



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

FABIANO BURGO

**REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE DESIGN DE
PRODUTO:**

A IMERSÃO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM -
ESTUDO DO IMPACTO DO EMPREGO DE FERRAMENTAS
IMERSIVAS DE REALIDADE VIRTUAL NA APRENDIZAGEM
DO DESENVOLVIMENTO DE PROJETO DE PRODUTO NO
ENSINO SUPERIOR

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA
FABIANO BURGO



**REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE
DESIGN DE PRODUTO: A IMERSÃO COMO
ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM**

Estudo do impacto do emprego de
ferramentas imersivas de realidade virtual
na aprendizagem do desenvolvimento de
projeto de produto no ensino superior

LONDRINA
2026

FABIANO BURGO



**REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE DESIGN DE PRODUTO:
A IMERSÃO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM**

Estudo do impacto do emprego de ferramentas imersivas de realidade virtual na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto no ensino superior

Tese apresentada ao Programa Associado
UEM/UEL de Pós-Graduação em Arquitetura e
Urbanismo (PPU) como requisito para obtenção
do título de doutor.
Orientador: César Imai

Londrina
2026

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

B957r Burgo, Fabiano.

Realidade Virtual no ensino de design de produto: a imersão como estratégia de aprendizagem : estudo do impacto do emprego de ferramentas imersivas de realidade virtual na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto no ensino superior / Fabiano Burgo. - Londrina, 2026.
142 f. : il.

Orientador: Cesar Imai.

Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Tecnologia e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2026.

Inclui bibliografia.

1. Realidade Virtual - Tese. 2. Ensino-aprendizagem de adultos - Tese. 3. Processo de design - Tese. 4. Evasão universitária - Tese. I. Imai, Cesar. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Tecnologia e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

CDU 74

FABIANO BURGO



**REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE DESIGN DE PRODUTO:
A IMERSÃO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM**

Estudo do impacto do emprego de ferramentas imersivas de realidade virtual na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto no ensino superior

Tese apresentada ao Programa Associado UEM/UEL de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPU) como requisito para obtenção do título de doutor.

Aprovado em: 21/05/2026

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. César Imai
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Ana Regina Mizrahy Cuperschmid
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

Profa. Dra. Marieli Azoia Lukiantchuki
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Profa. Dra. Simone Helena Tanoue Vizioli
Universidade de São Paulo – USP

Prof. Dr. Wilson Florio
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

À memória de Kiki 🐶 (*2004 - †2024), pelo amor e companhia de uma vida inteira,
e Ozzy 🐱 (*2023 - †2024), pela prova de que o amor ressignifica existências,
por mais curtas que sejam. Vocês partiram, mas se fazem presentes
nas linhas deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Aos professores do Programa Associado UEM/UEL de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPU), pela dedicação e constante empenho para consolidar um programa de relevância, qualidade e excelência em ambas as instituições.

À Profa. Ercilia Hirota, minha primeira orientadora no programa, pela confiança e por ter sido a responsável pelo início formal desta caminhada. Sua acolhida foi fundamental para que este projeto ganhasse vida.

Ao meu orientador, Prof. César Imai, pela generosidade em aceitar dar continuidade a esta jornada. Agradeço pelo suporte constante, orientações focadas e por me guiar nos momentos mais decisivos desta pesquisa.

Aos colegas do Escritório de Cooperação Internacional (ECI) da UEM, pelo companheirismo, compreensão e incentivo contínuos. É um privilégio trabalhar junto de pessoas que tanto admiro naquele que considero o melhor setor da universidade – e certamente, das pessoas mais bonitas da instituição!

A Renato Leão, referência de excelência ética e profissional a quem devo o despertar do interesse por este doutorado. Aquela disciplina frequentada como estudante não regular em 2019, que hoje parece tão distante, foi o marco zero de tudo o que foi construído aqui.

Ao Departamento de Design e Moda e ao Curso de Design da UEM, pela parceria e compreensão essenciais para que eu conseguisse conciliar as demandas da docência com as extenuantes tarefas da pesquisa.

Aos meus pais, pelo apoio em todas as fases da minha vida. Especialmente à minha mãe, Ozília, minha maior referência profissional. Este título é, de certa forma, uma extensão da sua trajetória – embora não tenha tido a oportunidade de obter o título de doutora, sua competência e paixão pelo trabalho foram os alicerces que me trouxeram até aqui.

Por fim, à Évelin, minha esposa. Obrigado por seu amor e suporte incondicionais. Você foi o porto seguro que me permitiu atravessar os infindáveis dias de estudo e os desafios deste doutorado. Sem você, esta conquista não seria possível, te amo eternamente!



*A educação não é o que muitos indevidamente
proclamam, quando se dizem capazes de enfiar
na alma o conhecimento que nela não existe,
como poderiam dotar de vista a olhos privados
da visão. Não é a arte de conferir vista à alma,
pois vista ela já possui; mas, por estar mal
dirigida e olhar para o que não deve, a educação
promove aquela mudança de direção.*

(A República / Platão)



BURGO, Fabiano. **Realidade virtual no ensino de design de produto**: a imersão como estratégia de aprendizagem. 2026. 142 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa Associado UEM/UEL de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPU), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2026.

RESUMO

O ensino superior de Design de Produto no Brasil enfrenta elevadas taxas de evasão acadêmica, motivadas por dificuldades de aprendizagem e pela desconexão entre o ambiente acadêmico e o mercado de trabalho. Esta tese investiga o emprego da Realidade Virtual (RV) imersiva enquanto estratégia de mediação pedagógica na fase de ideação projetual, analisando criteriosamente sua influência na percepção espacial, no fluxo criativo e na motivação dos estudantes. A fundamentação teórica aborda as bases da expressão conceitual e os métodos de ensino do design aliados aos recursos tecnológicos da RV. A metodologia, de natureza exploratória e experimental, operacionaliza o protocolo inédito SKIAon utilizando instrumentos validados como Mental Rotation Test (MRT), Self-Assessment Manikin (SAM) e System Usability Scale (SUS), além da avaliação qualitativa por uma banca de especialistas. Os resultados indicam um aumento significativo no Prazer emocional (~17%), embora a Dominância tenha declinado (~11%) pela elevada carga cognitiva da interface. O ganho na percepção visuoespacial foi discreto (~6%), todavia dados qualitativos revelam a RV como um potente validador espacial, eliminando ambiguidades inerentes ao desenho 2D ao exigir o tratamento do volume integral. Os especialistas confirmaram a superioridade da RV em geometrias complexas, apesar da observada tendência à tradução literal de esboços manuais para o ambiente imersivo. Conclui-se haver a necessidade de um letramento cinestésico para que a plenitude criativa ocorra na ferramenta. A pesquisa valida o protocolo SKIAon como meio eficaz para mensurar a fricção tecnológica e o engajamento discente, oferecendo contribuições diretas ao ensino superior de design, arquitetura e também engenharias.

Palavras-chave: realidade virtual; ensino-aprendizagem de adultos; processo de design; evasão universitária.

BURGO, Fabiano. **Virtual reality in product design education: immersion as a learning strategy.** 2026. 142 p. Thesis (Doctorate in Architecture and Urbanism) – UEM/UEL Joint Graduate Program in Architecture and Urbanism (PPU), State University of Londrina, Londrina, 2026.

ABSTRACT

Higher education in Product Design in Brazil faces high academic dropout rates, driven by learning difficulties and the disconnect between the academic environment and the labor market. This thesis investigates the use of immersive Virtual Reality (VR) as a pedagogical mediation strategy in the design ideation phase, carefully analyzing its influence on students' spatial perception, creative flow, and motivation. The theoretical framework addresses the foundations of conceptual expression and design teaching methods allied to VR technological resources. The methodology, exploratory and experimental in nature, operationalizes the unprecedented SKIAon protocol using validated instruments such as the Mental Rotation Test (MRT), Self-Assessment Manikin (SAM), and System Usability Scale (SUS), in addition to qualitative evaluation by a panel of experts. The results indicate a significant increase in emotional Pleasure (~17%), although Dominance declined (~11%) due to the high cognitive load of the interface. The gain in visuospatial perception was discrete (~6%); however, qualitative data reveals VR as a potent spatial validator, eliminating ambiguities inherent to 2D drawing by requiring the treatment of the integral volume. Experts confirmed VR's superiority in complex geometries, despite the observed tendency toward the literal translation of manual sketches into the immersive environment. It is concluded that there is a need for kinesthetic literacy for full creative potential to occur within the tool. The research validates the SKIAon protocol as an effective means to measure technological friction and student engagement, offering direct contributions to higher education in design, architecture, and engineering.

Keywords: virtual reality; adult teaching and learning; design process; university dropout.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução dos indicadores de trajetória dos estudantes em cursos de ensino superior no período de 2013 a 2022 _____	17
Figura 2 - Evasão no ensino superior brasileiro _____	18
Figura 3 - Índice de evasão no Curso de Graduação em Design da UFC (por ano) _____	19
Figura 4 - Metáfora da espiral de design _____	24
Figura 5 - Processo de design conforme Archer, Löbach e Baxter _____	26
Figura 6 - Exemplo de interface WIMP _____	30
Figura 7 - Esboço criado diretamente no ambiente 3D em RV no <i>software</i> Gravity Sketch ____	30
Figura 8 - Exemplo de solução SBIM empregando o sistema Lift-Off _____	31
Figura 9 - Taxonomia dos sistemas RV _____	32
Figura 10 - Seleção de esboços 2D para modelagem 3D no sistema Lift-Off _____	34
Figura 11 - Exemplo de design colaborativo em RV realizado pelo Setor de Design Automotivo da Ford Motor Company _____	48
Figura 12 - Estudante criando uma arte virtual 3D no <i>software</i> Google Tilt Brush _____	48
Figura 13 - Estudantes utilizando o Google Cardboard em sala de aula _____	49
Figura 14 - <i>Wordcloud</i> da revisão de literatura inicial resultante da <i>scoping review</i> _____	58
Figura 15 - Logotipo SKIAon _____	75
Figura 16 - Exemplo de criação de esboço 3D no <i>software</i> Gravity Skecth _____	76
Figura 17 - Mobiliário urbano atual do Campus Regional de Cianorte (CRC) da UEM _____	82
Figura 18 - <i>Moodboards</i> empregados no Desafio de Design _____	84
Figura 19 - Representação das dimensões de Prazer, Alerta e Dominância da ferramenta <i>Self-Assessment Manikin</i> (SAM) _____	86
Figura 20 - Exemplo de questão da ferramenta <i>Mental Rotation Test</i> (MRT) _____	87
Figura 21 - Exemplo de questão da ferramenta <i>System Usability Scale</i> (SUS) _____	87
Figura 22 - Exemplo de critério de avaliação pela Banca de Especialistas _____	89
Figura 23 - Imagem de divulgação do recrutamento _____	92
Figura 24 - Sessão de treinamento _____	94
Figura 25 - Laboratório preparado para as sessões do experimento _____	95
Figura 26 - HMDs disponibilizados para o experimento _____	96
Figura 27 - Desafio de Design disponibilizado junto aos materiais de desenho manual _____	96
Figura 28 - <i>Banner</i> com o Desafio de Design fixado à parede do laboratório _____	97

Figura 29 - Sessões 1 e 2 do Desafio de Design	98
Figura 30 - Sessão 3 do Desafio de Design	98
Figura 31 - Sessões 4 e 5 do Desafio de Design	98
Figura 32 - Exemplos de desenho manual e modelo 3D disponibilizados para a Banca de Especialistas	100

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparativo entre os diferentes tipos de RV	32
Quadro 2 - Tipos de pesquisa empregados nos estudos	62
Quadro 3 - Emprego de grupos de comparação/controle nas abordagens experimentais	63
Quadro 4 - Métodos coleta de dados empregados nos estudos	65
Quadro 5 - Variáveis medidas nos estudos	67
Quadro 6 - HMDs empregados nos estudos	68
Quadro 7 - Adaptação textual da ferramenta <i>System Usability Scale</i> (SUS)	88
Quadro 8 - Resumo das sessões do experimento	97
Quadro 9 - Relação de Desenhos Manuais e Modelos 3D gerados	99
Quadro 10 - Respostas obtidas no <i>Self-Assessment Manikin</i> (SAM) – Inicial / Final	102
Quadro 11 - Número de acertos obtidos no <i>Mental Rotation Test</i> (MRT) – Inicial / Final	105
Quadro 12 - Respostas obtidas no <i>System Usability Scale</i> (SUS) – Inicial	107
Quadro 13 - Respostas obtidas no <i>System Usability Scale</i> (SUS) – Final	108
Quadro 14 - Avaliação da Banca de Especialistas – Desenhos Manuais	111
Quadro 15 - Avaliação da Banca de Especialistas – Modelos 3D	112

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Faixa etária dos participantes	101
Gráfico 2 - Ano de matrícula dos participantes	101
Gráfico 3 - Identidade de gênero dos participantes	102
Gráfico 4 - Espaço Afetivo Inicial dos participantes	104
Gráfico 5 - Espaço Afetivo Final dos participantes	104
Gráfico 6 - Percentil de acertos no <i>Mental Rotation Test</i> (MRT) – Inicial / Final	106
Gráfico 7 - Médias obtidas no <i>System Usability Scale</i> (SUS) – Inicial / Final	109
Gráfico 8 - Médias obtidas na Avaliação dos Especialistas – Desenhos Manuais / Modelos 3D	112

GLOSSÁRIO

ANDRAGOGIA – Ciência orientada à aprendizagem de adultos, considerando suas necessidades específicas, experiências prévias e motivação.

CAD – Desenho assistido por computador (*Computer Aided Design*).

CEP/UEL – Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina.

COPEP/UEM – Comitê Permanente de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Maringá.

CRC – Campus Regional de Cianorte da Universidade Estadual de Maringá.

DDM – Departamento de Design e Moda.

HMD – Tipo de dispositivo de Realidade Virtual composto por um visor montado à cabeça do usuário (*Head Mounted Display*).

IES – Instituições de Ensino Superior.

META QUEST – Linha de dispositivos HMD de Realidade Virtual e Mista da Meta.

MOODBOARD – Recurso visual empregado no processo criativo de design, também conhecido como painel semântico ou temático.

MRT – Ferramenta de avaliação padronizada utilizada para medir a capacidade de um indivíduo manipular e rotacionar mentalmente representações visuais de objetos 2D ou 3D (*Mental Rotation Test*).

PBL – Metodologia ativa de ensino baseada na problematização do conteúdo (*Problem Based Learning*).

PERCEPÇÃO VISUOESPACIAL – Capacidade cognitiva de identificar, interpretar e processar informações visuais sobre a forma, localização, movimento e disposição de objetos no espaço físico.

PERSPECTIVA LINEAR – Técnica artística e geométrica que cria a ilusão de profundidade e tridimensionalidade em superfícies bidimensionais.

PICO – Acrônimo utilizado para estruturar questões de pesquisa e buscar evidências, focado nos elementos Paciente/Problema, Intervenção, Comparação e *Outcomes* (Resultados/Desfechos).

PROBLEMATIZAÇÃO – Metodologia ativa de ensino focada na apresentação de um ou mais desafios a serem solucionados pelos estudantes como estratégia de aprendizagem.

RSL – Revisão Sistemática de Literatura.

RM – Realidade Mista.

RV – Realidade Virtual.

SAM – Ferramenta de avaliação pictórica não verbal utilizada para medir reações emocionais (*Self-Assessment Manikin*).

SBIM – Interfaces Baseadas em Esboço para Modelagem (*Sketch-Based Interfaces and Modeling*).

SCOPING REVIEW – Método de pesquisa que mapeia a literatura científica existente sobre um tema amplo, visando identificar conceitos-chave, lacunas de conhecimento e tipos de evidências disponíveis.

SKIAON – Nome criado para estudo que emprega a palavra grega Σκιά (*Skia*), que significa sombra, com ὄν (*on*), que tem o sentido de ser ou existir.

SNOWBALL – Técnica de amostragem não probabilística que emprega um efeito de rede para ampliar as bases teóricas de um determinado estudo.

SUS – Questionário empregado para medir a usabilidade percebida de sistemas, produtos ou serviços digitais (*System Usability Scale*).

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

UEL – Universidade Estadual de Londrina.

UFC – Universidade Federal do Ceará.

UEM – Universidade Estadual de Maringá.

UFPR – Universidade Federal do Paraná.

WDO – Organização não governamental internacional que promove e defende a profissão de design industrial (*World Design Organization*).

WIMP – Tipo de interface gráfica baseada no emprego de janelas, ícones, menus e ponteiros (*Window, Icon, Menu, Pointer*).

WORDCLOUD – Representação visual de dados textuais, onde o tamanho de cada palavra indica sua frequência ou importância em um texto.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA	17
1.2. HIPÓTESE E QUESTÃO DE PESQUISA	20
1.3. OBJETIVOS	21
1.3.1. Objetivo geral	21
1.3.2. Objetivos específicos	21
1.4. ESTRUTURA DA TESE	22
2. DESIGN ENQUANTO PROCESSO CRIATIVO	23
2.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	23
2.2. DESIGN ENQUANTO PROCESSO	25
2.3. REPRESENTAÇÃO DE IDEIAS NO PROCESSO DE DESIGN	26
2.3.1. Os meios de representação enquanto ferramenta de design	28
2.4. A RELAÇÃO ENTRE OS UNIVERSOS 2D E 3D NO PROCESSO DE DESIGN	33
2.4.1. Os desafios da transição das representações 2D para 3D	33
2.4.2. A integração da RV no processo de design	34
2.5. REFLEXÃO SOBRE OS TEMAS ABORDADOS	36
2.6. CONCLUSÕES SOBRE O CAPÍTULO	37
3. O ENSINO-APRENDIZAGEM NO ENSINO SUPERIOR DE DESIGN E SUA INTERFACE COM A REALIDADE VIRTUAL	39
3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	39
3.2. ADULTOS E APRENDIZAGEM	40
3.2.1. Aprendizagem por meio da experiência	41
3.2.2. Metodologias ativas no ensino superior	44
3.2.3. Aprendizagem baseada em problemas	45
3.3. METODOLOGIAS ATIVAS E TECNOLOGIAS IMERSIVAS	47
3.3.1. RV no processo de ensino-aprendizagem de design	47
3.3.2. RV no ensino-aprendizagem de design	50
3.3.3. Avaliação tradicional vs. avaliação em metodologias ativas	50
3.4. REFLEXÃO SOBRE OS TEMAS ABORDADOS	53
3.5. CONCLUSÕES SOBRE O CAPÍTULO	55

4. ESTADO DA ARTE	57
4.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	57
4.2. RSL	58
4.2.1. Contextualização	58
4.2.2. Metodologia	60
4.2.3. Apresentação e análise dos dados obtidos	61
4.3. REFLEXÃO SOBRE O TEMA ABORDADO	69
4.4. CONCLUSÕES SOBRE O CAPÍTULO	71
5. MÉTODO	75
5.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	75
5.2. PROTOCOLO SKIAON	78
5.2.1. Recrutamento de participantes	78
5.2.2. Treinamento em RV	78
5.2.3. Desafio de Design	81
5.2.4. Avaliação dos artefatos desenvolvidos	88
5.2.5. Análise dos dados obtidos	90
5.2.6. Aprovação pelo Comitê de Ética	91
6. RESULTADOS	92
6.1. RELATÓRIO DE EXECUÇÃO	92
6.1.1. Recrutamento de participantes	92
6.1.2. Treinamento em RV	93
6.1.3. Desafio de Design	95
6.1.4. Avaliação dos artefatos desenvolvidos	99
6.2. DADOS OBTIDOS	100
6.2.1. Identificação	100
6.2.2. Avaliação emocional	102
6.2.3. Percepção visuoespacial	105
6.2.4. Expectativa e experiência de uso do sistema de RV	106
6.2.5. Opiniões, comentários e etc.	110
6.2.6. Avaliação dos especialistas	111
6.3. SÍNTESE INTERPRETATIVA E REFLEXÃO SOBRE OS RESULTADOS	119

7. CONCLUSÃO	125
7.1. VERIFICAÇÃO DA HIPÓTESE	125
7.2. LIMITES DESTA PESQUISA E CAMINHOS FUTUROS DE INVESTIGAÇÃO	127
7.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	128
REFERÊNCIAS	130
APÊNDICES	143
APÊNDICE A - RECRUTAMENTO DE PARTICIPANTES	144
APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	146
APÊNDICE C - TREINAMENTO EM REALIDADE VIRTUAL ROTEIRO DE ATIVIDADES	148
APÊNDICE D - DESAFIO DE DESIGN: BANCO PÚBLICO PARA O CAMPUS REGIONAL DE CIANORTE (CRC) DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ (UEM)	151
APÊNDICE E - DESAFIO DE DESIGN ROTEIRO DE ATIVIDADES	161
APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO INICIAL	164
APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO FINAL	170
APÊNDICE H - AVALIAÇÃO DOS ARTEFATOS DESENVOLVIDOS	175
APÊNDICE I - ARTEFATOS ELABORADOS PELOS PARTICIPANTES	180
APÊNDICE J - DISCUSSÃO EM GRUPO COM A BANCA DE ESPECIALISTAS	189
APÊNDICE K - OPINIÕES E COMENTÁRIOS DOS PARTICIPANTES	200

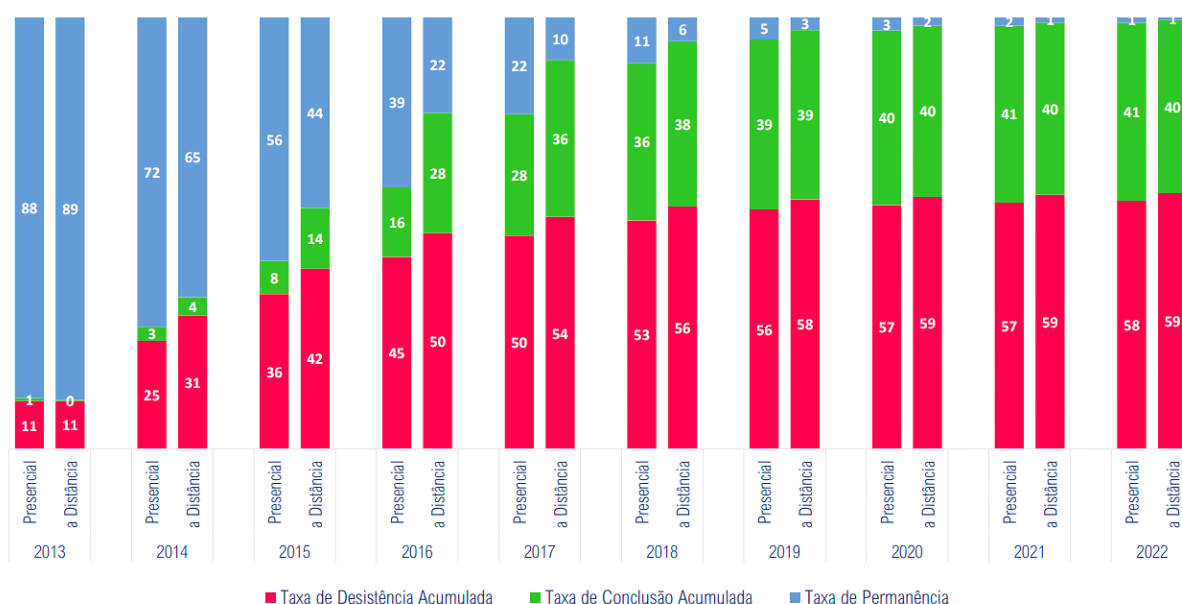
1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

O ensino de Design de Produto, desde as suas bases nas escolas de Bauhaus e Ulm, carrega o desafio de capacitar o estudante exercer uma atuação na sociedade que concilie habilidades técnicas e uma visão holística de projeto. Fazer com que o futuro profissional compreenda do que se trata a “filosofia do design” (Lawson, 2010, p. 300, tradução nossa) ao mesmo tempo em que os capacita com habilidades e competências necessárias para exercer sua profissão caracteriza-se em um dos grandes desafios das Instituições de Ensino Superior (IES).

Uma das maiores dificuldades encontradas atualmente no Brasil no ensino superior de qualquer área e o crescimento sistêmico da evasão universitária. Dados do INEP (2023) revelam que a desistência no ensino superior atingiu quase 60% dos estudantes ingressantes tanto em universidades públicas quanto privadas em 2022 (Figura 1), evidenciando uma crise que afeta diretamente a eficácia dos métodos didático-pedagógicos atuais.

Figura 1 - Evolução dos indicadores de trajetória dos estudantes em cursos de ensino superior no período de 2013 a 2022



Fonte: INEP (2023)

É inegável que a pandemia de COVID-19, deflagrada em 2020, tem impacto direto nestes dados. No entanto, o Instituto SEMESP (2024), em seu Mapa do Ensino Superior no Brasil, indica ser um fato alarmante o índice de evasão da educação superior no Brasil chegar a 57,2% (Figura 2) entre as redes pública/privada e ensino presencial/a distância (EaD). A presidente do SEMESP, Lúcia Teixeira, comenta ainda sobre uma falta de apoio aos docentes no ensino superior, que se mostram “[...] inseguros e exaustos na profissão [...]” (Giusti, 2024).

