos (Brunheira, 2020).

Geometria descritiva é a ciência que estuda os métodos de representação das figuras do espaço sobre um plano, resolvendo os problemas em que são consideradas até três dimensões, por meio de traçados, que permitem a real utilização nas artes e nas indústrias dos princípios geométricos. (Rodrigues, p.1, 1968).

Stachel (2003) faz um apelo à Geometria Descritiva, ressaltando que ela é um método de estudo do espaço tridimensional por meio de imagens bidimensionais. Essa abordagem proporciona uma visão das estruturas e

propriedades métricas do espaço, abrangendo objetivos, processos e princípios espaciais.

A Geometria Descritiva oferece aos alunos um treinamento da capacidade intelectual de percepção espacial, permitindo-lhes desenvolver suas habilidades na interpretação e representação de objetos e estruturas tridimensionais por meio de projeções bidimensionais.

Bruno *et al.* (2019) reafirma que a Geometria Descritiva é o estudo que transforma o espaço tridimensional em bidimensional, destacando que essa disciplina é frequentemente uma das primeiras matérias lecionadas nos cursos de Engenharia, Arquitetura e Design. Sua realocação não é uma opção viável, uma vez que ela é fundamental para todas as demais disciplinas.

Mas qual é a real importância de se estudar Geometria Descritiva? A representação de objetos é uma necessidade para profissionais de Design, Engenharia e Arquitetura, sendo o desenho do produto denominado "projeto". Esse processo requer habilidades espaciais e conhecimentos em Geometria, essenciais tanto para a concepção e materialização das criações quanto para a sua eficiente implantação.

Essa resposta é encontrada em Hoffmann *et al.* (2023), que ainda promove uma reflexão sobre as competências e habilidades relacionadas a essa temática. De maneira concisa, o autor busca identificar e analisar possíveis deficiências entre os estudantes ingressantes nos cursos de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica da UFRGS, que possam afetar o desempenho na disciplina de Desenho.

A pergunta também é respondida por Borges e Souza (2015), ao apresentar um relato de experiências relacionadas à área de expressão gráfica e prototipagem virtual no âmbito dos cursos de Engenharia Mecânica e de Produção. Nessa experiência, foi abordado o desenvolvimento das habilidades de raciocínio espacial por meio dessas atividades. O estudo ressalta a indissociabilidade entre o conteúdo de representação gráfica e a prática de projeto, enfatizando a importância de abordar esses assuntos de forma integrada no processo de ensino-aprendizagem.

Tendo clara a importância do estudo da Geometria Descritiva e, principalmente, reconhecendo a necessidade de se desenvolver uma boa habilidade espacial, muitos autores debatem acerca do tema, enquanto diversos artigos relatam práticas de ensino. Outros, ainda, propõem novas abordagens, com autores que dissertam sobre a criação de uma disciplina extra para o aprimoramento das habilidades espaciais e o nivelamento da turma.

É importante salientar que o uso de equipamentos, *softwares* e *hardwares* têm trazido facilidades e se constituído como um atrativo para a disciplina de Geometria Descritiva. Nesse sentido, Samid (2022) afirma que o metaverso está destinado a revitalizar o interesse pela Geometria, incorporando tecnologias para a manipulação do espaço e da forma geométrica. Anteriormente considerada como uma disciplina profundamente enraizada na cognição humana, a Geometria enfrentava receios de rejeição. Contudo, com a proliferação massiva de dados, facilitada pela tecnologia, a Geometria emerge como uma ferramenta aliada na organização dessas informações.

O propósito de Samid (2022) é explorar a construção de uma Geometria mais pragmática, capaz de capturar e manter o interesse. Os fundamentos geométricos estão intrinsecamente interligados a diversas áreas de estudo, abrangendo desde a Física até as Ciências Naturais em geral. Destaca-se, assim, a necessidade de evitar uma abordagem inflexível da Geometria, permitindo que os dados fluam organicamente.

Enquanto os seres humanos permanecem inclinados a pensar através dos conceitos moldados pela teoria da evolução darwiniana — sendo, inclusive, questionados pela Geometria Euclidiana —, as tecnologias emergentes transcendem tais limitações, explorando novas fronteiras em busca de inovação e aprimoramento tecnológico (Samid, 2022).

É importante notar que o metaverso restringe nossa percepção biológica a uma visualização tridimensional. Em cenários nos quais o metaverso interage com o universo físico, surgem aplicações espaciais que possibilitam a projeção e manipulação da realidade física dentro desse ambiente virtual.

Nesta direção, a presente pesquisa pretende apresentar e discutir os conceitos de Geometria Descritiva, metaverso e metodologia de ensino, bem como propor uma nova abordagem para o ensino de Geometria Descritiva, utilizando o metaverso como ferramenta inovadora.

I.2 - JUSTIFICATIVAS

A escolha da presente pesquisa teve origem no interesse pessoal da pesquisadora pelas disciplinas de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. A partir dessa motivação, foi possível perceber que tais disciplinas apresentam grandes dificuldades para os alunos que as cursam, o que levou ao questionamento sobre a existência de formas que pudessem facilitar sua compreensão. Com o avanço tecnológico, novas ferramentas têm surgido e uma sociedade *online* vem sendo formada, o metaverso.

Diante disso, observou-se que o ensino de Geometria Descritiva no contexto do metaverso ainda é pouco explorado, o que representa um nicho de pesquisa amplo e muito promissor.

I.3 OBJETIVOS

Propor uma abordagem metodológica de ensino que explore o potencial do metaverso para enfrentar e superar as dificuldades de compreensão frequentemente encontradas pelos alunos na disciplina de Geometria Descritiva. A integração do metaverso com as ferramentas já existentes proporcionará um ambiente de aprendizagem imersivo e acessível, permitindo que os estudantes explorem conceitos geométricos de maneira mais intuitiva, dinâmica e interativa.

Como objetivo secundário, destaca-se a possibilidade de aproveitamento da estrutura desenvolvida para aplicação em outras disciplinas, como o Desenho Técnico, ampliando, assim, o alcance e a eficácia da proposta.

I.4 - METODOLOGIA

O presente trabalho inicia-se com uma revisão bibliográfica narrativa, que, segundo Cavalcante (2020), é uma descrição ampla do assunto, sem uma

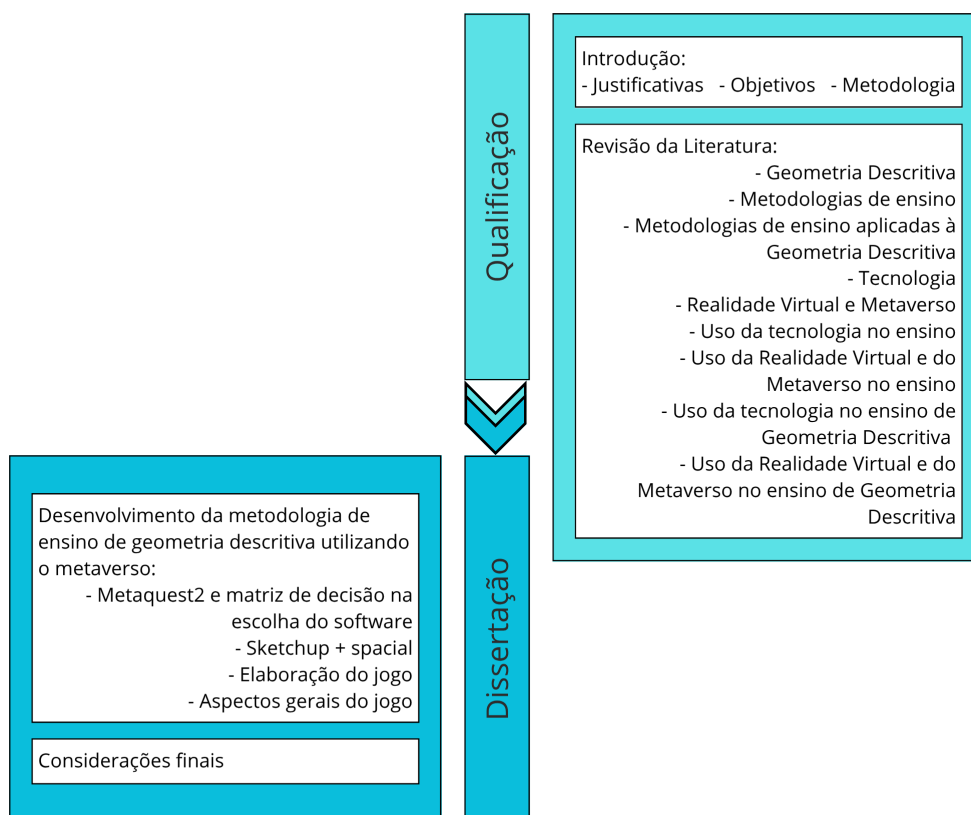
análise e busca sistemática dos dados. Para a execução deste trabalho, foram analisados artigos, dissertações, teses e textos *online* de empresas como *META*, *SketchUp* e *Microsoft*.

A revisão bibliográfica abordou os seguintes conceitos: Geometria Descritiva; Metodologias de Ensino; Metodologias de Ensino aplicadas à Geometria Descritiva; Tecnologia; Realidade Virtual e Metaverso; Uso da Tecnologia no Ensino; Uso da Realidade Virtual e do Metaverso no Ensino; Uso da Tecnologia no Ensino de Geometria Descritiva; e Uso da Realidade Virtual e do Metaverso no Ensino de Geometria Descritiva.

Em seguida, foi adotada a metodologia *Design Science Research*, que, segundo Gomes (2022), permite a materialização da construção do conhecimento, viabilizando a resolução de problemas identificados. A proposta desta dissertação é conceber uma metodologia de ensino de Geometria Descritiva utilizando a tecnologia emergente do metaverso e, posteriormente, criar uma aula dentro desse ambiente.

O objetivo final deste estudo é contribuir para a melhoria do processo de aprendizagem, conforme visto a esquematização metodológica na figura 1, de estudantes das áreas de Engenharia, Arquitetura e Design, cujas formações possuem um caráter multidisciplinar e estão diretamente relacionadas ao tema do ambiente construído.

Figura 1 – Esquematização metodologia



Fonte: Autores, 2025.

CAPÍTULO II - REVISÃO da LITERATURA

Neste capítulo, serão abordados os principais assuntos do presente trabalho: Geometria Descritiva, seus conceitos, história e aplicação; Metodologias de Ensino, com ênfase nas mais aplicadas na atualidade; e Tecnologia, sua evolução e aplicação, culminando no metaverso.

II.1 – GEOMETRIA DESCRITIVA:

No estudo da história da geometria visto por Palaré (2013) é possível perceber a multidisciplinaridade da disciplina, desde os estudos de Tales de Mileto (624 – 547 a.C.), o envolvimento das artes, passando pela geometria Euclidiana (360 - 294 a.C.), primeiro modelo matemático que se mantém sem alterações até os dias atuais, as pinturas de Duccio di Bondone (1278 – 1318), os primeiros conceitos de perspectiva em 1420 de Filippo Brunelleschi (1377 –

1446), a evolução para a geometria analítica, estudo cartográfico na disciplina de geografia, chegando em 1799 com a publicação do documento que sistematiza a forma de representação de geometria descritiva de Gaspard Monge (1746 – 1818), figura 2.

Palaré (2013) continua mostrando que a disciplina da Geometria seguiu evoluindo, alcançando os conceitos de Geometria Não Euclidiana e a Teoria da Relatividade de Albert Einstein (1879–1955).

Figura 2 – Gaspard Monge (1746-1818)



Fonte: Disponível em: <https://www.britannica.com/biography/Gaspard-Monge-comte-de-Peluse>.

Acesso em: 03/06/2025 às 17:44.

“A geometria descritiva tem dois objetivos: o primeiro, fornecer métodos para representar em uma folha de desenho com apenas duas dimensões, a saber, comprimento e largura, todos os corpos da natureza, que têm três, comprimento, largura e profundidade, desde que, no entanto, esses corpos possam ser rigorosamente definidos.

O segundo objetivo é fornecer a maneira de reconhecer as formas dos corpos a partir de uma descrição exata e deduzir delas todas as verdades que resultam tanto de sua forma quanto de suas respectivas posições.” (Monge, 1798, p.5, tradução nossa)

Segundo Teixeira (2006), a Geometria Descritiva foi desenvolvida com a intenção de otimizar projetos e construções de fortificações, tornando-se uma ciência militar. Por essa razão, é lecionada até os dias atuais em escolas militares. O objetivo principal da disciplina torna-a extremamente importante na base curricular dos cursos de Engenharia e Arquitetura. O autor destaca que,

embora o propósito original da sua criação seja claro, ao longo da história observa-se um afastamento desse foco, resultando em dificuldades na capacidade de abstração e no desenvolvimento da visão e do raciocínio tridimensional, o que, por sua vez, impacta a qualificação dos engenheiros e arquitetos em formação.

Conforme Lopes (2021), o ensino da Geometria é um direito dos alunos entre quatro e dezessete anos, estabelecido por lei (Lei Geral de 15 de outubro de 1827). Essa disciplina é ofertada aos estudantes nos anos iniciais da escolaridade, o que proporciona suporte para o desenvolvimento das habilidades de percepção e proporção.

Nesse sentido, a Geometria é uma disciplina importante para a formação do indivíduo e fundamental para a qualificação de engenheiros e arquitetos, visto que seu objetivo inicial é otimizar projetos e construções, além de oferecer suporte para o desenvolvimento da habilidade espacial do indivíduo.

“A Geometria é um ramo da Matemática, e pode ser definida como a ciência que investiga as formas e as dimensões das figuras existentes na natureza. A Geometria Descritiva, por sua vez, é o ramo da Matemática Aplicada que tem como objetivo o estudo de objetos tridimensionais mediante projeções desses sólidos em planos.” (Cruz, 2012, p.4)

Um dos principais teóricos da área, Montenegro (2018) ressalta que, mais do que leitura e interpretação de desenhos, a Geometria Descritiva serve para desenvolver a habilidade de imaginar e criar objetos e projetos. Ele afirma que o objetivo fundamental é a “apresentação de figuras no espaço, a fim de estudar sua forma, dimensão e posição” (Montenegro, 2018, p.7).

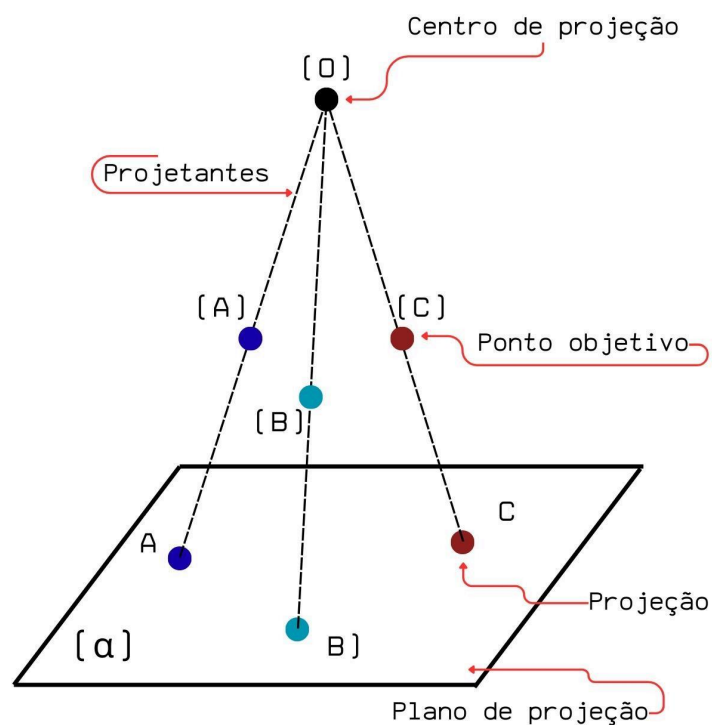
“A Geometria Descritiva é a base teórica de numerosas aplicações profissionais que vão da Engenharia à Arquitetura, bem como Desenho Industrial ou Design, Pintura, Escultura e muitas outras. É difícil encontrar uma atividade humana que não faça uso do Desenho, plano ou espacial, para visualizar algumas de suas aplicações.” (Montenegro, 2018, p.8)

Cruz (2012) aborda a Geometria Descritiva de forma técnica, apresentando os conceitos fundamentais relacionados aos elementos geométricos: forma, que

se refere ao aspecto do objeto; dimensão, que corresponde às medidas do objeto; ponto, definido como o elemento mais simples, desprovido de forma e dimensão; linha, caracterizada como um ponto em movimento, que pode ser reta ou curva, possuindo uma dimensão; e plano, descrito como um conjunto de linhas paralelas em movimento, com duas dimensões.

O autor também compara o conceito de projeção ao efeito da sombra projetada por um objeto sob a ação de raios luminosos. Ele sintetiza que o sistema de projeção é composto pelo objeto ou ponto, pelo centro de projeção (observador), pelo plano de projeção, pelas linhas projetantes e pela projeção resultante no plano, figura 3.

Figura 3 – Projeção cônica ou central



Fonte: Autores, 2025.

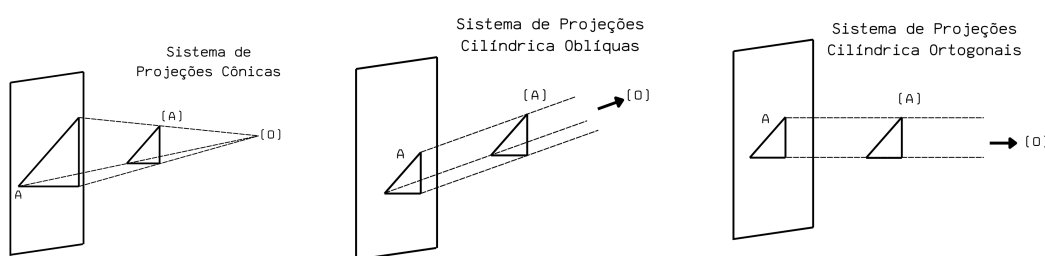
Cruz (2012) também aborda os diferentes tipos de projeção, figura 4, classificando-os da seguinte forma: projeções cônicas ou centrais, nas quais há uma distância entre o centro de projeção, o objeto e o plano de projeção, sendo que as projetantes são divergentes. Nesse caso, a projeção não representa a

verdadeira grandeza do objeto, pois há alteração nas dimensões entre o objeto e sua projeção.

As projeções cilíndricas ou paralelas ocorrem quando o centro de projeção se encontra no infinito, fazendo com que as projetantes sejam paralelas entre si; contudo, o ângulo das projetantes em relação ao plano de projeção não é definido. Já nas projeções cilíndricas ortogonais, semelhantes às paralelas, a principal diferença está no fato de que as projetantes só podem assumir uma única direção.

Em ambos os casos — cilíndricas paralelas e ortogonais — a projeção ocorre em verdadeira grandeza. Entretanto, devido à precisão necessária, a Geometria Descritiva adota predominantemente o sistema de projeção cilíndrico ortogonal como o mais utilizado.