Figura 2 - Evasão no ensino superior brasileiro

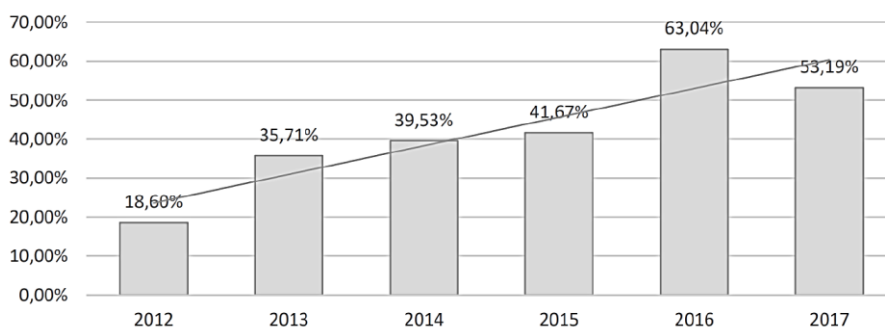


Fonte: Instituto SEMESP (2024)

Em recortes específicos, essa realidade mostra-se como um elemento preocupante, como na Universidade Federal do Paraná (UFPR), que enfrentou, entre 2010 e 2019, uma evasão anual em nível de graduação de, em média, cerca de 2748 estudantes, sendo que deste número o percentil

de abandonos representou mais de 75% – destes mais de 45% dos estudantes deixou seu curso dentro dos dois primeiros anos na graduação (UFPR, 2021). No campo do Design, instituições como a Universidade Federal do Ceará (UFC) chegaram a registrar índices de 63% de abandono (Figura 3) em 2016 (Santos, 2018).

Figura 3 - Índice de evasão no Curso de Graduação em Design da UFC (por ano)



Fonte: Santos (2018)

São vários os fatores que influenciam a decisão de um estudante em deixar de cursar uma universidade, dentre eles a preparação educacional anterior, autoconfiança acadêmica, apoio da família, problemas econômicos, saúde, falta de tempo disponível, entre outros (Teixeira, Mentges e Kampff, 2019; UFPR, 2021; Dos Santos *et al.*, 2024). No entanto, um motivo destacado no levantamento feito pela UFPR em 2021 se relacionava a dificuldades de aprendizagem, obtendo 61,1% das respostas (UFPR, 2021).

Esses indicadores sugerem que a expectativa discente por uma formação alinhada à realidade contemporânea (Florio, 2013) pode não estar sendo correspondida, trazendo até uma perspectiva que representa uma lacuna de motivação e autoconfiança acadêmica. Neste sentido, o estudante entraria na graduação esperando desenvolver ferramentas que potencializem sua capacidade criativa, mas frequentemente depara-se com métodos e abordagens muitas vezes desatualizados ou mesmo desconectados da contemporaneidade.

É relevante, portanto, que as IES se atentem ao que podem oferecer aos futuros profissionais, tanto em questão estrutural quanto em aspectos didático pedagógicos e metodológicos (Teixeira, Mentges e Kampff, 2019). Neste contexto, Lúcia Teixeira comenta que “[...] currículos devem ser mais práticos, a tecnologia deve ser inserida na educação [...]” (Giusti, 2024).

A Realidade Virtual (RV), por sua vez, é um fator presente no cotidiano da indústria da manufatura há algum tempo (Jerald, 2016), tendo sido empregada tanto no treinamento de colaboradores quanto em aspectos técnicos relacionados à visualização e refinamento de produtos.

Na área de design de produto há iniciativas de uso da RV nas etapas de desenvolvimento de produtos tanto para dar suporte à elaboração de conceitos criativos quanto a elementos técnicos direcionados à representação e materialização de projetos (Jerald, 2016). No entanto, a tecnologia ainda é pouco explorada no contexto das IES brasileiras, muitas vezes devido à baixa disponibilidade financeira das instituições (Sun *et al.*, 2017).

Este tipo de tecnologia, porém, tem passado por uma evolução acentuada nas últimas décadas passando a contar com dispositivos e *softwares* que permitem iniciativas de RV a uma fração do custo que apresentavam há alguns anos (Arrighi *et al.*, 2016; Jerald, 2016; Svidt e Sørensen, 2016).

Considerando este cenário, a RV emerge como uma possível estratégia para captar a atenção dos estudantes, fazendo uso de sua conexão com o mercado de trabalho e atualidade tecnológica, podendo afetar positivamente sua motivação e engajamento com o processo de ensino-aprendizagem de design. Neste sentido, elaboração e o emprego de ferramentas que combinem aspectos intuitivos do processo de design, como os esboços manuais, às tecnologias digitais representa uma lacuna bastante oportuna de pesquisa.

Esta pesquisa, portanto, propõe uma abordagem direcionada investigar como este aspecto, especialmente quanto ao fato de que a inclusão de uma ferramenta baseada em RV poderia afetar o processo ensino-aprendizagem de design, apresentando-a como um elemento tecnológico, mas ao mesmo tempo integrando-a a práticas projetuais e didáticas já reconhecidas. A investigação do tema, como apresentado nos capítulos a seguir, ainda evidencia a oportunidade de se realizar uma pesquisa no contexto brasileiro, considerando as abordagens adotadas em outras localidades no sentido de verificar e validar sua assertividade para seu emprego nas IES nacionais.

1.2. HIPÓTESE E QUESTÃO DE PESQUISA

O desenvolvimento desta tese parte da verificação da seguinte hipótese:

- O emprego de uma ferramenta de criação em tempo real em RV na fase de concepção do design de produto pode trazer um ganho significativo na compreensão e execução do processo de design por parte dos estudantes de design, resultando em uma melhoria em sua motivação e em seu desempenho projetual.

Como guia tanto para o levantamento teórico quanto para a elaboração dos procedimentos metodológicos, foi estruturada a seguinte questão de pesquisa baseada no *framework* PICO (Paciente/Problema, Intervenção, Comparação e *Outcomes*) universal:

1. Em estudantes de ensino superior de Design de Produto **(P)**, o uso de ferramentas imersivas de Realidade Virtual **(I)** comparado aos métodos de projeto tradicionais **(C)** resulta em uma melhoria na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto **(O)**?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo geral

Analisar o impacto do emprego de uma ferramenta imersiva de Realidade Virtual (RV) como estratégia de mediação pedagógica na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto, verificando sua eficácia no ganho de percepção espacial, no fluxo criativo e na motivação de estudantes de ensino superior em comparação aos métodos tradicionais de projeto.

1.3.2. Objetivos específicos

- Operacionalizar um protocolo de investigação que ao mesmo tempo integre ferramentas imersivas em RV ao processo de ideação do processo de design e permita compará-las com métodos tradicionais de projeto.
- Mensurar o impacto emocional, de percepção visuoespacial e de expectativa/experiência da imersão em RV para verificar como esses fatores influenciam a motivação discente e o fluxo criativo durante o processo de design.
- Avaliar quali-quantitativamente a eficácia e qualidade de artefatos desenvolvidos pelos acadêmicos, sob a perspectiva de uma banca de especialistas, confrontando os resultados obtidos na RV com os obtidos em métodos tradicionais de desenho.

- Verificar a validação da RV como estratégia de aprendizagem no ensino superior de design, sistematizando as evidências colhidas para fundamentar a viabilidade de sua implementação.

1.4. ESTRUTURA DA TESE

Esta tese está organizada em sete capítulos que apresentam seu desenvolvimento desde a apresentação e caracterização do tema e problema abordados, a fundamentação teórica que a embasa, as definições metodológicas com a proposta de um protocolo de pesquisa, sua aplicação prática com posterior apresentação e análise dos dados e conclusões. A estrutura delinea-se da seguinte forma:

1. **INTRODUÇÃO:** apresenta o tema, a problemática da evasão universitária, a justificativa do desenvolvimento desta investigação e os objetivos da pesquisa;
2. **DESIGN ENQUANTO PROCESSO CRIATIVO:** discorre sobre processo de projeto no design, comentado sobre o papel e os fundamentos da representação, explorando o paradigma das interfaces tecnológicas na busca pela espontaneidade e intuitividade criativa;
3. **O ENSINO-APRENDIZAGEM NO ENSINO SUPERIOR DE DESIGN E SUA INTERFACE COM A REALIDADE VIRTUAL:** apresenta as bases do processo de ensino-aprendizagem de adultos, analisando o papel das metodologias ativas e como a imersão em RV pode atuar no desenvolvimento da percepção visuoespacial e motivação dos estudantes;
4. **ESTADO DA ARTE:** apresenta os resultados de uma RSL, mapeando as evidências científicas e as lacunas metodológicas no uso da RV no ensino de design;
5. **MÉTODO:** detalha a elaboração e operacionalização do experimento elaborado (Protocolo SKIAon), além de sua aplicação e apresentação dos dados coletados;
6. **RESULTADOS:** são apresentados os dados obtidos, assim como é realizada a síntese interpretativa dos mesmos com o arcabouço teórico previamente definido;
7. **CONCLUSÃO:** sintetiza as análises na forma de conclusões, respondendo à verificação da hipótese levantada e indicando possibilidades de continuidade de investigação para o tema.

2. DESIGN ENQUANTO PROCESSO CRIATIVO

2.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

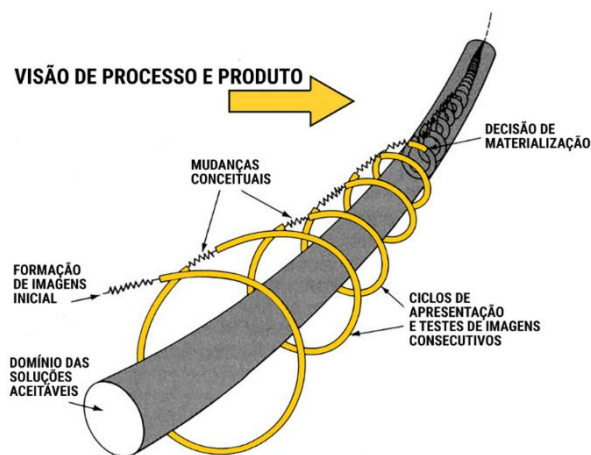
Design não é apenas uma atividade técnica, mas também uma prática cultural que reflete valores humanos e sociais (Bürdek, 2006). O World Design Organization (WDO) define o design industrial como "[...] um processo estratégico de solução de problemas que impulsiona a inovação, constrói o sucesso nos negócios e leva a uma melhor qualidade de vida por meio de produtos, sistemas, serviços e experiências inovadores [...]" (DEFINITION OF INDUSTRIAL DESIGN..., 2015, tradução nossa), caracterizando-se em uma das ferramentas mais essenciais para enfrentar e superar desafios da contemporaneidade.

O design é intrinsecamente concebido como uma atividade humana na qual cabe aos designers, profissionais com formação e atuação na área, desenvolverem não só a materialização de artefatos, mas também a concepção e a compreensão de como estes surgem, desempenham suas funções e o que significam para as pessoas e para a sociedade (Bayazit, 2004). "[...] O design é uma ideia, um projeto, ou um plano para a solução de um problema determinado [...]" no qual são incorporados e transmitidos valores racionais, lógicos e humanos, sendo estes visualmente perceptíveis por meio da solução encontrada (Löbach, 2001, p. 16).

No processo de design há uma fase na qual ideias são geradas enquanto variantes consideradas em processos de decisão sucessórios que objetivam encontrar soluções para um problema previamente apontado, chegando-se a uma proposta de projeto conceitual; esta fase é comumente chamada de processo de ideação ou de iteração (Löbach, 2001; Baxter, 2011; Schubert et al., 2012). Essas ideias, habitualmente denominadas alternativas, podem ser tidas como "[...] visões variáveis do produto final [...]", que passam por uma sequência de mudanças conceituais ou saltos criativos que seguem "[...] em direção ao domínio das respostas aceitáveis [...]" (Zeisel, 1997, p. 6, tradução nossa).

Este processo não costuma acontecer de forma linear, podendo ser melhor descrito pela metáfora da espiral (Figura 4), que sintetiza essa sequência de geração e seleção de ideias que culmina com um artefato representando uma solução de design viável.

Figura 4 - Metáfora da espiral de design



Fonte: Zeisel (1997)

O design tem em seu cerne o uso da criatividade, uma habilidade de enxergar o mundo por uma perspectiva diferente e de utilizar ou criar diferentes ferramentas e processos que permitem realizar conexões inesperadas e enxergar possibilidades ainda inéditas, como elemento para fazer ou criar, empregando a curiosidade e a disposição em correr riscos (Orr e Shreeve, 2018). Neste sentido, é característico dos designers adotar rotas não lineares para a resolução de problemas, muitas vezes abraçando uma atitude lúdica ao dar vida aos artefatos (Parmar, 2016).

A diferença entre o emprego de uma criatividade conceitual no design e em outros processos mais lógicos e racionais, como na fabricação, pode ser exemplificada pela diferença entre o pensamento de artistas e de engenheiros – “[...] é mais fácil fazer algo dez vezes melhor do que fazer algo dez por cento melhor” (Wang, 2015, p. 4, tradução nossa).

Embora esta visão não sugira que um profissional técnico, como um engenheiro, não faça uso da imaginação, os designers tendem a trabalhar de uma forma muito mais visual para explorar ideias abstratas, que por sua vez são expressas na forma de imagens que se tornam o núcleo do próprio processo de design; este tipo de abordagem capacita os designers a apresentar uma maior probabilidade de desenvolver ideias e produtos inovadores (Wang, 2015).

Toda essa complexidade que envolve o processo de design se resume a uma “filosofia do design”, na qual o designer parte de um pressuposto pessoal baseado em razões e motivações próprias, seguindo suas opiniões sobre como deve abordar o processo de projeto (Lawson, 2010, p. 300, tradução nossa). A capacidade de produzir soluções diferentes das habituais, tolerando incertezas durante o processo, trabalhando com informações incompletas e recorrendo a

sentimentos intrinsecamente humanos (como imaginação e predição), é adotada no design de forma a direcioná-la a resolver problemas, sendo uma das habilidades primordiais do designer (Lawson, 2010).

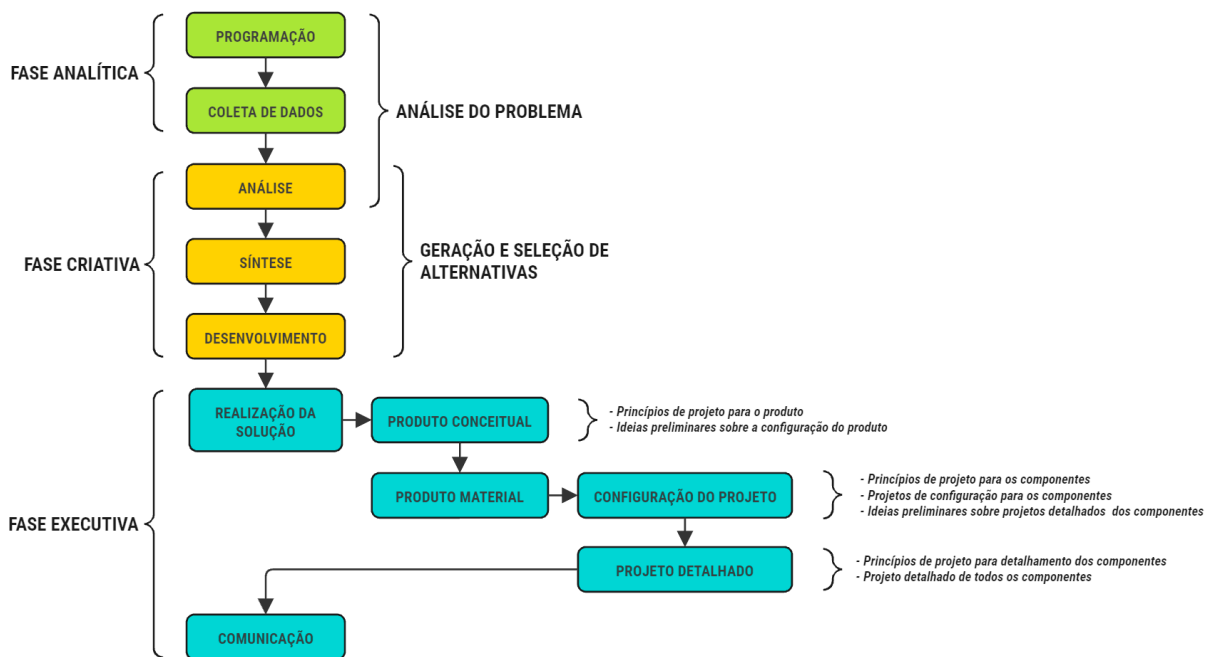
2.2. DESIGN ENQUANTO PROCESSO

No âmbito popular o design pode ser entendido enquanto verbo – "[...] fazer os planos e desenhos necessários para a construção de algo [...], criar com habilidade artística ou dispositivo decorativo [...]" (Archer, 1984, p. 7-9, tradução nossa). Orr e Shreeve (2018) comentam que o design tem um foco aplicado que exige repensar como artefatos, serviços e comunicação podem melhorar ou embelezar a forma como vivemos. Mejlhede (2015) complementa essa visão destacando que os objetivos do design incluem dar forma a produtos industrialmente produzidos, expressando um processo criativo que integra propriedades físicas com preocupações estéticas e criando artefatos que atinjam objetivos previamente estipulados.

Todo produto é resultado de um processo de desenvolvimento, que por sua vez é determinado pelas circunstâncias e tomadas de decisões que o envolvem. Essas circunstâncias abarcam inúmeras questões que partem desde elementos sociais até condições de produção técnica, soluções estas que muitas vezes acabam por ditar a assertividade e a capacidade de materialização da solução encontrada (Bürdek, 2006). Neste sentido, o design faz uso de uma lógica de projeto por meio da qual um problema é inicialmente selecionado, e a partir daí uma série de iniciativas são tomadas para se chegar a uma possível solução.

Archer (1984), Löbach (2001) e Baxter (2011) propõem estruturas projetuais bastante correlatas (Figura 5), reduzindo o processo de design a um conjunto de fases que têm por objetivo primeiro entender melhor as características de um dado problema, partindo para desenvolver alternativas focadas em sua solução e, ao encontrar o caminho final mais adequado, preparar as informações necessárias para que este possa ser materializado.

Figura 5 - Processo de design conforme Archer, Löbach e Baxter



Fonte: Adaptado de Archer (1984); Löbach (2001); Baxter (2011)

Independente dos princípios e processos adotados no desenvolvimento de um projeto, é importante que o designer possua ou desenvolva uma série de habilidades que o capacitem a elaborar um projeto completo, não a ponto de dominar todas as características e tecnicidades envolvidas, mas para estar apto a agir em um ambiente multidisciplinar de forma a direcioná-lo para que se chegue à melhor solução possível, dentro de condições e parâmetros previamente estipulados (Zeisel, 1997; Lawson, 2010). Neste conjunto de habilidades, a capacidade de representar ideias intangíveis trata-se de um dos pontos cruciais.

2.3. REPRESENTAÇÃO DE IDEIAS NO PROCESSO DE DESIGN

Há em algumas áreas de atuação a crença de que o conhecimento, o rigor e o estudo adequados se restringem apenas à palavra impressa ou a fórmulas científicas explícitas; no design esse conhecimento não é facilmente decodificável e visível, tendo o universo visual e material (como o entendimento e a manipulação da forma, cor, espaço, linha, tom, plano, proporção, volume, massa, ritmo, textura e padrão) como meio primário (Orr e Shreeve, 2018).

A representação de ideias é uma etapa crucial no processo de design, atuando como elo entre o pensamento criativo do designer e a materialização das soluções propostas. A separação entre as atividades de concepção e materialização dos projetos foi consolidada por Jean-Laurent

Legeay, resultado da introdução da representação como um processo formal durante o Renascimento – a inserção da perspectiva linear por Brunelleschi e a popularização dos desenhos técnicos por Leonardo da Vinci marcaram o início de uma nova era na qual a representação gráfica passou a ser essencial para a materialização de ideias (Baltazar *et al.*, 2014). O processo de projeto, a partir de então, passou a ser compreendido por um perfil "perspectívico", no qual cabia aos designers elaborar planos que comunicassem as formas e características finais dos artefatos a serem produzidos (Baltazar *et al.*, 2014, p. 551).

A representação de ideias, neste contexto, pode ser entendida como um processo de comunicação intrínseco ao próprio projeto – ela deve conter as informações necessárias para a análise, o debate e o desencadeamento de ações projetuais de maneira coordenada (Kalay, 2004). A interação entre o designer e os outros atores envolvidos no processo de design com essas representações representa um ponto chave: ao mesmo tempo em que precisa estar alinhada a requisitos pré-estabelecidos, também deve permitir a expressão criativa nas fases conceituais de forma o mais livre possível.

Embora um alto nível de abstração, como o empregado em desenhos manuais, simplifique a quantidade de informação a ser transmitida, também aumenta a dependência do conhecimento de quem recebe a mensagem para preencher lacunas, criando um potencial significativo de interpretações distintas da intenção original do designer. Um alto grau de abstração, portanto, torna a comunicação mais eficiente por ser composta de menos elementos informacionais, mas menos eficaz por demandar um conhecimento compartilhado entre os envolvidos (Kalay, 2004; Schubert *et al.*, 2012).

Na arquitetura e no design, desenhos detalhados e modelos em escala são tradicionalmente os meios mais empregados para capturar e representar informações de projeto. Usar escalas diferentes para projetar tem sido uma prática natural para os designers – ao projetar edifícios arquitetos reduzem a escala para obter uma visão geral do *layout* topológico, enquanto designers de aparatos eletrônicos aumentam a escala de circuitos para visualizar e ajustar detalhes específicos (Wang, Tsai e Wang, 2011). Modelos físicos em escala representam conteúdos em forma tridimensional e material, possibilitando a transmissão de informações volumétricas e táteis, levando, no entanto, um tempo considerável para serem produzidos, sendo ainda difíceis de comunicar a um grande número de receptores (Kalay, 2004).

Partindo-se do pressuposto de que os mundos digital e analógico tornam-se cada vez mais universos entrelaçados, o universo digital tornou-se parte integral do panorama cultural do processo de design (Orr e Shreeve, 2018). Modelos 3D digitais têm sido amplamente empregados no processo de projeto, especialmente quando a materialidade da mensagem é importante ou quando o receptor não está familiarizado com a interpretação de informações mais abstratas, como desenhos planificados em escala (Kalay, 2004; Schubert *et al.*, 2012).

Quanto à representação na forma de modelos 3D, simulações, análises e desenhos desenvolvidos com ferramentas de Design Assistido por Computador (CAD) são amplamente empregados (Arrighi *et al.*, 2016; Jackson e Keefe, 2016). Essas ferramentas costumam exigir longos treinamentos com curvas de aprendizado bastante acentuadas – seu funcionamento baseia-se no domínio e uso correto de funções específicas (como rotacionar, extrudar, cortar, etc.) aplicadas de forma conjunta ou sequencial para obter as modificações desejadas na modelagem tridimensional, sempre tendo em mente as características visuais e técnicas do modelo pretendido (Arrighi *et al.*, 2016, 2016; Maurya *et al.*, 2019). Neste contexto, é comum que os designers que utilizam ferramentas CAD em seus processos de desenvolvimento se tornem especialistas nas mesmas após anos de uma aprendizagem fortemente baseada na repetição – para esses profissionais, o teclado e o mouse acabam se tornando elementos essenciais de seus ambientes de trabalho (Arrighi *et al.*, 2016).

Esse tipo de atuação traz vantagens projetuais inegáveis, mas corre-se o risco de que um ato de expressão mais intuitivo, caracterizado por um simples desenho feito à mão, se perca, limitando o conjunto de habilidades que o designer tem à sua disposição no processo criativo. A ideação em si, neste contexto, pode ser considerada uma forma de comunicação, pois o processo de design compreende atividades realizadas simultaneamente com a intenção de entender o problema, gerar soluções potenciais, avaliar essas soluções e encontrar respostas para evitar obstáculos ou aproveitar oportunidades emergentes (Kalay, 2004).

2.3.1. Os meios de representação enquanto ferramenta de design

O processo de design trata-se de uma espécie de conversa entre o designer e o objeto projetado, um diálogo que pode ser definido como uma "reflexão em ação" – à medida que avança em seu trabalho, o designer também obtém uma melhor compreensão do próprio problema (Schön, 1983, p. 50, tradução nossa).

Este processo é intrinsecamente conectado à representação de ideias, ferramenta essencial para a comunicação e a materialização de soluções criativas. Entre os meios de representação disponíveis, o esboço manual e as tecnologias digitais emergentes desempenham papéis complementares, cada um com suas próprias vantagens e limitações.

2.3.1.1. O papel do esboço manual e das ferramentas digitais no processo criativo de design

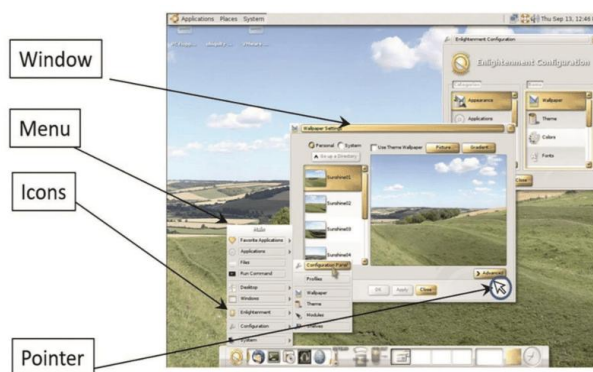
O esboço manual é uma das ferramentas mais antigas e fundamentais do processo de design, permitindo que designers capturem ideias rapidamente e de forma intuitiva. Orr e Shreeve (2018) destacam que o ato de esboçar é em si uma forma de reflexão, permitindo que designers explorem conceitos abstratos e refinem suas ideias ao longo do processo. Os desenhos manuais oferecem uma flexibilidade única, possibilitando que designers experimentem livremente sem compromissos técnicos ou estruturais.

Apesar de sua importância, o esboço manual tem limitações significativas quando aplicado a projetos mais complexos – ele não permite, por exemplo, uma representação precisa de volumes 3D ou uma simulação realista de materiais e texturas – limitações que tornam-se evidentes em etapas posteriores do processo de design, onde a precisão técnica e a visualização detalhada são essenciais (Kalay, 2004).

Neste sentido, instrumentos digitais passaram a desempenhar um papel central no processo de design, sendo as ferramentas CAD amplamente utilizadas para criar modelos 3D precisos e realizar simulações detalhadas. No entanto, o alto nível de especialização exigido para o seu domínio e as interfaces não intuitivas acabam por limitar uma expressividade criativa mais intuitiva (Rahimian e Ibrahim, 2011).

As interfaces *Window, Icon, Menu, Pointer* (WIMP), especificamente, embora eficazes para tarefas técnicas dificultam uma interação intuitiva necessária para explorar ideias abstratas durante as fases conceituais do processo de projeto (Figura 6). Como resultado, designers que dependam exclusivamente dessas ferramentas tendem a ter sua criatividade comprometida, especialmente durante as etapas iniciais do processo de design (Jackson e Keefe, 2016).

Figura 6 - Exemplo de interface WIMP



Fonte: Therealdarkmaster (2008)

No entanto, tecnologias emergentes como Realidade Virtual (RV) e *Sketch-Based Interfaces and Modeling* (SBIM) têm transformado a maneira como designers trabalham, oferecendo novas possibilidades para a representação e modelagem de ideias, combinando a espontaneidade do esboço manual com a precisão das ferramentas digitais.

Sistemas de RV permitem que designers explorem ideias em um ambiente imersivo e 3D, superando limitações das interfaces WIMP – iniciativas como o *software* RV Gravity Sketch permitem que designers criem modelos 3D diretamente em ambientes virtuais (Figura 7), reduzindo significativamente o tempo necessário para converter esboços 2D em modelos tridimensionais (Ford, 2019; Vo, 2022). Além disso, a RV facilita a colaboração entre designers, permitindo que equipes geograficamente dispersas trabalhem juntas em um mesmo ambiente virtual.

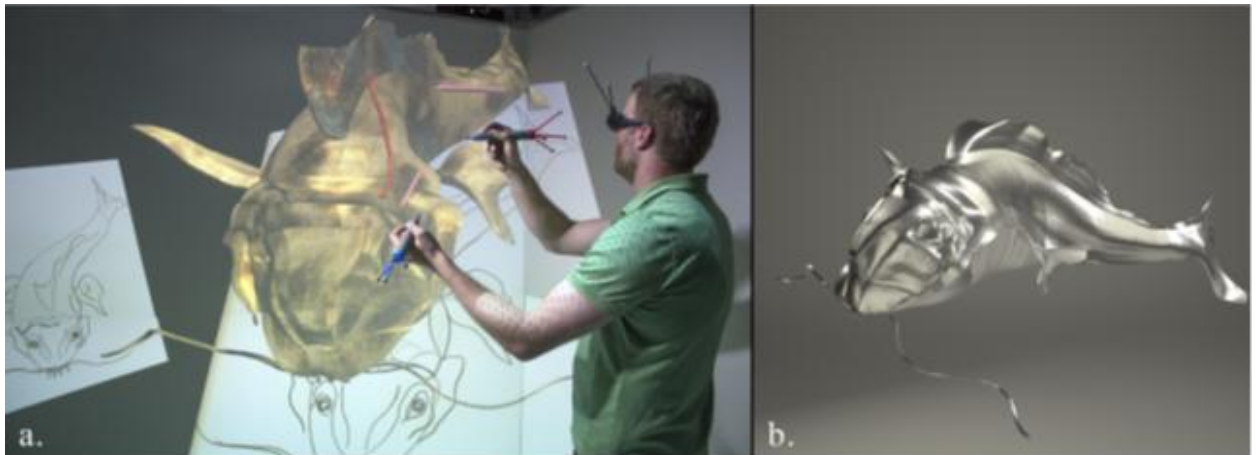
Figura 7 - Esboço criado diretamente no ambiente 3D em RV no *software* Gravity Sketch



Fonte: Zotomayor (2017)

As SBIMs, por sua vez, são sistemas que permitem que designers usem gestos manuais ou esboços 2D para criar modelos 3D (Figura 8), combinando a espontaneidade do esboço manual com a precisão das ferramentas digitais e oferecendo uma solução híbrida que preserva a expressividade criativa, enquanto fornece controle técnico sobre o modelo final (Maurya *et al.*, 2019).

Figura 8 - Exemplo de solução SBIM empregando o sistema Lift-Off



Fonte: Jackson e Keefe (2016)

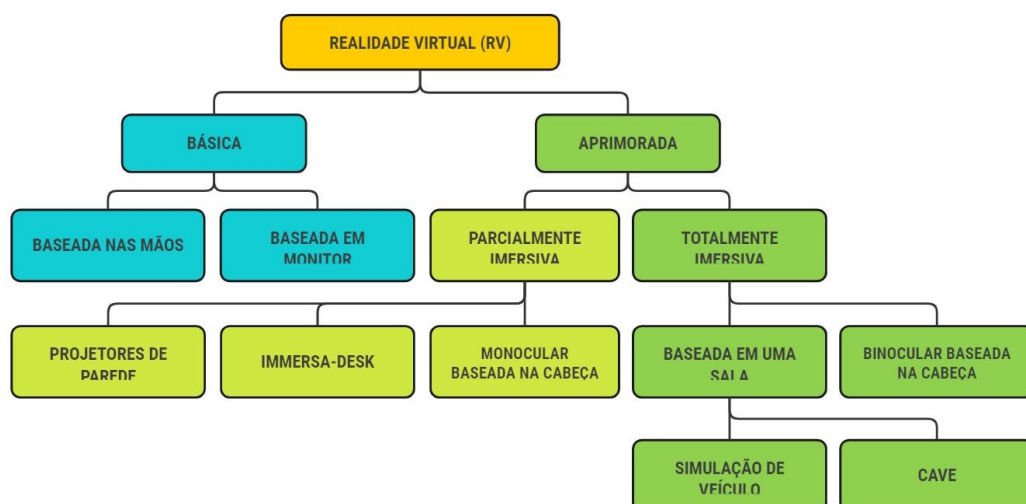
2.3.1.2. O papel do esboço manual e das ferramentas digitais no processo criativo de design

Embora as tecnologias emergentes ofereçam grandes avanços para o design, é importante entender suas características fundamentais, no sentido de reconhecer suas vantagens e limitações.

A RV pode ser definida como um ambiente que combina gráficos computacionais gerados em tempo real, tecnologias de rastreamento corporal, áudio/vídeo, toque e outros dispositivos de entrada e saída sensorial que pode ser experimentado por indivíduos e gerar interações que fazem com que o usuário perceba-o como se fosse um ambiente real (Wang, Tsai e Wang, 2011; Jerald, 2016).

Versões diferentes de RV têm sido desenvolvidas e implementadas, cada qual com um nível de imersão e complexidade técnica, conforme apresenta a Figura 9 (Muhanna, 2015).

Figura 9 - Taxonomia dos sistemas RV



Fonte: Muhanna (2015)

Já o Quadro 1 traz uma comparação entre vários tipos de sistemas de RV, destacando elementos como dispositivos necessários para o seu uso, restrições, capacidade de percepção 3D e nível de imersão:

Quadro 1 - Comparativo entre os diferentes tipos de RV

Sistema RV	Dispositivos especiais de Input/Output (I/O)	Restrições	Imagens 3D Estereoscópicas	Nível de Imersão	Campo de Visão (FOV)	Campo de Observação (FOG)
Baseado nas mãos	Nenhum	Portátil	Não	Baixo	Estreito	Amplio
Baseado em monitor	Nenhum	Nenhuma	Sim	Baixo	Estreito	Estreito
Projetores de parede	Projetor, luvas	Cabos das luvas	Não	Parcial	Estreito	Estreito
Immersa-Desk	Projetor, óculos	Cabos dos controles	Sim	Parcial	Estreito	Amplio
Monocular baseado na cabeça	Capacete	Peso do capacete	Não	Parcial	Estreito	Amplio
Binocular baseado na cabeça	HMD	Capacete	Sim	Total	Amplio	Amplio
Simuladores de veículos	Configuração especial	Nenhum	Sim	Total	Amplio	Amplio
CAVE	Configuração especial	Bastão manual	Sim	Total	Amplio	Amplio

Fonte: Adpatado de Muhanna (2015)

Quanto às limitações da RV, a falta de referências físicas em ambientes 3D imersivos pode dificultar a criação de modelos com controle dimensional preciso. Além disso, a adoção dessas

tecnologias exige investimentos significativos em equipamentos e treinamento, o que pode ser um obstáculo para pequenas empresas ou profissionais independentes (Arrighi *et al.*, 2016).

Por fim, a transição de ferramentas tradicionais para tecnologias emergentes pode gerar resistência entre designers que estão acostumados a métodos mais convencionais, sendo um caminho para mitigar esses desafios iniciativas híbridas que combinem técnicas manuais e digitais, unindo os universos 2D e 3D (Orr e Shreeve, 2018).

2.4. A RELAÇÃO ENTRE OS UNIVERSOS 2D E 3D NO PROCESSO DE DESIGN

Conforme já apresentado, a criação de modelos 3D é uma etapa inevitável no processo de design contemporâneo. A transição de esboços 2D para modelos tridimensionais, no entanto, trata-se de um desafio significativo para os designers, especialmente quando se objetiva manter a espontaneidade e a criatividade necessárias às fases iniciais do processo de design.

2.4.1. Os desafios da transição das representações 2D para 3D

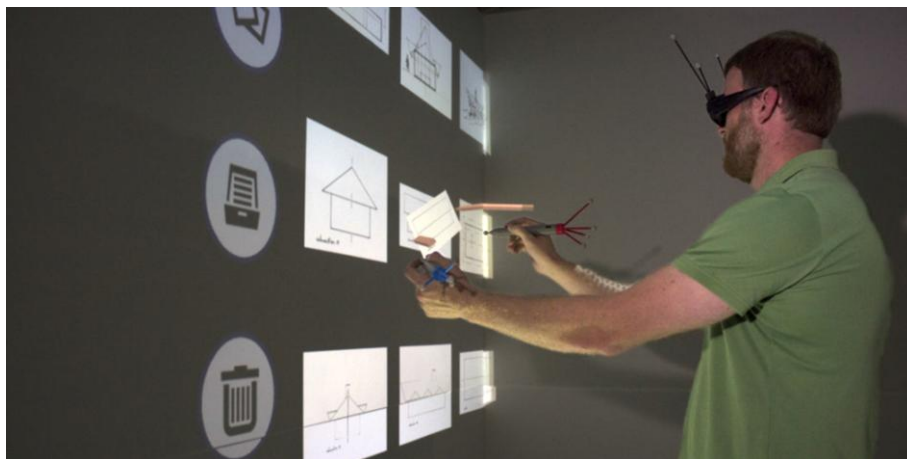
O fluxo de trabalho tradicional no design geralmente começa com esboços 2D, que servem como base para a modelagem 3D, esboços esses frequentemente criados nas fases iniciais do processo de design, permitindo que os designers elaborem ideias de forma rápida e intuitiva. No entanto, a conversão desses desenhos em modelos 3D é uma tarefa que exige tempo, habilidade técnica e, muitas vezes, a intervenção de artistas 3D especializados (Olsen *et al.*, 2009).

Todo esse processo pode trazer um afunilamento nos fluxos de desenvolvimento projetual, pois exige que os designers interrompam seu *continuum* criativo para adaptar suas ideias ao ambiente digital 3D, sendo ainda comum que a tradução de um esboço 2D para um modelo 3D resulte na perda de nuances e detalhes, comprometendo a expressividade de conceitos criativos (Jackson e Keefe, 2016).

Outro desafio importante neste contexto é a ambiguidade relacionada à profundidade – enquanto os esboços 2D são intrinsecamente limitados a duas dimensões, os modelos 3D exigem uma compreensão clara de volumes e proporções. Essa transição pode gerar dificuldades, especialmente em designers não familiarizados com ferramentas de modelagem 3D (Olsen *et al.*, 2009).

Para mitigar esses desafios, pesquisadores e desenvolvedores têm explorado soluções que integram esboços 2D diretamente ao processo de modelagem 3D. Conforme já comentado, os SBIMs permitem aos designers converter os esboços 2D em modelos tridimensionais de uma forma mais intuitiva e rápida (Olsen *et al.*, 2009). O sistema Lift-Off (Figura 10) tratava-se de um exemplo deste tipo de iniciativa, sendo composto por uma ferramenta que permitia aos designers criar modelos 3D a partir de esboços preparatórios realizados em meios tradicionais, como papel ou *tablets* digitais (Jackson e Keefe, 2016).

Figura 10 - Seleção de esboços 2D para modelagem 3D no sistema Lift-Off



Fonte: Jackson e Keefe (2016)

Esse tipo de abordagem não apenas simplificava a transição de representações 2D para 3D, mas também preservava a espontaneidade e a criatividade dos esboços iniciais, permitindo que designers explorassem ideias de maneira mais fluida e iterativa (Jackson e Keefe, 2016).

No entanto, este tipo de ferramenta ainda apresentava uma exploração limitada da característica de imersão total disponível nos sistemas RV, que poderiam ser exploradas de forma a melhor integrá-la no processo de design.

2.4.2. A integração da RV no processo de design

A RV pode desempenhar um papel crucial na evolução das ferramentas de modelagem 3D – ao contrário das interfaces tradicionais baseadas no paradigma WIMP, limitadas a ambientes 2D, a RV traz uma experiência imersiva que permite aos designers interagir diretamente com seus modelos em um espaço tridimensional (Sun, Hu e Xu, 2019).

Ferramentas como o Gravity Sketch e o Lift-Off exemplificam o potencial da RV para o design. Esses sistemas mostram que é possível designers criarem esboços diretamente no espaço 3D, sendo até possível eliminar a necessidade de traduzir ideias 2D para 3D. Além disso, a interação gestual proporcionada pelos sistemas RV pode oferecer uma experiência mais natural e intuitiva no universo 3D, reduzindo a curva de aprendizado associada às ferramentas CAD tradicionais (Maurya *et al.*, 2019).

No entanto, é importante reconhecer que a criação de modelos 3D em ambientes RV ainda apresenta desafios – a falta de referências físicas em ambientes completamente digitais pode dificultar a criação de modelos com controle dimensional preciso, além de que a fadiga física e mental associada ao uso prolongado de dispositivos RV devem ser consideradas ao adotar essas tecnologias (Jackson e Keefe, 2016).

Neste sentido, a RV pode oferecer uma série de benefícios para o processo de design:

- **Redução do tempo de modelagem:** ao integrar esboços 2D diretamente ao ambiente 3D pode-se acelerar o processo de criação, permitindo que designers foquem mais em ideias e menos em limitações técnicas;
- **Preservação da criatividade:** ao eliminar a necessidade de tradução de ideias 2D para 3D pode-se ajudar a preservar a espontaneidade e a expressividade dos esboços intuitivos;
- **Facilidade de colaboração:** ferramentas como o Gravity Sketch permitem que equipes geograficamente dispersas colaborem em tempo real, criando modelos 3D em um ambiente virtual compartilhado.

Apesar desses benefícios, é importante reconhecer as limitações da tecnologia – a criação de modelos com alto nível de detalhamento e precisão, por exemplo, ainda é um desafio em ambientes RV. Além disso, sua adoção exige investimentos significativos em equipamentos e treinamento, o que pode ser um obstáculo para as IES (Arrighi *et al.*, 2016).

Por fim, a transição de esboços 2D para modelos 3D é uma etapa crítica no processo de design, e também uma das mais desafiadoras. Ferramentas emergentes, especialmente a RV, estão revolucionando a maneira como designers abordam essa transição, oferecendo soluções que combinam a espontaneidade dos esboços manuais com a precisão das ferramentas digitais.

No entanto, para que essas tecnologias atinjam todo o seu potencial é fundamental que designers estejam preparados para integrá-las ao processo criativo de forma eficaz, incluindo não apenas o domínio técnico das ferramentas, mas também uma compreensão profunda de como elas podem enriquecer o processo de design, permitindo assim explorar ideias de maneira mais livre e inovadora.

2.5. REFLEXÃO SOBRE OS TEMAS ABORDADOS

A discussão apresentada ao longo deste capítulo destaca as vantagens e os desafios de integrar ferramentas tradicionais e digitais emergentes no processo de design. O debate a respeito das limitações das interfaces WIMP e das vantagens das tecnologias imersivas, como RV e SBIM, revela um cenário onde a criatividade e a funcionalidade podem coexistir de maneira mais equilibrada, produtiva e, acima de tudo, criativa. Esses achados estão alinhados com a literatura existente, que reitera a necessidade de ferramentas que facilitem uma expressão criativa sem comprometer a precisão técnica (Olsen *et al.*, 2009; Rahimian e Ibrahim, 2011).

A transição de esboços 2D para modelos 3D é um desafio bem documentado na literatura (Jackson e Keefe, 2016) – ferramentas como o sistema Lift-Off demonstram que é possível mitigar o estreitamento proporcionado pela pausa e inclusão de agentes terceirizados no processo de design ao permitir que os próprios designers importem esboços manuais para ambientes digitais e os convertam em modelos tridimensionais de uma forma mais intuitiva. Esse tipo de abordagem tem o potencial de preservar a espontaneidade dos esboços iniciais, reduzindo também o tempo necessário para materializar ideias (Maurya *et al.*, 2019). No entanto, essa abordagem ainda traz uma limitação na exploração da imersão total no ambiente RV.

A integração de tecnologias imersivas no processo de design oferece uma nova dimensão de interação – estudos mostram que a sensação de presença é significativamente maior quando os usuários interagem com ambientes virtuais por meio de gestos, em comparação com dispositivos tradicionais como mouse e teclado (Baltazar *et al.*, 2014). Essa característica é particularmente relevante para designers, que frequentemente buscam uma conexão mais direta e intuitiva com suas criações.

A RV tem o potencial de transformar profundamente a prática do design ao permitir que designers explorem ideias diretamente em ambientes 3D, facilitando assim a criação de protótipos de forma mais rápida e incluindo iteratividade. O *software* Gravity Sketch, por exemplo, demonstrou

ser uma solução eficaz para promover um design colaborativo, reduzindo significativamente o tempo necessário para criar modelos 3D (Ford, 2019).

É importante reconhecer, porém, que essas tecnologias ainda enfrentam desafios práticos. A falta de referências físicas em ambientes RV pode dificultar a criação de modelos com controle dimensional preciso, especialmente em fases mais avançadas do projeto (Jackson e Keefe, 2016), e a adoção dessas ferramentas exige investimentos significativos em equipamentos e treinamento (Arrighi *et al.*, 2016).

A curva de aprendizado associada às tecnologias emergentes também representa outro ponto crítico – embora os sistemas RV sejam mais intuitivos do que as interfaces WIMP, ainda exigem um certo nível de especialização.

Neste sentido, é importante destacar que as tecnologias emergentes não devem ser vistas como substitutas das técnicas tradicionais, mas sim como complementos que ampliam as possibilidades criativas dos designers – a integração harmoniosa entre o analógico e o digital, neste sentido, é um caminho para garantir que o design continue sendo uma prática humana, centrada na criatividade e na inovação (Florio, 2013; Orr e Shreeve, 2018).

Apesar dos avanços significativos nas tecnologias de design há áreas que demandam mais investigação – a criação de modelos com alto nível de detalhamento e precisão em ambientes RV, por exemplo, ainda é um desafio, especialmente quando se trata de controlar escalas e proporções (Jackson e Keefe, 2016). Além disso, a fadiga física e mental associada ao uso prolongado de dispositivos RV deve ser considerada ao adotar essas tecnologias (Maurya *et al.*, 2019).

2.6. CONCLUSÕES SOBRE O CAPÍTULO

O design é uma prática multidisciplinar que combina criatividade, funcionalidade e inovação para resolver problemas complexos e melhorar a qualidade de vida. Ao longo deste capítulo foi discutido como o processo de design pode incluir tecnologias emergentes, destacando a importância da representação como um elo essencial entre ideias conceituais e soluções materializadas.

Uma das principais conclusões possíveis é que o design não pode ser reduzido a ferramentas ou técnicas específicas, mas deve ser entendido como uma filosofia que integra valores humanos, sociais e técnicos.

A criatividade desempenha um papel central nesse processo, permitindo que designers explorem possibilidades inovadoras e desenvolvam soluções únicas para problemas específicos (Wang, 2015; Orr e Shreeve, 2018). No entanto, a transição de esboços 2D para modelos 3D continua sendo um desafio significativo, especialmente quando se busca preservar a espontaneidade e a expressividade nas fases iniciais do projeto (Jackson e Keefe, 2016).

A RV oferece uma experiência imersiva que permite aos designers interagir diretamente com seus modelos, superando as limitações das interfaces WIMP tradicionais (Baltazar et al., 2014; Maurya et al., 2019). No entanto, apesar dos avanços significativos, ainda há desafios a serem superados – sua adoção exige investimento em equipamentos e treinamento, além de uma mudança cultural que valorize a experimentação e a colaboração (Arrighi et al., 2016).

O desenvolvimento de ferramentas que combinem a espontaneidade do esboço manual com a precisão das tecnologias digitais, bem como a investigação de novas abordagens para melhorar a usabilidade e acessibilidade dessas ferramentas, representa uma lacuna interessante de investigação (Florio, 2013).

3. O ENSINO-APRENDIZAGEM NO ENSINO SUPERIOR DE DESIGN E SUA INTERFACE COM A REALIDADE VIRTUAL

3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O ensino superior desempenha um papel fundamental na formação de pessoas capacitadas a enfrentar os desafios profissionais do mundo contemporâneo. No entanto, as IES enfrentam uma série de desafios para que suas metodologias pedagógicas se mantenham adequadas às demandas de uma sociedade em constante transformação.

A globalização, o avanço tecnológico e a crescente complexidade dos problemas cotidianos exigem que os estudantes desenvolvam tanto conhecimentos técnicos quanto habilidades práticas, criativas, críticas e sociais. A exploração de metodologias ativas de ensino e o emprego de tecnologias emergentes, como a RV, surgem como possibilidades promissoras para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem, especialmente no campo do design.

Conforme já discutido, a RV apresenta um alto potencial para transformar o mundo real e a maneira com a qual a sociedade interage e o modifica (Rubio-Tamayo, Barrio e García, 2017; Tamayo, 2019), podendo ampliar as capacidades criativas e técnicas de estudantes. Os custos e a complexidade envolvidos no emprego da RV têm se tornado cada vez mais acessíveis, permitindo encontrar opções adequadas para atender a diferentes necessidades (Svidt e Sørensen, 2016).

No ambiente acadêmico, a RV permite oferecer ambientes interativos e tridimensionais, ampliando assim a capacidade dos estudantes de explorar soluções para problemas reais, mesmo que distantes de seu convívio mais próximo. No entanto, sua implementação ainda enfrenta desafios significativos, como a escassez de conteúdos específicos e a necessidade de formação docente adequada.

Este capítulo traz um recorte que objetiva apresentar e discutir como a RV pode ser integrada ao ensino superior de design, considerando os princípios da andragogia, aprendizagem experiencial e outras metodologias ativas.

3.2. ADULTOS E APRENDIZAGEM

O ensino superior é majoritariamente caracterizado pela presença de estudantes adultos, cujas características diferem significativamente das de crianças e adolescentes – esses indivíduos já trazem uma riqueza de experiências prévias que influenciam diretamente seu processo de aprendizagem (Hagen e Park, 2016).

Hagen e Park (2016) comentam que no processo de aprendizagem os adultos tendem a buscar conhecimentos relevantes para suas vidas e profissões, sendo motivados por objetivos práticos e imediatos. Os autores defendem ainda que esse perfil exige que as IES incluam no planejamento dos processos de ensino-aprendizagem metodologias que valorizem essa experiência individual.

A andragogia, enquanto disciplina focada na educação de adultos, propõe cinco princípios básicos para orientar o processo de ensino-aprendizagem (Knowles, Holton e Swanson, 2015):

- Autoconceito autodirigido;
- Reconhecimento da experiência prévia;
- Motivação pessoal;
- Aplicação prática;
- Busca por melhorias individuais.

Na aprendizagem na vida adulta, cada indivíduo passa por diferentes processos, sendo que a maioria acontece de maneira muito mais informal do que no ambiente acadêmico – nesta abordagem a apreensão de conhecimento tende a acontecer em curtos prazos, sendo realizado de forma voluntária e com poucos pré-requisitos, oferecendo um conjunto de experiências por meio das quais os estudantes não necessariamente aprendem um determinado conteúdo, mas ao praticá-lo acabam sedimentando-o em suas próprias realidades individuais (Merriam e Baumgartner, 2020).

Paralelamente a isso, a evolução tecnológica ocorrida nas últimas décadas fez com que a situação na qual a tecnologia estava alheia às atividades de sala de aula mudasse para uma na qual os dispositivos digitais passassem a fazer parte das estratégias didáticas (Orr e Shreeve, 2018).