Figura 4 – Objetos e seus sistemas de projeções

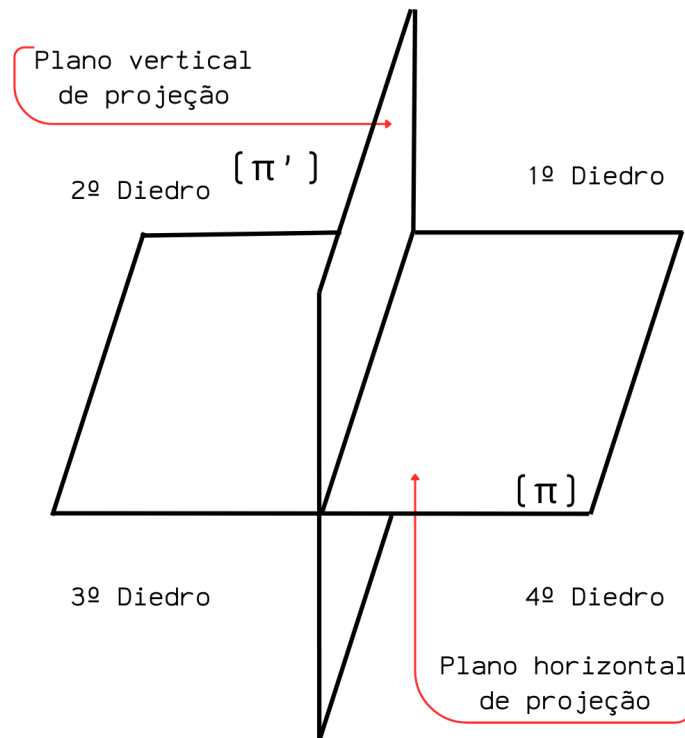


Fonte: Autores, 2025.

Gaspard Monge defendia que uma única projeção não era suficiente para determinar com precisão a posição de um objeto no espaço, sendo necessária, portanto, uma segunda projeção. Assim, estabeleceu-se o método da dupla projeção de Monge, sobre o qual se fundamenta toda a Geometria Descritiva clássica. Esse método consiste na projeção ortogonal do objeto sobre dois planos perpendiculares entre si (90°): o plano horizontal (π) e o plano vertical (π').

A interseção desses planos origina quatro regiões, denominadas diedros, enquanto a linha resultante dessa interseção é conhecida como linha de terra (Cruz, 2012), figura 5.

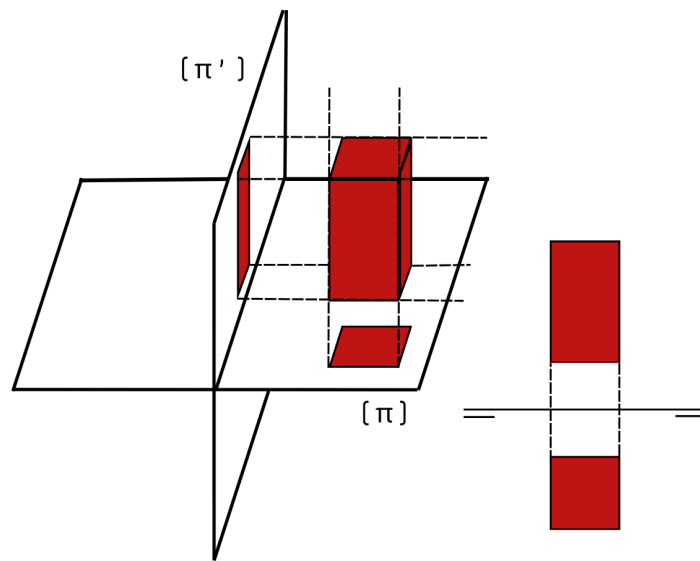
Figura 5 – Planos de projeção perpendiculares



Fonte: Autores, 2025.

Portanto, Cruz (2012) diz que, no sistema de Monge, todo objeto terá duas projeções: a vertical no plano π' e a horizontal no plano π . Para que essa representação possa ser feita bidimensionalmente rebatemos o plano π 90° e obtemos a *épura*. A *épura*, figura 6, é a “representação de um objeto tridimensional em um espaço bidimensional, a folha de papel”. Esse mecanismo é utilizado para a solução de inúmeros problemas geométricos.

Figura 6 – Rebatimento de plano e Épura



Fonte: Autores, 2025.

II.2 – METODOLOGIA DE ENSINO:

Segundo Sousa (2021), a educação está intrinsecamente ligada ao suporte, aos meios de disseminação e à preservação da informação. Os primeiros registros de comunicação ocorreram na pré-história, por meio das pinturas rupestres, conforme figura 7, sendo posteriormente sucedidos pelo surgimento da escrita na Antiguidade, registrada em papiros. Na Idade Média, destaca-se a criação do papel, culminando, na Modernidade, com a invenção das prensas tipográficas de Gutenberg, que possibilitaram a impressão e comercialização de livros e manuscritos.

Figura 7 – Arte rupestre, sítio arqueológico Vale de Vezere, na França.



Fonte: Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/historiag/a-arte-rupestre.htm>. Acesso em: 03/06/2025 às 17:53.

Etimologicamente, considerando a sua origem grega, a palavra metodologia advem de *metodos*, que significa META (objetivo, finalidade) e HODOS (caminho, intermediação), isto é caminhar para se atingir um objetivo. Por sua vez, LOGIA quer dizer conhecimento, estudo. Assim, metodologia significaria o estudo dos métodos, dos caminhos a percorrer, tendo em vista o alcance de uma meta, objetivo ou finalidade. (Manfredi, 1993, p.1).

Sousa (2021) percorre os principais períodos históricos, destacando como a educação atuava em cada contexto. Na Antiguidade Oriental, os egípcios contribuíram significativamente para áreas como astronomia (com a elaboração do calendário solar), engenharia (notadamente na construção das pirâmides), medicina (com avanços na anatomia e nas técnicas de mumificação) e matemática. No entanto, a educação era restrita a uma elite, sobretudo aos sacerdotes, sendo fortemente centrada na memorização e na obediência, com a escrita dominada exclusivamente pelos escribas. Na Mesopotâmia, as principais contribuições envolveram o desenvolvimento do calendário lunar, práticas médicas, as primeiras formas de escrita e a fundação da Biblioteca de Nínive. A educação, nesse contexto, era predominantemente familiar e oral, sendo o ensino formal reservado aos funcionários públicos.

Entre os hindus, a educação tinha um caráter essencialmente religioso e moral, transmitida ao ar livre e fundamentada na memorização. Já na China, responsável por importantes invenções como a pólvora, a seda e a bússola, o sistema educacional estava orientado para a preservação da tradição e dos

costumes, estruturando-se em dois níveis: o elementar, voltado para o ensino moral e literário, e o superior, destinado à formação de funcionários do Estado.

Na Antiguidade Clássica, observa-se um impacto profundo na concepção de educação. Na Grécia, a influência manifestou-se na filosofia, nas ciências (como a geometria e a astronomia), na política (com a consolidação da democracia) e na literatura (com autores como Homero e Hesíodo). Destacam-se também as contribuições filosóficas de Sócrates, que valorizava a educação como meio para o autoconhecimento e a busca da verdade; de Platão, que defendia a formação moral do homem através do Estado; e de Aristóteles, que via a educação como preparação para a vida pública e para a prática da virtude.

Em Roma, a expansão territorial impulsionou avanços na engenharia (com a construção de estradas pavimentadas, sistemas de esgoto e aquedutos), no direito (com o desenvolvimento do direito romano), na arquitetura e na disseminação do Cristianismo, especialmente após Constantino. O modelo educacional romano inspirou-se na tradição grega, com ênfase na retórica e na formação de cidadãos aptos para a vida pública (Sousa, 2021).

Souza (2021) destaca que, na Idade Média, a educação esteve fortemente influenciada pela Igreja, que determinava os conteúdos e as práticas pedagógicas. No Império Bizantino, o ensino assumia uma orientação humanista, com foco na formação de administradores, sendo a Universidade de Constantinopla um importante centro educacional da época. Por sua vez, a educação islâmica se caracterizava pela valorização do conhecimento, abrangendo diversas áreas do saber, e era ministrada tanto em mesquitas quanto em escolas independentes.

No período do Modernismo e durante a Reforma Protestante, figuras como Lutero, Calvino e Henrique VIII propuseram uma nova abordagem educacional, defendendo a alfabetização com o objetivo de permitir o acesso direto à leitura da Bíblia. Esse movimento impulsionou a criação das escolas primárias, concebidas para atender a todos, independentemente de sua posição social. Embora as instituições educacionais da Idade Moderna ainda preservaram

traços medievais, emergia gradualmente uma concepção humanista de educação. Um exemplo emblemático desse processo foi a escola de Vittorino da Feltre, que buscava integrar o ensino clássico com atividades práticas. Em contrapartida à expansão do protestantismo, a Igreja Católica, através da Contra Reforma, promoveu a criação dos colégios jesuítas, reafirmando sua influência sobre o sistema educacional.

Celeti (2012), por sua vez, apresenta um panorama histórico sobre a educação obrigatória, destacando a incorporação dos ideais de liberdade, igualdade e fraternidade — concebidos durante a Revolução Francesa — como princípios orientadores para a formação das escolas brasileiras. A autora aponta, ainda, que os avanços promovidos pela Revolução Francesa repercutiram significativamente em diversas esferas da sociedade, impulsionando transformações profundas nos sistemas educacionais ao redor do mundo.

Na educação contemporânea, observa-se uma significativa transformação tanto no uso de recursos didáticos quanto na configuração dos ambientes escolares, exemplificada pela substituição do quadro negro tradicional pela lousa digital e pela modificação da estrutura física das instituições de ensino (Sousa, 2021).

Paiva (2016) complementa essa visão ao destacar que a própria abordagem pedagógica tem se transformado, ressaltando que a forma de ensinar é tão relevante quanto o conteúdo transmitido. Nesse contexto, destacam-se as metodologias ativas, nas quais “o aluno é estimulado a assumir uma postura ativa em seu processo de aprender, buscando a autonomia do educando e a aprendizagem significativa” (Paiva, 2016, p.145).

Entre essas abordagens, encontra-se a metodologia STEAM, um acrônimo em inglês que reúne as disciplinas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática. Essa proposta pedagógica promove um ensino interdisciplinar e dinâmico, estimulando o estudante a construir sua própria aprendizagem a partir da integração de conhecimentos e da resolução de problemas reais.

Outra metodologia amplamente utilizada na atualidade é a Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project-Based Learning* – PBL), conforme descrito por

Masson (2012). O PBL busca engajar os alunos na construção do conhecimento e no desenvolvimento de habilidades mediante a investigação de questões complexas, a execução de tarefas autênticas e a criação de produtos concretos.

Todas as metodologias mencionadas partilham do princípio de tornar o aluno protagonista do seu processo de aprendizagem, superando o modelo tradicional em que o estudante ocupa uma posição passiva, meramente receptora de informações. Nessa mesma linha, a metodologia da sala de aula invertida propõe uma reorganização do papel docente: o professor deixa de ser o detentor exclusivo do saber para atuar como condutor e facilitador, orientando o aluno na construção do conhecimento de forma mais autônoma e significativa (Barbosa, 2023), figura 8.

Figura 8 – Comparação entre o método tradicional e a Sala de Aula Invertida



Fonte: ARANHA; FEFERBAUM, 2015, p.16.

Finalizando as metodologias atuais, a gamificação:

“Atualmente essa metodologia surge como uma possibilidade de conectar a escola ao universo dos jovens, estes que carregam diversos aprendizados advindos dos *games*, com o

foco na aprendizagem, por meio de práticas como sistemas de ranqueamento e fornecimento de recompensas.” (Stefano, 2021 p.8)

Dessa forma, evidencia-se que o desenvolvimento dos métodos de ensino evolui em consonância com a expansão do conhecimento, preservando a essência do aprendizado, mas incorporando recursos que facilitam a assimilação de saberes cada vez mais sofisticados, modificados e enriquecidos a partir de experiências e trocas de conhecimentos.

II.3 – METODOLOGIA DE ENSINO APLICADA À GEOMETRIA DESCRITIVA:

Como já descrito anteriormente, a Geometria é uma área do conhecimento originada na Antiguidade Clássica. Em 1799, Gaspard Monge sistematizou a forma de representação da Geometria Descritiva. Segundo Rocha (2019), essa área do saber é fundamental para o desenvolvimento do raciocínio lógico e espacial, sendo essencial para a formação de profissionais como arquitetos e engenheiros.

Teixeira (2006) retoma os conceitos iniciais de Monge, destacando que a Geometria Descritiva foi originalmente concebida para otimizar projetos de fortificação. No entanto, com o passar do tempo, houve um distanciamento desse propósito inicial, levando ao ensino da disciplina como uma ciência pura, desvinculada de sua aplicação prática original.

Bergamini (2017) aprofunda essa análise ao afirmar que “sobre a atividade cerebral durante o desenho demonstram que ao desenhar o indivíduo acessa simultaneamente várias regiões do cérebro” (Bergamini, 2017, p.2), reforçando, assim, a importância do desenvolvimento do raciocínio, além de contribuir significativamente para a formação da memória.

O autor também evidencia que o ensino de desenho fazia parte do currículo escolar dos alunos do ensino médio (1º e 2º graus) nas décadas de 1960 e 1970. Essa formação compreende várias unidades: material de desenho, que além de apresentar os instrumentos necessários, ensinava técnicas de utilização; desenho de letras, focado na caligrafia técnica e na elaboração de letras ornamentais; desenho do natural, com ênfase em desenhos figurativos

ou de observação; desenho decorativo, voltado para o desenvolvimento dos princípios da percepção visual; desenho geométrico, considerado a unidade mais extensa, abordando a resolução de problemas, a interface com a matemática, a precisão e o passo a passo na construção de figuras mais complexas, incluindo a geometria plana e espacial; desenho técnico, com foco nos fundamentos da Geometria Descritiva e projeções ortogonais, essenciais para os cursos superiores; e técnicas e materiais de artes plásticas.

Silva (2006) destaca que, ainda no século passado, a Geometria Descritiva passou a ser negligenciada. Dois fatores são apontados como determinantes para esse cenário: o abandono e a falta de interesse dos estudantes, e, sobretudo, a Reforma Universitária de 1968, cujo artigo nº 21 suprimiu o desenho geométrico e a Geometria Descritiva dos exames vestibulares.

A ausência desse conteúdo na base curricular impacta diretamente o desempenho nos cursos superiores. Bergamini (2017) aponta que os índices de reprovação, já elevados, se agravaram. Como tentativa de solução, ocorreu a redução da carga horária das disciplinas relacionadas, inicialmente nas instituições privadas, mas posteriormente replicada também nas universidades públicas.

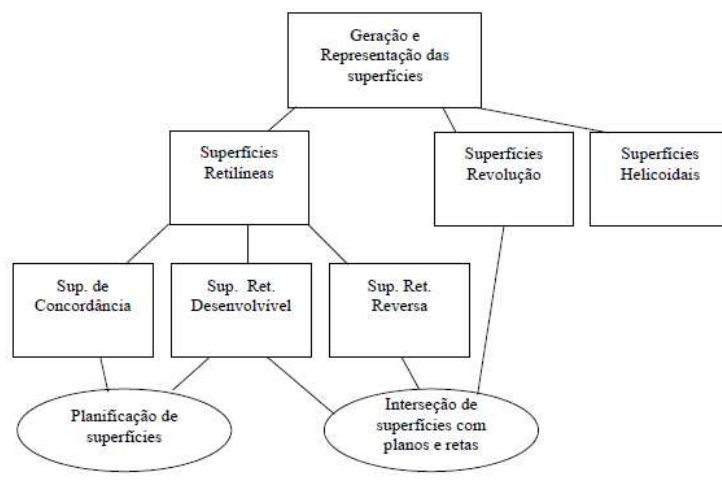
Outros mecanismos foram adotados para minimizar as dificuldades enfrentadas pelos estudantes. Segundo Kopke (2001), essa dificuldade está relacionada às áreas de atuação cerebral: enquanto o hemisfério esquerdo é mais estimulado e desenvolvido ao longo da trajetória escolar, a habilidade espacial é predominantemente processada pelo hemisfério direito. Por essa razão, os métodos de aprendizagem mais eficazes devem ser estruturados de forma mais lúdica, estimulando a atividade cerebral adequada ao desenvolvimento da percepção espacial.

“Nossa proposta é iniciada de maneira radical, no sentido de se trabalhar primeiro com sólidos” (Montenegro, 1991). Propusemos aos alunos que observassem objetos simples, de uso cotidiano, buscando aplicações específicas para Arquitetura e Artes. Partimos, então, do todo para as partes, do concreto para o abstrato, aprendendo a analisar as formas expressas por planos, inclinações e descobrindo a maneira correta de representação; tendo acesso, então, ao estudo dos sistemas projetivos.” (Kopke, 2001)

Silva (2004) propõe a implementação da metodologia da aprendizagem significativa no ensino da disciplina de Geometria Descritiva III, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Essa abordagem fundamenta-se na teoria do ensino psicológico e na valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes, em oposição à metodologia tradicional, de caráter predominantemente axiomático.

A proposta inclui a aplicação de testes diagnósticos para identificar os saberes prévios dos alunos, o uso de organizadores prévios — tais como textos introdutórios e exercícios orientados — e a elaboração de mapas conceituais que auxiliam na estruturação, integração e consolidação dos novos conteúdos. Dessa forma, busca-se promover uma aprendizagem mais sólida, contextualizada e significativa, favorecendo o desenvolvimento cognitivo e a autonomia dos discentes, figura 9.

Figura 9 – Metodologia de ensino psicológico



Fonte: SILVA; SILVA; TEIXEIRA; BARCIA, 2004, p.8.

Pratini (2001) aponta que as dificuldades enfrentadas no aprendizado da Geometria Descritiva também se manifestam na disciplina de Desenho Técnico, especialmente no curso de Engenharia Civil. Como proposta de intervenção, o autor desenvolveu um *website* contendo material didático de

apoio, destinado a complementar as aulas e a favorecer a aprendizagem dos alunos nas disciplinas de Desenho Técnico e Geometria Descritiva.

De modo semelhante, Oliveira (2001), ao realizar um experimento na disciplina de Geometria Descritiva I no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), propõe uma mudança metodológica orientada para uma prática mais interativa e participativa. A intervenção incluiu a promoção de discussões em sala de aula e a realização de trabalhos em grupo; a exposição dos conteúdos partindo de uma visão geral, seguida do aprofundamento nos elementos específicos e suas aplicações práticas; além da contextualização do conteúdo mediante a realização de um trabalho de campo em equipe. Essas estratégias visam estimular o interesse dos estudantes, promovendo a aplicação concreta dos conceitos aprendidos e o desenvolvimento de competências essenciais à formação profissional.

II.4 – TECNOLOGIA:

Veraszto (2009) afirma que o homem primitivo já utilizava objetos naturais como extensão do próprio corpo, porém não havia modificação desses objetos para melhorar seu uso. A talha em pedra só começa com o *Homo erectus*, e esse ato está diretamente ligado à capacidade intelectual do ser humano, ou seja, à capacidade de transformação, figura 10.

Figura 10 – 2001: Uma Odisseia no espaço



Fonte: Disponível em:

<https://www.metropoles.com/entretenimento/literatura/livro-apresenta-a-biografia-do-classico-2001-uma-odisseia-no-espaco>. Acesso em: 03/06/2025 às 18:08.

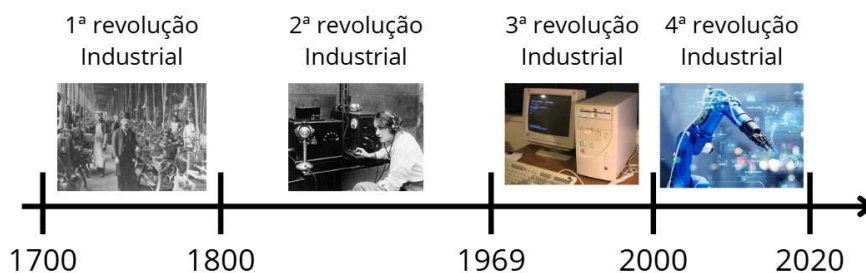
“A palavra tecnologia provém de uma junção do termo tecno, do grego techné, que é saber fazer, e logia, do grego logus, razão. Portanto, tecnologia significa a razão do saber fazer. Em outras palavras o estudo da técnica. O estudo da própria atividade do modificar, do transformar, do agir.” (Okido, 2021, p.11)

A dominação do fogo foi um marco fundamental para a transformação do homem pré-histórico no homem moderno. O fogo proporcionou luz e calor durante a noite, além de servir como uma eficaz arma contra predadores. Outra evolução beneficiada pelo uso do fogo foi a habilidade de cozinhar, permitindo que o homem “digira alimentos que antes não eram possíveis, como a batata, o trigo e o arroz” (Okido, 2021, p.21).

“Podemos chamar estes primeiros artefatos de um instrumento tecnológico, pois representam a organização da comunidade para cumprir um propósito particular: a sobrevivência poderia ser garantida através da interferência do hominídeo no meio, caçando e defendendo seu território contra as investidas das feras.” (Veraszto, 2009, p.24)

Como podemos observar, a tecnologia faz parte do desenvolvimento humano e foi primordial na trajetória da humanidade, figura 11. Dando um salto temporal e entrando na era moderna do uso das máquinas, marco importante da história da humanidade foi a primeira revolução industrial que ocorreu na segunda metade do século XVIII. Em seguida, iniciamos o uso da energia elétrica, na segunda revolução industrial em meados do século XIX. No início do século XX temos a terceira revolução industrial e a criação dos eletrônicos e o início da internet. Hoje, vivemos a quarta revolução industrial que é ligada à digitalização dos processos. (Amaral, 2021)

Figura 11 – Evolução da industrial



Fonte: Autores, 2025.

De acordo com Guerreiro (2023), a Quarta Revolução Industrial teve início com o advento da internet, promovendo transformações nos modelos de negócio. No subsistema social das empresas, observa-se o desenvolvimento de habilidades digitais e de automação, além da liderança mediada por tecnologias como realidade virtual e aumentada. Já o Boston Consulting Group (2025) aponta que os pilares da Indústria 4.0 incluem *big data* e *analytics*, robôs autônomos, simulação, integração de sistemas, Internet das Coisas, cibersegurança, computação em nuvem, manufatura aditiva e realidade aumentada. Ambas as referências destacam a relevância da realidade aumentada e virtual no contexto industrial, o que reforça sua presença na sociedade como um todo.

II.5 – REALIDADE VIRTUAL E METAVERSO:

A afirmação de Barbosa (1990, p.11 apud Araújo, 2022, p.124) “Acredita-se que a arte não é apenas uma consequência de modificações culturais, porém o instrumento provocador de tais modificações” remete a uma realidade constatada desde os primórdios da humanidade. A expressão artística sempre proporcionou ao ser humano uma forma de expandir conhecimentos, idealizar e projetar o futuro, sendo inclusive aproveitada nas ciências como aliada na descoberta de si mesmo e do mundo, como ocorre, por exemplo, com a utilização da mitologia no entendimento da psique.

Esse raciocínio, relacionado à evolução tecnológica, remete à obra Os óculos de Pigmalião, de Stanley Weinbaum (1935), figura 12, que apresenta a idealização do rei fenício de mesmo nome, que viveu em Tiro entre 820 e 774 a.C. Ele esculpia uma estátua na busca da perfeição feminina, com a qual pudesse se relacionar de maneira sublime. Na sequência da narrativa, o protagonista acessa um mundo ideal — o paracosmos — alcançado por meio do uso de óculos especiais. Nesse mundo, as relações seriam mais fluidas e marcadas por menores conflitos.

Figura 12 – Os óculos de Pigmalião - Stanley G. Weinbaum (1935)

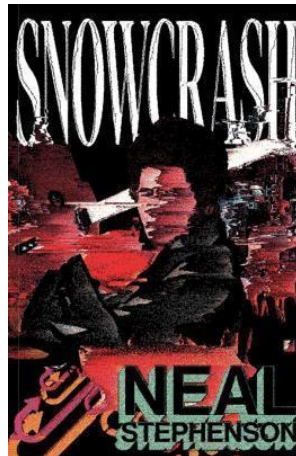


Fonte: Capa do livro Os óculos de Pigmalião de Stanley G. Weinbaum, Editora Wish, Livro de 1935 edição 2022.

“Um óculos que ativa um filme que dá visão e audição [...], paladar, olfato e tato. [...] Você está na história, fala com as sombras e elas respondem, no lugar de estar em uma tela, a história é toda sobre você e você está nela.” (Weinbaum, 1935)

Contudo, foi no romance *Snow Crash*, figura 13, lançado em 1992, escrito por Neal Stephenson, que o termo “Metaverso” foi utilizado remetendo à realidade paralela. Na obra, o metaverso é descrito como um mundo virtual fictício. O conceito de metaverso, conforme definido por Tibúrcio *et al.* (2022), refere-se a um espaço acessível pela internet que possibilita a criação de ambientes gráficos tridimensionais. Essa representação virtual é uma extensão do mundo real, proporcionando aos usuários a oportunidade de explorar e interagir em um ambiente digital imersivo.

Figura 13 – Snow Crash - Neal Stephenson (1992)



Fonte: Capa do livro Snow Crash de Neal Stephenson, Editora Wish, Editora Aleph, Livro de 1992 edição 2015.

“Então Hiro não está realmente aqui. Ele está em um universo gerado por computador que [...] desenha em seus óculos e bombeia em seus fones de ouvido. [...] esse lugar imaginário é conhecido como Metaverso.” (Stephenson, 1992)

Desta forma vemos a arte criativa colaborando com o que vai se tornando realidade no processo evolutivo da ciência tecnológica.

O Metaverso representa uma inovação tecnológica que proporciona experiências imersivas em ambientes digitais, permitindo a interação dos usuários por meio de *avatares* e dispositivos como óculos de realidade virtual e roupas sensoriais. Embora atualmente a imersão esteja focada na visão e audição, o conceito integra elementos de realidade mista, combinando o mundo físico e o virtual. Grandes empresas de tecnologia, como a *Meta*, de Mark Zuckerberg, têm impulsionado seu desenvolvimento, investindo na criação de ambientes digitais mais acessíveis e interativos, expandindo as possibilidades de conectividade e imersão nesse universo em constante evolução (da Silva Filho, 2022).

Segundo Rodrigues (2013), a realidade virtual é a simulação computacional da vida real, proporcionando uma interação imersiva por meio de imagens 3D geradas em tempo real. O termo "realidade virtual" foi criado pelo cientista da computação e artista Jaron Lanier na década de 1980. O autor destaca que o surgimento da realidade virtual está diretamente ligado ao desenvolvimento de

simuladores de voo pelas Forças Aéreas dos Estados Unidos, tecnologia que teve um papel relevante durante a Segunda Guerra Mundial. Além disso, a realidade virtual apresenta três características fundamentais: imersão, que proporciona a sensação de estar dentro do ambiente virtual; a interação, definida como a capacidade do sistema de detectar as ações do usuário e adaptar-se a elas em tempo real; e o envolvimento, que se refere ao grau de estímulo necessário para o comprometimento do usuário com determinada atividade, podendo ser ativo, como na participação em jogos e exploração de ambientes virtuais, ou passivo, como na leitura de um livro ou na simulação de uma cirurgia virtual.

Acevedo Nieto (2022) afirma que o metaverso é um universo *online* com uma economia própria e experiências privadas, públicas, domésticas e sociais em permanente mutação e desenvolvimento.

O metaverso pode ser definido como a convergência do mundo físico com o mundo digital, consolidando, portanto, um espaço virtual onde as pessoas, interagindo por meio de “avatares”, poderão trabalhar, socializar, negociar, jogar e consumir. (Therrien, 2022, p.3).

O primeiro universo virtual 3D foi o *Second Life*, uma plataforma imersiva lançada em 2003 pela *Linden Lab*. Trata-se de um ambiente de socialização, interação e criação em um espaço compartilhado, considerado precursor dos conceitos atuais de metaverso (Pieroni *et al.*, 2022).

Concepción (2022, p.2) afirma que o avanço da tecnologia permitiu que a interação entre indivíduos em ambientes virtuais se tornasse mais imersiva e realista. Dessa forma, o metaverso tem crescido com o desenvolvimento tecnológico dos últimos anos, sendo aplicado em “eventos e conferências virtuais, turismo virtual, educação e treinamento virtuais, imóveis virtuais e socialização virtual”.

Em 2021, Mark Zuckerberg, criador do *Facebook*, fez um pronunciamento no qual, além de modificar o nome da empresa para *META*, estabeleceu como prioridade o desenvolvimento do metaverso. Nesse pronunciamento, o CEO do *META* afirmou que as tecnologias existentes “simplesmente não conseguem

transmitir toda a gama de expressão e conexão humana” (0:02:52). Com isso, ele apresentou algumas mudanças que pretendem ser realizadas para evoluir o universo digital imersivo: a sensação de presença, *avatares* 3D, espaços domésticos, teletransporte, interoperabilidade, privacidade e segurança, bens virtuais e interfaces mais naturais (Díez, 2021).

Díez (2021) também destaca que outras empresas estão interessadas no desenvolvimento do metaverso, como *Amazon, Epic Games, Microsoft, Sony, Samsung, Ripple, Gucci e Apple*, sendo que *META, Microsoft e Apple* são as mais engajadas. No vídeo de 2021, Mark Zuckerberg ainda afirma que, em 5 a 10 anos, a tecnologia do metaverso terá se popularizado.

O uso dos óculos de realidade virtual apresenta pontos negativos. Existe a limitação do acesso a esses dispositivos devido ao seu custo; porém, a falta deles não impede a participação do usuário, que pode acessar o metaverso pela tela do computador. Também é relatado um desconforto no uso dos óculos, podendo causar náuseas em alguns usuários (Hedrick *et al.*, 2022).

Outro aspecto negativo é abordado por Marra (2019), que mostra que, à medida que os avanços tecnológicos acompanham a sociedade, o mundo virtual também se torna um espaço para crimes e delitos, como furtos, estelionatos, racismo e pedofilia. A autora ainda ressalta a ausência de regulamentações na internet, o que favorece tais ocorrências.

II.6 – USO DA TECNOLOGIA NO ENSINO:

Faria (2004) já demonstrava o impacto da internet na educação, ressaltando a importância de docentes se prepararem, pois, a internet permite aos alunos acesso instantâneo à informação. A autora destaca a necessidade de uma mudança pedagógica mais criativa, crítica e de construção conjunta, em que os modelos educacionais mecanicistas sejam substituídos por abordagens mais sociointeracionistas.

Demo (2011) analisa que as crianças já nascem no mundo tecnológico, o que faz com que não tenham as dificuldades de manuseio que os adultos costumam apresentar. Além disso, os materiais didáticos encontrados *online*

não se limitam à leitura; é possível aprender assistindo, escutando e manipulando, o que amplia as múltiplas formas de aprendizagem. O autor também ressalta o estímulo que o computador traz à criança durante o processo de aprendizagem, observando que, em uma aula de 40 minutos, o aluno precisa manter a atenção — algo que, segundo ele, é difícil até mesmo para um adulto. Mexer no computador aguça a curiosidade, proporciona autonomia e, muitas vezes, motiva a criança a ser autora do seu próprio aprendizado.

No mundo empresarial as ferramentas tecnológicas se tornaram essenciais quando se trata de gestão e solução de problemas, além de sua utilização na perspectiva de bem estar dos colaboradores e da própria instituição. O surgimento da tecnologia está intrínseco ao conhecimento e à medida que evolui é acompanhada de desenvolvimento social e educacional tornando-se fundamental às compreensões e aprendizados. O conhecimento, no processo de formação educacional, toma caráter de disciplina que comunica o saber possibilitando, simultaneamente, a crítica do desenvolvimento humano em uma observação global baseada no conhecimento. (Hayne, 2018).

A pandemia do coronavírus fez com que os governos tomassem as medidas do isolamento social, necessárias para conter o contágio. Essa ação teve impacto direto nas instituições de ensino que tiveram que adotar a forma remota de lecionar. É importante ressaltar que o ensino remoto foi em tempo real, nos mesmos horários das aulas, com interação direta com os professores, diferenciando do EAD (Campos *et al.*, 2022).

Campos *et al.* (2022, p.62) também destacam que a gamificação se tornou uma estratégia eficaz para adaptação às novas formas de ensino. O autor aponta que "o uso de atividades lúdicas mostrou ser uma boa forma de atrair os educandos", incentivando a participação dos alunos nos jogos e, conseqüentemente, facilitando a assimilação do conteúdo de maneira mais dinâmica e envolvente".

II.7 – USO DA REALIDADE VIRTUAL E DO METAVERSO NO ENSINO:

Conforme abordado anteriormente, a Realidade Virtual e o metaverso, figura 14 possibilitam a criação de ambientes imersivos e singulares. Nesse contexto, as atividades educacionais são realizadas por meio de avatares, prática que, segundo Hedrick *et al.* (2022), promove maior conforto e engajamento dos alunos em comparação às tradicionais videochamadas.

Figura 14 – Metaverso na sala de aula



Fonte: Disponível em:

<https://olhardigital.com.br/2022/09/14/colunistas/metaverso-na-sala-de-aula-e-uma-realidade-mas-ainda-distante/>. Acesso em: 03/06/2025 às 18:18.

Cid (2023) realiza uma análise sobre a necessidade de repensar as metodologias de ensino, investigando oito atividades que utilizam o metaverso com o objetivo de promover uma educação integral em um ambiente lúdico. Esse método visa despertar o interesse e estimular a participação ativa dos alunos, proporcionando uma abordagem de aprendizado mais prática e experimental, além de desenvolver competências digitais essenciais para o contexto atual.

É importante destacar que a maioria dos alunos atualmente presentes nas salas de aula pertence às gerações millennials ou geração Y e geração Z, grupos que já estão conectados digitalmente e preparados para participar de aulas imersivas, aguardando que os professores integrem essas tecnologias em suas práticas pedagógicas (Marques, 2023). O mesmo autor enfatiza a necessidade de instituições de ensino investirem no ecossistema de

aprendizagem digital, por meio da aquisição de equipamentos atualizados e da capacitação docente.

Lopes (2022) aborda a utilização do metaverso no ensino superior, destacando seu potencial para proporcionar uma aprendizagem mais imersiva e enriquecedora. Segundo o autor, a simulação de cenários e situações reais possibilita aos alunos experiências práticas inovadoras, especialmente em cursos das áreas de saúde, engenharia e arquitetura, nos quais é fundamental “experimentar e praticar habilidades em um ambiente seguro antes de aplicá-las no mundo real.”

II.8 – USO DA TECNOLOGIA NO ENSINO DE GEOMETRIA DESCRITIVA:

O uso da tecnologia como recurso de apoio ao ensino de Geometria Descritiva não é uma novidade no campo educacional. Jacques (2001) já discutia as dificuldades decorrentes da redução da carga horária da disciplina e apresentava a realidade virtual como uma possível ferramenta de suporte. O experimento conduzido pelo autor consistiu na criação de um ambiente de aprendizagem estruturado para apresentar inicialmente a situação espacial por meio de um modelo virtual acompanhado de texto explicativo. Em seguida, a planificação do sistema era demonstrada por meio de animações e recursos de realidade virtual, culminando com o método bidimensional, que utilizava a representação em épura através de ilustrações e animações em 2D, figura 15.

Figura 15 – Estudo de Jacques (2001)

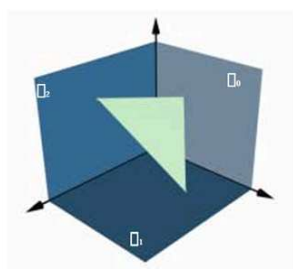


Figura 1. Modelo Virtual do Plano Obliquo

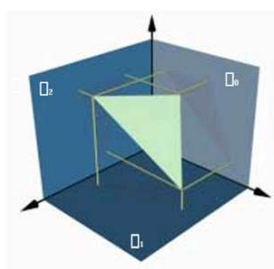


Figura 2. Modelo Virtual do Plano Obliquo com suas Linhas Projetantes

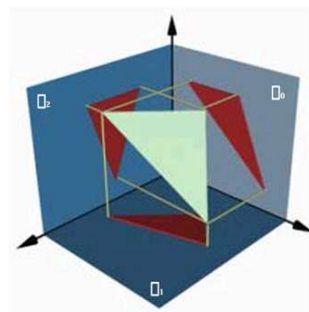


Figura 3. Modelo Virtual do Plano Obliquo com suas Projeções

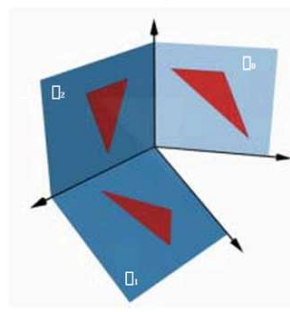


Figura 4. Início da Planificação do Sistema

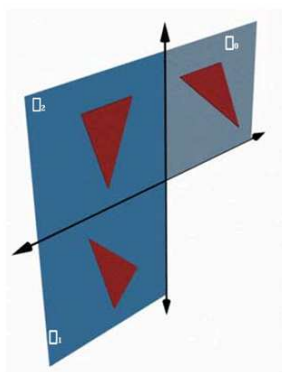


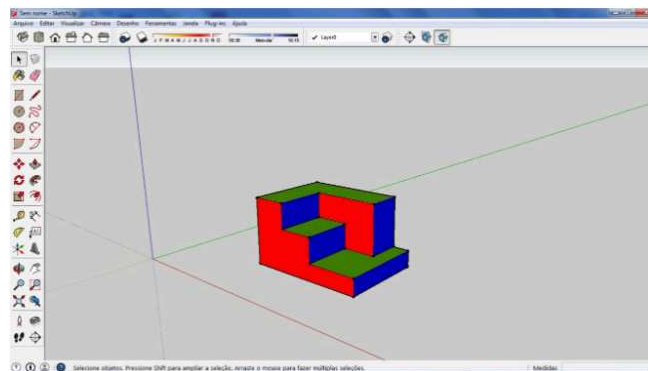
Figura 5. Final da Planificação do Sistema - Épura

Fonte: JACQUES *et al.*, 2001 p. 418 e 419.

Quimuanga (2021) utilizou o *software* GeoGebra para explicar como as representações de planificação resultam na formação de um objeto tridimensional. A pesquisa do autor consistiu em um passo a passo orientado aos alunos, visando à criação dos planos horizontal (π) e vertical (π'), bem como à formação dos diedros. Concluiu-se que o auxílio da tecnologia, nesse caso, foi benéfico, uma vez que, ao serem questionados se “é mais fácil fazer as construções geométricas com o uso do GeoGebra do que com os meios convencionais?”, 83 dos 91 alunos participantes responderam afirmativamente.