Essa mudança reflete uma nova dinâmica no processo de ensino-aprendizagem, onde a mera transmissão de conhecimento tem se mostrado cada vez menos eficiente (Lovato, Michelotti e Da Silva Loreto, 2018). A educação, segundo essa perspectiva, deve caminhar no sentido de oferecer um processo que permita o próprio estudante buscar ativamente o conhecimento, exercendo sua liberdade para complementá-lo, tornando-se assim um indivíduo autônomo, competente e criativo.

Quanto à assimilação do conhecimento, a ciência cognitiva aponta que os estudantes devem fazer algo a mais do que simplesmente ouvir para que recebam um processo realmente efetivo de aprendizagem (Lovato, Michelotti e Da Silva Loreto, 2018). Os estudantes adultos chegam ao processo de aprendizagem com uma riqueza de experiência (tida também por conhecimento tácito) e à medida que amadurecem e assumem cada vez mais a iniciativa de diagnosticar suas próprias necessidades de aprendizagem formulam metas e implementam estratégias para atender os objetivos educacionais que estabeleceram para si mesmos (Hagen e Park, 2016).

Os métodos tradicionais de ensino focam na transmissão de informações, tendo como figura central o docente; nos métodos ativos os estudantes ocupam a posição central do processo de ensino-aprendizagem, sendo que sua compreensão é construída de forma colaborativa – os estudantes assumem um papel ativo na aprendizagem, tendo suas experiências, saberes e opiniões tomados como ponto de partida para a construção do conhecimento (Diesel, Baldez e Martins, 2017).

Neste processo, nem professores nem estudantes sabem qual é o destino final da aprendizagem, pois não apenas estão seguindo uma trajetória, mas desbravando novos caminhos e deixando rastros (Orr e Shreeve, 2018).

3.2.1. Aprendizagem por meio da experiência

No contexto do ensino de design, se por um lado sua razão principal seja municiar os estudantes de conhecimentos que os permitam refleti-los no desenvolvimento de produtos e serviços, por outro é importante compreender que estes se encontram em uma jornada que traz uma transformação da sua própria identidade. Pode-se dizer que a educação no design se identifica como uma caminhada autobiográfica de desenvolvimento pessoal do estudante, sendo que na educação superior de design a exploração da prática é um dos elementos centrais (Orr e Shreeve, 2018).

“A aprendizagem é um processo contínuo fundamentado na experiência. O conhecimento é continuamente derivado e testado nas experiências do aprendiz [...]” (Kolb, 2015, p. 38, tradução nossa).

De modo geral, ao refletir sobre as experiências concretas em seus cotidianos as pessoas constroem novos conhecimentos. Kolb (2015) cita cinco perspectivas diferentes de abordagem quanto a esta natureza do aprendizado:

- **Teoria construtivista:** há uma reflexão sobre a experiência;
- **Teoria situativa:** participa-se de uma comunidade focada em situações práticas;
- **Teoria psicanalítica:** o indivíduo entra em contato com desejos e medos inconscientes;
- **Teorias culturais críticas:** há uma resistência às normas sociais dominantes da experiência;
- **Teorias da complexidade aplicada:** as relações ecológicas entre cognição e ambiente são exploradas.

A teoria construtivista defende que deve haver uma reflexão crítica sobre as premissas vindas dos próprios estudantes, avaliando assim também a aprendizagem experiencial prévia (conhecimento tácito) dos estudantes – a reflexão aliada à ação promove um pensamento sobre o que se está fazendo enquanto se está fazendo (Orr e Shreeve, 2018; Merriam e Baumgartner, 2020).

Mesmo que considere o conhecimento tácito, a aprendizagem não se dá de forma automática, ela requer que haja uma reflexão e uma reconstrução consciente de maneira que se integre à vida do estudante (Diesel, Baldez e Martins, 2017; Merriam e Baumgartner, 2020).

Neste contexto, Merriam e Baumgartner (2020) comentam que alguns tipos diferentes de habilidades devem estar envolvidos para que o processo de ensino-aprendizagem se complete:

- **Experiência concreta:** abertura e disposição dos estudantes em envolver-se com novas experiências;
- **Observação reflexiva:** promover habilidades observacionais e reflexivas para que essas novas experiências possam ser visualizadas sob várias perspectivas;
- **Conceitualização abstrata:** desenvolver habilidades analíticas para que ideias e conceitos integrativos possam ser criados a partir de suas observações;

- **Experimentação ativa:** fomentar habilidades de tomada de decisão e resolução de problemas para que essas novas ideias e conceitos possam ser usados na prática real.

Quanto à aprendizagem a partir de experiências, Merriam e Baumgartner (2020) ainda destacam ser relevante considerar dois tipos principais:

- **Aprendizagem não reflexiva:** uma experiência específica é assimilada e repetida sem se questionar ou ponderar sobre a mesma;
- **Aprendizagem reflexiva:** o indivíduo planeja, monitora e reflete sobre as experiências às quais é submetido.

Sobre o conhecimento, Ryle (2009) e Cross *et al.* (1981) *apud* Orr e Shreeve (2018) comentam que há duas formas distintas: “saber como” e “saber que”, sendo que no processo de ensino-aprendizagem de design estes podem ser descritos da seguinte forma:

- **Saber como:** composto por um tipo de saber procedimental que capacita o estudante a executar certos tipos de ações, tratando-se da forma predominante;
- **Saber que:** trata-se de compreender os motivos pelos quais as coisas funcionam, podendo levar a conhecer sobre uma prática sem necessariamente ser capaz de reproduzi-la.

Quando se discute o “saber como” os praticantes mais habilidosos ou experientes desenvolvem um método próprio para usar os erros de forma criativa, incorporando-os em seus processos de design. Neste sentido, encorajar os estudantes a verem um erro como uma oportunidade de adotar um caminho diferente ou visualizar soluções alternativas, sem simplesmente imitar ou replicar o que já existe, é um caminho para estimular a construção de conhecimento com um viés criativo (Orr e Shreeve, 2018).

No processo de ensino-aprendizagem com a experiência como elemento principal o professor deve exercer um papel de catalisador e não de dominante do conteúdo, cabendo aos estudantes se envolver em simulações nas quais desempenhem papéis específicos ou realizam exercícios de aprendizagem baseados em problemas que apresentam um dilema a ser resolvido, deixando espaço para que seu conhecimento tácito seja empregado, criando oportunidades para reflexão (Merriam e Baumgartner, 2020).

É importante ressaltar que a parte mais importante deste tipo de aprendizagem autodirigida é proporcionar aos estudantes a oportunidade de praticar processos de colaboração pelos quais se tornam cada vez mais habilidosos em fazer escolhas que levam a interações operacionais e comportamentais cada vez mais complexas (Hagen e Park, 2016).

Quanto à verificação do conhecimento aprendido, Orr e Shreeve (2018) defendem que faz-se necessário empregar métodos de avaliação que considerem desde o ponto de partida do estudante (com suas expectativas perante o desafio apresentado) até seu destino final (o produto desenvolvido). Segundo os autores, este tipo de avaliação, ipsativa, geralmente emprega ferramentas que permitem que os estudantes descrevam suas próprias intenções ou resultados de aprendizagem.

3.2.2. Metodologias ativas no ensino superior

As metodologias ativas colocam o estudante como o protagonista no processo de ensino-aprendizagem, fazendo com que este assuma um papel ativo na construção de seu próprio conhecimento, ao invés de ser um receptor passivo de informações transmitidas pelo professor (Diesel, Baldez e Martins, 2017).

No ensino superior esta abordagem proporciona aos estudantes adultos a oportunidade de aplicar seu conhecimento tácito, suas experiências e habilidades em situações práticas e desafiadoras, enfatizando sua autonomia, a relevância prática dos conteúdos e a motivação intrínseca dos estudantes, conforme os princípios da andragogia (Hagen e Park, 2016).

Entre as metodologias ativas amplamente adotadas no ensino superior, destaca-se a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), que coloca os estudantes diante de problemas reais ou simulados, incentivando-os a buscar soluções por meio de análise crítica, colaboração e criatividade.

O PBL foi desenvolvido por John Dewey (1859-1952) e implementado pela primeira vez na McMaster University Medical School, no Canadá, no final dos anos 1960 (Lovato, Michelotti e Da Silva Loreto, 2018). Esta abordagem consiste do emprego de problemas da vida real nas aulas para estimular o desenvolvimento tanto do pensamento crítico quanto de habilidades direcionadas à solução de problemas e ao acúmulo de conhecimento (Ribeiro, 2005).

A aprendizagem experiencial baseia-se em um ciclo que inclui quatro etapas principais, permitindo que os estudantes reflitam sobre suas experiências, construam novos conhecimentos e apliquem esses conhecimentos em situações reais (Kolb, 2015; Merriam e Baumgartner, 2020):

1. **Experiência concreta;**
2. **Observação reflexiva;**
3. **Conceitualização abstrata;**
4. **Experimentação ativa.**

A implementação de metodologias ativas no ensino superior, no entanto, apresenta desafios significativos, como professores acostumados aos métodos tradicionais de ensino que podem resistir a mudanças em suas práticas pedagógicas (Diesel, Baldez e Martins, 2017).

Além disso, a adoção de metodologias ativas requer uma reestruturação do ambiente de sala de aula, com o uso de tecnologias digitais e a criação de espaços colaborativos que incentivem a interação entre os estudantes (Orr e Shreeve, 2018).

3.2.3. Aprendizagem baseada em problemas

Os estudantes do mundo atual são globais, têm suas vidas conectadas a uma quantidade significativa de informações que os transformam continuamente, criando percepções e experiências tanto individuais quanto coletivas de mundo (Diesel, Baldez e Martins, 2017).

Neste sentido, é importante que as IES tenham claro o fato de que o ambiente acadêmico não é a única fonte de conhecimento dos estudantes (Florio, 2013). A aprendizagem por meio da problematização traz uma conexão do universo do ensino-aprendizagem para com a realidade dos estudantes (Hagen e Park, 2016; Lovato, Michelotti e Da Silva Loreto, 2018).

Ao apresentar ao estudante um desafio que requer que o mesmo desempenhe tarefas mentais de alto nível para solucioná-lo (como análise, síntese e avaliação), faz-se com que o indivíduo aprenda não só pela exposição ao conteúdo, mas reflita sobre o mesmo e construa seu conhecimento com base nisso (Lovato, Michelotti e Da Silva Loreto, 2018).

A aprendizagem do processo de design costuma se dar por meio da própria prática projetual, na qual problemas que requerem a definição de uma solução são o ponto central da repetição de procedimentos e do consequente acúmulo de conhecimentos na formação do designer (Mahfuz, 2004).

No ambiente em que acontece o processo de ensino-aprendizagem, problematizar implica em analisar a realidade no sentido de construir uma percepção consciente dela (Diesel, Baldez e Martins, 2017). Neste contexto, cabe ao docente instigar o desejo de aprender do estudante, problematizando os conteúdos e fazendo com que o aprendizado proporcionado seja útil para suas vidas, permitindo-lhes articular o conhecimento obtido com possibilidades reais de aplicação (Diesel, Baldez e Martins, 2017).

Quando há o emprego de situações do cotidiano dos estudantes, envolvendo suas experiências pessoais e promovendo a construção de um novo conhecimento a partir da relação desenvolvida entre informações novas e as já disponíveis em seus repertórios individuais, a curiosidade e o interesse são potencializados (Lovato, Michelotti e Da Silva Loreto, 2018).

O emprego de técnicas instrucionais baseadas em problemas também permite que os próprios estudantes realizem uma conexão entre processos de aprendizagem cognitiva, afetiva e comportamental (Hagen e Park, 2016). Lovato, Michelotti e Da Silva Loreto (2018) comentam que o ato de refletir quando confrontado por um problema ocorre em cinco etapas:

- 1. Percepção de uma dificuldade;**
- 2. Análise dessa dificuldade;**
- 3. Geração de alternativas para encontrar uma solução;**
- 4. Experimentação de várias tentativas até a aprovação mental de uma delas;**
- 5. Ação no sentido de validação da proposta.**

Conforme Lovato, Michelotti e Da Silva Loreto (2018) na metodologia da Problematização os estudantes identificam os problemas por meio da observação da realidade específica na qual as questões de estudo estão ocorrendo – essa realidade é problematizada por eles, não havendo restrições quanto aos aspectos incluídos na formulação dos problemas. Os autores citam que esta abordagem apresenta cinco etapas sequenciais:

- 1. Observação da realidade e definição de um problema;**
- 2. Definição de pontos-chave sobre o problema;**
- 3. Teorização sobre o assunto abordado;**
- 4. Elaboração de hipóteses de solução;**
- 5. Aplicação à realidade.**

Tendo em vista também a multiplicidade cultural atual, é possível afirmar que os estudantes de design necessitam desenvolver habilidades que lhes permitam uma liberdade de imaginação e criatividade até certo ponto visionária (Souza e Elali, 2023). O emprego de uma estratégia que traz desafios para os quais devem ser encontradas soluções, neste sentido, representa uma boa oportunidade para que os estudantes possam desenvolver suas capacidades criativas.

3.3. METODOLOGIAS ATIVAS E TECNOLOGIAS IMERSIVAS

3.3.1. RV no processo de ensino-aprendizagem de design

Apesar dos diferentes desafios afetos às metodologias ativas, esta abordagem tem o potencial de transformar o ensino superior, tornando-o mais dinâmico e engajador. As IES podem alavancar esse potencial ao combiná-las com tecnologias imersivas, como a RV, podendo melhor preparar os estudantes para enfrentar os desafios de um mundo cada vez mais complexo e dinâmico.

Ao criar ambientes virtuais imersivos que envolvem os usuários em experiências tridimensionais e interativas, proporcionando uma sensação de presença e facilitando a compreensão de conceitos complexos, a RV emerge como uma tecnologia inovadora capaz de transformar a maneira com a qual os conteúdos são ensinados e aprendidos (Joseph, Browning e Jiang, 2020).

No contexto educacional, a RV ainda oferece diversas vantagens, especialmente no ensino superior de design, onde a experimentação prática e a resolução de problemas são elementos essenciais. Por meio desta abordagem é possível que os designers visualizem modelos 3D detalhados, explorem cenários realistas e testem soluções de forma segura e controlada (Figura 11), sem os limites físicos ou financeiros historicamente associados aos laboratórios tradicionais (Svidt e Sørensen, 2016).

Figura 11 - Exemplo de design colaborativo em RV realizado pelo Setor de Design Automotivo da Ford Motor Company



Fonte: Ford (2019)

A RV pode ainda ser utilizada para criar narrativas inovadoras e linguagens próprias no processo de ensino-aprendizagem – ferramentas imersivas, como o *software* Google Tilt Brush (Figura 12), mostram como a tecnologia pode ser empregada para representar ideias abstratas e explorar novas formas de expressão criativa (Rubio-Tamayo, Barrio e García, 2017).

Figura 12 - Estudante criando uma arte virtual 3D no *software* Google Tilt Brush



Fonte: Hamer (2019)

A implementação da RV também apresenta desafios significativos. Um dos principais obstáculos é o custo inicial de aquisição de equipamentos, como os *Head-Mounted Displays* (HMDs) e sistemas de rastreamento de movimento (Ying *et al.*, 2017). Embora soluções simplificadas, como óculos RV de papelão (Figura 13) tenham tornado a tecnologia mais acessível, a qualidade da experiência imersiva ainda depende de *hardware* avançado e *software* especializado; aliado a

isso, a escassez de conteúdos educacionais específicos para RV representa outra dificuldade, pois muitos sistemas disponíveis não foram desenvolvidos especificamente para apoiar o processo de ensino-aprendizagem (Liang, Lee e Liu, 2016).

Figura 13 - Estudantes utilizando o Google Cardboard em sala de aula



Fonte: Bavor (2016)

Outro desafio é a necessidade de formação docente adequada. Para que a RV seja efetivamente integrada ao processo de ensino-aprendizagem, os professores devem estar preparados para planejar atividades pedagógicas que tirem proveito das capacidades imersivas e interativas da tecnologia (Sun *et al.*, 2017). Ainda conforme os autores isso inclui não apenas o domínio técnico dos dispositivos RV, mas também a compreensão de como essas tecnologias podem ser usadas para promover habilidades específicas, como pensamento crítico, resolução de problemas e criatividade.

Apesar desses obstáculos, a RV tem o potencial de revolucionar o ensino superior, especialmente em áreas como design e arquitetura. Universidades ao redor do mundo já exploram seu emprego em diferentes contextos acadêmicos, como as Universidades Tongji e de Zhejiang, na China, que estabeleceram centros de experimentação virtual nos quais a utilização da RV resultou em um desempenho superior dos estudantes em comparação aos métodos tradicionais (Sun *et al.*, 2017).

A RV pode ainda ser vista como uma ferramenta complementar às metodologias ativas, enriquecendo o ambiente de sala de aula e proporcionando novas oportunidades para a exploração criativa e colaborativa.

3.3.2. RV no ensino-aprendizagem de design

A RV pode oferecer aos estudantes de design a oportunidade de explorar métodos e processos criativos de forma mais intuitiva e envolvente, permitindo que expressem suas ideias diretamente em ambientes tridimensionais e interativos (Maurya *et al.*, 2019).

Um dos principais benefícios do emprego da RV neste contexto é a possibilidade de melhorar a percepção visual-espacial dos estudantes – interfaces que permitem esboços diretamente em ambientes 3D, por exemplo, possibilitam a incorporação de características e relações espaciais inesperadas, possivelmente influenciando positivamente o pensamento conceitual e as sequências evolutivas de ideação (Rahimian e Ibrahim, 2011).

Além disso, a RV pode ser usada para simular cenários reais e testar protótipos de design antes de sua implementação física, reduzindo custos e economizando tempo, permitindo que os estudantes experimentem diferentes abordagens e refinem suas ideias de forma iterativa (Svidt e Sørensen, 2016).

No entanto, devido ao fato de que muitos sistemas e ferramentas disponíveis não foram desenvolvidos especificamente para apoiar o processo de aprendizagem no campo do design, há uma lacuna entre as funcionalidades oferecidas pelas tecnologias RV e as necessidades pedagógicas da área (Liang, Lee e Liu, 2016).

Para superar esse desafio, é fundamental que os professores guiem os estudantes no uso dessas tecnologias de forma crítica e reflexiva, sendo que os gestores educacionais devem também considerar fatores como número de estudantes, espaço disponível e custos de implementação ao planejar a adoção de soluções RV nas IES (Ying *et al.*, 2017).

3.3.3. Avaliação tradicional vs. avaliação em metodologias ativas

A avaliação é um componente essencial do processo de ensino-aprendizagem, servindo como um instrumento para medir o progresso dos estudantes, identificar lacunas no conhecimento e orientar intervenções pedagógicas. A forma como a avaliação é conduzida pode variar significativamente dependendo da abordagem educacional adotada. No contexto das metodologias ativas e das tecnologias imersivas, como a RV, a avaliação deve assumir um papel mais dinâmico e centrado no estudante.

A avaliação tradicional ocorre geralmente por meio de provas escritas, exames ou trabalhos individuais, tendendo a ser padronizada, com ênfase na memorização de conteúdos e na reprodução de informações, proporcionando uma mensuração quantitativa do desempenho dos estudantes. Embora eficaz para medir certos tipos de conhecimento factual, este tipo de avaliação frequentemente negligencia aspectos importantes, como habilidades práticas, pensamento crítico e criatividade (Orr e Shreeve, 2018). Além disso, essa abordagem pode não refletir adequadamente as competências necessárias para enfrentar desafios reais no complexo mundo contemporâneo.

A avaliação nas metodologias ativas é caracterizada por sua natureza formativa e processual – ao invés de se limitar aos resultados finais, a verificação de conhecimento neste tipo de abordagem busca acompanhar o desenvolvimento do estudante de forma ipsativa, ao longo de todo o processo de ensino-aprendizagem, incluindo a observação de habilidades cognitivas, afetivas e comportamentais, bem como analisando a capacidade do estudante de aplicar conhecimentos em situações práticas e colaborativas (Lovato, Michelotti e Da Silva Loreto, 2018).

Tecnologias como a RV ampliam ainda mais essas possibilidades de avaliação ao criar ambientes interativos e autênticos, permitindo que os estudantes demonstrem suas habilidades em cenários simulados que replicam situações reais. No campo do design os estudantes podem empregar a RV para criar protótipos virtuais e testar soluções em tempo real, permitindo que os professores avaliem tanto o produto final quanto o processo criativo subjacente (Sun *et al.*, 2017).

A transição de uma abordagem tradicional para uma avaliação mais ativa e imersiva apresenta desafios – os professores precisam desenvolver novas estratégias avaliativas alinhadas aos objetivos das metodologias ativas e às características das tecnologias utilizadas, garantindo que os critérios de avaliação sejam claros, justos e consistentes, levando em consideração tanto o progresso individual quanto o trabalho colaborativo (Diesel, Baldez e Martins, 2017).

3.3.3.1. Os 3 Ps avaliativos

Orr e Shreeve (2018) propõem uma abordagem bastante inovadora e alinhada ao que vem se discutido aqui – os 3 Ps avaliativos. Essa proposta foi desenvolvida para oferecer uma visão

holística do aprendizado dos estudantes, considerando múltiplas dimensões do processo de ensino-aprendizagem (Orr e Shreeve, 2018):

- **Pessoa:** aspecto da avaliação que foca nas percepções, motivações e evolução individual dos estudantes; sua ideia central é reconhecer que cada estudante traz consigo experiências, habilidades e perspectivas únicas, que influenciam diretamente seu processo de aprendizagem; na prática, significa que a avaliação deve ser sensível às diferenças individuais e adaptar-se às necessidades específicas de cada estudante; ferramentas como portfólios reflexivos, autoavaliações e feedback contínuo são exemplos de métodos que podem ser usados para avaliar esta; além disso, a integração de tecnologias imersivas, como a RV, permite que os estudantes expressem suas ideias de maneiras criativas e personalizadas, proporcionando aos professores insights valiosos sobre o desenvolvimento individual (Wang e Schnabel, 2009).
- **Processo:** refere-se ao acompanhamento do processo de aprendizagem, desde o ponto de partida até a conclusão da atividade; o foco está em como os estudantes constroem conhecimento, resolvem problemas e colaboram com seus pares; sua avaliação envolve observar as estratégias utilizadas pelos estudantes, sua capacidade de reflexão crítica e sua disposição para experimentar novas abordagens; no contexto da RV, por exemplo, os professores podem monitorar como os estudantes interagem com os ambientes virtuais, quais decisões tomam durante a resolução de problemas e como aplicam o feedback recebido; métodos como diários de bordo, rubricas colaborativas e avaliações em momentos diferentes ao longo do processo são úteis para capturar essa dimensão (Orr e Shreeve, 2018).
- **Produto:** avalia o resultado final do processo de aprendizagem, seja ele um projeto, protótipo, solução ou qualquer outro artefato tangível; no caso do design, o produto final é frequentemente o principal indicador do sucesso do estudante, pois reflete sua capacidade de aplicar os conhecimentos e habilidades adquiridos, no entanto é importante destacar que a avaliação do produto deve ser realizada dentro do contexto dos requisitos e objetivos previamente definidos; a qualidade do produto deve ser analisada em conjunto com os outros dois Ps, garantindo que o desempenho do estudante seja avaliado de forma equilibrada e abrangente (Orr e Shreeve, 2018); ferramentas como apresentações orais, exposições públicas e painéis de avaliação são exemplos de métodos que podem ser usados para avaliar o produto final.

A integração dos 3 Ps avaliativos oferece uma abordagem bastante completa e significativa para o ensino superior de design. Por meio desta estratégia professores podem obter uma visão mais profunda do progresso dos estudantes e identificar oportunidades para intervenções pedagógicas mais direcionadas, incentivando-os ainda a refletir sobre seu próprio aprendizado, promovendo um ciclo contínuo de melhoria e crescimento (Lovato, Michelotti e Da Silva Loreto, 2018).

No contexto de tecnologias como a RV, os 3 Ps avaliativos ganham ainda mais relevância – a abordagem permite que os estudantes explorem cenários complexos e multidimensionais, testem soluções alternativas e recebam *feedback* em tempo real, tornando o processo de avaliação mais dinâmico e envolvente.

Ao criar protótipos virtuais, testar diferentes iterações e receber *feedback* de seus colegas e professores antes de finalizar o produto final, os estudantes de design passam por um tipo de experiência que não apenas enriquece o processo de ensino-aprendizagem, mas também fornece dados valiosos para a sua avaliação formativa e somativa (Sun *et al.*, 2017).

3.4. REFLEXÃO SOBRE OS TEMAS ABORDADOS

Neste capítulo foram explorados fundamentos teóricos e metodológicos que sustentam a integração de metodologias ativas e tecnologias imersivas (especialmente a RV) no ensino superior, com ênfase no design. É possível verificar uma convergência entre as necessidades contemporâneas da educação superior e as oportunidades oferecidas por inovações tecnológicas.

A andragogia, enquanto disciplina focada na educação de adultos, destaca a importância de reconhecer o conhecimento tácito dos estudantes, promover sua autonomia e conectar os conteúdos administrados à realidade prática de suas vidas (Knowles, Holton e Swanson, 2015). Esses princípios são amplamente compatíveis com as metodologias ativas, que colocam os estudantes no centro do processo de ensino-aprendizagem, incentivando-os a construir conhecimento por meio da reflexão crítica e da aplicação prática (Diesel, Baldez e Martins, 2017).