De modo semelhante, o uso do *SketchUp*, *software* de modelagem tridimensional, também foi empregado no ensino de Geometria Descritiva (de Souza, 2018), figura 16. O autor confirma que a utilização desse recurso pode melhorar a visão espacial dos estudantes e conclui que, com o advento da informática, têm ocorrido mudanças significativas no ensino em diversas áreas, incluindo a Geometria.

Figura 16 – Estudo de De Souza (2018)



Fonte: DE SOUZA; NASCIMENTO; BENUTTI, 2018, p.85.

Santos e Teixeira (2016) abordam os desafios enfrentados pelos alunos na compreensão de objetos tridimensionais representados bidimensionalmente, área que frequentemente apresenta dificuldades cognitivas. Nesse contexto, a computação gráfica surge como uma ferramenta essencial para mitigar essas barreiras.

Com esse objetivo, foi desenvolvido o *software* HyperCAL3D, projetado para oferecer maior interatividade e visualização no ensino da Geometria Descritiva. O desenvolvimento da ferramenta, realizado por Santos e Teixeira (2016) em parceria com o grupo de pesquisa ViD, envolveu um estudo aprofundado dos conceitos da disciplina. Após ser avaliado por especialistas, o *software* recebeu uma pontuação de 85,41 pontos na escala S.U.S. (*System Usability Scale*), evidenciando sua eficácia.

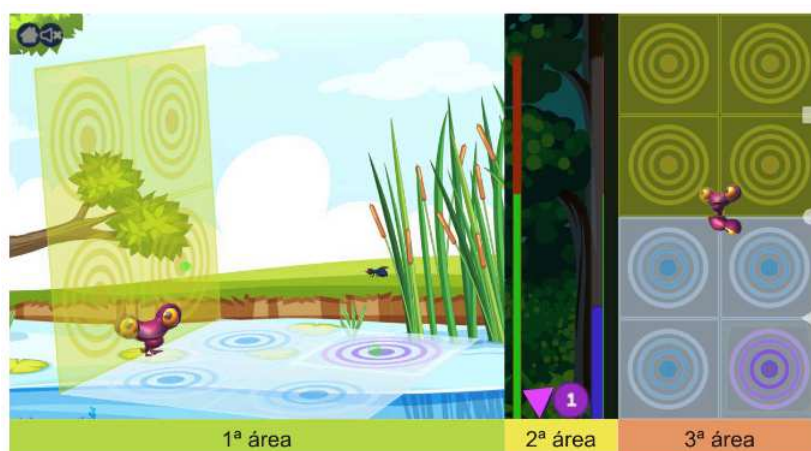
Segundo Soegaard (2025) a escala S.U.S. criada por John Brooke em 1986, é uma forma de identificar e avaliar o padrão de um produto no seu uso geral. São feitas no total 10 perguntas acerca do produto, perguntas como “Achei o

sistema fácil de usar” e “Achei que havia uma inconsistência nesse sistema”. As respostas variam de “discordo totalmente” a “concordo totalmente”. Em seguida é feito o somatório das respostas e a normatização, fazendo com que a pontuação que o produto atinja seja entre 0 a 100.

Segundo Cardozo (2022), o HyperCAL3D tem sido bem aceito pelos alunos e consolidou-se como uma importante contribuição para o ensino da Geometria Descritiva. Ademais, diante dos avanços tecnológicos, o trabalho de Cardozo (2022) propõe uma atualização do *software* para uma versão *mobile*, tornando-o acessível em *smartphones*. Essa evolução visa ampliar a flexibilidade e a conveniência da ferramenta, atendendo melhor às demandas educacionais atuais.

Adentrando nas metodologias ativas e na gamificação, Da Silva (2022) aborda o aprendizado de forma lúdica, por meio de jogos computacionais. O autor desenvolveu um jogo denominado “Frogo”, cujo personagem é um sapo com o objetivo de caçar moscas e pequenos peixes. Os conceitos de geometria são aplicados na definição da posição dos planos dentro do jogo, especificamente na “projeção em uma lagoa, de modo que o plano horizontal (π) ficasse no espelho d’água. De pé sobre uma planta aquática situada na origem da coordenada x (abscissa), o personagem do jogo, Frogo, captura seus alimentos”, figura 17.

Figura 17 – Frogo.



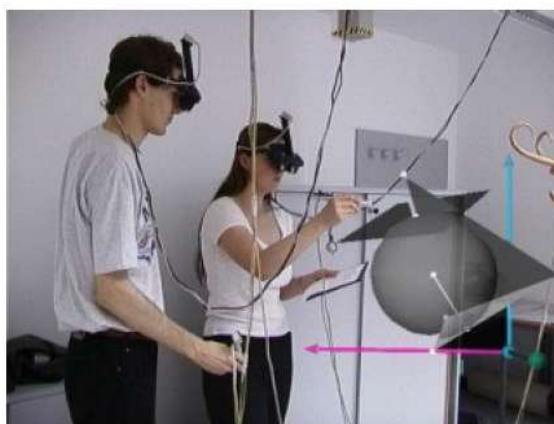
Fonte: DA SILVA; DE OLIVEIRA, 2022, p. 11.

Ainda no contexto da gamificação, Moraes (2008) apresenta o GeoEspaçoPEC, um jogo de RPG (*Role-Playing Game*) desenvolvido com o objetivo de estimular o aprendizado de geometria espacial. Segundo o autor, “a geometria espacial é abordada nos passatempos, dicas e no próprio cenário, demandando o uso de conhecimento previamente abordado pelo professor em sala de aula” (Moraes, 2008, p.1). Posteriormente, Moraes (2009) repetiu o experimento, incorporando o uso da Realidade Virtual e a perspectiva em primeira pessoa, o que tornou o jogo mais interativo e imersivo, favorecendo um maior envolvimento dos alunos na atividade.

II.9 – USO DA REALIDADE VIRTUAL E DO METAVERSO NO ENSINO DE GEOMETRIA DESCRITIVA:

Com o avanço tecnológico, tornou-se possível dominar a realidade aumentada. De acordo com De Lima (2007), já no início dos anos 2000, alguns estudos utilizavam essas ferramentas no ensino da geometria descritiva. Um exemplo é o *Construct 3D*, um aplicativo que permite a dois usuários, por meio de um capacete de realidade virtual (HMD – *Head Mounted Display*), compartilhar e trabalhar colaborativamente em um espaço 3D voltado para a construção, figura 18.

Figura 18 – Construct 3D



Fonte: DE LIMA; HAGUENAUER; CUNHA, 2007 , p.5.

De Lima (2007) também traz os Cartões Marcadores Reconfiguráveis em Ambiente de Realidade Aumentada, desenvolvidos na Universidade Federal do

Pará. Esse estudo utilizou os marcadores do sistema ARToolKit, uma biblioteca digital gratuita e de código aberto voltada para o desenvolvimento de aplicativos em realidade aumentada. Esses marcadores podem ser modificados pelo usuário por meio da alteração de sua configuração, seguindo uma legenda específica. Como resultado, os modelos virtuais são atualizados em tempo real. A primeira aplicação dessa tecnologia foi voltada para o ensino da Geometria Espacial.

Dos Santos (2014) explorou o uso do metaverso como ferramenta para o ensino de Geometria Descritiva por meio da plataforma *Second Life*. Para isso, foi criado um laboratório virtual dentro do ambiente digital, composto por seis salas, onde vinte e oito objetos foram estrategicamente distribuídos para auxiliar na construção de conceitos sobre os poliedros. A interação entre os avatares no ambiente virtual, seja por meio de conversação ou visualmente, desempenhou um papel fundamental na reflexão sobre os conceitos geométricos envolvidos na construção dos poliedros. Como resultado, a imersão no laboratório virtual proporcionado pelo *Second Life* demonstrou ser uma ferramenta eficaz para estimular simulações que favorecem o desenvolvimento do pensamento geométrico dos participantes.

De Souza (2023) realizou um estudo com alunos da educação básica sobre conceitos de geometria espacial, utilizando o *software* de realidade aumentada "Sólido RA". A aula foi estruturada em duas etapas: inicialmente, houve a exposição do conteúdo, seguida da aplicação da metodologia de rotação por estações em conjunto com o uso do aplicativo. Os resultados indicaram que a utilização do "Sólido RA" se destacou como um recurso significativo e inovador, despertando curiosidade e interesse nos alunos, além de ampliar suas relações cognitivas ao conectar a prática com seus conhecimentos prévios, figura 19.

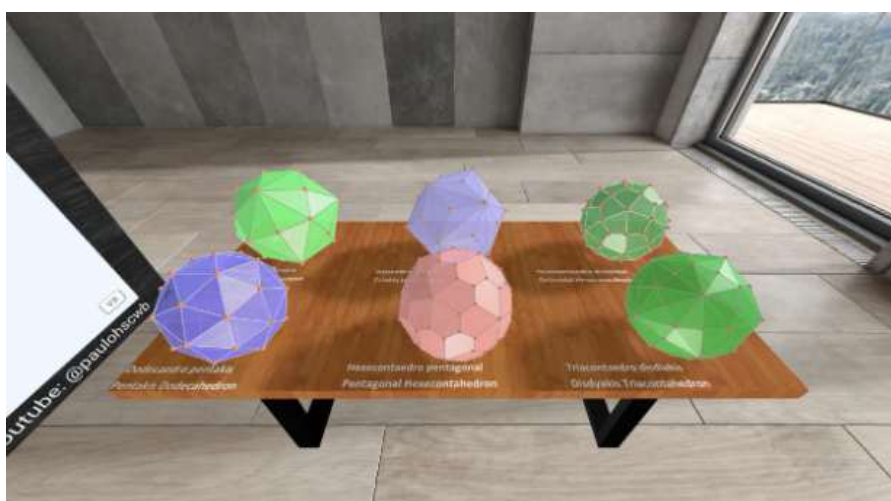
Figura 19 – Utilização do Sólido RA, artigo De Souza (2023)



Fonte: DE SOUZA; RENDEIRO, 2023, p.14.

Siqueira (2024) investiga o uso da realidade virtual no ensino dos conceitos geométricos dos poliedros de Arquimedes e seus duais de Catalan. Para o autor, a realidade virtual complementa os materiais didáticos tradicionais, permitindo que os alunos interajam e visualizem os sólidos e suas propriedades de forma mais efetiva e significativa, facilitando a compreensão das características geométricas, figura 20. Entre as vantagens do uso da realidade virtual em sala de aula, destacam-se a praticidade, o baixo custo, o bom desempenho e a compatibilidade com todos os tipos de *smartphones* e *tablets*, além do carregamento rápido das páginas, tornando a ferramenta acessível e eficiente para o aprendizado.

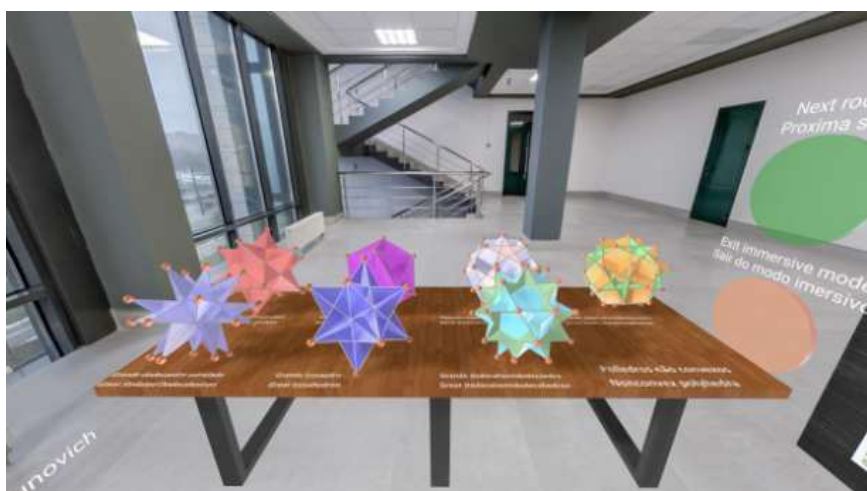
Figura 20 – Poliedros de Arquimedes, artigo Siqueira (2024)



Fonte: SIQUEIRA, 2024, p.11.

Siqueira (2024) também desenvolveu uma página em HTML para o estudo dos conceitos de poliedros não convexos. Embora os princípios utilizados na pesquisa sejam os mesmos, a abordagem envolve diferentes formas e conceitos geométricos, figura 21.

Figura 21 – Poliedros não convexos, artigo Siqueira (2024)



Fonte: SIQUEIRA, 2024, p.10.

CAPÍTULO III – PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA DE ENSINO DE GEOMETRIA DESCRITIVA UTILIZANDO O METAVERSO:

O desenvolvimento do presente trabalho teve início com a apresentação do material que será utilizado na pesquisa: os óculos de realidade virtual MetaQuest2. Em seguida, realizou-se uma pesquisa sobre os *softwares* compatíveis com o metaverso e a escolha daquele que mais se adequa às expectativas da pesquisa. Para essa etapa, é elaborada uma matriz de decisão que auxilia na seleção da plataforma em que será aplicada a metodologia.

Será descrito, então, o passo a passo da elaboração do jogo, as ferramentas utilizadas, o processo de execução, os possíveis acessos e a forma de manuseio adotada pelos alunos.

Na sequência, é idealizado o modelo de aula pautado na metodologia de gamificação que, conforme Stefano (2021), corresponde ao aprendizado proporcionado pelos jogos. Nessa etapa, são definidos o objetivo e as regras do jogo, além da análise comparativa com a disciplina de Geometria Descritiva.

Por fim, será realizado um teste conduzido pela autora desta dissertação, a fim de exemplificar o funcionamento da metodologia de ensino proposta, utilizando os óculos de realidade virtual MetaQuest2 e o computador.

III.1 - PERCEPÇÃO DOS ESTUDOS UTILIZANDO O METAVERSO E INOVAÇÕES PROPOSTAS.

Foi possível perceber, na revisão bibliográfica, que já existem alguns estudos de Geometria Descritiva realizados com o auxílio do metaverso. O estudo de De Lima (2007) já fazia uso de um protótipo de óculos de realidade virtual, porém este permitia trabalhar apenas em um projeto situado no espaço físico existente. Situação semelhante é encontrada no estudo de De Souza (2023), no qual é possível manipular poliedros, mas ainda no espaço real da sala de aula.

Nos artigos de Siqueira (2024) e Dos Santos (2014), observa-se a utilização de um metaverso mais imersivo. Apesar de não explorarem o espaço físico real, toda a ambiência em que as pesquisas estão situadas apresenta semelhanças

com o mundo real, trazendo referências espaciais básicas, como piso, paredes, teto e mobiliário.

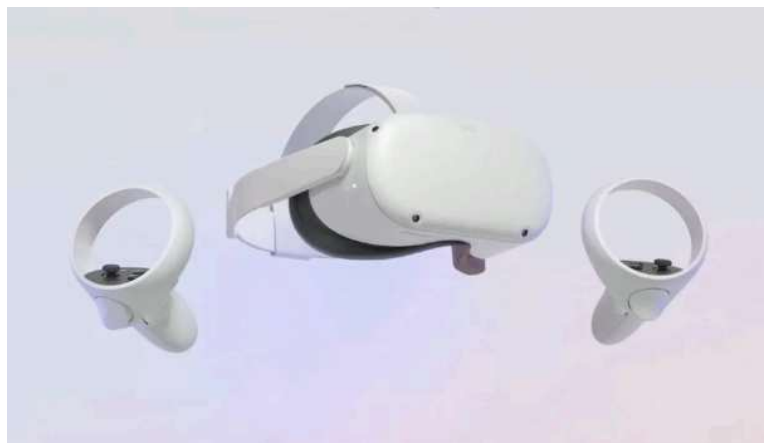
Um ponto importante da presente pesquisa, e que representa uma ruptura em relação aos trabalhos anteriores, é a proposta de abstração espacial para a plena compreensão da disciplina e dos conceitos de planificação de objetos e época.

III.2 – METAQUEST2 E MATRIZ DE DECISÃO NA ESCOLHA DO SOFTWARE:

O presente estudo se inicia como a aquisição dos óculos de realidade virtual MetaQuest2, figura 22, equipamento fornecido à mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído – PROAC de Juiz de Fora.

O MetaQuest2 é um dispositivo de realidade imersiva que permite jogar, ter experiências sociais únicas, assistir a shows ao vivo, entre outras atividades sociais *online* promovidas pela empresa. Segundo o próprio fabricante, é uma ferramenta para “desfrutar de uma experiência multifuncional avançada com apenas um fone de ouvido e controladores”.

Figura 22 – Equipamento Meta Quest 2



Fonte: Disponível em:

<https://www.gamedeveloper.com/business/meta-s-quest-2-vr-headset-is-getting-a-100-price-increase>. Acessado em: 19/07/2025 às 00:15

A empresa responsável pelo desenvolvimento do MetaQuest2 é a Meta, cuja trajetória teve início em 2004. Fundada por Mark Zuckerberg, que ocupa os cargos de presidente e CEO, juntamente com outros três fundadores, a empresa lançou o Facebook e, em 2012, anunciou a aquisição do Instagram, figura 23. Em 2014, foram realizadas as aquisições do WhatsApp e da Oculus, empresa especializada em dispositivos de realidade virtual, marcando o início da atuação no desenvolvimento do metaverso. Em 28 de outubro de 2021, foi apresentada a nova identidade corporativa da empresa sob o nome Meta, e em 11 de outubro de 2022, foi lançado o headset de realidade mista Meta Quest Pro.

A empresa, cuja origem esteve voltada para a conexão entre pessoas, vem expandindo sua atuação para além das telas 2D, investindo em experiências imersivas por meio da realidade virtual e aumentada. A aposta no metaverso reforça essa visão, com a proposta de superar barreiras físicas e ampliar as possibilidades de interação no ambiente digital, alinhando-se ao conceito de que "juntos, sonhamos com um futuro no metaverso. Neste espaço, nossa distância não limita o que podemos fazer." (Meta, 2025)

Figura 23 – Linha do tempo Meta



Fonte: Disponível em:

https://www.meta.com/pt-br/about/company-info/?utm_source=about.meta.com&utm_medium=redirect. Acessado em: 19/07/2025 às 00:18.

Após a aquisição do dispositivo, foi feita a escolha da plataforma para o ambiente de sala de aula imersiva. Essa pesquisa foi desenvolvida por Calixto (2024, p.106):

“Considerando a pesquisa em andamento e a possibilidade de elaboração de conteúdos didáticos relacionados à Geometria Descritiva, foram pesquisadas as ferramentas que apresentassem possibilidade de aplicação dentro do metaverso. O principal requisito nessa seleção foi a escolha de plataformas que apresentassem um ambiente neutro, com capacidade de criação e movimentação de objetos tridimensionais.”

III.2.1 – ROBLOX:

Segundo Pizzol *et al.* (2022) O Roblox, figura 24, é uma plataforma que permite a interação de usuários em “salas” diversas, podendo ser áreas de convivência, minicidades ou jogos. Segundo Roblox (2025) a empresa foi fundada em 2004 por David Baszucki e Erik Cassel e é uma plataforma de “desenvolvimento rápido do entretenimento na internet”.

Na pesquisa pode se observar que a plataforma atendia as expectativas, e foi encontrada uma sala que se alinhou aos requisitos, “[Quest2 VR] Desenho VRBLOX”. Este é um ambiente neutro, porém há uma limitação na locomoção dentro do espaço.

Figura 24 – Roblox



Fonte: Disponível em: <https://apps.microsoft.com/detail/9nblgggzm6wm?hl=en-US&gl=US>.

Acessado em: 19/07/2025 às 00:26.

III.2.2 – META HORIZON WORKROOMS:

O Meta Horizon Workrooms, figura 25, é uma plataforma colaborativa voltada para pessoas trabalharem em conjunto, é uma ferramenta em realidade virtual que permite que as pessoas se conectem tanto na VR quanto na web através de avatares. Essa plataforma permite inserir a estação de trabalho dentro da realidade virtual, compartilhar tela durante as reuniões, marcar reuniões e participar de reuniões imersivas dentro do mundo virtual. (Meta, 2025)

Figura 25 – Meta Horizon Workrooms



Fonte: Disponível em:

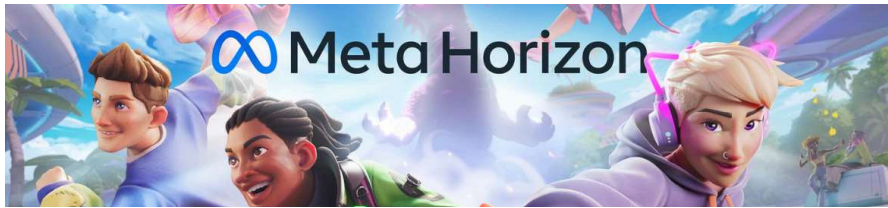
<https://about.fb.com/news/2021/08/introducing-horizon-workrooms-remote-collaboration-reimagined/>. Acessado em: 19/07/2025 às 00:32.

O aplicativo apesar de permitir a criação de salas interativas, essas são muito semelhantes às salas reais, podendo projetar slides, desenhar a mão utilizando o controle como caneta, não oferecendo subsídios em termos de funcionalidades relevantes para a pesquisa em questão, concluindo que o aplicativo não é recomendado.

III.2.3 – META HORIZON WORLDS:

O Meta Horizon Worlds, figura 26, de acordo com a Meta (2025), permite a personalização de avatares, a criação de ambientes personalizados, a realização de encontros com amigos e até mesmo a condução de reuniões de trabalho. É possível identificar a plataforma de forma promissora, no entanto, houve dificuldades no acesso e instalação da plataforma para a avaliação preliminar de suas características.

Figura 26 – Meta Horizon



Fonte: Disponível em: <https://horizon.meta.com/>. Acessado em: 19/07/2020 às 00:34.

III.2.4 – MESH:

O Mesh é um programa desenvolvido pela Microsoft projetado especialmente para reuniões de trabalho e inclui a funcionalidade de holograma, porém a utilização do programa é restrita ao *hardware* da empresa, o HoloLens2. Wen (2024). Essa limitação prática impede sua aplicação no contexto da pesquisa.

III.2.5 – ARKIO:

Segundo Arkio (2025) a plataforma é um ambiente de criação de interiores, prédios e ambientes reais e virtuais em realidade mista. Uma parceira da empresa Meta que permite que o serviço seja colaborativo e acessado tanto no óculos de realidade virtual, quanto em *desktops* e dispositivos móveis. Apesar de ser uma plataforma promissora no presente trabalho, a área de trabalho apresenta pontos de referência pendendo a neutralidade do espaço, sendo um aspecto que prejudica a capacidade de abstração essencial para pesquisa, figura 27.

Figura 27 – Arkio



Fonte: Disponível em: <https://www.arkio.is/>. Acessado em: 19/07/2025 às 00:35.

III.2.6 – SPATIAL:

A plataforma é apresentada como um centro de jogos tridimensionais, permitindo que os usuários criem experiências sociais imersivas para a web, acessíveis por meio de computadores, *tablets* e dispositivos móveis. Seu objetivo é transformar o usuário de um observador passivo em um participante ativo, promovendo a interação direta com o ambiente do jogo (Spatial, 2024). Ainda é descrita segundo Spatial como uma ferramenta simples para criar, publicar e monetizar jogos tridimensionais, a plataforma oferece acesso facilitado via e-mail e isenção de custos iniciais. A criação de ambientes pode ser realizada gratuitamente ou mediante pagamento, figura 28.

Figura 28 – Spatial



Fonte: Disponível em: <https://www.spatial.io/>. Acessado em: 19/07/2025 às 00:37.

O plano gratuito inclui até 100 MB de conteúdo básico, suporte para até 10 participantes simultâneos, acesso a modelos básicos, exibição do logotipo do Spatial e anúncios, além de 15 minutos diários de compartilhamento de tela, sem análise de desempenho e com suporte básico. Já o plano pago, vigente em setembro de 2024 e com valor de oito dólares, amplia os recursos oferecidos: permite até 500 MB de conteúdo, 50 participantes simultâneos, acesso a modelos *premium*, compartilhamento de tela ilimitado, análise de desempenho padrão e suporte prioritário (Spatial, 2024).

III.2.7 – ANÁLISE COMPARATIVA E MATRIZ DE DECISÃO:

O capítulo acima faz uma análise de cada software estudado, sendo possível identificar os pontos positivos e negativos de cada um em relação aos

conteúdos de Geometria Descritiva. Contudo, ainda é necessário um método para estabelecer parâmetros mais concretos na escolha da melhor plataforma. Sendo assim foi adotada neste trabalho a processo de matriz de decisão de Ulrich & Eppinger (2012), que consiste em uma ferramenta de análise comparativa.

Segundo Ulrich & Eppinger (2012), é necessário seguir duas diretrizes nesse processo, o primeiro é estabelecer os critérios de seleção e o segundo criar um vínculo com os objetivos do produto, que nesse caso será da pesquisa.

Com essa informação estabelecemos os critérios de seleção como: Interatividade, Neutralidade, Possibilidade de criação, Possibilidade de utilização de objetos externos, Locomoção, Funcionalidade e Disponibilidade. Sendo que:

Interatividade, é relacionada à possibilidade de interação de múltiplos usuários em um mesmo ambiente virtual;

Neutralidade, se refere a abstração de pontos de referência espaciais específicas, tornando o ambiente uma “tela em branco” onde é possível iniciar os conceitos de espacialidade;

Possibilidade de criação, critério que indicará se a plataforma permite a criação de novas realidades dentro de um ambiente virtual;

Possibilidade de utilização de objetos externos, refere-se a interoperabilidade e compatibilidade de outros *softwares* com a plataforma. Ou seja, a possibilidade de importar objetos tridimensionais modelados em outro programa para a plataforma;

Locomoção, estabelece se é possível se movimentar dentro do espaço virtual de forma fluida e facilitada;

Funcionalidade, refere-se ao grau de restrição ou limitação dos espaços e recursos disponíveis no aplicativo;

Disponibilidade, relacionado ao acesso ao aplicativo, se há uma restrição ou alguma limitação que impede o acesso a plataforma, como a restrição de *hardware*.

Tendo os critérios de seleção e seus vínculos estabelecidos é possível realizar a matriz de decisão das plataformas. Ulrich & Eppinger (2012) estipula uma forma de comparação onde o 0 (zero) é atribuído a todos os critérios de seleção, portanto o *software* que não atingir o objetivo é pontuada com o sinal negativo (-), e o *software* que tiver um bom desempenho é avaliado com o sinal positivo (+).

É possível então avaliar na Tabela 1 que a plataforma Spatial é a mais indicada para a presente pesquisa.

Tabela 1 – Análise Comparativa

Critérios de Seleção	Roblox (REFERÊNCIA)	Meta Horizon Workrooms	Meta Horizon Worlds	Mesh	Arkio	Spatial
Interatividade.	0	0	0	0	0	0
Neutralidade.	0	-	-	-	-	-
Possibilidade de Criação.	0	-	-	-	0	0
Possibilidade de utilização de objetos externos.	0	-	-	-	-	+
Locomoção.	0	-	-	-	0	+
Funcionalidade	0	-	0	-	0	+
Disponibilidade.	0	+	+	0	0	0
SOMATÓRIO	0	-4	-3	-5	-2	2
POSIÇÃO FINAL	2º	4º	3º	5º	3º	1º

Fonte: autora, 2025 adaptado de Ulrich & Eppinger, p.154 (2012)

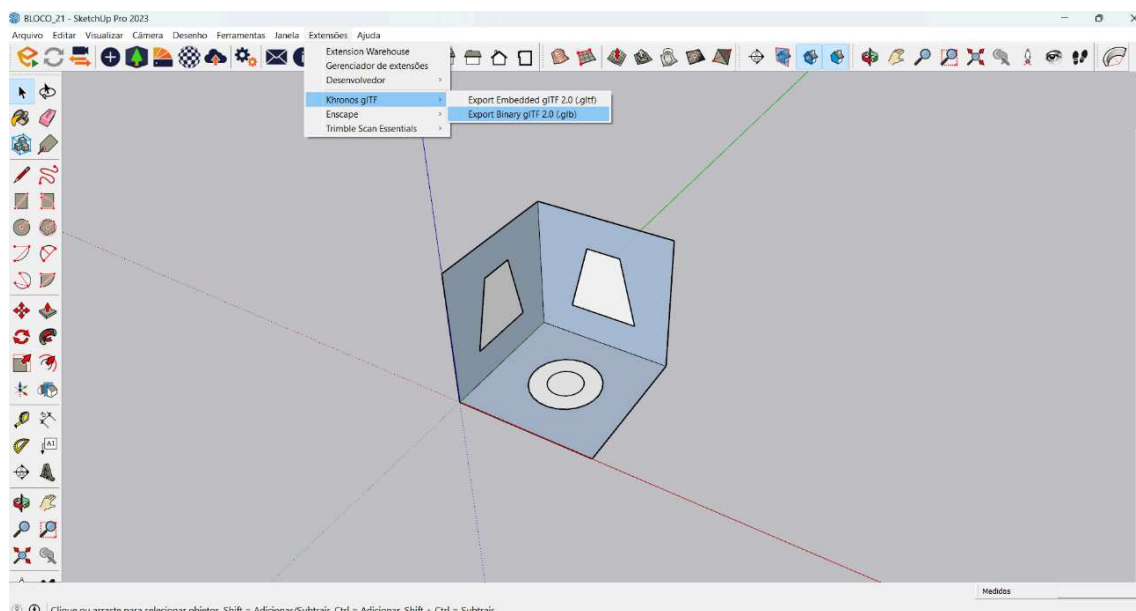
Além do resultado apresentado na análise comparativa da Tabela 1, a escolha da plataforma Spatial se deu, principalmente, por ser, até o momento, a única que permite a inserção de objetos tridimensionais desenvolvidos no software de modelagem SketchUp amplamente utilizado nas áreas de arquitetura, engenharias e design. Os modelos tridimensionais criados no SketchUp podem ser integrados a um ambiente básico do Spatial por meio de uma extensão específica, que deve ser instalada no próprio modelador. Esse recurso viabilizou a realização do experimento inicial descrito a seguir.

III.3 – SKETCHUP + SPACIAL:

Como já foi mencionado plataforma Spatial foi escolhido, pela sua compatibilidade com o *software* de modelagem 3D, o SketchUp, um programa que segundo Magalhães (2014) se popularizou e é amplamente utilizado por arquitetos por ter uma visualização simplificada e ser uma ferramenta de fácil manuseio. Esses critérios foram de importância para que o SketchUp fosse o ponto de partida da pesquisa.

A compatibilização dos blocos com o Spatial é feita pelo *plugin* Khronos que está disponível no endereço: <https://www.khronos.org/glTF>. Esse *plugin* exporta o bloco modelado no SketchUp em um arquivo tipo 3D Object, que é possível importar na plataforma Spatial (figura 28). É importante salientar que após a exportação tudo o que foi modelado dentro do SketchUp, figura 29, se torna um bloco só, sendo importante para presente pesquisa expor cada bloco separadamente já que um dos objetivos da pesquisa era o movimento individual de cada bloco.

Figura 29 – Exportação bloco SketchUp



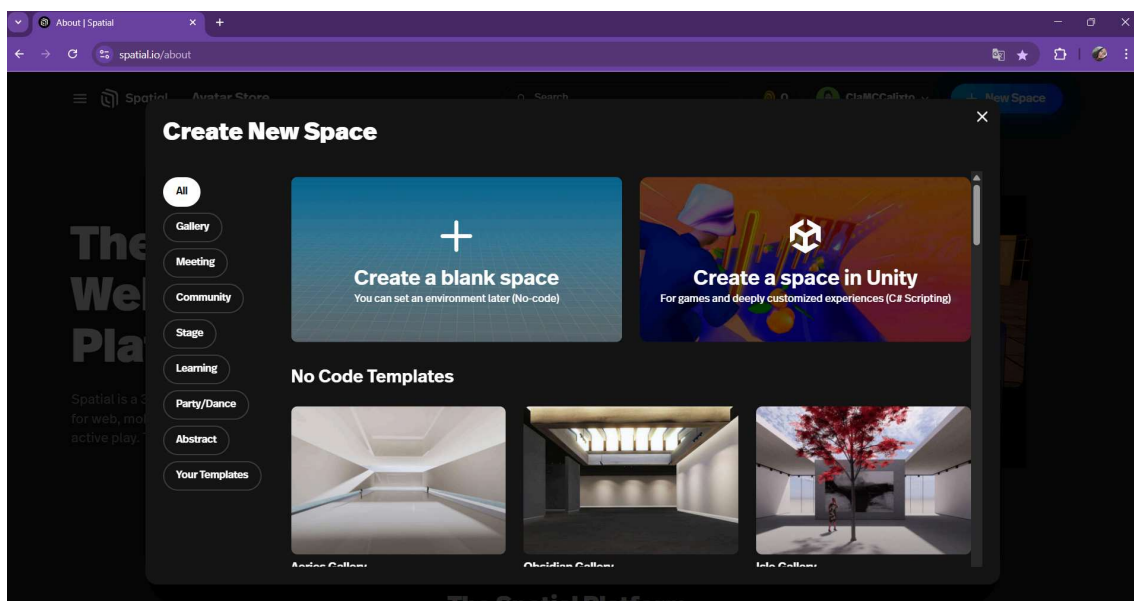
Fonte: Autores, 2025.

Foram realizados alguns testes de importação de blocos dentro da plataforma Spatial, esse processo é simples, assim como a criação de uma nova sala. Após o cadastro no site da Spatial (<https://www.spatial.io/>) no canto esquerdo

superior é possível encontrar a barra “*New Space*” que abre o espaço para a criação de espaços virtuais, figura 30.

O espaço criado no Spatial apesar de não ser caracterizado na matriz de decisão como neutro, pois temos uma definição exata de piso, o mesmo não apresenta características marcantes sendo azul com linhas em um tom de azul mais escuro. O restante do espaço é na mesma coloração azulada clara do piso. Outro elemento de referência espaciais que existe na sala criada no Spatial, é um plano horizontal em tom de cinza translúcido que é responsável junto com piso na demarcação das coordenada 0,0,0.

Figura 30 – Área de criação Spatial.



Fonte: Disponível em: <https://www.spatial.io/mine>. Acessado em: 19/07/2025 às 00:40.

A manipulação de modelos tridimensionais dentro do Spatial envolve três parâmetros principais: a posição do objeto em relação aos eixos X, Y e Z; a rotação em torno do eixo vertical Z; e a escala do objeto, que pode ser ampliada ou reduzida em comparação ao modelo original.

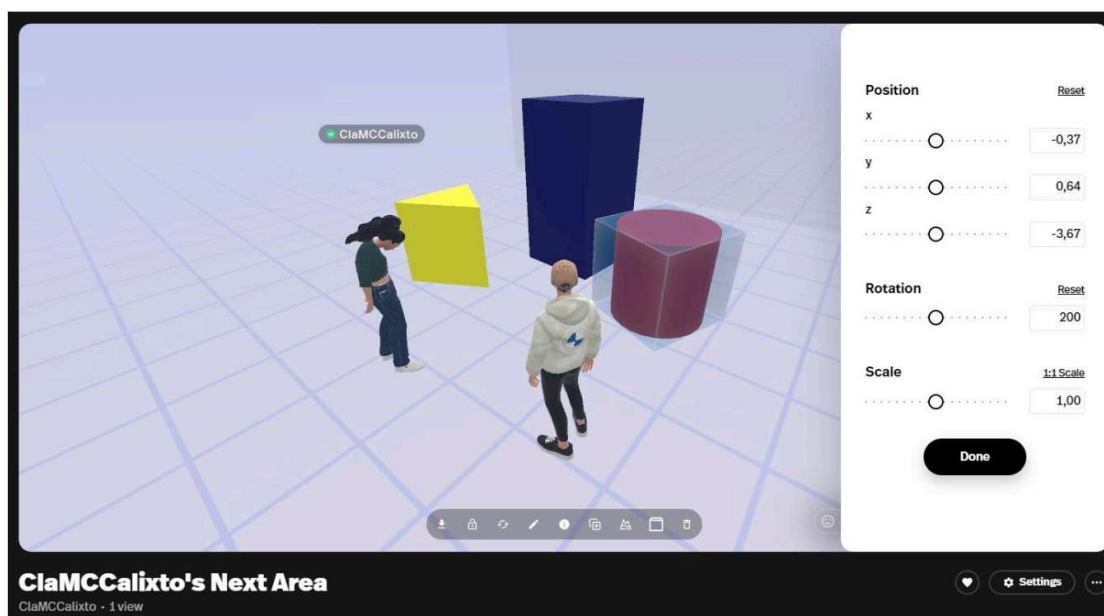
Após a criação da sala é possível fazer o “*upload*” através da barra de ferramenta denominada “*Add Content*”. A própria plataforma tem seus blocos como móveis e objetos tipo cubo mágico, bolo e uma nuvem. A importação do bloco do seu servidor é necessária ser feita apenas uma vez ficando gravado

no seu login, possibilitando a criação de várias salas sem fazer o “upload” novamente.

Durante a elaboração da pesquisa foram feitos alguns testes. Podemos observar na figura 31 umas das primeiras versões criadas, com 3 sólidos geométricos primitivos, um cone, um paralelepípedo e um prisma triangular. Nesse experimento foi possível que dois dos pesquisadores interagissem em tempo real no mesmo ambiente virtual estando em localizações geográficas distintas. Além da interação entre os avatares foi possível movimentar os blocos.

É importante salientar que todo o processo de teste foi executado no desktop, a forma de manuseio deste é por meio do *mouse*, podendo movimentar os blocos apenas segurando no curso e movimentando o *mouse*, ou pela barra de ferramentas mostrada da figura 31. Essa barra permite a manipulação dos objetos no eixo X, Y e Z, a rotação vertical e a escalar os objetos. No exemplo abaixo o cilindro vermelho que é mostrado selecionado.

Figura 31 – Experimento realizado na plataforma Spatial.



Fonte: Autores, 2025.

Todo o processo de elaboração da pesquisa como mencionado acima foi feito no *desktop*, porém a cada passo que a pesquisa foi avançando foi feito também teste dentro do óculos de realidade virtual, figura 32. A movimentação neste é feita através de manetes, não sendo possível acessar a barra de edição no óculos Meta Quest 2.

Figura 32 – Teste com o uso de óculos Meta Quest 2.