A implementação dessas metodologias, no entanto, enfrenta desafios significativos, especialmente em contextos tradicionais onde o professor ainda é visto como o principal e muitas vezes único transmissor de conhecimento. A resistência a mudanças pedagógicas e a

falta de formação adequada para o uso de tecnologias emergentes são barreiras que precisam ser superadas para que as IES possam oferecer uma educação mais dinâmica e relevante (Orr e Shreeve, 2018).

A RV surge como uma ferramenta promissora para enriquecer o processo de aprendizagem, proporcionando ambientes imersivos que permitem aos estudantes experimentar, simular e resolver problemas de maneira interativa e envolvente (Joseph, Browning e Jiang, 2020). A tecnologia tem o potencial de transformar profundamente o ensino de design, oferecendo novas formas de expressão, visualização e prototipagem – ao permitir que os estudantes explorem ideias em ambientes 3D e interativos, a RV pode facilitar o desenvolvimento de habilidades como criatividade e pensamento espacial (Maurya *et al.*, 2019).

Uma das principais contribuições da RV para o design está na sua capacidade de melhorar a percepção visual-espacial dos estudantes – interfaces que permitem esboços diretamente em ambientes 3D possibilitam a incorporação de características e relações espaciais inesperadas, influenciando positivamente o pensamento conceitual e as sequências evolutivas de ideação (Rahimian e Ibrahim, 2011).

Outro benefício da RV é a possibilidade de criar protótipos virtuais que podem ser testados e refinados antes de sua implementação física, reduzindo custos, economizando tempo e permitindo que os estudantes experimentem diferentes abordagens e iterações de ideias (Svidt e Sørensen, 2016). Além disso, a RV pode ser usada para simular cenários reais, permitindo que os estudantes pratiquem habilidades específicas em um ambiente seguro e controlado.

Sua adoção, porém, também apresenta desafios, como os altos custos de implementação, a escassez de conteúdos educacionais específicos e a necessidade de capacitação docente (Ying *et al.*, 2017). Para que essa tecnologia seja efetivamente integrada ao processo de ensino-aprendizagem, é fundamental que os professores assumam um papel de mediadores e facilitadores, guiando os estudantes no uso dessas ferramentas de forma crítica e reflexiva (Lovato, Michelotti e Da Silva Loreto, 2018). Além disso, os gestores institucionais devem considerar fatores como o número de estudantes, o espaço disponível e os custos de implementação ao planejar a adoção de soluções RV (Sun *et al.*, 2017).

A discussão sobre os 3 Ps avaliativos destaca a necessidade de repensar as práticas de avaliação no ensino superior. A avaliação tradicional, centrada em provas e exames padronizados, muitas vezes negligencia aspectos importantes como o progresso individual, o desenvolvimento de habilidades práticas e a criatividade dos estudantes (Orr e Shreeve, 2018). Uma abordagem avaliativa mais holística, que considere tanto o processo quanto o produto final, pode proporcionar uma visão mais completa do aprendizado dos estudantes.

3.5. CONCLUSÕES SOBRE O CAPÍTULO

As perspectivas para o futuro do ensino superior, especialmente no design, são tanto animadoras quanto desafiadoras. A crescente acessibilidade de tecnologias como a RV abre novas possibilidades para a criação de ambientes de aprendizagem mais dinâmicos e interativos. No entanto, para aproveitar plenamente esse potencial, é necessário que as IES adotem uma abordagem estratégica e colaborativa.

Uma das tendências emergentes é o desenvolvimento de plataformas específicas para a criação de conteúdos educacionais em RV – atualmente, a escassez de materiais didáticos adaptados às necessidades do ensino superior limita o impacto dessas tecnologias (Liang, Lee e Liu, 2016; Ying *et al.*, 2017). Investimentos em pesquisa e desenvolvimento podem ajudar a superar essa lacuna, permitindo que professores e estudantes explorem as possibilidades criativas da RV de maneira mais eficaz.

As metodologias ativas representam ainda uma resposta eficaz à demanda por inovação no processo de ensino-aprendizagem de design, colocando os estudantes no centro deste e incentivando-os a construir conhecimento por meio da reflexão crítica e da aplicação prática. Sua integração com tecnologias imersivas, combinando abordagens como a Problemática com ferramentas de RV pode proporcionar experiências de aprendizagem mais ricas e significativas, conectando os estudantes a situações reais e desafiadoras (Ribeiro, 2005; Lovato, Michelotti e Da Silva Loreto, 2018).

É importante considerar uma abordagem centrada no estudante, valorizando sua experiência prévia, autonomia e motivação intrínseca, explorando fundamentos como o autoconceito autodirigido, o reconhecimento do conhecimento tácito, a relevância prática dos conteúdos, a aplicação imediata da aprendizagem e a busca por melhorias individuais, implementando-se

métodos pedagógicos que promovam um aprendizado significativo, reflexivo e engajador (Knowles, Holton e Swanson, 2015; Hagen e Park, 2016).

A implementação dessas metodologias, no entanto, enfrenta desafios significativos, especialmente nos contextos tradicionais – a resistência a mudanças pedagógicas e a falta de formação adequada para o uso de tecnologias emergentes são barreiras que precisam ser superadas para que as IES possam oferecer uma educação mais dinâmica e relevante (Orr e Shreeve, 2018).

Por fim, a RV surge como uma ferramenta com potencial para revolucionar o ensino de design, permitindo que os estudantes explorem ideias em três dimensões, testem soluções alternativas e desenvolvam habilidades práticas de forma segura e controlada (Joseph, Browning e Jiang, 2020). A tecnologia pode ainda ser empregada para melhorar a percepção visual-espacial dos estudantes, estimular a criatividade e facilitar a prototipagem virtual, além de possibilitar a simulação de cenários reais, permitindo que os estudantes pratiquem habilidades específicas antes de aplicá-las em situações do mundo real (Svidt e Sørensen, 2016).

Esses benefícios são particularmente relevantes em um contexto onde os designers recém-formados frequentemente enfrentam dificuldades para lidar com os desafios do mercado de trabalho (De Bont e Liu, 2017), sendo que ao integrar a RV ao processo de ensino-aprendizagem, as IES podem preparar os estudantes para enfrentar esses desafios de maneira mais eficaz.

É fundamental que as IES estejam atentas às mudanças socioculturais e tecnológicas que estão moldando o cenário educacional. A pandemia de COVID-19 acelerou a adoção de tecnologias digitais no ensino, destacando a importância de adaptar as práticas pedagógicas às novas realidades (UFPR, 2021). Nesse contexto, a RV pode desempenhar um papel essencial ao oferecer alternativas imersivas e engajadoras.

4. ESTADO DA ARTE

4.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A definição do estado da arte sobre esta tese deu-se por meio de duas etapas sucessivas: a realização de uma *scoping review* (revisão de escopo) e a elaboração de uma RSL.

Na *scoping review* estabeleceu-se uma amostragem não probabilística baseada no encadeamento de seleção de referências, comumente denominado *snowball*, um princípio de amostragem não probabilística empregado quando o assunto abordado demanda uma investigação inicial explorativa que permita traçar um panorama geral sobre o *status* das publicações relacionadas com o tema (Vinuto, 2014).

Esta abordagem empregou termos como “Realidade Virtual”, “ensino-aprendizagem de adultos” e “processo de design” (relacionados à pesquisa de doutorado) como guia de seleção de referências a partir de um conjunto de publicações definido dentre investigações correlatas desenvolvidas pelo Grupo de Pesquisa ARQ3 da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

A partir das referências iniciais foram identificadas 91 publicações, que foram então selecionadas pela afinidade da temática identificada nos títulos aos termos pré-estabelecidos. Na sequência, foi realizada uma classificação em função de sua relação com o tema de estudo e data de publicação (focando nos últimos 15 anos), além de sua disponibilidade, obtendo-se um total de 51 referências.

Após uma nova rodada de seleção, na qual foram avaliados resumos e sumários, obteve-se um total de 34 referências que passaram por fichamento, com seu conteúdo analisado na íntegra. Ao final deste processo pôde-se verificar, ao tabular as citações mais frequentes, a recorrência de publicações e autores, além da indicação de referências seminais que foram então acrescidas à revisão final.

Após o fichamento dos textos, com o mapeamento de citações, autores, métodos e referências relevantes, foi elaborada uma revisão de literatura inicial. Como forma de sintetizar visualmente o conteúdo analisados, foi elaborada uma *wordcloud* (nuvem de palavras) que destacou os termos de maior incidência (Figura 14).

Figura 14 - Wordcloud da revisão de literatura inicial resultante da *scoping review*



Fonte: Autor.

Por meio desta visão geral foi possível verificar que o tema abordado trazia uma possível lacuna de investigação alinhada ao estudo pretendido, partindo-se então para elaboração de uma RSL para aprofundar esta percepção e trazer mais informações sobre o estado da arte do tema.

4.2. RSL

4.2.1. Contextualização

Uma questão bem articulada de pesquisa é o alicerce para uma investigação de qualidade (Richardson *et al.*, 1995), sendo necessário que esta seja formulada de forma clara, focada e respondível (Davies, 2011; Nishikawa-Pacher, 2022).

A área de design é composta por uma complexidade de elementos aliados a uma subjetividade bastante proeminente, sendo que a definição de uma questão de pesquisa ao mesmo tempo abrangente e sintética tem um impacto direto na qualidade de seus estudos – uma indagação mal estruturada pode levar a uma coleta de literatura incongruente, dados não relacionados e autores desconectados à investigação (Davies, 2011; Goldschmidt e Matthews, 2022).

Nesse contexto, esta RSL adotou um princípio metodológico focado na elaboração de uma questão que melhor sintetizasse o estudo pretendido, encontrando no *framework* PICO um modelo bastante relevante. O PICO foi originalmente concebido como um recurso de memorização na área da medicina para auxiliar a formulação de questões clínicas na busca por respostas precisas na literatura científica da área (Richardson *et al.*, 1995; Davies, 2011). Sua

estrutura foi desenhada para decompor uma dúvida clínica em seus quatro componentes anatômicos essenciais, facilitando a busca por evidências (Richardson *et al.*, 1995):

- **P - Patient/Problem:** características mais importantes do paciente/problema de interesse;
- **I - Intervention:** principal intervenção, tratamento ou exposição considerada;
- **C - Comparison:** principal alternativa à intervenção (placebo, outro tratamento ou a ausência de intervenção);
- **O - Outcome:** desfecho clínico ou efeito de interesse.

A principal vantagem do PICO é sua capacidade de transformar uma dúvida ampla em uma questão bem construída e focada, não apenas orientando o pesquisador, mas também otimizando a busca por literatura relevante ao fornecer palavras-chave estruturadas e específicas (Davies, 2011).

Embora concebido em um contexto clínico, a utilidade do PICO rapidamente transcendeu a área, sendo adaptado para outros campos de estudo com modificações simples (como a substituição de "Paciente" por "População", por exemplo), permitindo assim uma compreensão e aplicação mais amplas e abstratas (Davies, 2011, p.76, tradução nossa).

A principal fundamentação para o uso do PICO em áreas não clínicas, como o design, vem da proposta de um "esquema PICO universal" (Nishikawa-Pacher, 2022, p. 3, tradução nossa), argumento pelo qual pode-se inferir que os componentes do modelo corresponderiam a quatro elementos universais de toda pesquisa:

- **P:** representa o objeto de pesquisa ou a unidade de observação do estudo;
- **I:** denota a aplicação de um método, teoria ou tecnologia que se deseja investigar;
- **C:** se refere às teorias ou métodos alternativos à intervenção aplicada ou, na ausência destes, à hipótese nula (suposição de que a intervenção não produz efeito);
- **O:** simboliza o objetivo da geração de conhecimento, ou seja, a explicação ou o efeito que se pretende alcançar ou medir.

Essa reinterpretação desconecta o PICO de uma terminologia essencialmente clínica, transformando-o em uma ferramenta metodológica poderosa para estruturar uma questão de pesquisa de forma lógica e sistemática. A própria prática de adaptar *frameworks* de outros campos é validada na pesquisa em design como uma forma de evitar "reinventar a roda",

aproveitando ferramentas consolidadas para gerar novo conhecimento (Goldschmidt e Matthews, 2022).

A adoção do PICO, fundamentada em sua universalidade e capacidade de abstração, conferiu a este estudo um nível de rigor metodológico, clareza conceitual e foco operacional essenciais para investigar com profundidade o impacto de novas tecnologias no ensino de projeto de produto.

4.2.2. Metodologia

Com base no *framework* PICO universal, a questão central desta pesquisa foi decomposta da seguinte forma:

- **P:** estudantes de ensino superior de design de produto;
- **I:** uso de ferramentas imersivas de realidade virtual;
- **C:** métodos de projeto tradicionais;
- **O:** melhoria na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto.

Sintetizando a questão de pesquisa estruturada em PICO:

8. Em estudantes de ensino superior de Design de Produto (**P**), o uso de ferramentas imersivas de Realidade Virtual (**I**) comparado aos métodos de projeto tradicionais (**C**) resulta em uma melhoria na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto (**O**)?

Em sequência, foram definidas palavras-chave para cada componente PICO e elaboradas *strings* de busca aplicadas nas bases de dados SCOPUS, Web of Science (WoS) e SciELO (as buscas foram limitadas a publicações realizadas nos últimos 15 anos). A relação de publicações obtida – SCOPUS: 527; WoS: 114; SciELO: 1 – foi então validada no sentido de excluir referências duplicadas, obtendo-se um total de 536.

A seguir foram estabelecidos critérios de elegibilidade para a triagem (*screening*):

1. Envolve estudantes de ensino superior;
2. O contexto é o ensino de Design de Produto, Design Industrial ou áreas de Design diretamente relacionadas;
3. Utiliza explicitamente RV imersiva como ferramenta de ensino ou aprendizagem;
4. Reporta ou avalia algum resultado relacionado à aprendizagem ou ao processo de design.

Por meio da leitura de títulos e resumos, 466 referências foram excluídas e 70 selecionadas para leitura do texto completo. No entanto, não foi possível ter acesso a 26 publicações, sendo que o número final de textos analisados foi 44. Realizou-se então fichamentos conforme o seguinte protocolo:

1. Identificação;
2. Verificação final dos critérios de inclusão;
3. Caracterização da pesquisa;
4. Extração de dados (PICO);
5. Anotações do revisor.

Ao final desta etapa foram identificadas 4 referências desalinhadas ao tema desta pesquisa, sendo excluídas da análise final. Os dados obtidos foram então organizados e dispostos em quadros e tabelas, aplicando-se uma análise quali-quantitativa para destacar e descrever os métodos, ferramentas e princípios de pesquisa mais empregados. Esses elementos foram então relacionados à questão de pesquisa, empregando o protocolo PICO como guia para a discussão e posterior conclusão do estudo.

4.2.3. Apresentação e análise dos dados obtidos

O Quadro 2 evidencia que os quatro tipos de pesquisa mais empregados foram Estudo de Caso (25%), Quase-Experimento (20%), Revisão de Literatura (20%) e Experimento (12,5%). Alguns estudos empregaram mais de um tipo de pesquisa, como Díaz González *et al.* (2025) que declararam fazer uso de Estudo de Caso aliado a Quase-experimento.

Quadro 2 - Tipos de pesquisa empregados nos estudos

Tipo de pesquisa	N	%	Referências
Estudo de Caso	10	25,0%	Dorta, Kinayoglu e Boudhraâ, 2016; Camba, Soler e Contero, 2017; González, 2018; Damgrave, Lutters e Putnik, 2019; Koohgilani et al., 2019; Evans e Soderlund, 2020; Zhang e Ranscombe, 2021; Hamurcu, Timur e Rizvanoglu, 2023; Liao, 2024; Díaz González et al., 2025
Quase-experimento	8	20,0%	Rahimian e Ibrahim, 2011; Jimeno-Morenilla et al., 2016; Shih et al., 2019; Halabi, 2020; Henrich et al., 2021; Jalil et al., 2022; Rossoni et al., 2024; Díaz González et al., 2025
Revisão de Literatura	8	20,0%	Berni e Borgianni, 2020; Hamurcu, Timur e Rizvanoğlu, 2020; Liu et al., 2021; Hamad e Jia, 2022; Jindal, Mittal e Bansal, 2023; Jiawei, Mokmin e Shaorong, 2024; Lee e Chen, 2024; Nazlidou et al., 2024
Experimento	5	12,5%	Huang e Chen, 2019; Huang, Lin e Cai, 2021; Huang e Lee, 2022; Banerjee, Chowdhury e Yein, 2023; Chaniaud et al., 2023
Estudo Qualitativo	3	7,5%	Hamurcu, 2018; Hamurcu, Timur e Rizvanoglu, 2023; Zhang et al., 2023
Desenvolvimento de sistema	2	5,0%	Pan et al., 2021; Zhang, 2023a
Método Misto	2	5,0%	Mohamed e Sicklinger, 2022; Taylor, 2023

Fonte: Autor

As Revisões de Literatura trazem casos como o de Berni e Borgianni (2020), que apresentam um panorama do uso da RV na pesquisa em design, em especial nas fases iniciais do processo; Hamurcu, Timur e Rizvanoğlu (2020) discutem o status atual e o potencial do uso da RV na educação em design; Hamad e Jia (2022) focam em fornecer uma visão geral das aplicações e limitações da RV na educação; Liu *et al.* (2021) investigam as potenciais aplicações da tecnologia imersiva, desde a geração de conceitos até a montagem do produto final; Lee e Chen (2024) revisam a aplicação de VR na educação em design, propondo uma ferramenta de prototipagem de baixa curva de aprendizado; Jindal, Mittal e Bansal (2023) investigam o uso e os resultados de aplicações de RV na educação em engenharia; Jiawei, Mokmin e Shaorong (2024) exploram a tendência de desenvolvimento da RV na educação relacionada a cursos de design de produto; e Nazlidou *et al.* (2024) objetiva fornecer uma visão geral das tecnologias interativas usadas na educação, examinando sua integração no processo de aprendizagem.

Nos estudos com abordagens experimentais (57,5%), Koohgilani *et al.* (2019), Zhang e Ranscombe (2021) e Hamurcu, Timur e Rizvanoglu (2023) focaram em explorar a característica de visualização no ambiente RV, por vezes empregando comparações com mecanismos tradicionais; já Dorta, Kinayoglu e Boudhraâ (2016), Camba, Soler e Contero (2017), González (2018), Damgrave, Lutters e Putnik (2019), Evans e Soderlund (2020) e Díaz González *et al.* (2025) exploraram o processo de criação em RV – Camba, Soler e Contero (2017) e Evans e Soderlund (2020) exploraram ambientes colaborativos enquanto Dorta, Kinayoglu e Boudhraâ (2016),

González (2018), Damgrave, Lutters e Putnik (2019) e Díaz González *et al.* (2025) focam em procesos de design mais complexos que envolvem outros tipos de técnicas de criação para além da RV, como desenhos e modelagem 3D tradicionais.

Sobre os estudos com Quase-experimentos, Rahimian e Ibrahim (2011), Shih *et al.* (2019), Halabi (2020), Henrich *et al.* (2021), Jalil *et al.* (2022), Rossoni *et al.* (2024) e Díaz González *et al.* (2025) empregaram o desenvolvimento de artefatos físicos diretamente no ambiente RV, enquanto Jimeno-Morenilla *et al.* (2016) fizeram uso apenas da característica de visualização da plataforma.

Já nos Experimentos, apenas Chaniaud *et al.* (2023) não envolveram o projeto de um artefato, focando apenas na construção 3D de objetos originalmente apresentados em representações 2D. Todos os estudos relatam curtas durações das tarefas no ambiente RV, partindo de 10 minutos e não ultrapassando 40 minutos.

Sobre a incidência de grupos de controle, é possível verificar (Quadro 3) que em 100% dos Quase-experimentos ele estava presente, enquanto 80% dos Experimentos contaram com o mesmo e apenas 20% dos Estudos de Caso o fizeram.

Quadro 3 - Emprego de grupos de comparação/controle nas abordagens experimentais

Tipo de pesquisa	Grupo de controle (n)	%	Média de participantes (n)	Referências
Quase-experimento	Sim (8)	100%	54,5	Rahimian e Ibrahim, 2011; Jimeno-Morenilla <i>et al.</i> , 2016; Shih <i>et al.</i> , 2019; Halabi, 2020; Henrich <i>et al.</i> , 2021; Jalil <i>et al.</i> , 2022; Rossoni <i>et al.</i> , 2024; Díaz González <i>et al.</i> , 2025
Experimento	Sim (4)	80%	31,0	Huang, Lin e Cai, 2021; Banerjee, Chowdhury e Yein, 2023; Chaniaud <i>et al.</i> , 2023; Díaz González <i>et al.</i> , 2025
	Não (1)	20%	50,0	Huang e Lee, 2022
Estudo de Caso	Não (8)	80%	38,0	Dorta, Kinayoglu e Boudhraâ, 2016; Camba, Soler e Contero, 2017; González, 2018; Damgrave, Lutters e Putnik, 2019; Koohgilani <i>et al.</i> , 2019; Evans e Soderlund, 2020; Hamurcu, Timur e Rizvanoglu, 2023; Liao, 2024
	Sim (2)	20%	16,5	Zhang e Ranscombe, 2021; Díaz González <i>et al.</i> , 2025

Fonte: Autor

Nos Quase-experimentos, Rahimian e Ibrahim (2011), Shih *et al.* (2019), Halabi (2020) e Díaz González *et al.* (2025) empregaram métodos tradicionais de desenho como elemento de

comparação, enquanto Jimeno-Morenilla *et al.* (2016), Henrich *et al.* (2021) e Rossoni *et al.* (2024) usaram *softwares* CAD tradicionais e Jalil *et al.* (2022) fez uso apenas de aulas expositivas para este fim.

Já nos Experimentos, Huang e Chen (2019), Huang, Lin e Cai (2021) e Banerjee, Chowdhury e Yein (2023) empregaram a comparação com o desenvolvimento em *softwares* CAD tradicionais, enquanto Chaniaud *et al.* (2023) adotaram desenhos convencionais como elemento comparativo; apenas Huang e Lee (2022) não empregaram um grupo de controle, comentando a iniciativa tratar-se de um estudo exploratório com a intenção de explorar fatores no ambiente RV.

Nos Estudos de Caso, somente Zhang e Ranscombe (2021) e Díaz González *et al.* (2025) declararam fazer uso de grupos de controle. No entanto, embora a maioria dos autores não tenha declarado os terem empregado, somente González (2018), Damgrave, Lutters e Putnik (2019) e Evans e Soderlund (2020) não apresentaram nenhum outro tipo de comparação relacionado à intervenção analisada, sendo que os demais autores fizeram uso do recurso dentro dos próprios grupos de estudo, por vezes avaliando os participantes em momentos distintos. Ainda sobre os métodos comparativos, os estudos mencionaram comparar as tarefas no ambiente RV com as feitas em dispositivos convencionais (*laptops*), métodos tradicionais de ensino (aulas expositivas, palestras, vídeos, etc.), esboços manuais e modelagem digital convencional em *softwares* CAD.

Sobre o número de participantes, a média geral é de aproximadamente 41 participantes, sendo o Quase-experimento o tipo de estudo que fez uso do maior número (média de 54,5), enquanto que os Estudos de Caso com grupo de controle registraram a menor média (16,5). É importante ressaltar que os diferentes métodos de coleta de dados e abordagens de pesquisa utilizados têm um impacto direto no número de participantes, sendo que os estudos que foram feitos por períodos de tempo maiores e envolvendo disciplinas de cursos de graduação/pós-graduação tenderam a apresentar um maior número de participantes.

Conforme já apontado, outro ponto relevante é a análise das ferramentas e mecanismos de coleta de dados empregados nos estudos (Quadro 4).