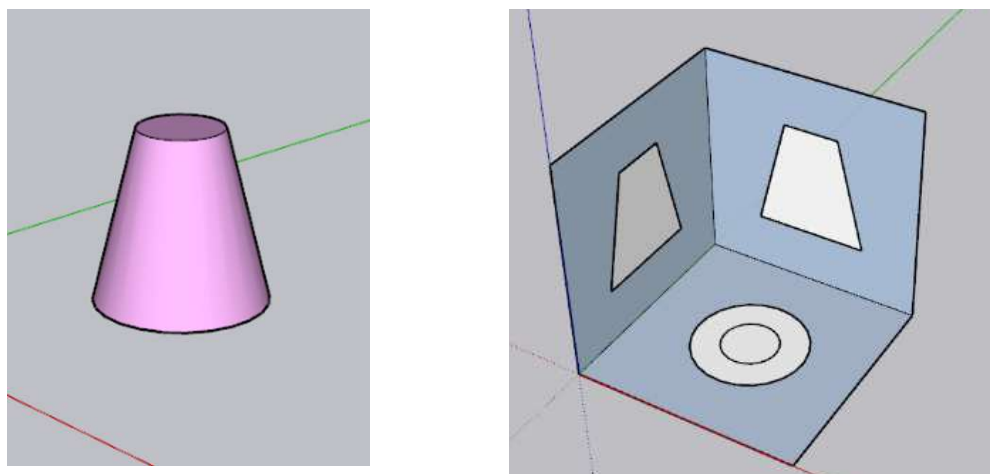
Fonte: dos autores, 2025.

III.4 – ELABORAÇÃO DO JOGO:

O objetivo da presente pesquisa foi elaborar um jogo dentro do metaverso que fosse possível trabalhar com conceitos de planificação de objetos tridimensionais. Lembrando que toda a estrutura do presente trabalho foi pensada para alunos de engenharia, arquitetura e design; uma aula que antecede as disciplinas de desenho técnico.

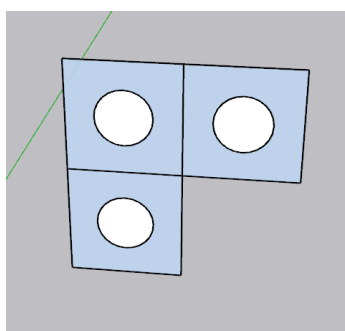
O jogo foi dividido em duas fases, a primeira onde a planificação está em um diedro que está “dobrado” como é possível ver na figura 33. A segunda fase está em uma planificação aberta, semelhante a uma folha de papel, como podemos verificar na figura 34.

Figura 33 – Demonstração da planificação da 1ª fase.



Fonte: Autores, 2025.

Figura 34 – Demonstração da planificação da 2ª fase.

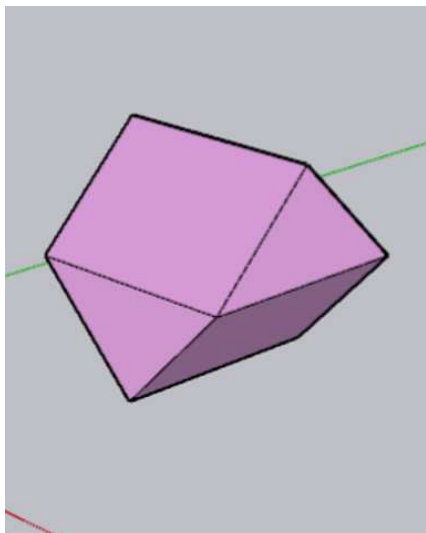


Fonte: Autores, 2025.

Ao todo foram modelados 20 blocos em 3D que estão presentes nas fases um e dois. Como o jogo é uma metodologia a ser acrescentada nos estudos dos alunos, as formas escolhidas foram formas não tradicionais geralmente utilizadas, para que não houvesse um conhecimento e contato prévio que contribuísse e facilitasse o desenvolvimento e conclusão do jogo.

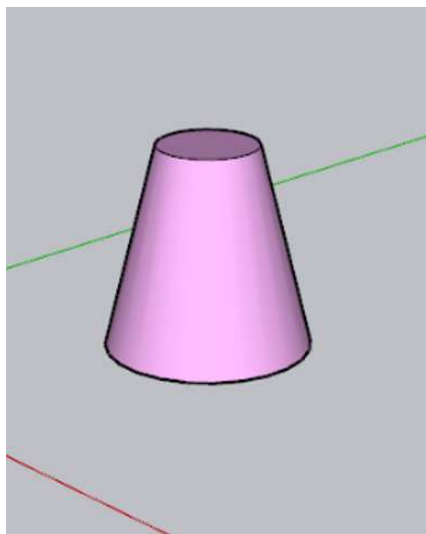
Os blocos modelados no *SketchUp* estão nas figuras abaixo da 35 à 54. As figuras foram modeladas de forma aleatória, porém algumas são semelhantes entre si para gerar um nível de dificuldade na identificação e fazer com que o aluno precise ter uma atenção maior.

Figura 35 – Bloco 1



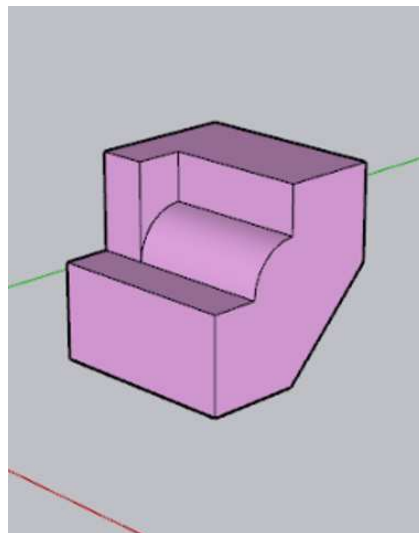
Fonte: Autores, 2025.

Figura 36 – Bloco 2



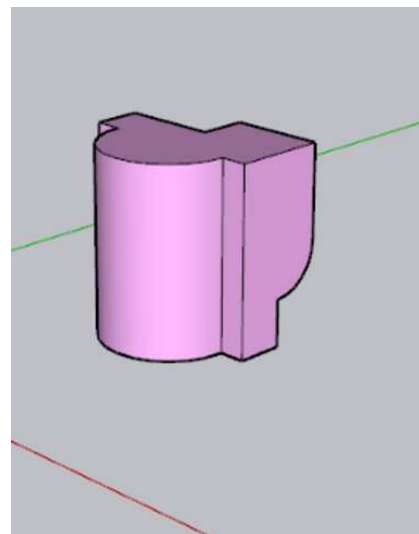
Fonte: Autores, 2025.

Figura 37 – Bloco 3



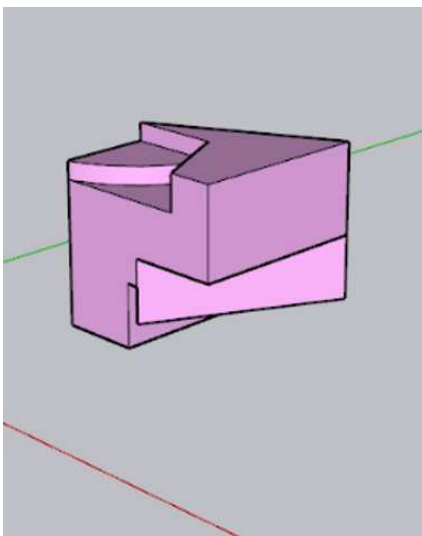
Fonte: Autores, 2025.

Figura 38 – Bloco 4



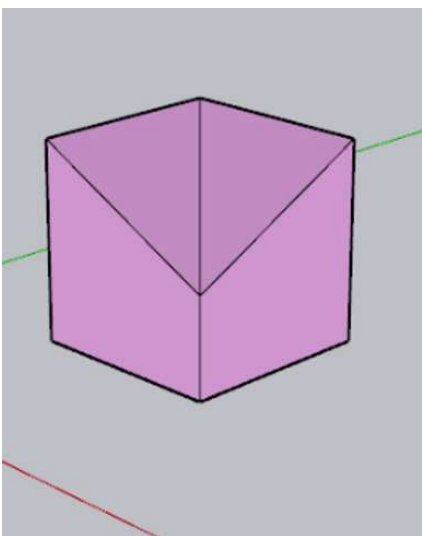
Fonte: Autores, 2025.

Figura 39 – Bloco 5



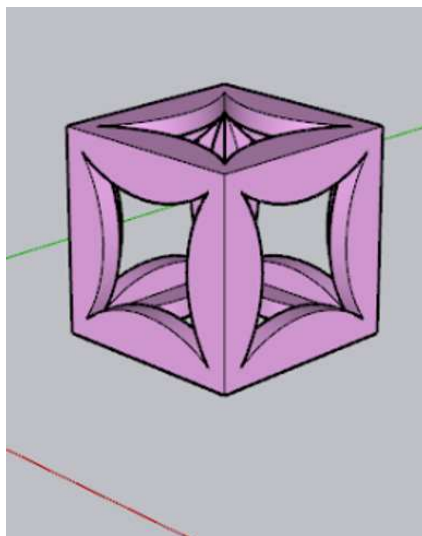
Fonte: Autores, 2025.

Figura 40 – Bloco 6



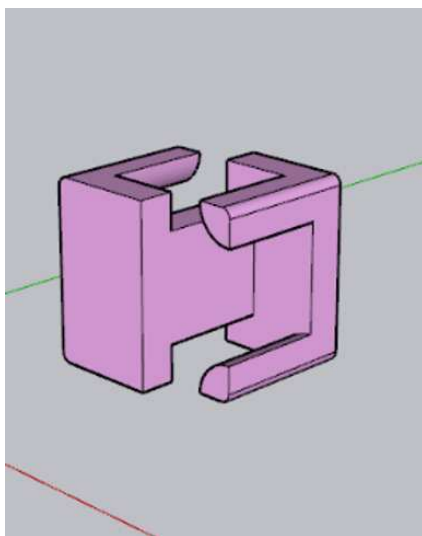
Fonte: Autores, 2025.

Figura 41 – Bloco 7



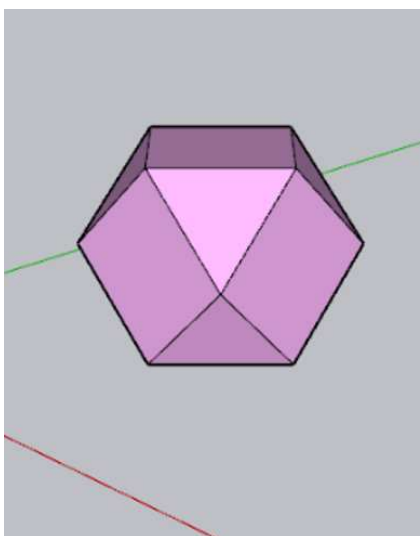
Fonte: Autores, 2025.

Figura 42 – Bloco 8



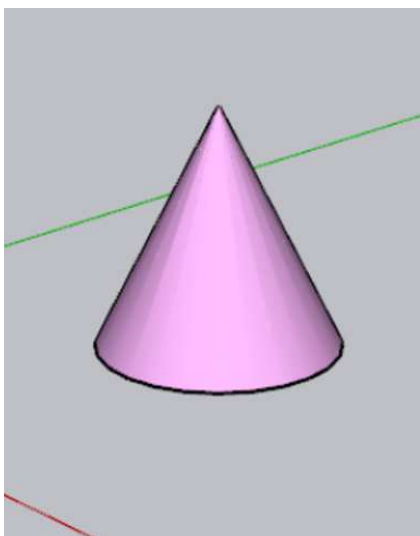
Fonte: Autores, 2025.

Figura 43 – Bloco 9



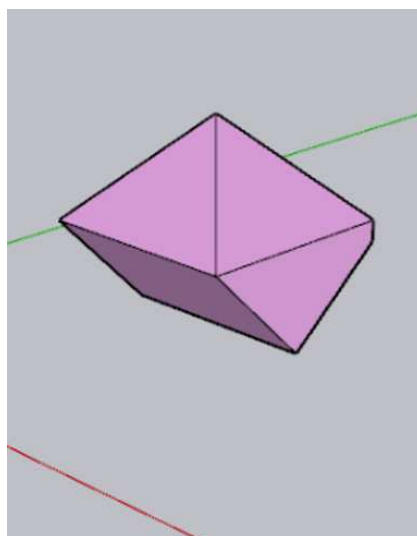
Fonte: Autores, 2025.

Figura 44 – Bloco 10



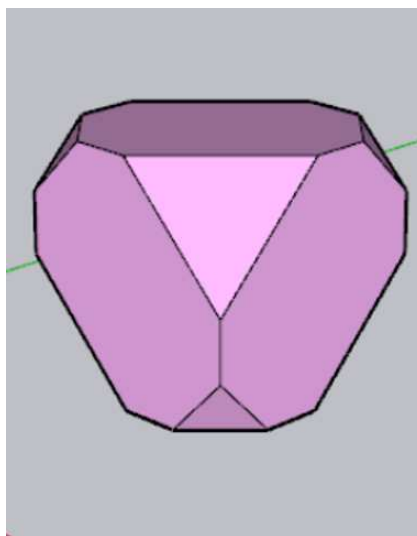
Fonte: Autores, 2025.

Figura 45 – Bloco 11



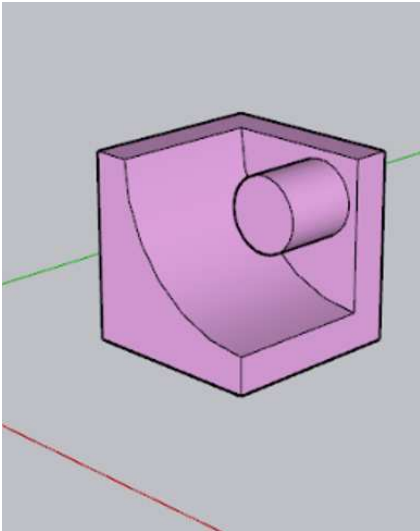
Fonte: Autores, 2025.

Figura 46 – Bloco 12



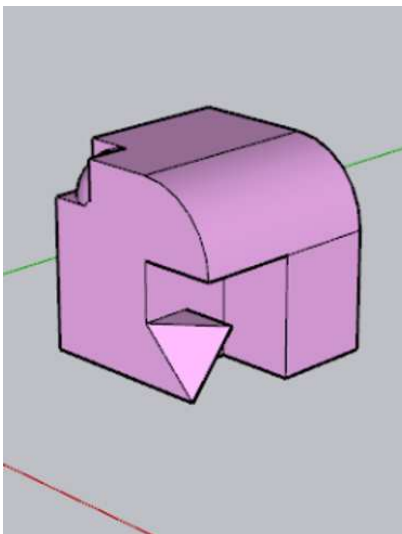
Fonte: Autores, 2025.

Figura 47 – Bloco 13



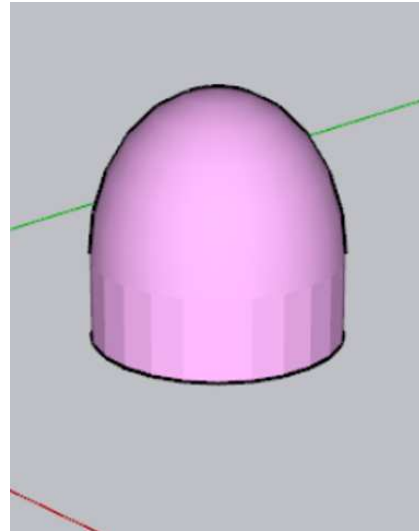
Fonte: Autores, 2025.

Figura 48 – Bloco 14



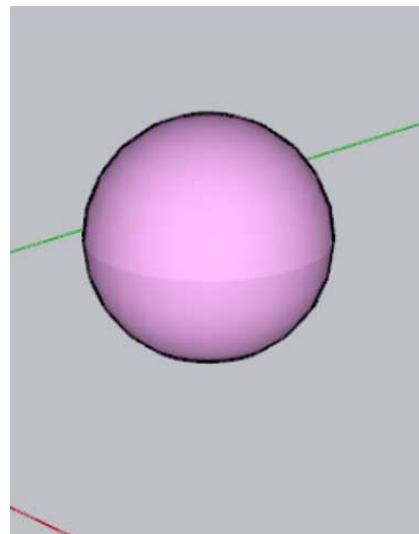
Fonte: Autores, 2025.

Figura 49 – Bloco 15



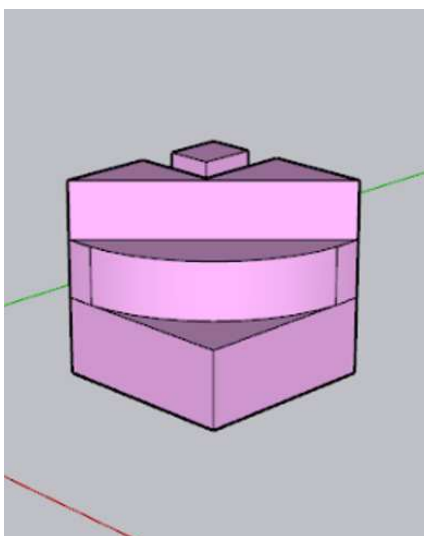
Fonte: Autores, 2025.

Figura 50 – Bloco 16



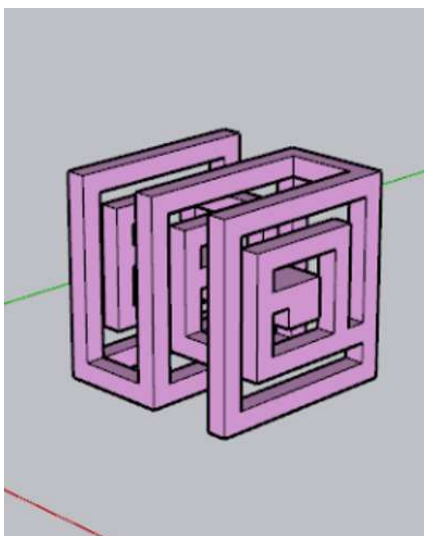
Fonte: Autores, 2025.

Figura 51 – Bloco 17



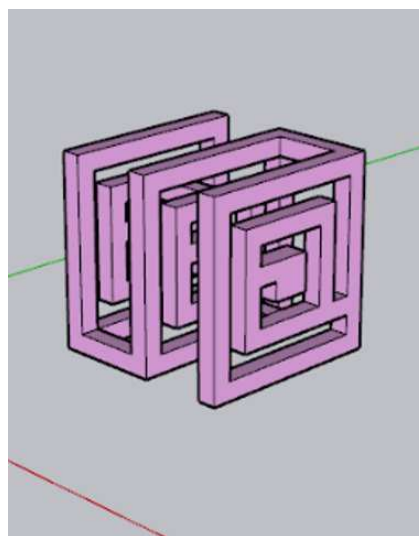
Fonte: Autores, 2025.

Figura 52 – Bloco 18



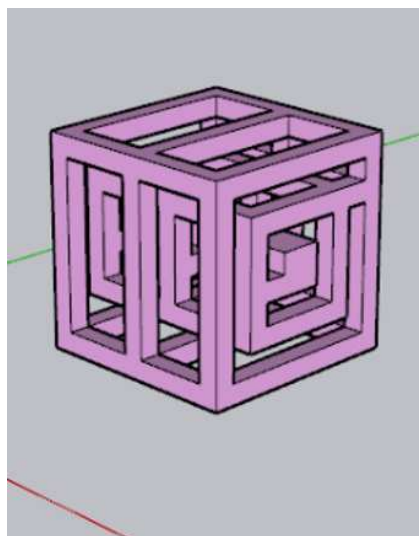
Fonte: Autores, 2025.