Quadro 4 - Métodos coleta de dados empregados nos estudos

Método de coleta de dados	N	%	Referências
Questionário	18	45,0%	Jimeno-Morenilla <i>et al.</i> , 2016; Huang e Chen, 2019; Shih <i>et al.</i> , 2019; Evans e Soderlund, 2020; Halabi, 2020; Henrich <i>et al.</i> , 2021; Huang, Lin e Cai, 2021; Bernardo e Duarte, 2022; Huang e Lee, 2022; Jalil <i>et al.</i> , 2022; Banerjee, Chowdhury e Yein, 2023; Chaniaud <i>et al.</i> , 2023; Hamurcu, Timur e Rizvanoglu, 2023; Liao, 2024; Rossoni <i>et al.</i> , 2024; Siena <i>et al.</i> , 2024; Díaz González <i>et al.</i> , 2025
Avaliação de Projetos	14	35,0%	Dorta, Kinayoglu e Boudhraâ, 2016; Jimeno-Morenilla <i>et al.</i> , 2016; Camba, Soler e Contero, 2017; González, 2018; Damgrave, Lutters e Putnik, 2019; Huang e Chen, 2019; Shih <i>et al.</i> , 2019; Evans e Soderlund, 2020; Halabi, 2020; Henrich <i>et al.</i> , 2021; Huang, Lin e Cai, 2021; Chaniaud <i>et al.</i> , 2023; Lee e Chen, 2024; Díaz González <i>et al.</i> , 2025
Escalas	14	35,0%	Hamurcu, 2018; Huang e Chen, 2019; Shih <i>et al.</i> , 2019; Evans e Soderlund, 2020; Halabi, 2020; Henrich <i>et al.</i> , 2021; Huang e Lee, 2022; Jalil <i>et al.</i> , 2022; Banerjee, Chowdhury e Yein, 2023; Chaniaud <i>et al.</i> , 2023; Hamurcu, Timur e Rizvanoglu, 2023; Rossoni <i>et al.</i> , 2024; Siena <i>et al.</i> , 2024; Díaz González <i>et al.</i> , 2025
Entrevistas	10	25,0%	Hamurcu, 2018; Henrich <i>et al.</i> , 2021; Zhang e Ranscombe, 2021; Huang e Lee, 2022; Jalil <i>et al.</i> , 2022; Mohamed e Sicklinger, 2022; Hamurcu, Timur e Rizvanoglu, 2023; Taylor, 2023; Zhang <i>et al.</i> , 2023; Liao, 2024
Revisão Sistemática de Literatura (RSL)	10	25,0%	Berni e Borgianni, 2020; Hamurcu, Timur e Rizvanoğlu, 2020; Liu <i>et al.</i> , 2021; Hamad e Jia, 2022; Mohamed e Sicklinger, 2022; Jindal, Mittal e Bansal, 2023; Jiawei, Mokmin e Shaorong, 2024; Lee e Chen, 2024; Nazlidou <i>et al.</i> , 2024
Observação	7	17,5%	Rahimian e Ibrahim, 2011; Camba, Soler e Contero, 2017; González, 2018; Koohgilani <i>et al.</i> , 2019; Henrich <i>et al.</i> , 2021; Huang, Lin e Cai, 2021; Taylor, 2023

Fonte: Autor

O método mais empregado foi o Questionário (45%) sendo que estes costumam ser instrumentalizados na forma de formulários *online* com questões abertas e fechadas, por meio das quais os participantes fornecem dados autorrelatados sobre suas percepções de usabilidade dos sistemas empregados, conhecimento específico prévio/posterior às tarefas desempenhadas, além de engajamento e satisfação.

Na sequência há a Avaliação de Projetos (35%), cujos artefatos são compostos por entregáveis oriundos de tarefas desempenhadas pelos participantes caracterizados por *posters*, apresentações, relatórios, esboços e projetos 3D que são então avaliados quanto à sua qualidade conceitual e de execução de acordo com parâmetros definidos em cada pesquisa. É bastante comum a composição de bancas de especialistas para realizar a referida avaliação, sendo esta evidenciada nos estudos de Jimeno-Morenilla *et al.* (2016), Huang e Chen (2019), Huang, Lin e Cai (2021) e Chaniaud *et al.* (2023).

Um total também de 35% empregou Escalas para operacionalizar a obtenção de dados dos participantes, sendo esta sempre relacionada a algum outro instrumento objetivando medir níveis de desempenho, percepção, cargas cognitivas e outros tipos de variáveis. São apontadas algumas escalas específicas, como NASA-TLX - *Task Load Index* (Banerjee, Chowdhury e Yein, 2023), SUS - System Usability Scale (Huang e Chen, 2019; Huang, Lin e Cai, 2021; Huang e Lee, 2022; Chaniaud *et al.*, 2023) e KPSI - Knowledge and Prior Study Inventory (Jalil *et al.*, 2022), UTAUT - Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (Zhang *et al.*, 2023), sendo a Escala Likert citada como o instrumento mais empregado para captar variações de completude e intensidade nas avaliações e/ou respostas.

Quanto ao uso de Entrevistas (25%), estas costumam ser organizadas na forma de questões abertas com roteiros estruturados e/ou semiestruturados, com sua utilização predominante na forma de discussões coletivas.

A Observação (17,5%) tende a ser direta, exclusivamente qualitativa e registrada na forma de anotações referentes a fases específicas das atividades desempenhadas. Rahimian e Ibrahim (2011), no entanto, reforçam que este tipo de análise demanda o estabelecimento de um esquema de codificação bastante detalhado para que se reflita em objetivos claros e dados quantificáveis. Os demais métodos relatados atuam de forma complementar a estes apontados.

O Quadro 5 traz uma relação de variáveis encontradas, categorizadas em Usabilidade e Satisfação, Engajamento e Atitudes, Desempenho e Qualidade do Projeto, Processo de Design e Aprendizagem, Carga Cognitiva, Métricas de Uso e Interação e Aceitação da Tecnologia.

Quadro 5 - Variáveis medidas nos estudos

Variáveis medidas	N	%	Referências
Usabilidade e Satisfação	17	42,5%	Huang e Chen, 2019; Koohgilani <i>et al.</i> , 2019; Shih <i>et al.</i> , 2019; Huang, Lin e Cai, 2021; Zhang e Ranscombe, 2021; Huang e Lee, 2022; Banerjee, Chowdhury e Yein, 2023; Chaniaud <i>et al.</i> , 2023; Jindal, Mittal e Bansal, 2023; Rossoni <i>et al.</i> , 2024; Siena <i>et al.</i> , 2024; Díaz González <i>et al.</i> , 2025
Engajamento e Atitudes	13	32,5%	González, 2018; Hamurcu, 2018; Koohgilani <i>et al.</i> , 2019; Henrich <i>et al.</i> , 2021; Hamad e Jia, 2022; Mohamed e Sicklinger, 2022; Banerjee, Chowdhury e Yein, 2023; Hamurcu, Timur e Rizvanoglu, 2023; Taylor, 2023; Jiawei, Mokmin e Shaorong, 2024; Nazlidou <i>et al.</i> , 2024; Rossoni <i>et al.</i> , 2024
Desempenho e Qualidade do Projeto	11	27,5%	Jimeno-Morenilla <i>et al.</i> , 2016; Camba, Soler e Contero, 2017; González, 2018; Damgrave, Lutters e Putnik, 2019; Halabi, 2020; Huang, Lin e Cai, 2021; Pan <i>et al.</i> , 2021; Bernardo e Duarte, 2022; Chaniaud <i>et al.</i> , 2023; Zhang, 2023b; Díaz González <i>et al.</i> , 2025
Processo de Design e Aprendizagem	10	25,0%	Lin e Hsu, 2017; González, 2018; Damgrave, Lutters e Putnik, 2019; Evans e Soderlund, 2020; Jalil <i>et al.</i> , 2022; Zhang, 2023a; Lee e Chen, 2024; Liao, 2024
Carga Cognitiva	6	15,0%	Rahimian e Ibrahim, 2011; Liu <i>et al.</i> , 2021; Banerjee, Chowdhury e Yein, 2023; Chaniaud <i>et al.</i> , 2023; Rossoni <i>et al.</i> , 2024
Métricas de Uso e Interação	6	15,0%	Dorta, Kinayoglu e Boudhraâ, 2016; Henrich <i>et al.</i> , 2021; Bernardo e Duarte, 2022; Banerjee, Chowdhury e Yein, 2023; Chaniaud <i>et al.</i> , 2023

Fonte: Autor

A maioria dos estudos (42,5%) adotou variáveis referentes a “Usabilidade e Satisfação” do sistema empregado, nos quais foram coletadas informações referentes à percepção de usabilidade, satisfação, experiência, interatividade, preferências, precisão, demanda de uso, retenção de conhecimento, aprendizagem, expectativas, acessibilidade e lealdade do usuário.

No grupo de “Engajamento e Atitudes” (32,5%) elencaram-se variáveis compostas por opiniões, impressões subjetivas, compreensão de conceitos, colaboração, interesse, criatividade, motivação, habilidades e presença.

Em “Desempenho e Qualidade do Projeto” (27,5%) os dados coletados se referem à qualidade do projeto, desempenho acadêmico, precisão do design, qualidade e tempo de renderização dos projetos.

Já no “Processo de Design e Aprendizagem” (25%) as variáveis foram a conversão do problema em solução, compreensão do projeto, percepção espacial, colaboração, eficiência e iniciativa. Quanto a este tópico em específico, Chaniaud *et al.* (2023) empregam o Mental Rotation Test - MRT, focado em registrar e analisar a capacidade de percepção espacial dos participantes do estudo, enquanto Jimeno-Morenilla *et al.* (2016) fazem uso do *Torrance Test of Creative Thinking* (TTCT), com a intenção de coletar dados padronizados quanto à criatividade dos integrantes.

Sobre a “Carga Cognitiva e Métricas de Uso e Interação” (10%), foram obtidos dados a respeito do tempo de execução, quantidade de erros, ações cognitivas, desempenho, movimentos e envolvimento dos participantes.

Por fim, a “Aceitação da Tecnologia” (5%) era composta por expectativa de desempenho, esforço, influência social e condições facilitadoras.

Quanto aos dispositivos e sistemas mais empregados (Quadro 6), há uma grande variedade, verificando-se que, quanto ao *hardware* utilizado, os HMDs representam o tipo mais comum, sendo 26 no total. É comum verificar o uso de um mesmo tipo de dispositivo em múltiplos estudos com o envolvimento de um mesmo grupo de pesquisadores, evidenciando a intenção de otimizar investimentos institucionais.

Quadro 6 - HMDs empregados nos estudos

HMD empregado	N	%	Referências
HTC Vive	5	12,5%	Hamurcu, 2018; Huang e Chen, 2019; Koohgilani <i>et al.</i> , 2019; Liu <i>et al.</i> , 2021; Hamurcu, Timur e Rizvanoglu, 2023
Head Mounted Display (HMD) não especificado	4	10,0%	Lin e Hsu, 2017; Shih <i>et al.</i> , 2019; Berni e Borgianni, 2020; Lee e Chen, 2024
Oculus Rift	4	10,0%	Camba, Soler e Contero, 2017; Liu <i>et al.</i> , 2021; Jiawei, Mokmin e Shaorong, 2024
Oculus/Meta Quest 2	4	10,0%	González, 2018; Jalil <i>et al.</i> , 2022; Banerjee, Chowdhury e Yein, 2023; Liao, 2024; Díaz González <i>et al.</i> , 2025
Microsoft HoloLens	3	7,5%	Camba, Soler e Contero, 2017; Liu <i>et al.</i> , 2021; Zhang, 2023b
Cave Automatic Virtual Environment (CAVE)	2	5,0%	Berni e Borgianni, 2020; Halabi, 2020
Desktop PC	2	5,0%	Rahimian e Ibrahim, 2011; Taylor, 2023
HTC Vive Pro	2	5,0%	Huang, Lin e Cai, 2021; Huang e Lee, 2022
Desktop VR	1	2,5%	Berni e Borgianni, 2020
Displays de Projeção	1	2,5%	Liu <i>et al.</i> , 2021
Dispositivos Portáteis	1	2,5%	Jimeno-Morenilla <i>et al.</i> , 2016; Liu <i>et al.</i> , 2021
Dispositivos RV Não Especificados	1	2,5%	Evans e Soderlund, 2020
Google Cardboard	1	2,5%	Jimeno-Morenilla <i>et al.</i> , 2016
HP Reverb G1	1	2,5%	Henrich <i>et al.</i> , 2021
Hybrid Ideation Space (HIS)	1	2,5%	Dorta, Kinayoglu e Boudhraâ, 2016
Luvas de Dados	1	2,5%	Zhang, 2023b
Magic Leap	1	2,5%	Liu <i>et al.</i> , 2021
Microsoft HoloLens 2	1	2,5%	Díaz González <i>et al.</i> , 2025
Oculus Quest	1	2,5%	Chaniaud <i>et al.</i> , 2023
Oculus Touch	1	2,5%	Pan <i>et al.</i> , 2021
SensAble	1	2,5%	Rahimian e Ibrahim, 2011
VR Glass	1	2,5%	Zhang, 2023a

Fonte: Autor

Sobre os *softwares*, percebe-se uma variedade ainda maior, muitas vezes devido à multiplicidade dos objetivos dos estudos que faz com que estes sejam selecionados de acordo com as tarefas e interações pretendidas. No entanto, pode-se destacar 5 *softwares*: Unity (8), Gravity Sketch (5), Autodesk 3dsMax (4), Autodesk VRED (3) e SolidWorks (3). Todos estes sistemas são direcionados à criação, modelagem e renderização 3D, sendo que o Gravity Sketch é o único destes exclusivo para plataformas RV.

Por fim, os países asiáticos são os responsáveis pelo maior foco de estudos, com 13 – Taiwan (6), China (3), Índia (1), Malásia (1) e Ásia-Pacífico (1); a Europa vem em segundo lugar, com 10 – Reino Unido (2), Turquia (2), Alemanha (1), Espanha (1), França (1), Itália (1), Noruega (1) e Europa (1); em terceiro lugar, as Américas representam 7 estudos – EUA (3), México (2), Brasil (1) e Canadá (1); e os demais estudos se dividem entre países do Oriente Médio e Oceania.

4.3. REFLEXÃO SOBRE O TEMA ABORDADO

As metodologias de pesquisa predominantes encontradas neste levantamento revelam um campo de estudo em maturação, sendo que a relevante soma de estudos com abordagens experimentais (57,5%) sinaliza um movimento para além de uma exploração exclusivamente teórica, com a busca da validação de hipóteses gerando evidências robustas relacionadas à aplicação da RV no processo de ensino-aprendizagem de design. Um exemplo desta complexidade metodológica, com a adoção de diferentes instrumentos de investigação, é trazida em trabalhos como o de Díaz González *et al.* (2025), que declararam o uso combinado de Estudo de Caso e Quase-experimento para enriquecer suas análises.

Seguindo o *framework* PICO universal, quanto à **População (P)** a análise revela que as pesquisas costumam empregar participantes tanto de cursos de graduação quanto de pós-graduação para investigar o impacto de intervenções elaboradas pelos estudos. O número de participantes varia consideravelmente entre os diferentes tipos de pesquisa – a média geral foi de aproximadamente 41, sendo que os Quase-experimentos utilizaram o maior número de integrantes (média de 54,5), enquanto os Estudos de Caso com grupos de controle registraram a menor média (16,5). É importante ressaltar que os métodos de coleta de dados e as abordagens de pesquisa tiveram um impacto direto neste número – os estudos que se estenderam por períodos maiores e integrados a disciplinas de cursos de graduação ou pós-graduação tendem a apresentar mais participantes.

No que concerne à **Intervenção (I)**, nos estudos de caráter experimental foi possível identificar certos padrões e particularidades: os procedimentos adotados são estruturados em torno de tarefas específicas, com durações controladas e na maioria dos casos comparadas a métodos convencionais.

Nos Experimentos e Quase-experimentos o foco principal deu-se na elaboração de artefatos diretamente no ambiente RV: Banerjee, Chowdhury e Yein (2023) empregaram como tarefa o desenvolvimento de uma garrafa de água; Chaniaud *et al.* (2023) exigiram o desenvolvimento de uma prateleira e um *buffet* com base em imagens 2D; Huang, Lin e Cai (2021) envolveram o projeto de um mouse de computador; Halabi (2020) solicitou aos participantes que desenvolvessem uma cozinha acessível a cadeirantes; Huang e Chen (2019) empregaram a elaboração de um carro de brinquedo; e Shih *et al.* (2019) focaram no projeto de um conjunto de mesa, cadeira e xícara.

Já os Estudos de Caso exploraram diferentes facetas do processo de design em RV: alguns investigaram a característica de visualização no ambiente imersivo (Hamurcu, 2018; Koohgilani *et al.*, 2019; Liao, 2024), por vezes em comparação com mecanismos tradicionais, enquanto outros aprofundaram-se no processo de criação (Dorta, Kinayoglu e Boudhraâ, 2016; Damgrave, Lutters e Putnik, 2019), com alguns empregando ambientes colaborativos (Evans e Soderlund, 2020) e outros analisando processos de design mais complexos que integravam a RV com outras técnicas, como desenhos 2D e modelagem 3D tradicionais (Dorta, Kinayoglu e Boudhraâ, 2016; González, 2018; Díaz González *et al.*, 2025).

Um achado consistente nos estudos experimentais foi a curta duração das tarefas realizadas no ambiente de RV: as intervenções costumaram partir de 10 minutos e comumente não ultrapassavam 40 minutos. Essa limitação pode ser reflexo de uma estratégia deliberada para mitigar a carga cognitiva e o potencial desconforto físico associado a um uso mais prolongado dos dispositivos.

A **Comparação (C)** entre métodos de projeto foi um elemento metodológico crucial na maioria dos estudos experimentais, sendo que as estratégias de controle mais comuns incluíram a comparação das abordagens RV com métodos e ferramentas já consolidados no design (esboços 2D ou modelagem 3D em *softwares* CAD). Métodos tradicionais de desenho foram empregados como mecanismo de comparação em estudos como os de Rahimian e Ibrahim

(2011), Shih *et al.* (2019) e Díaz González *et al.* (2025), enquanto que pesquisas como as de Jimeno-Morenilla *et al.* (2016), Henrich *et al.* (2021) e Rossoni *et al.* (2024) utilizaram *softwares* CAD como elemento comparativo.

A avaliação dos **Resultados (O)** foi variada: os Questionários (45%) foram amplamente utilizados para capturar dados autorrelatados sobre as percepções dos estudantes, alinhando-se ao conjunto de variáveis mais investigada, “Usabilidade e Satisfação” (42,5% dos estudos); a Avaliação de Projetos focou em resultados tangíveis, analisando a qualidade conceitual e de execução de artefatos, como esboços e modelos 3D, contando frequentemente com o rigor avaliativo de bancas de especialistas, como evidenciado nos trabalhos de Jimeno-Morenilla *et al.* (2016) e Chaniaud *et al.* (2023), entre outros.

Para mensurar os desfechos de forma quantitativa, diversas escalas padronizadas foram empregadas, como o *Task Load Index* da NASA (NASA-TLX), utilizado para medir a carga cognitiva; a *System Usability Scale* (SUS), para avaliar a usabilidade; o *Knowledge and Prior Study Inventory* (KPSI), para medir o inventário de conhecimento prévio dos participantes do estudo (Huang e Chen, 2019; Jalil *et al.*, 2022; Banerjee, Chowdhury e Yein, 2023).

Outras variáveis importantes coletadas incluíram “Engajamento e Atitudes” (32,5%) e “Desempenho e Qualidade do Projeto” (27,5%), sendo a busca por dados padronizados sobre os processos cognitivos reforçada pela utilização de testes validados, como o *Mental Rotation Test* (MRT), empregado por Chaniaud *et al.* (2023), e o *Torrance Test of Creative Thinking* (TTCT), empregado por Jimeno-Morenilla *et al.* (2016).

4.4. CONCLUSÕES SOBRE O CAPÍTULO

O emprego da RV na educação e sociedade como um todo é percebido como uma tendência contemporânea, com a literatura analisada indicando que as tecnologias imersivas encontram um vasto campo de crescimento neste contexto, com potencial para aumentar produtividade e qualidade em todas as etapas do desenvolvimento de produtos (Shih *et al.*, 2019; Berni e Borgianni, 2020; Liu *et al.*, 2021; Bernardo e Duarte, 2022; Zhang, 2023b, 2023a; Liao, 2024; Nazlidou *et al.*, 2024).

Uma possível integração entre aspectos humanos e tecnologia promete otimizar não só a produtividade, mas também os métodos criativos, consolidando o papel da RV em diferentes

etapas do processo de design (Shih *et al.*, 2019; Berni e Borgianni, 2020; Liu *et al.*, 2021; Bernardo e Duarte, 2022; Zhang, 2023b, 2023a; Liao, 2024; Nazlidou *et al.*, 2024).

A RV se apresenta como uma ferramenta pedagógica bastante valiosa, especialmente quando integrada a abordagens de aprendizagem baseadas em projetos e centradas no estudante (Dorta, Kinayoglu e Boudhraâ, 2016; Jimeno-Morenilla *et al.*, 2016; Camba, Soler e Contero, 2017; Damgrave, Lutters e Putnik, 2019; Koohgilani *et al.*, 2019; Evans e Soderlund, 2020; Halabi, 2020; Hamurcu, Timur e Rizvanoğlu, 2020; Jalil *et al.*, 2022; Mohamed e Sicklinger, 2022; Taylor, 2023; Rossoni *et al.*, 2024).

Enfoques pedagógicos que combinam métodos tradicionais com ferramentas RV podem potencializar o desenvolvimento de habilidades espaciais nos estudantes de design (González, 2018; Hamurcu, 2018; Zhang e Ranscombe, 2021; Hamurcu, Timur e Rizvanoglu, 2023; Jindal, Mittal e Bansal, 2023; Zhang, 2023b; Jiawei, Mokmin e Shaorong, 2024; Díaz González *et al.*, 2025). Tais abordagens conferem aos estudantes a responsabilidade pelo processo de ensino-aprendizagem, aprimorando suas competências em lidar com complexidades e incertezas próprias ao processo de design e, ao mesmo tempo, melhorar suas habilidades para desenvolver soluções de alta qualidade e relevância para a sociedade (Dorta, Kinayoglu e Boudhraâ, 2016; Jimeno-Morenilla *et al.*, 2016; Camba, Soler e Contero, 2017; Damgrave, Lutters e Putnik, 2019; Koohgilani *et al.*, 2019; Evans e Soderlund, 2020; Halabi, 2020; Hamurcu, Timur e Rizvanoğlu, 2020; Jalil *et al.*, 2022; Mohamed e Sicklinger, 2022; Taylor, 2023; Rossoni *et al.*, 2024).

As ferramentas de modelagem 3D baseadas em RV parecem oferecer uma experiência mais engajadora, agradável e colaborativa quando comparadas ao CAD tradicional, melhorando a usabilidade e a criatividade de seus usuários, mostrando-se promissoras para as fases conceituais do processo de design (Rahimian e Ibrahim, 2011; Lin e Hsu, 2017; Huang e Chen, 2019; Henrich *et al.*, 2021; Huang, Lin e Cai, 2021; Pan *et al.*, 2021; Hamad e Jia, 2022; Huang e Lee, 2022; Banerjee, Chowdhury e Yein, 2023; Chaniaud *et al.*, 2023; Lee e Chen, 2024; Siena *et al.*, 2024).

A adoção da RV na educação em design enfrenta desafios significativos – o esboço 2D e a modelagem 3D aparentam ser inerentemente mais complexos que os métodos tradicionais, exigindo habilidades visuoespaciais mais desenvolvidas e uma curva de aprendizado acentuada para novos usuários (Rahimian e Ibrahim, 2011; Lin e Hsu, 2017; Huang e Chen, 2019; Henrich *et*

al., 2021; Huang, Lin e Cai, 2021; Pan *et al.*, 2021; Hamad e Jia, 2022; Huang e Lee, 2022; Banerjee, Chowdhury e Yein, 2023; Chaniaud *et al.*, 2023; Lee e Chen, 2024; Siena *et al.*, 2024).

Estudantes e instrutores expressam preocupação quanto ao potencial impacto negativo no desenvolvimento de habilidades manuais essenciais e no conhecimento de materiais, além de barreiras como a usabilidade das ferramentas e a falta de interação física proporcionada pelos dispositivos (González, 2018; Hamurcu, 2018; Zhang e Ranscombe, 2021; Hamurcu, Timur e Rizvanoglu, 2023; Jindal, Mittal e Bansal, 2023; Zhang, 2023b; Jiawei, Mokmin e Shaorong, 2024; Díaz González *et al.*, 2025). Diante disso, torna-se essencial que os estudantes dominem as habilidades fundamentais do design, como o esboço 2D tradicional, antes de se aprofundarem na complexidade das ferramentas digitais (Rahimian e Ibrahim, 2011; Lin e Hsu, 2017; Huang e Chen, 2019; Henrich *et al.*, 2021; Huang, Lin e Cai, 2021; Pan *et al.*, 2021; Hamad e Jia, 2022; Huang e Lee, 2022; Banerjee, Chowdhury e Yein, 2023; Chaniaud *et al.*, 2023; Lee e Chen, 2024; Siena *et al.*, 2024).

Quanto aos aspectos técnicos relacionados à RV, questões como a precisão (na qual o CAD tradicional ainda apresenta melhor desempenho), custos, dificuldades técnicas e enjoo de movimento representam desafios importantes a serem superados (Rahimian e Ibrahim, 2011; Lin e Hsu, 2017; Huang e Chen, 2019; Henrich *et al.*, 2021; Huang, Lin e Cai, 2021; Pan *et al.*, 2021; Hamad e Jia, 2022; Huang e Lee, 2022; Banerjee, Chowdhury e Yein, 2023; Chaniaud *et al.*, 2023; Lee e Chen, 2024; Siena *et al.*, 2024)

Por fim, a experiência educacional assume um papel crucial na formação das atitudes dos futuros profissionais de design, sendo fundamental que as IES proporcionem acesso e treinamento adequados a ferramentas RV, permitindo assim que os estudantes atinjam um nível de proficiência necessário às demandas do ambiente profissional (González, 2018; Hamurcu, 2018; Zhang e Ranscombe, 2021; Hamurcu, Timur e Rizvanoglu, 2023; Jindal, Mittal e Bansal, 2023; Zhang, 2023b; Jiawei, Mokmin e Shaorong, 2024; Díaz González *et al.*, 2025).

Neste contexto, faz-se necessário o desenvolvimento de propostas metodológicas robustas que possam medir objetivamente o impacto da RV (Dorta, Kinayoglu e Boudhraâ, 2016; Jimeno-Morenilla *et al.*, 2016; Camba, Soler e Contero, 2017; Damgrave, Lutters e Putnik, 2019; Koohgilani *et al.*, 2019; Evans e Soderlund, 2020; Halabi, 2020; Hamurcu, Timur e Rizvanoğlu, 2020; Jalil *et al.*, 2022; Mohamed e Sicklinger, 2022; Taylor, 2023; Rossoni *et al.*, 2024), tendo como objetivo

final consolidá-la como uma plataforma que ofereça o equilíbrio necessário entre as interações nos mundos físico e virtual (Shih *et al.*, 2019; Liu *et al.*, 2021; Bernardo e Duarte, 2022; Zhang, 2023b, 2023a; Liao, 2024; Nazlidou *et al.*, 2024).