Figura 53 – Bloco 19



Fonte: Autores, 2025.

Figura 54 – Bloco 20

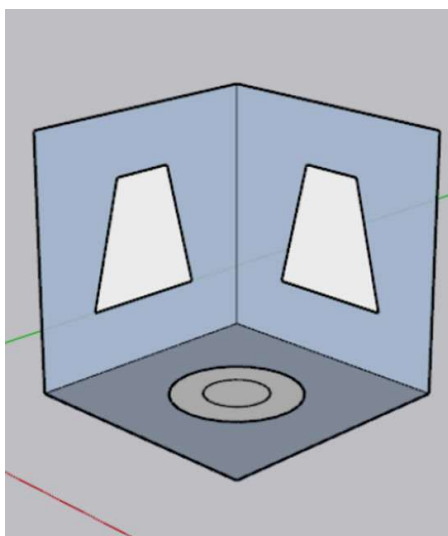


Fonte: Autores, 2025.

III.4.1 – PRIMEIRA FASE:

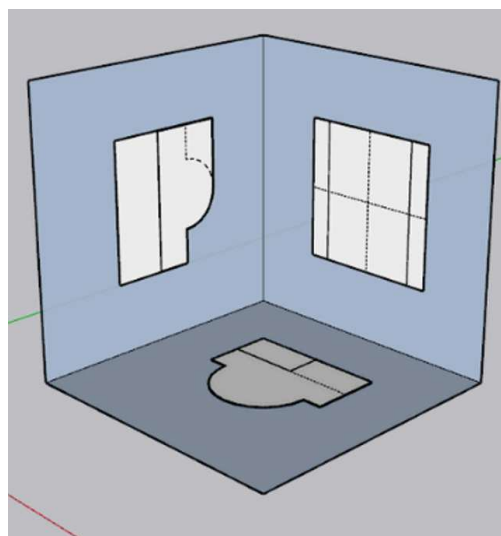
Na primeira fase foram modeladas 8 planificações no primeiro diedro com as vistas frontal, superior e lateral esquerda. Porém como já foi mencionado acima a “folha” da planificação está dobrada formando 3 lados de um cubo. Podemos ver as 8 planificações nas figuras de 54 á 62.

Figura 55 – Planificação 1



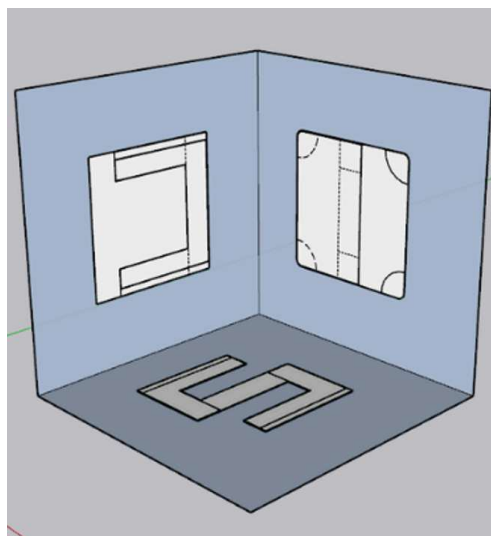
Fonte: Autores, 2025.

Figura 56 – Planificação 2



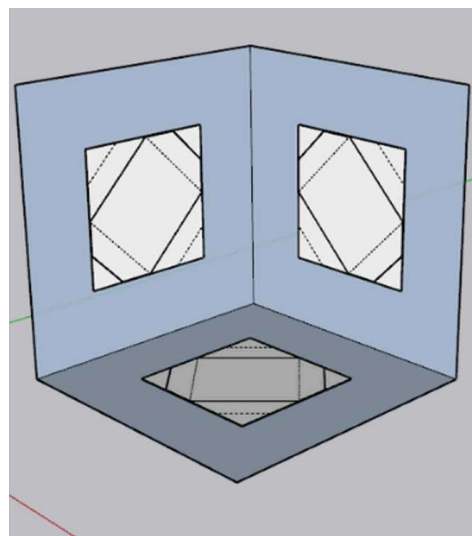
Fonte: Autores, 2025.

Figura 57 – Planificação 3



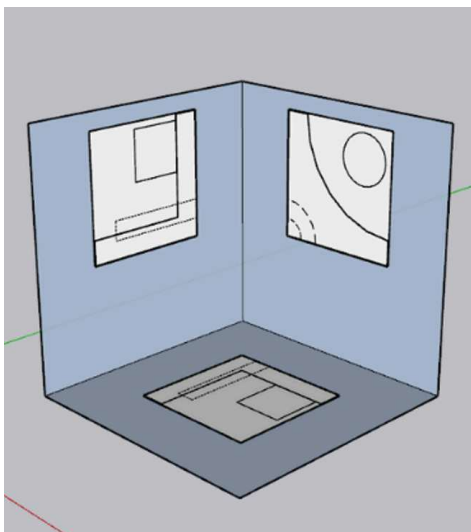
Fonte: Autores, 2025.

Figura 58 – Planificação 4



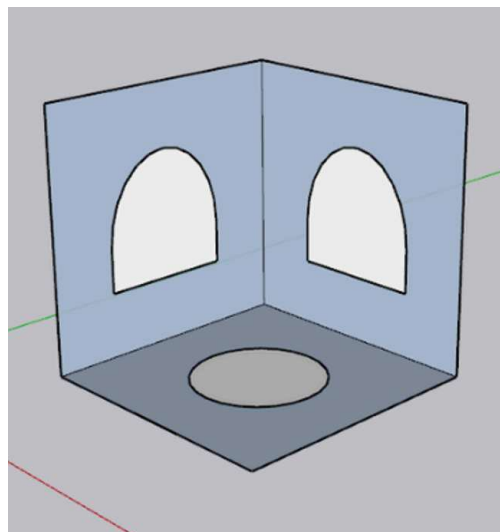
Fonte: Autores, 2025.

Figura 59 – Planificação 5



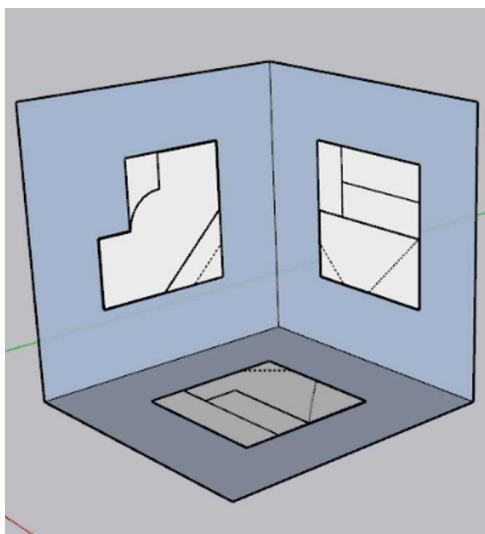
Fonte: Autores, 2025.

Figura 61 – Planificação 7



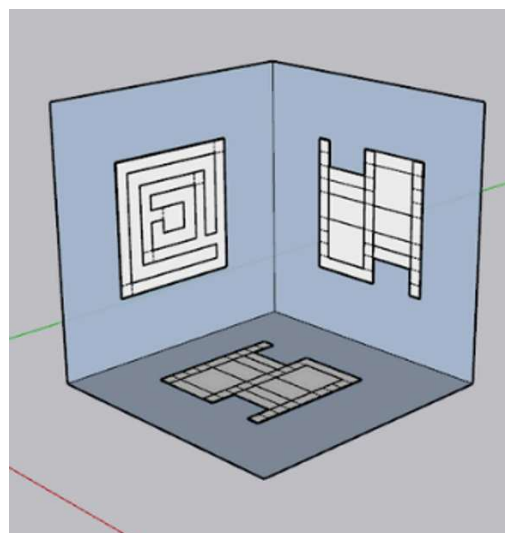
Fonte: Autores, 2025.

Figura 60 – Planificação 6



Fonte: Autores, 2025.

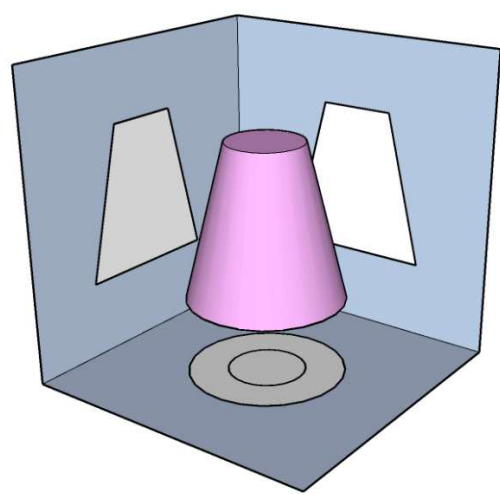
Figura 62 – Planificação 8



Fonte: Autores, 2025.

A escolha de fazer uma primeira fase com a planificação em forma de cubo tem o objetivo de facilitar a visualização do aluno já que a planificação de encontra na mesma direção que foi desenhada como por exemplo podemos ver na figura 63.

Figura 63 – Exemplo de planificação em cubo com bloco



Fonte: Autores, 2025.

No caso da primeira fase a resposta ficou da seguinte forma, planificação:

Tabela 2 – Resultado primeira fase

Planificação	Blocos
1	2
2	4
3	8
4	12
5	13
6	3
7	15
8	19

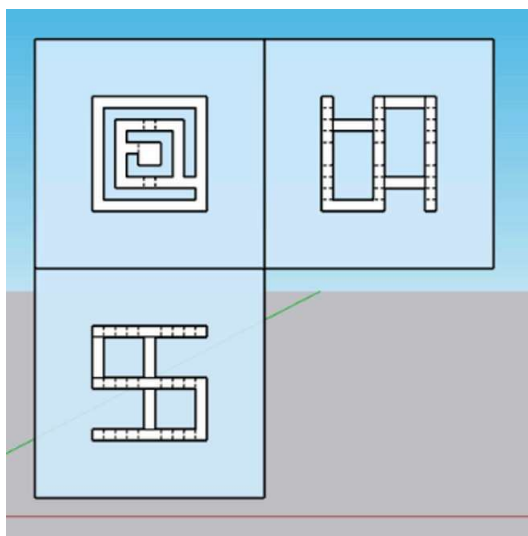
Fonte: Autores, 2025.

III.4.2 – SEGUNDA FASE:

A segunda fase a planificação se assemelha a que ensinamos e desenhamos no mundo real, a planificação em 2D ou em Épura, porém é importante continuarmos essa segunda fase tendo em vista que o aluno já estará ambientado à plataforma e serão usados os mesmos blocos. Essa fase será uma continuação da primeira, preparando o aluno para as próximas disciplinas que trabalharão com planificação de ambientes tridimensionais.

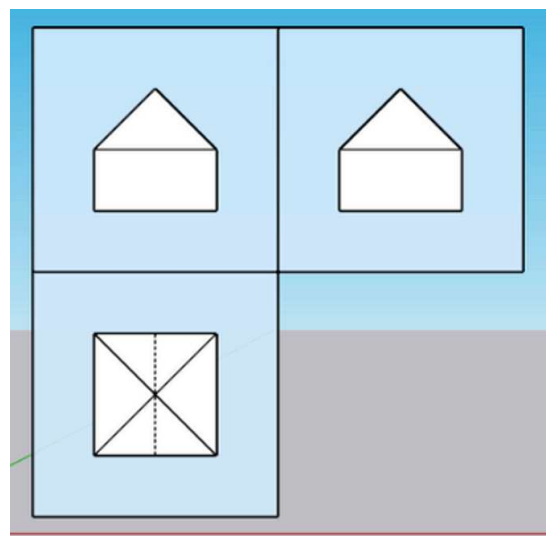
Nessa segunda fase foi modulada 4 planificações também no primeiro diedro com as vistas frontal, superior e lateral esquerda, porém elas estão “abertas” em 2D, como podemos observar nas figuras de 64 á 67.

Figura 64 – Planificação em Épura 1



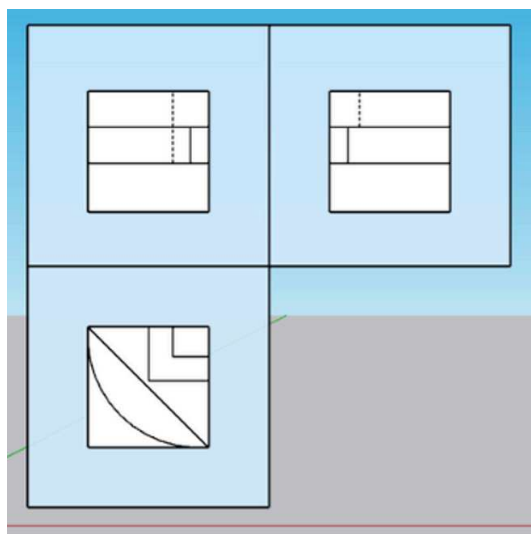
Fonte: Autores, 2025.

Figura 65 – Planificação em Épura 2



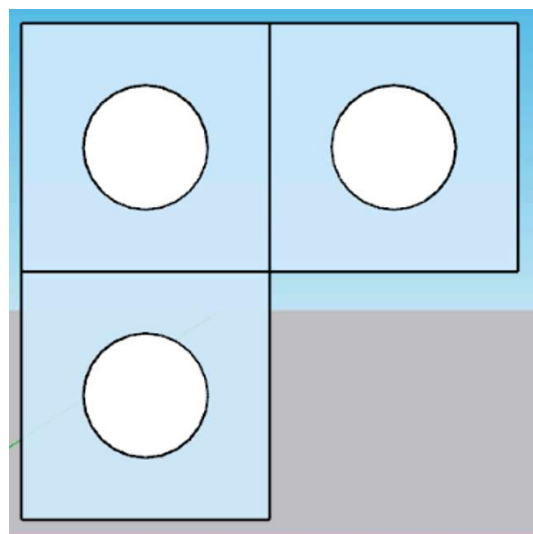
Fonte: Autores, 2025.

Figura 66 – Planificação em Épura 3



Fonte: Autores, 2025.

Figura 67 – Planificação em Épura 4



Fonte: Autores, 2025.

No caso da segunda fase a resposta ficou da seguinte forma: planificação 2D

Tabela 3 – Resultado segunda fase

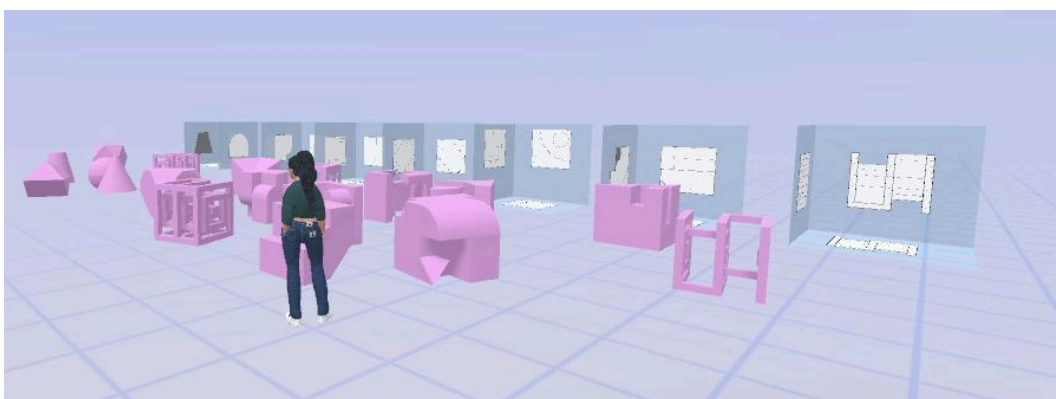
Planificação 2D	Blocos
1	18
2	11
3	17
4	16

Fonte: Autores, 2025.

III.5 – ASPECTOS GERAIS DO JOGO:

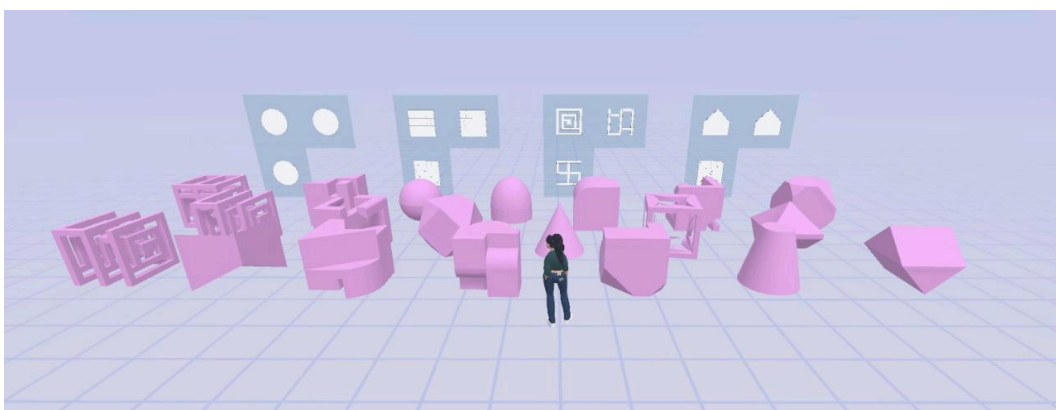
As salas de aula virtuais no Spatial foram criadas separadamente, uma para a primeira fase, figura 64; e outra para a segunda fase, figura 65. Essa divisão foi pensada para que houvesse uma graduação do ensino, sendo a primeira fase mais fácil e a segunda com o grau de dificuldade maior.

Figura 68 – Primeira fase no Spatial.



Fonte: Autores, 2025.

Figura 69 – Segunda fase no Spatial.



Fonte: Autores, 2025.

Nesse ponto da pesquisa é importante salientar que o ensino no metaverso é mais uma didática, que não dispensa os métodos tradicionais já utilizados. Porém, a maneira lúdica e a possibilidade de uma visualização em um ponto de vista virtualizado, abrem uma nova possibilidade de aprendizado, que chama a atenção e desperta a curiosidade do aluno sobre a disciplina.

Como já mencionado antes, as salas virtuais podem ser acessadas tanto pelo *desktop* quanto pelo óculos de realidade virtual. Pelos testes feitos pelos pesquisadores há uma mudança significativa da forma de visualização dos blocos geométricos. A experiência em *desktop*, mesmos os objetos estando em 3D, a experiência é bidimensional, para compreender a forma geométrica analisada é necessário movimentar a peça pelo *mouse* ou pelo quadro de edição. Já a experiência no óculos de realidade virtual a percepção espacial é totalmente diferente, os blocos 3D estão em uma dimensão tridimensional e podem ser manipulados de uma forma mais orgânica através do controles, além de poder ser feita uma observação mais palpável do objeto.

Também é bom ressaltar que é possível explicar a disciplina dentro da sala do metaverso, e fazer o experimento de colocar o bloco 3D no centro do diedro, com está representado na figura 59, e movimentá-lo nos eixos X, Y e Z, mostrando as arestas que serão representadas nos seus respectivos planos.

CAPÍTULO IV – CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Considerando as dificuldades encontradas na compreensão da disciplina de Geometria Descritiva, aliadas ao avanço tecnológico e à possibilidade de utilização do metaverso, torna-se promissor o estudo de metodologias de ensino da geometria com o auxílio dessa tecnologia.