5. MÉTODO

5.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A abordagem metodológica proposta por esta pesquisa parte desenvolvimento de um protocolo de pesquisa denominado SKIAon, um arranjo metodológico original desenhado para investigar os impactos da imersão em RV como estratégia de aprendizagem no design de produto.

O nome escolhido deriva do Teorema da Caverna de Platão (Nunes, 2000), sendo composto pela palavra grega *Σκιά* (*Skia*), que significa sombra, com *ὄν* (*on*), que tem o sentido de ser ou existir. *SKIA* simboliza aqui a ideia de existir ou criar no espaço das sombras (que representam as projeções da RV), enquanto *on* remete à existência e à interação com os estudantes (Figura 15). Este simbolismo também se reflete nas cores adotadas, amarelo e preto, caracterizando uma relação de luz/sombra, e no elemento simbólico de um sólido aberto que sintetiza a construção 3D em *softwares* CAD.

Figura 15 - Logotipo SKIAon



Fonte: Autor

Quanto à sua caracterização, esta investigação caracteriza-se como um estudo de natureza experimental, com abordagem quali-quantitativa (ou método misto) e com o emprego de um elemento de comparação interno, sem a presença de grupo de controle. Este último aspecto partiu de uma defasagem numérica de indivíduos integrantes do público-alvo adotado, que se mostrou bastante limitado – a determinação de um grupo de controle poderia diluir demasiadamente os dados coletados, afetando assim sua assertividade.

O universo à disposição da realização desta pesquisa trata-se dos estudantes do Curso de Graduação em Design da Universidade Estadual de Maringá (UEM), sendo adotado como critério de seleção dos participantes acadêmicos com repertório mínimo relacionado à aprendizagem e prática das competências de um estudante de design.

O referido curso conta com um projeto pedagógico que emprega uma matriz curricular composta por 41 disciplinas e componentes curriculares dispostos no decorrer de quatro anos (DESIGN...,

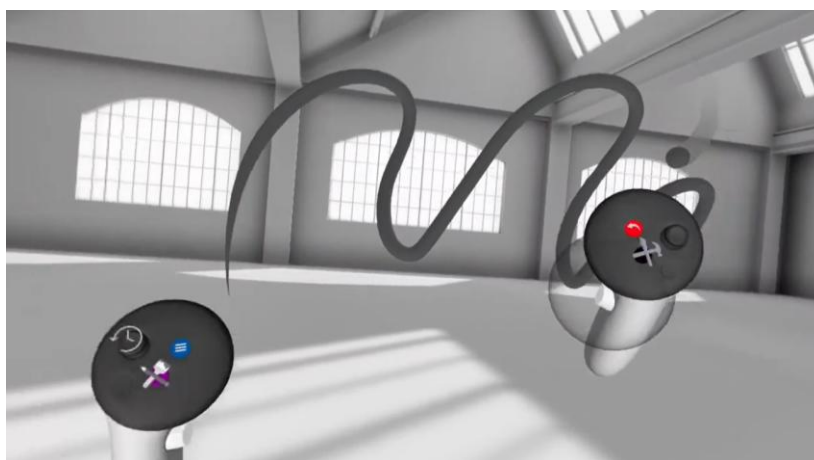
[s.d.]). Neste contexto, pode-se destacar um conjunto de 12 disciplinas ministradas nos 2 primeiros anos do curso que compõem uma base fundamental de conhecimento necessário para a qualificação dos estudantes, disciplinas essas que abordam temas como Desenho, Geometria, Plástica, Representação Digital, Metodologia do Projeto e Projeto de Produto. Foi definido então que público alvo desta investigação seriam estudantes regularmente matriculados na 2ª Série do Curso de Graduação em Design da UEM – no início do ano letivo de 2025 havia 30 acadêmicos que se encontravam nesta situação (conforme dados fornecidos pelo coordenador do curso).

Conforme discutido nos capítulos anteriores, a Problemática configura-se em um dos princípios de ensino-aprendizagem mais relevantes para o design, principalmente se este se relacionar com o aspecto cotidiano dos estudantes e considerar seu conhecimento tácito. Neste sentido, optou-se por empregar uma estratégia de aprendizagem que se configure em um Desafio de Design, devendo este estar relacionado ao cotidiano dos participantes.

Face a este desafio os participantes deverão fazer uso dos seus conhecimentos teóricos e práticos prévios individuais para chegar a uma solução para o problema apresentado, soluções estas compostas por um ou mais desenhos conceituais.

Como forma de comparação ao desempenho obtido pela tarefa de gerar soluções no ambiente RV, foi estabelecido que os participantes deverão elaborar desenhos manuais 2D e modelos 3D. O *software* empregado para o desenvolvimento de modelos 3D é o Gravity Sketch (Gravity Sketch, 2019), por apresentar todas as suas funcionalidades disponíveis de forma gratuita e trazer ferramentas que permitam uma expressão bastante intuitiva no ambiente de RV (Figura 16).

Figura 16 - Exemplo de criação de esboço 3D no software Gravity Skeeth



Fonte: Autor

Buscando a melhor estruturação possível para o experimento, definiu-se como guia a abordagem dos 3 Ps Avaliativos propostos por Orr e Shreeve (2018). Esta escolha justifica-se pela natureza complexa do ensino de design, sendo ideal que uma análise de aprendizagem não recaia apenas sobre o artefato final, mas considere também o sujeito envolvido e seu percurso criativo.

A seguir são apresentadas as ferramentas de investigação definidas em cada das esferas de avaliação:

- **Pessoa:** refere-se ao perfil do estudante, sua bagagem cognitiva e estado emocional; além da coleta de informações básicas, como idade e tempo de matrícula no curso, focou-se também em obter informações sobre resposta emocional e a medição da percepção visuoespacial dos participantes antes e depois do uso do sistema RV;
- **Processo:** tem como objetivo analisar o percurso de ideação, engajamento e interação com a ferramenta RV; para medir este aspecto, foi empregada uma ferramenta de avaliação de expectativa e experiência de uso do sistema RV;
- **Produto:** tem a intenção de avaliar a qualidade técnica e a assertividade das soluções projetuais geradas, sendo esta realizada por uma Banca de Especialistas composta por docentes com amplo conhecimento nas disciplinas já cursadas pelos estudantes no Curso de Graduação em Design da UEM.

A abordagem proposta é dividida em cinco fases distintas:

1. **Recrutamento de participantes:** abordagem inicial aos estudantes, que devem ser devidamente esclarecidos sobre os objetivos e procedimentos do estudo e convidados a participar de forma voluntária, sem vínculo com suas demais atividades acadêmicas no curso;
2. **Treinamento em RV:** corresponde à necessidade do estudante adulto sentir-se seguro e protagonista antes de enfrentar o desafio projetual proposto – a barreira tecnológica pode gerar uma certa ansiedade e insegurança, portanto o treinamento proporciona um contato inicial sem demandas específicas com o sistema de RV, permitindo que o participante desenvolva uma certa familiaridade e domínio da interface antes de executar as tarefas exigidas no estudo;
3. **Desafio de Design:** a proposta e a imersão aqui oportunizados são utilizados como estratégia de exploração criativa do processo de design por parte dos estudantes, empregando abordagens e ferramentas já familiares aos mesmos aliadas ao uso do

sistema de RV como alternativa para superar as limitações de representação do desenho 2D tradicional;

4. **Avaliação dos artefatos desenvolvidos:** tem por objetivo avaliar qualidade e assertividade dos artefatos elaborados pelos participantes, sendo realizada por uma Banca de Especialistas não familiarizada com sistemas de RV e sem acesso às fases anteriores do experimento, de forma a manter sua total imparcialidade na análise dos projetos;
5. **Análise dos dados obtidos:** configura-se na compilação, comparação e síntese interpretativa das informações obtidas com a teoria levantada, tendo por objetivo encontrar relações de causa-efeito que permitam verificar a assertividade da questão de pesquisa e hipótese levantada.

5.2. PROTOCOLO SKIAON

5.2.1. Recrutamento de participantes

O recrutamento dos participantes é uma das etapas fundamentais para a execução de qualquer estudo, cabendo a esta fase o convencimento do público do universo da pesquisa a integrar a investigação enquanto objeto de estudo.

Para tanto, uma vez definido o público realiza-se uma ampla divulgação dos objetivos, procedimentos e etapas envolvidos para que os participantes se sintam devidamente informados sobre de forma optem por contribuir com a investigação de forma voluntária. É importante que esta divulgação consista de uma abordagem pessoal do pesquisador aos indivíduos, se possível fornecendo um material explicativo.

Como forma de melhor operacionalizar o recrutamento, também foi elaborado um formulário *online* (Apêndice A) para que os interessados pudessem manifestar seu interesse e preencher informações de contato e disponibilidade (dados guardados de forma privada pelo pesquisador).

5.2.2. Treinamento em RV

O treinamento foi realizado de forma presencial com grupos compatíveis com uma acomodação confortável no espaço dedicado a este fim. Neste estudo foi definida a Sala 11 do Bloco Y03 do Campus Regional de Cianorte (CRC) da UEM - Laboratório de Criação do Departamento de Design e Moda (DDM), que permite a presença simultânea de vinte estudantes.

No treinamento foram disponibilizados cinco dispositivos HMD com sistema operacional atualizado e os *softwares* First Steps for Quest 2 (Oculus, 2020) e Gravity (Gravity Sketch, 2019) instalados: 1 Meta Quest 1, 3 Meta Quest 2 e 1 Meta Quest 3.

Em função da disponibilidade de dispositivos para uso concomitante, o treinamento se deu por meio de sessões nas quais um grupo máximo de cinco participantes fizeram uso dos HMDs.

Previamente o pesquisador compartilhou com os participantes os seguintes materiais de referência (vídeos *online*) sobre o sistema e o dispositivo de RV:

- **Apresentação do dispositivo:**
 - Introduzindo o Meta Quest 2 (Introducing Oculus Quest 2, 2020);
 - Introdução ao Meta Quest: Ajustes, Jogos & Aplicativos (Intro To Oculus Quest, 2021);
- **Vídeo tutoriais:**
 - Meta Quest 2: Ajustes de Conforto (Meta Quest 2: Comfortable Fit, 2021);
 - Meta Quest 2: Navegando em VR (Quest 2: Navigating in VR, 2021).
- **Apresentação do *software* empregado no 'Desafio de Design' - Gravity Sketch :**
 - Apresentando o Gravity Sketch (Gravity Sketch Trailer, 2022);
 - Introdução ao Gravity Sketch (Intro to Gravity Sketch, 2021);
 - Seu primeiro esboço no Gravity Sketch (Your first sketch in Gravity Sketch, 2021).

Após preparar o ambiente e os dispositivos a cada sessão, o pesquisador realizou uma breve apresentação sobre o estudo, destacando suas etapas e procedimentos. Em sequência, foram exibidas as características do dispositivo Meta Quest:

- **Elementos físicos:** alças de ajustes, botões de inicialização/controles de visualização e volume;
- **Controles remotos:** forma de uso e funções dos botões;
- **Demonstração do dispositivo pelo pesquisador:**
 - Ajustes para acomodação;
 - Acesso à interface inicial;
 - Espelhamento da tela do dispositivo no projetor/TV por meio do *software* Meta Quest Link (Meta, 2025), instalado no *notebook* do mesmo;
 - Apresentação da interface digital:
 - Menus e localização dos elementos principais de navegação;
 - Princípios de navegação geral por meio dos controles remotos;

- Interface do *software* Gravity Sketch, com a apresentação dos menus e interações possíveis por meio dos controles;
- Modelagem 3D no Gravity Sketch: uso da ferramenta de desenho livre para fazer esboços no ambiente de RV – movimentos, tipos/espessuras/ cores de traços, interações possíveis com os objetos desenhados (seleção, exclusão, redimensionamento e reposicionamento);
- Salvamento do modelo 3D no *software*;
- Saída para o menu principal e desligamento do dispositivo.

Ao final desta etapa foi indagado aos estudantes se concordavam em integrar a pesquisa – aqueles que estivessem de acordo deveriam preencher o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), fornecido pelo pesquisador (Apêndice B).

Os participantes que concordaram foram posicionados em grupos e organizados de forma a fazerem uso dos dispositivos para realizarem duas tarefas, cada qual com cerca de 10 minutos de duração:

- Familiarização com o a interface RV por meio do aplicativo First Steps for Quest 2, desempenhando tarefas criadas pelos desenvolvedores relacionadas a movimentos, localização espacial e familiarização com os controles;
- Abertura do *software* Gravity Sketch, execução de um ou mais modelos 3D por meio de esboços livres e salvamento de arquivo na pasta indicada pelo pesquisador.

É importante deixar claro que os participantes podiam indagar o pesquisador quanto ao uso do dispositivo e suas interfaces e/ou encerrar a execução das tarefas a qualquer momento. Ao final de cada sessão o pesquisador preencheu um relatório específico para registrar os acontecimentos.

O Apêndice C traz um roteiro com maiores detalhes sobre todos os procedimentos a serem adotados nesta etapa.

5.2.3. Desafio de Design

5.2.3.1. Visão geral

O Desafio de Design trata-se de um dos pontos cruciais deste estudo, concentrando a fase experimental na qual serão obtidas as principais informações que embasarão a verificação da hipótese levantada.

Para tanto, foi estruturado de forma a alinhar-se tanto à abordagem de Problematização, empregando como elemento base para a definição do protocolo de pesquisa os 3 Ps Avaliativos, quanto à questão de pesquisa. Conforme já mencionado, foi estabelecido como elemento comparativo a geração de alternativas de solução para o problema apontado na forma de esboços manuais 2D e modelos 3D elaborados no *software* Gravity Sketch, em ambiente RV.

Esta etapa ainda foi composta por uma coleta de dados autorrelatados pelos participantes com relação ao seu estado emocional, percepção visuoespacial e expectativa/experiência de uso do sistema RV. Os artefatos gerados pelos participantes foram disponibilizados para análise de uma Banca de Especialistas em um momento posterior.

Quanto aos procedimentos adotados na execução desta atividade, destacam-se dos seguintes:

1. Preenchimento, pelos participantes, de um Questionário Inicial (*online*), objetivando coletar seu estado emocional por meio da ferramenta *Self-Assessment Manikin* (SAM), sua percepção visuoespacial pela ferramenta *Mental Rotation Test* (MRT) e expectativa de uso do sistema de RV por meio do *System Usability Scale* (SUS), havendo um espaço para manifestação textual livre ao final;
2. Apresentação do Desafio de Design na forma de *slides* digitais, com sua disponibilização também impressa;
3. Elaboração, durante 30 minutos, de desenhos manuais em papel com lápis ou outro recurso gráfico tradicional à escolha dos estudantes;
4. Elaboração, também durante 30 minutos, de modelos 3D no *software* Gravity Sketch em RV;
5. Preenchimento de um Questionário Final (*online*), objetivando coletar novamente o estado emocional, a percepção visuoespacial e a experiência de uso do sistema RV, novamente com um espaço para manifestação textual livre ao fim.

O tempo de 30 minutos de uso do sistema de RV foi estipulado com base no achado na RSL , de que as intervenções costumavam se situar entre 10 e 40 minutos, alinhado à intenção de que o estudo minimizasse a possibilidade de desconforto no uso do sistema, otimizando assim a possibilidade expressão criativa dos participantes sem causar uma fricção tecnológica excessiva.

5.2.3.2. Tema do desafio e guia de desenvolvimento

De forma a evocar a experiência pessoal e o conhecimento tácito dos participantes, o tema do Desafio de Design (Apêndice D) foi o desenvolvimento de um banco público para o CRC da UEM, espaço comum no cotidiano dos estudantes (Figura 17).

Figura 17 - Mobiliário urbano atual do Campus Regional de Cianorte (CRC) da UEM



Fonte: Theodoro (2024)

Como método de desenvolvimento projetual, o desafio focou apenas nos elementos iniciais do processo de design, propondo a geração de alternativas de solução para o problema apontado ainda em caráter conceitual e explorativo inicial, conforme propõem Löbach (2001) e Baxter (2011).

O desafio forneceu diretrizes para o desenvolvimento das propostas na forma de requisitos projetuais divididos em três níveis (Löbach, 2001):

- **Requisitos práticos:**
 - **Funcionalidade:** o banco desenvolvido deve permitir uso tanto individual quanto em grupo, para sentar e/ou deitar, com conforto e ergonomia adequados para curtos períodos de permanência (intervalos das aulas e demais atividades dos estudantes);
 - **Durabilidade:** o banco deve ser resistente a um uso intenso e contínuo, assim como às intempéries (sol, chuva, umidade) do ambiente externo do campus;

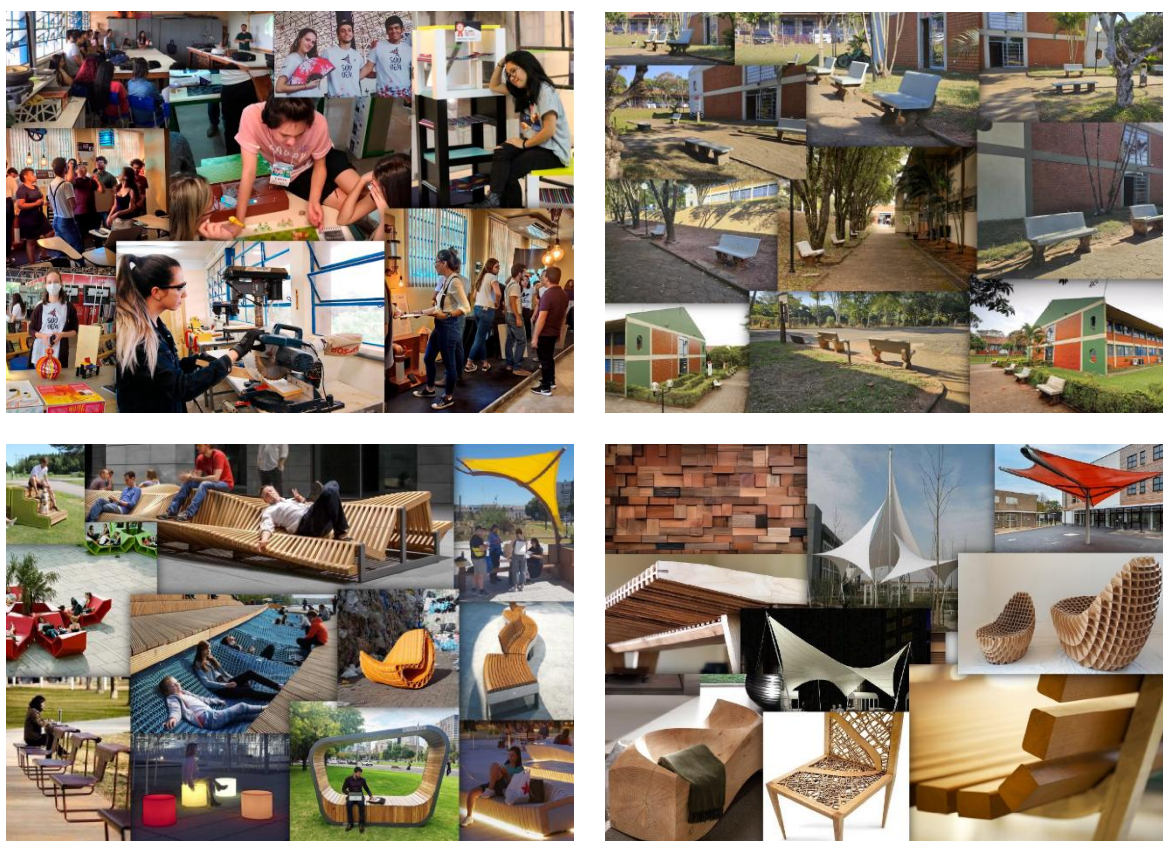
- **Segurança:** as peças que compõem o produto não devem possuir arestas cortantes, pontas ou vãos que representem risco de acidentes; o banco deve suportar, no mínimo, cerca de 120 kg; os elementos empregados devem garantir estabilidade e distribuição de cargas que previnam falhas estruturais ou quebras.
- **Requisitos estéticos:**
 - **Harmonização com o ambiente:** o banco deve integrar-se visualmente à arquitetura e ao paisagismo do campus, complementando o ambiente existente;
 - **Criatividade:** uma versatilidade de formas e/ou texturas deve ser empregada – materiais como madeira, tecidos e fibras/tecidos (naturais e/ou artificiais) e polímeros devem ser explorados, sempre alinhando os conceitos estéticos com as funcionalidades esperadas pelo banco;
 - **Inovação:** elementos estéticos e/ou funcionais inéditos no contexto de uso atual devem ser empregados, como outros tipos de mobiliário (como redes, cadeiras, estofados, etc.) e elementos funcionais ainda não explorados atualmente.
- **Requisitos simbólicos:**
 - **Identidade:** os móveis devem incorporar elementos formais, cromáticos ou texturais que remetam à identidade da instituição (UEM) e do Curso de Graduação em Design;
 - **Socialização:** o projeto deve incentivar a interação, a colaboração e a convivência entre os estudantes por meio de sua configuração funcional e espacial;
 - **Inclusividade:** o mobiliário deve ser acessível e passível de uso por pessoas com diferentes características corporais, considerando princípios do desenho universal;
 - **Sustentabilidade:** o projeto deve priorizar materiais e processos de baixo impacto ambiental e ser projetado para fácil manutenção e reparo, visando um ciclo de vida estendido.

Foram ainda elaborados quatro *moodboards* – citados como painéis semânticos por Löbach (2001) e painéis temáticos por Baxter (2011) – para servirem como guia de desenvolvimento das propostas (Figura 18):

- **Público:** trazia imagens dos estudantes do Curso de Graduação em Design da UEM em situações variadas, estimulando o participante do experimento a ativar sua memória e se relacionar com as situações e interações apresentadas;
- **Ambiente:** apresentava o objeto de estudo, os bancos públicos atualmente presentes nos diferentes ambientes coletivos do CRC da UEM;

- **Similares:** trazia referências de produtos com características que remetiam aos requisitos definidos no desafio, sempre mantendo uma conexão com elementos conceituais e físicos alinhados com as capacidades técnicas de materialização dos laboratórios e oficinas à disposição dos estudantes no campus;
- **Materiais, formas e texturas:** exibia elementos físicos que também se alinhavam aos requisitos estabelecidos neste desafio e ao cotidiano dos projetos realizados pelos estudantes nas disciplinas, laboratórios e oficinas presentes no campus.

Figura 18 - Moodboards empregados no Desafio de Design



Fonte: BD Barcelona Design (2005); Architonic ID (2008); MuseumsQuartier Wien (2010); Stoss Landscape Urbanism (2013); RS+ Robert Skitek (2014); Prvanov (2017); Riva 1920 (2019); Australian Design & Drafting (2020); The New Raw (2020); Spie batignolles vallia (2022); Galante Architecture Studio (2023); Pikbest (2023); Wood Design (2023); Theodoro (2024); Flex (2025); Lappset Group Oy (2025); ORION (2025); Out-sider (2025); Archatrak ([s.d.]); Design UEM ([s.d.]); Żuraw ([s.d.]); TENSION FABRIC AND TENSILE MEMBRANE STRUCTURES... ([s.d.])

Por fim, o experimento foi realizado com grupos de no máximo três participantes, alinhando-se à quantidade de HMDs e ao espaço disponível para o estudo, a Sala 4 Bloco Y03 do CRC da UEM - Carimba Empresa Junior de Design (laboratório reservado e preparado exclusivamente para este fim durante o experimento).

Foi também disponibilizado para os estudantes PCs com acesso à internet para que preenchessem de forma individual os questionários *online* que integravam a coleta de dados.

O tempo total estimado para cada sessão era de cerca de 130 minutos.

5.2.3.3. Procedimentos

O experimento foi composto pelos seguintes procedimentos (Apêndice E):

1. Recepção dos participantes, com a confirmação de participação e conferência da assinatura do TCLE;
2. Apresentação espaço, dispositivos a serem utilizados, objetivos e estrutura da pesquisa;
3. Preenchimento do Questionário Inicial pelos participantes;
4. Apresentação do Desafio de Design;
5. Geração de alternativas por meio de desenhos manuais (limite de 30 minutos);
6. Revisão dos fundamentos de uso do HMD e do *software* Gravity Sketch;
7. Geração de modelos 3D no ambiente RV (limite de 30 minutos);
8. Preenchimento do Questionário Final pelos participantes;
9. Preenchimento de relatório pelo pesquisador.
10. Digitalização e salvamento dos artefatos elaborados.