Com base na metodologia da gamificação, o jogo desenvolvido utilizou-se dos princípios da Geometria Descritiva no ambiente do metaverso. A proposta consistiu na criação de um jogo em que foram apresentados blocos geométricos e suas respectivas planificações no primeiro diedro, tendo como objetivo que os alunos identifiquem e associem corretamente os blocos às suas planificações correspondentes.

Para a realização dessa proposta, alguns passos foram necessários. O primeiro consistiu na identificação do *software* mais adequado à proposta, considerando critérios como neutralidade espacial, mobilidade e compatibilidade da plataforma, que deveria ser acessível tanto por meio de óculos de realidade virtual quanto por computador. Dentre todos os *softwares* testados e estudados a plataforma Spatial foi a escolhida, que além de ser a que mais pontuou na matriz de decisão, também apresentou a facilidade de ser compatível com o *SketchUp*, programa já utilizado e dominado pela pesquisadora.

A segunda etapa foi à montagem do jogo propriamente dita, incluindo a modelagem dos blocos geométricos, feitos no *SketchUp* e inseridos e distribuídos no Spatial. Também foram criadas as regras e o objetivo que foi associar o bloco à sua planificação de forma adequada.

A presente pesquisa finaliza com a possibilidade de novos estudos:

1. Fazer o teste com os alunos de Engenharia, Arquitetura e Design, para avaliar a eficiência da metodologia no aperfeiçoamento e conhecimento das disciplinas.
2. Aprimorar o desenvolvimento da metodologia de ensino de Geometria Descritiva no metaverso, com outra fase do jogo mais complexas e avançadas.

3. Realizar um estudo com a possibilidade de desenvolvimento de um software próprio para o ensino de Geometria Descritiva no metaverso que possibilite, uma criação de uma ambiente mais neutro e possibilidades maiores de movimentação.
4. Estudar novas possibilidades de metodologia ou de trabalho com a interação feita do SketchUp com o Spatial.
5. Estudar mais a fundo as consequências e impacto na educação dos alunos com a redução de carga horária da disciplina de Geometria Descritiva.
6. Estudar mais a fundo as situações que impactam no entendimento e aprendizados dos alunos acerca da disciplina de Geometria Descritiva.

REFERÊNCIA:

- ACEVEDO NIETO, Javier. **Una introducción al metaverso: conceptualización y alcance de un nuevo universo online**. AdComunica, (24), 41–56. 2022.
- AMARAL, Hudson Nunes; GASPAROTTO, Angelita Moutin Segoria. **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: o uso da robótica na indústria 4.0**. Interface Tecnológica -v. 18 n. 1, 2021.
- ARAÚJO, Maria Celoí da Silva; CAMARGO, Daniela Moreno de Camargo. **O ENSINO DA ARTE: uma pesquisa bibliográfica sobre a sua importância na formação social do educando**. Revista Acadêmica Caderno de Diálogos, v.3, n.1. 2022.
- BARBOSA, Maria Cecília da Silva; TAVARES, José Rodolfo Ribeiro. **SALA DE AULA INVERTIDA: ANÁLISE DE PROPOSTA DE APLICAÇÃO PARA O ENSINO SUPERIOR**. Revista Brasileira de Expressão Gráfica, [S. l.], v. 11, n. 1, 2023.
- BERGAMINI, Claudio Estêvão. **AS HABILIDADES PERDIDAS: SOBRE A EXCLUSÃO DE DESENHO E GEOMETRIA DESCRITIVA DOS CURRÍCULOS ESCOLARES E SUAS CONSEQUÊ**. Anais Do Seminário Do Programa De Pós-Graduação Em Desenho, Cultura E Interatividade, 2017.
- BORGES, Marcos Martins; SOUZA, Nayane. **Desenvolvimento de Habilidade de Raciocínio Espacial e o Uso de Modeladores Paramétricos Tridimensionais**. Volume 19 nº 3. Revista Educação Gráfica. 2015.
- BOSTON CONSULTING GROUP. **Embracing industry 4.0 and rediscovering**. Disponível em: <https://www.bcg.com/capabilities/manufacturing/industry-4.0>. Acesso em: 25/02/2025 às 22:24.
- BRUNHEIRA, Lina. **Raciocínio espacial e pensamento algébrico: o estabelecimento de conexões na formação inicial de professores**. Da Investigação às Práticas, 10(2), 69 – 89. 2020.
- BRUNO, Fernando Batista; TEIXEIRA, Fábio Gonçalves; SILVA, Régio Pierre; SILVA, Tânia Luisa Koltermann. **Design-Based Learning: o uso de Objetos Empírico-Concretos e Virtuais na Geometria Descritiva**. Volume 6 nº 1. 13º Congresso Pesquisa e Desenvolvimento em Design. 2019.
- CAMPOS, Gabryelle Mendonça; CARVALHO, Daniela Santos de; SANTOS, Cristiane Monteiro dos; TEIXEIRA, Catarina. **GAMIFICAÇÃO NO ENSINO REMOTO**. Revista Nova Paideia - Revista Interdisciplinar em Educação e Pesquisa, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 54–64, 2022.
- CARDOZO, G. A. **HyperCAL3D mobile: aplicativo para o auxílio no ensino de geometria descritiva**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2022.
- CAVALCANTE, Livia Teixeira Canuto; OLIVEIRA, Adélia Augusta Souto de. **MÉTODOS DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA NOS ESTUDOS CIENTÍFICOS**. Psicologia em revista, Belo Horizonte, v.26, n.1, p.83-102. 2020.
- CELETI, Filipe Rangel. **ORIGEM DA EDUCAÇÃO OBRIGATÓRIA: UM OLHAR SOBRE A PRÚSSIA**. Revista Saber Acadêmico 13: junho/2012.

CID, L. **Del aula al metaverso: una propuesta de intervención inovadora.** Universidad de Valladolid. TCC. Facultad de Educación y Trabajo Social. 2023.

CONCEPCIÓN, Adrián Alejandro Rojas; CHAGIME, Raydel Guerra. **World Metaverse Index (WMI): una herramienta necesaria para evaluar la implementación del metaverso y su impacto a nivel global.** Metaverse Basic and Applied Research [Internet]. 2022.

CRUZ, Dennis Coelho; AMARAL, Luís Gustavo Henriques do. **APOSTILA DE GEOMETRIA DESCRITIVA.** UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA INSTITUTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - Barreiras, Bahia – 2012.

CUERVO, Diego Alexander Celis; REYES, Ronald Andrés González. **Aporte de la metodología Steam en los procesos curriculares.** REVISTA BOLETÍN REDIFE 10 (8): 286-299 - AGOSTO 2021.

DA SILVA FILHO, Jaber Caetano; LISBOA, Pablo Fabião. **O FATO MUSEAL E AS AMBIÊNCIAS DIGITAIS CULTURAIS NO METAVERSO.** 5ª sebramus seminário brasileiro de museologia, Porto Alegre-RS, 7a10 dez.2022.

DA SILVA, Claudio Itacir Della Nina. **Proposta de aprendizagem sobre a importância do Desenho Geométrico e da Geometria Descritiva.** Dissertação em Educação na Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2006.

DE SOUZA, Michel; NASCIMENTO, Roberto P.; BENUTTI, Maria Antônia. **SKETCHUP COMO FERRAMENTA DE ENSINO/APRENDIZAGEM NA DISCIPLINA DE GEOMETRIA DESCRITIVA.** UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO; Volume: 2, 2018

DE STEFANO, Ercília ; DE OLIVEIRA, Alexia Seixas; DE ALMEIDA, Talita Kronenberger ; DE CASTRO, Hannah Carolina Reis. **A EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA APOIADA POR METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO - UM ESTUDO DE CASO.** XLIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia e IV Simpósio internacional de Educação em Engenharia da ABENGE, 2021.

DEMO, Pedro. **Aprendizagens e novas tecnologias.** UNOESC [online]. 2011, vol.36, n.01, pp.09-32. ISSN 2177-6059, 2011.

DÍEZ, Jaime López. **Metaverso: Año Uno. La presentación en vídeo sobre Meta de Mark Zuckerberg (octubre 2021) en el contexto de los estudios previos y prospectivos sobre metaversos.** Pensar la Publicidad. Revista Internacional de Investigaciones Publicitarias, 15(2), 299-303. 2021.

FARIA, Elaine Turk. **O PROFESSOR E AS NOVAS TECNOLOGIAS.** Capítulo publicado no livro: ENRICONE, Délcia (Org.). Ser Professor. 4 ed. (p. 57-72) Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

FERREIRA, Catarina Fabiola. **Geometria Descritiva - Aprendizagens entre o Concreto e o Abstrato.** Tese em Ensino de Artes Visuais - Lisboa – 2019.

GUERREIRO, Reinaldo; AMARAL, Juliana Ventura; RUSSO, Paschoal Tadeu; MUCCI, Daniel Magalhães. **Industry 4.0: Features and Potential Impacts on**

the Internal Environment of Companies. Advances in Scientific and Applied Accounting, 16(3), 092–104/105. 2023.

HAYNE, Luiz Augusto; WYSE, Angela Terezinha de Souza. **Análise da evolução da tecnologia: uma contribuição para o ensino da ciência e tecnologia.** R. bras. Ens. Ci. Tecnol., Ponta Grossa, v. 11, n. 3, p. 37-64, set./dez. 2018.

HEDRICK, Emily; HARPER, Michael; OLIVER, Eric; HATCH, Daniel. **Teaching & Learning in Virtual Reality: Metaverse Classroom Exploration.** Intermountain Engineering, Technology and Computing (IETC). 2022.

HOFFMANN, Anelise Todeschini; JAPUR, Léa Maria Dorneles; JACQUES, Jocelise Jacques de. **Barreiras ao ensino de expressão gráfica nos cursos de engenharia.** Design em pesquisa: vol 5. 2023.

JACQUES, Jocelise J.; AZEVEDO, Gabriela Z.; AYMONE, José L. F. e TEIXEIRA, Fábio G. **NOVA ABORDAGEM PARA O ENSINO DE GEOMETRIA DESCRITIVA BÁSICA.** Cobenge, 2001.

KOPKE, Regina Coeli Moraes. **Ensino de geometria descritiva: inovando na metodologia.** Expressão Gráfica e Novos Meios Educativos. Rev. Esc. Minas 54. Março 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rem/a/LhQ9QQXjzvtFkjGDnPDyVZj/>. Acesso em: 18 de julho de 2025 às 22:40.

LIMA, Alvaro José Rodrigues de; HAGUENAUER, Cristina Jasbinschek; CUNHA, Gerson Gomes. **A REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DA GEOMETRIA DESCRITIVA.** Graphica, Curitiba, Paraná - Brasil, 2007.

LOPES, Lailson dos Reis Pereira; MANRIQUE, Ana Lúcia; MACÊDO, Josué Antunes de. **Alguns aspectos históricos da Geometria e do Desenho Geométrico na formação de professores.** Revista Profissão Docente, [S. l.], v. 21, n. 46, p. 01–17, 2024.

LOPEZ, Carlos Oscar. **Metaverso y educación: una revisión panorámica.** Metaverse Basic and Applied Research [Internet]. 2022.

MAGALHÃES, Leandro dos Santos. **Possibilidades de ferramentas visuais para a gestão do ambiente construído: a representação digital do espaço físico associada a funções computacionais.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Juiz de Fora. 2014.

MANFREDI, Sílvia Maria. **METODOLOGIA DO ENSINO - diferentes concepções.** Campinas:FE, 1993.

MARQUES, Walter Rodrigues. **METAVERSO E EDUCAÇÃO: UMA REVISÃO DA LITERATURA.** RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218, 3(10). 2022.

MARRA, Fabiane Barbosa. **Desafios do direito na era da internet: Uma breve análise sobre os crimes cibernéticos.** Ver. Campo Jurídico, Barreiras-BA V.7 n.2, p.145-167. 2019.

MASSON, Terezinha Jocelen; MIRANDA, Leila Figueiredo de; MUNHOS JUNIOR, Antonio Hortêncio; CASTANHEIRA, Ana Maria Porto. **METODOLOGIA**

DE ENSINO: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (PBL). COBENGE, 2012.

MONGE, Gaspard. **Géométrie Descriptive. Leçons données aux écoles normales, l'na 3 de la république, par Gaspard MONGE, de l'Institut national.** Baudouin, Imprimeur du Corps législatif et de l'Institut national. Paris, 1798. Disponível em: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5783452x/f6.item>. Acesso em: 25/02/2025 às 22:02.

MONTINEGRO, Gildo A. **Gemotria gescritiva - Volume 1 - 2ª edição.** Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo : Blucher, 2018.

MORAIS, Alana Marques de; MEDEIROS, Daniel Pires de Sá; MACHADO, Liliane dos Santos; MORAES, Ronei Marcos de; REGO, Rogéria Gaudêncio do. **RPG para Ensino de Geometria Espacial e o Jogo GeoEspaçoPEC.** 8 o Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional, 2008.

MORAIS, Alana Marques de; MEDEIROS, Daniel Pires de Sá; MACHADO, Liliane dos Santos; MORAES, Ronei Marcos de; REGO, Rogéria Gaudêncio do. **Um jogo educacional para o auxílio do aprendizado de Geometria Espacial.** 0.5753/cbie.wie.2009.1783-1790, 2009.

OKIDO, João Victor Nogueira. **História da Tecnologia no Desenvolvimento Humano.** Editora Autografia Edição e comunicação Ltda. 2021.

OLIVEIRA, Vanderlí Fava de; BORGES, Marcos Martins. **A geometria descritiva nas disciplinas do curso de engenharia: um contexto para aprendizagem.** REM: R.ESC. Minas, Ouro Preto,54(1): 69-74,jan.mar. 2001.

PAIVA, Marlla Rúbya Ferreira; PAR;ENTE, José Reginaldo; BRANDÃO, Israel Rocha; QUEIROZ, Ana Helena Bomfim. **METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO-APRENDIZAGEM: REVISÃO INTEGRATIVA.** SANARE, Sobral - V.15 n.02, p.145-153, Jun./Dez. - 2016

PALARÉ, Odete. **Geometria Descritiva: História e didática -novas perspectivas.** Tese de doutoramento, Belas-Artes (Geometria), Universidade de Lisboa, Faculdade de Belas-Artes, 2014.

PRATINI, Edison; FALEIRO, Jeovan. **UMA NOVA METODOLOGIA DE APOIO À VISUALIZAÇÃO NO ENSINO DE DESENHO TÉCNICO E GEOMETRIA DESCRITIVA.** COBENGE, 2001.

QUIMUANGA, Zeca Catuco André; DOMÍNGUEZ, Raúl Ceregido. **Proposta metodológica para a representação de planos por meio do Software GeoGebra.** Revista Eletrônica de Educação Matemática, v.16. 2021.

ROCHA, Aurora. **Geomcasting na Disciplina de Geometria Descritiva A.** Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto Mestrado em Multimédia, 2019.

RODRIGUES, Alvaro J. **Geometria Descritiva. Operações Fundamentais e Poliedros.** AO LIVRO TÉCNICO S.A. 6ª edição. Rio de Janeiro. 1968.

RODRIGUES, Gessica Palhares; PORTO, Cristiane de Magalhães. **Realidade Virtual: conceitos, evolução, dispositivos e aplicações.** Interfaces Científicas - Educação, 1(3), 97–109. 2013.

SAMID, G. **Metaverse Oriented Geometry**. Preprint. disponível em: https://www.researchgate.net/publication/360084946_Metaverse_Oriented_Geometry, 2022.

SANTOS, Renato P. dos; WEBER, Jairo Miranda. **Realidade no espaço virtual: micromundos no ensino de geometria**. Revista NUPEM, Campo Mourão, v. 6, n. 10, jan./jun. 2014

SILVA, Régio Pierre da; SILVA, Tânia Luisa Koltermann da; TEIXEIRA, Fábio Gonçalves; BARCIA, Ricardo Miranda. **APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA : UMA METODOLOGIA DE ENSINO PARA A GEOMETRIA DESCRITIVA**. COBENGE, 2004.

SILVA, Rodrigo Rafael de Souza Ferreira da; OLIVEIRA, Marcia Martins de. **Estudo do Ponto em Jogo**. Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, Manaus, Brasil, v. 8, n.:, p. e189822, 2022.

SIQUEIRA, Paulo Henrique. **Ambiente web de realidade virtual para a visualização de poliedros não convexos**. Caderno Pedagógico, 21(8), e7141. 2024.

SIQUEIRA, Paulo Henrique. **Criação de um ambiente web de realidade virtual para a visualização dos poliedros de Arquimedes e seus duais de Catalan**. OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA, 22(3), e3760. 2024.

SOEGAARD, Mads. **System Usability Scale for Data-Driven UX**. Interaction Design Foundation. Disponível em: <https://www.interaction-design.org/literature/article/system-usability-scale?srsId=AfmBOoqkcOlcNwJ3qKdxD9cehwzIBKFgJr2GiYsqDauvQr9pUOnj6S9v>. Acesso em: 19/07/2025 às 1:00.

SOUSA, Tefischer Huanderson Soares e; LOPES, Gabriel César Dias. **UMA BREVE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO: SUA RELEVÂNCIA, ACERTOS E ADEQUAÇÕES. Volume: 4; Issue: 1 Linguagem: Português**, 2021.

SOUZA, Gabriel Willyan Pinheiro de; RENDEIRO, Manoel Fernandes Braz. **Realidade aumentada e rotação por estações: proposta para o ensino aprendizagem da geometria espacial na sala de aula**. Revista de Educação Matemática, [s. l.], v. 20, n. 01, p. e023115, 2023.

Stachel, H. (2003). **What is descriptive geometry for?** In G. Weiss (Ed.), Proceedings of the Dresden symposium Geometrie: Konstruktiv & Kinematisch (pp. 327–336). Dresden: Technische Universität Dresden.

STEPHENSON, Neal. **Snow Crow**. Editora Aleph, Livro de 1992 edição 2015.

TEIXEIRA, Fábio Gonçalves; DA SILVA, Régio Pierre; DA SILVA, Tânia Luísa Koltermann; HOFFMANN, Anelise Todeschini. **GEOMETRIA DESCRITIVA: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS**. COBENGE, 2006.

TEIXEIRA, Fábio Gonçalves; SILVA, Régio Pierre da; SILVA, Tânia Luísa Koltermann da; HOFFMANN, Anelise Todeschini. **GEOMETRIA DESCRITIVA: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS**. COBENGE, 2006

THERRIEN, C. **O metaverso e seus novos horizontes democráticos**. Relatório desenvolvido para o diVerso: laboratório de estudos sobre o metaverso do Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio de Janeiro (ITS Rio). 2022.

THYBAUT, A. **Traité de Géométrie Descriptive**. Masson et C' Éditeurs. 120, Boulevard Saint-Germain, Paris, 1948.

VERASZTO, Estéfano Vizconde; SILVA, Dirceu da; MIRANDA, Nonato Assis; SIMON, Fernanda Oliveira. **Tecnologia: buscando uma definição para o conceito**. PRISMA.COM n.º 8. 2009.

ULRICH, K.; EPPINGER, S.: **Product Design and Development**. 5ª Ed. Nova York: McGraw - Hill Irwin, 2012.

Weinbaum, Stanley. **Os Óculos de Pigmalião**. Editora Wish, Livro de 1935 edição 2022.