5.2.3.4. Fundamentação e descrição dos questionários

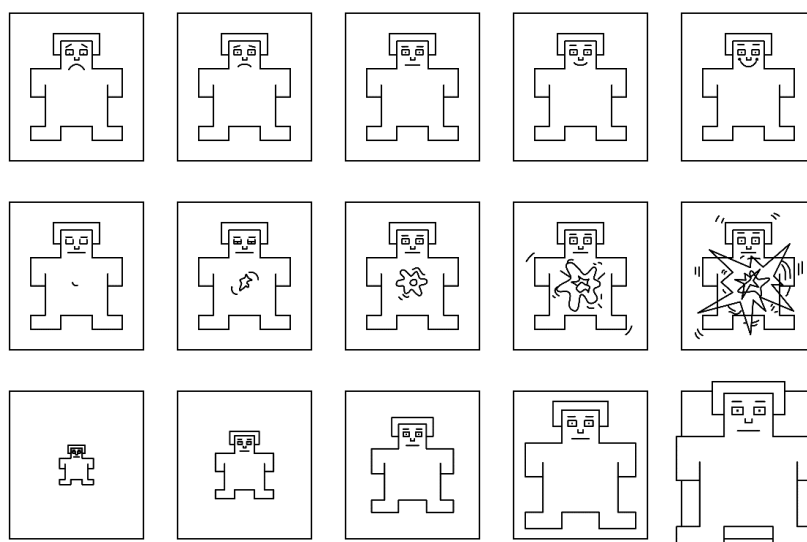
Durante o desafio foi solicitado aos participantes que preenchessem um questionário logo no início e outro ao fim do estudo, de forma a se obter informações que permitissem uma comparação entre os dois momentos. Estes questionários apresentam a seguinte estrutura:

- **Questionário Inicial (Apêndice F):**
 - Identificação do participante;
 - Avaliação Emocional;
 - Avaliação de percepção visuoespacial prévia;
 - Expectativa de uso do sistema de RV;
 - Opiniões, comentários e etc. (preenchimento opcional).
- **Questionário Final (Apêndice G):**
 - Avaliação Emocional;
 - Avaliação de percepção visuoespacial posterior;
 - Experiência de uso do sistema de RV;

- Opiniões, comentários e etc. (preenchimento opcional).

A avaliação emocional dos participantes se deu por meio da ferramenta *Self-Assessment Manikin* (SAM), um questionário pictórico não verbal que tem por objetivo medir o estado emocional dos respondentes antes ou após desempenharem uma tarefa específica (Bradley e Lang, 1994; Santos *et al.*, 2009; Arrighi *et al.*, 2016; Betella e Verschure, 2016). O instrumento é composto por três dimensões – Prazer, Alerta e Dominância – cujos termos em português do Brasil são empregados conforme Lasaitis *et al.* (2008). Cada uma destas dimensões é caracterizada por um conjunto de cinco imagens de um personagem fictício estilizado com representações visuais de suas emoções, variando entre os extremos de percepção dos respondentes, que devem selecionar a imagem com a qual mais se identificam (Figura 19).

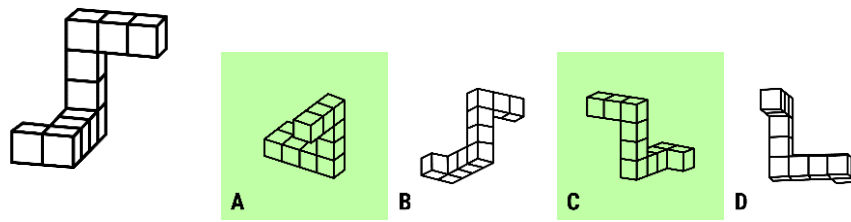
Figura 19 - Representação das dimensões de Prazer, Alerta e Dominância da ferramenta *Self-Assessment Manikin* (SAM)



Fonte: Bradley e Lang (1994); Santos *et al.* (2009); Arrighi *et al.* (2016) Betella e Verschure (2016)

Já a percepção visuoespacial foi medida pela ferramenta *Mental Rotation Test* (MRT), composta por um teste com duas sessões com doze questões cada uma nas quais é exibida uma representação 2D de um sólido 3D acompanhada de quatro opções de imagens que representariam o mesmo objeto em diferentes posições (Figura 20) – dentre as alternativas, somente duas são corretas, sendo que a questão é dada como certa apenas quando ambas as opções são assinaladas (Vandenberg e Kuse, 1978; Peters *et al.*, 1995; Sorby, 2007; Uttal *et al.*, 2013).

Figura 20 - Exemplo de questão da ferramenta *Mental Rotation Test* (MRT)



Fonte: Vandenberg e Kuse (1978); Peters *et al.* (1995); Sorby (2007); Uttal *et al.* (2013)

Neste estudo optou-se por aplicar uma sessão do MRT com doze questões no início e outra ao final do experimento, obtendo-se dados que permitiriam uma comparação entre os dois momentos.

Quanto à percepção de usabilidade do sistema de RV, foi empregada a ferramenta *System Usability Scale* (SUS) – neste método de avaliação um conjunto de dez questões são organizadas na forma de frases afirmativas para as quais os participantes devem selecionar seu nível de discordância/concordância em uma Escala Likert de cinco pontos (Albert e Tullis, 2023). Os termos em português aqui empregados são os propostos por Lourenço, Valentim e Lopes (2022), traduzidos e validados a partir dos originais em inglês (Figura 21).

Figura 21 - Exemplo de questão da ferramenta *System Usability Scale* (SUS)

1. Eu acho que gostaria de usar esse sistema frequentemente.						
<i>Discordo totalmente</i>	<i>[1]</i>	<i>[2]</i>	<i>[3]</i>	<i>[4]</i>	<i>[5]</i>	<i>Concordo totalmente</i>

Fonte: Lourenço, Valentim e Lopes (2022)

No Questionário Inicial foi realizada uma adaptação textual para coletar a expectativa de uso do dispositivo de RV, conforme apresenta o Quadro 7.

Quadro 7 - Adaptação textual da ferramenta *System Usability Scale* (SUS)

Questão	Texto original	Texto alterado para expressar expectativa
01	Eu acho que <u>gostaria</u> de usar esse sistema frequentemente	Eu acho que <u>gostarei</u> de usar esse sistema frequentemente.
02	Eu <u>achei</u> esse sistema desnecessariamente complexo.	Eu <u>acharei</u> esse sistema desnecessariamente complexo.
03	Eu <u>achei</u> esse sistema fácil de usar.	Eu <u>acharei</u> esse sistema fácil de usar.
04	Eu <u>achei</u> que precisaria de ajuda de uma pessoa técnica para ser capaz de usar esse sistema.	Eu <u>acharei</u> que precisaria de ajuda de uma pessoa técnica para ser capaz de usar esse sistema.
05	Eu <u>achei</u> que as várias funções desse sistema foram bem integradas.	Eu <u>acharei</u> que as várias funções desse sistema foram bem integradas.
06	Eu <u>acho</u> que o sistema apresenta muita inconsistência.	Eu <u>acharei</u> que o sistema apresenta muita inconsistência.
07	Eu <u>imagino</u> que a maioria das pessoas pode aprender a usar esse sistema rapidamente.	Eu <u>imaginarei</u> que a maioria das pessoas pode aprender a usar esse sistema rapidamente.
08	Eu <u>achei</u> esse sistema muito pesado para usar.	Eu <u>acharei</u> esse sistema muito pesado para usar.
09	Eu me <u>senti</u> muito seguro usando o sistema.	Eu me <u>sentirei</u> muito seguro usando o sistema.
10	Eu <u>precisei</u> aprender muitas coisas antes que pudesse utilizar esse sistema.	Eu <u>precisarei</u> aprender muitas coisas antes que pudesse utilizar esse sistema.

Fonte: Adaptado de Lourenço, Valentim e Lopes (2022).

5.2.4. Avaliação dos artefatos desenvolvidos

Os artefatos elaborados pelos participantes (desenhos manuais e modelos 3D) foram organizados de maneira a serem avaliados de forma não identificável pela Banca de Especialistas (Apêndice H).

Nesta pesquisa a mesma foi composta por três docentes do Curso de Graduação em Design da UEM, cada qual com domínio em uma área de ensino específica e relacionada aos requisitos projetuais empregados no Desafio de Design:

- **Especialista 1:** titulação de doutor, com formação na área de Design de Produto e experiência em desenhos manuais e em projeto de mobiliário; à época da execução da pesquisa ministrava as disciplinas de Projeto I, Materiais e Processos de Fabricação I e II e Design de Mobiliário;
- **Especialista 2:** titulação de mestre com doutorado em andamento, com formação na área de Arquitetura e Urbanismo e experiência em exploração tridimensional física e digital; à época da execução da pesquisa ministrava as disciplinas de Plástica I e II, Geometria Aplicada ao Design I, Representação Digital I e Design e Sustentabilidade;
- **Especialista 3:** titulação de mestre, com formação na área de Arquitetura e Urbanismo e experiência em representação digital 3D; à época da execução da pesquisa ministrava as

disciplinas de Metodologia de Projeto II, Representação Digital I, II, III e IV e Gestão do Design.

Esta avaliação foi realizada em dois momentos:

1. **Avaliação dos artefatos desenvolvidos:** deu-se de forma individual e remota, fazendo uso de um formulário *online* elaborado pelo pesquisador para cada tipo de artefato (desenhos manuais e modelos 3D), trazendo como critérios de avaliação os requisitos projetuais estabelecidos no Desafio de Design, organizados de forma que as notas atribuídas o foram dadas por meio de uma Escala Likert de cinco pontos (Figura 22);

Figura 22 - Exemplo de critério de avaliação pela Banca de Especialistas

1. REQUISITOS PRÁTICOS

1.1. Funcionalidade: o mobiliário desenvolvido deve permitir o uso individual ou em grupo, para sentar e/ou deitar, com conforto e ergonomia adequados para curtos períodos de permanência.

Descumpre totalmente [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpre totalmente*

Fonte: Autor

2. **Discussão em grupo quanto aos resultados analisados:** mediada pelo pesquisador, empregou uma estrutura de doze perguntas organizadas conforme os 3 Ps Avaliativos:

▪ **Pessoa:**

1. Ao comparar os desenhos tradicionais e os modelos 3D, vocês notam uma evolução na expressão criativa dos estudantes?
2. O que os trabalhos revelam sobre as afinidades ou dificuldades dos estudantes com relação à técnica de desenhos tradicionais e a modelagem 3D?
3. Os projetos analisados demonstram que os estudantes se engajaram ou superaram desafios ao usar a Realidade Virtual (RV)?
4. Conforme sua percepção, a experiência com RV parece ter impactado a capacidade dos estudantes de desenvolver e expressar suas ideias?

▪ **Processo:**

5. A transição dos desenhos tradicionais para os modelos 3D trouxe uma simples tradução ou uma reinterpretação do projeto?

6. Comparando os dois artefatos (desenhos tradicionais e modelos 3D), vocês conseguem indicar em qual abordagem o processo de geração de ideias parece ter fluído melhor?
7. Vocês pensam que uso da RV facilitou ou complicou a exploração de alternativas de projeto em relação aos métodos tradicionais?
8. Vocês conseguem perceber indícios de que o uso da RV potencializou a construção do conhecimento projetual dos estudantes?

▪ **Produto:**

9. Qual abordagem (desenhos tradicionais ou modelos 3D) comunicou a solução de design de forma mais clara, considerando os requisitos do projeto?
10. Como vocês avaliam a qualidade técnica e a assertividade dos produtos finais em cada abordagem (desenhos tradicionais e modelos 3D)?
11. Os modelos 3D apresentaram qualidades ou vantagens que seriam difíceis de comunicar apenas com os desenhos tradicionais?
12. Quais são os principais pontos fortes e fragilidades dos produtos finais em cada uma das duas abordagens analisadas (desenhos tradicionais e modelos 3D)?

A discussão coletiva sobre os artefatos desenvolvidos propiciou coletar informações verbais e mais subjetivas dos especialistas, permitindo estabelecer um diálogo que trouxe questões relevantes para a pesquisa ao mesmo tempo em que permitiu a expressão de aspectos mais afetivos e críticos (Silva, Elali e Karrow, 2023).

Não sendo possível uma reunião presencial, foi realizada uma reunião não presencial síncrona com os integrantes da Banca de Especialistas, na qual houve a gravação da discussão, com a transcrição das informações obtidas.

5.2.5. Análise dos dados obtidos

As informações coletadas no decorrer das etapas experimentais foram organizadas metodologicamente de forma a sintetizar os dados empíricos, no sentido de viabilizar uma análise comparativa que levasse a reflexões críticas sobre os achados científicos.

A abordagem adotada para o tratamento dos dados buscou superar uma simples descrição, estruturando uma visão analítica que permitisse evidenciar interações entre as esferas cognitivas, afetivas e projetuais dos participantes.

No que tange à dimensão quantitativa da pesquisa, os dados numéricos extraídos dos questionários SAM, SUS, MRT e dos formulários de avaliação dos artefatos foram compilados estruturalmente na forma de tabelas descritivas. Esse mapeamento serviu de base para o desenvolvimento subsequente de gráficos e diagramas que tinham por objetivo traduzir visualmente variações, tendências e padrões observados. Essa representação gráfica proporcionou uma compreensão holística das condições iniciais e finais dos participantes, permitindo a identificação de pontos de transformação provocados pela intervenção tecnológica.

Ainda a respeito desse mapeamento, os pontos de destaque foram selecionados para serem discutidos com maior profundidade analítica. Nesse momento, informações textuais qualitativas provenientes dos comentários dos participantes e das transcrições da discussão em grupo com a Banca de Especialistas foram relacionadas para servissem de base para uma discussão e conclusão mais profundos sobre os achados, permitindo traçar correlações diretas e de causa-efeito com os dados quantitativos.

Por fim, a totalidade dos achados empíricos foi confrontada de forma integrada com o panorama conceitual delineado na revisão de literatura, sendo que as convergências e divergências identificadas permitiram não apenas verificar a validade da eficácia do Protocolo SKIAon como instrumento, mas também consolidar a fundamentação científica dos desfechos da pesquisa, posicionando as evidências colhidas em campo como contribuições diretas e originais para o avanço do ensino superior de design.

5.2.6. Aprovação pelo Comitê de Ética

Este protocolo foi encaminhado ao Comitê Permanente de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da UEM (COPEP/UEM), por se tratar do conselho mais próximo aos indivíduos objeto do estudo, e para o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UEL (CEP/UEL), instituição com a qual o pesquisador possui vínculo enquanto doutorando, no dia 11 de agosto de 2025.

Sob o número de registro CAAE 91135025.3.0000.0104, o projeto foi aprovado em 27 de Agosto de 2025 pelo COPEP/UEM e em 22 de Setembro de 2025 pelo CEP/UEL, estando apto a ser executado a partir de então.

6. RESULTADOS

6.1. RELATÓRIO DE EXECUÇÃO

Este tópico traz o registro da aplicação do Protocolo SKIAon realizada nesta pesquisa, com a descrição de datas, sessões, tempos de duração e demais informações relevantes. Os resultados obtidos são apresentados no tópico seguinte, 6.2 DADOS OBTIDOS.

6.1.1. Recrutamento de participantes

A partir de 4 de setembro de 2025 foi feita a divulgação da pesquisa em aulas frequentadas pelos estudantes da 2ª Série do Curso de Graduação em Design da UEM. Esta divulgação consistia da apresentação dos objetivos do estudo, os requisitos e envolvimento requerido por parte dos participantes, além de uma previsão de cronograma de execução das fases da investigação.

Foi também realizado o envio de um material explicativo (Figura 23) para o email institucional dos estudantes, trazendo detalhes sobre a pesquisa e o *link* do formulário *online* para que os interessados preenchessem com suas informações de contato e disponibilidade.

Figura 23 - Imagem de divulgação do recrutamento

SKIAon
VR + DESIGN

CONVITE PARA PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA* SOBRE DESIGN E REALIDADE VIRTUAL!

- Treinamento no dispositivo de Realidade Virtual Meta Quest 2 e no software Gravity Sketch;
- Desenvolvimento de desenhos manuais e modelos 3D com base em um 'Desafio de Design';
- Respostas a questionários online individuais sobre seus sentimentos, percepção visuoespacial e expectativa/experiência de uso da Realidade Virtual.
- As atividades serão presenciais no Campus Regional da Cianorte, em dias e horários definidos de acordo com sua disponibilidade (podendo acontecer fora do período curricular, se houver necessidade).
- Não há vínculo com as disciplinas do Curso de Design, e os participantes receberão AAC ou UCE** ao participar de todas as etapas da pesquisa.

Sua participação é extremamente importante, com ela você vai não só contribuir com o desenvolvimento da ciência relacionada ao design mas também terá acesso a uma ferramenta tecnológica bastante inovadora e exclusiva. Participe!

*Pesquisa aprovada pelo COPEP/UEM (CAAE 91135025.3.0000.0104), cumprindo as exigências contidas nas Resoluções CNS nº 466/2012 MS e CNS nº 510/2016.
**A atribuição de UCE é condicionada a vínculo no projeto de extensão 'Design para Todos'.

Pesquisador: Fabiano Burgo | Orientador: Prof. Dr. Cesar Imai
Programa Associado UEM/UEL de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

**REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE DESIGN DE PRODUTO:
A IMERSÃO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM**

Estudo do impacto do emprego de ferramentas imersivas de realidade virtual na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto no ensino superior

SKIAon

Fonte: Autor

Até 25 de setembro de 2025 foram obtidas manifestações de 12 interessados em participar do estudo. É importante ressaltar que até este momento a turma já havia sido acometida por uma certa evasão, estando com cerca de 16 estudantes ainda frequentando as aulas regularmente.

O pesquisador, contando com o consentimento dos participantes, criou um grupo na rede WhatsApp para melhor gerir a comunicação com os mesmos. Considerando a disponibilidade citada pelos estudantes e conversas no grupo de WhatsApp, o treinamento foi então agendado para ser realizado no dia 26 de setembro de 2025, contando com todos participantes inscritos divididos em sessões com cerca de 4 integrantes cada uma.

6.1.2. Treinamento em RV

Inicialmente foram definidas 4 sessões, com um tempo previsto de 70 minutos cada. Estas sessões aconteceriam na Sala 11 do Bloco Y03 do CRC da UEM - Laboratório de Criação do DDM, nos seguintes horários: 14:00h, 16:00h, 18:00h e 20:00h. Devido à mudança na disponibilidade de alguns participantes, a sessão das 18:00h foi cancelada e os inscritos na mesma foram realocados nas sessões das 16:00h e das 20:00h.

De início, foi previsto disponibilizar 5 HMDs para os participantes. No entanto, na preparação dos dispositivos o pesquisador constatou que ao atualizar o sistema operacional do Meta Quest 1 o mesmo passou a apresentar uma limitação no uso do *software* Gravity Sketch, sendo então excluído do experimento, que passou a contar com 4 HMDs.

Outra atualização necessária nos procedimentos se deu com relação ao espelhamento da tela dos dispositivos no endereço *web* previamente utilizado nos testes – <http://oculus.com/casting> (Meta, [s.d.]) – que passou a não estar mais disponível na região do Brasil. Este espelhamento foi então realizado por meio da conexão direta do HMD no *notebook* do pesquisador.

É importante ressaltar que a demonstração em tempo real representava um ponto importante no treinamento e, embora tenha funcionado conforme necessário, a conexão estabelecida se mostrou bastante instável e indisponível em vários Meta Quest 2, optando-se por fazê-la por meio do Meta Quest 3.

Ao início de cada sessão foi realizada uma apresentação sobre pesquisa e exibidos os demais materiais expositivos relacionados ao HMD e os *softwares* a serem utilizados, previamente compartilhados com os estudantes.

Logo em seguida o pesquisador realizou a demonstração em tempo real das atividades que compunham o treinamento, transmitidas por meio da conexão do *notebook* no projetor. Na sequência pediu-se que os estudantes que concordassem em participar assinassem o TCLE. Houve unanimidade de concordância, sendo que todos os participantes recrutados realizaram o treinamento conforme planejado.

As sessões foram realizadas com um número máximo de 4 participantes utilizando os HMDs simultaneamente (Figura 24). Destaca-se que, no sentido de evitar ao máximo um possível desconforto perceptivo no uso do sistema de RV, optou-se por dispor os participantes sentados, mitigando a possibilidade de apresentarem *motion sickness* (enjoo de movimento, tradução nossa) caso o fizessem em pé e com liberdade de movimentação.

Figura 24 - Sessão de treinamento



Fonte: Autor

Os estudantes não apresentaram problemas como náuseas ou outro tipo de desconforto, sendo que alguns necessitaram de auxílio para vestir corretamente o HMD e entender melhor seus comandos físicos e interfaces, mas não houve problemas maiores no desempenho ao executar as atividades planejadas. É importante ressaltar que o tempo previsto para as tarefas em RV foi contabilizado apenas após todos os participantes já estarem preparados para desenvolvê-las.

6.1.3. Desafio de Design

O pesquisador estabeleceu como meta realizar as sessões do experimento dentro de um prazo de 7 a 15 dias contados a partir do treinamento, de forma que não houvesse uma fadiga excessiva nos participantes e que as tarefas planejadas não fossem realizadas em um tempo muito distante, podendo haver um impactando negativo quanto à memorização das interfaces e comandos.

Em discussão com os participantes por meio do grupo de WhatsApp, foi possível agendar e realizar 5 sessões:

- 3 de outubro de 2025, com 2 sessões;
- 7 de outubro de 2025, com 1 sessão;
- 9 de outubro de 2025, com 2 sessões.

As sessões aconteceram na Sala 4 Bloco Y03 do CRC da UEM - Carimba Empresa Junior de Design (Figura 25), na qual foram disponibilizados 4 HMDs para os participantes: 3 Meta Quest 2 e 1 Meta Quest 3 (Figura 26), sendo que este último acabou não sendo utilizado e foi mantido apenas como um elemento de segurança caso um dos outros dispositivos falhasse.

Figura 25 - Laboratório preparado para as sessões do experimento



Fonte: Autor

Figura 26 - HMDs disponibilizados para o experimento



Fonte: Autor

Com relação às dinâmicas empregadas, a maior adaptação necessária foi a substituição da demonstração em tempo real do uso do HMD pelo pesquisador. Por conta dos problemas de conexão encontrados no treinamento, optou-se por gravar um vídeo denominado SKIAon - Resumo de uso da RV (Burgo, 2025) com a mesma, sendo este apresentado logo antes do uso dos dispositivos pelos participantes.

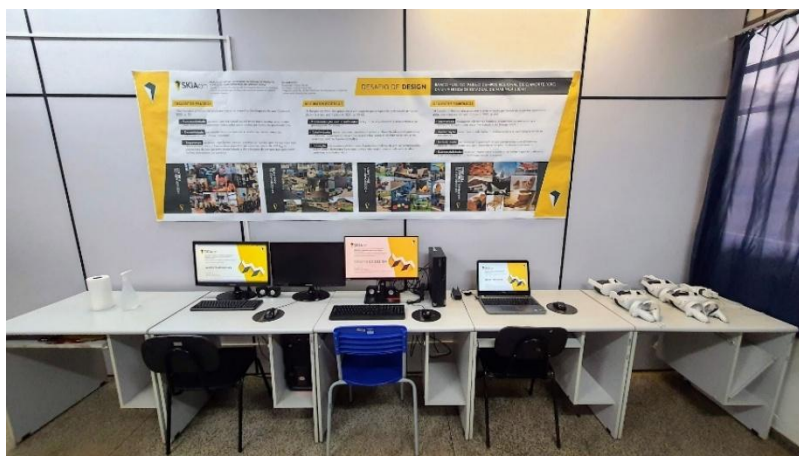
Além da exibição do Desafio de Design por meio de apresentação de *slides*, o mesmo foi também disponibilizado impresso em formato A4 (Figura 27) e na forma de *banner* horizontal com dimensões de 3m x 1m (Figura 28), fixado em uma das paredes do recinto.

Figura 27 - Desafio de Design disponibilizado junto aos materiais de desenho manual



Fonte: Autor

Figura 28 - Banner com o Desafio de Design fixado à parede do laboratório



Fonte: Autor

O Quadro 8 apresenta detalhes relativos a cada sessão.

Quadro 8 - Resumo das sessões do experimento

Sessão / Data	Início / Número de participantes	Tempo de preenchimento dos Questionários Inicial e Final	Desenhos Manuais gerados	Modelos 3D gerados	Tempo total
Sessão 1 3/10/2025 (Figura 29)	14:30h / 3 participantes	~ 14 minutos (ambos)	19	11	~ 2 horas
Sessão 2 3/10/2025 (Figura 29)	17:08h / 2 participantes	~ 27 e 33 minutos (respectivamente) <i>Observações: o MRT e os comentários tomaram a maior parte do tempo.</i>	7	3	~ 2 horas
Sessão 3 7/10/2025 (Figura 30)	15:00h / 2 participantes	~ 15 minutos (ambos)	4	11	~ 2 horas
Sessão 4 9/10/2025 (Figura 31)	12:05h / 3 participantes	~ 15 minutos (ambos)	5 <i>Observações: um participante estava com problema no punho direito, que afetou os desenhos manuais, mas não a atividade na RV.</i>	3	~ 2 horas
Sessão 5 9/10/2025 (Figura 31)	13:53h / 2 participantes	~ 7 minutos (ambos)	7	4	~ 2 horas

Fonte: Autor

Figura 29 - Sessões 1 e 2 do Desafio de Design



Fonte: Autor

Figura 30 - Sessão 3 do Desafio de Design



Fonte: Autor

Figura 31 - Sessões 4 e 5 do Desafio de Design



Fonte: Autor

Finalizando, foi gerado um total de 41 desenhos manuais, com um número máximo de 8 por participante, e 23 modelos 3D, com um número máximo de 7 por participante (Quadro 9 e Apêndice I). De forma a simplificar a identificação dos participantes, os mesmos foram nomeados como P01 a P12.

Quadro 9 - Relação de Desenhos Manuais e Modelos 3D gerados

<i>Participante</i>	<i>Desenhos Manuais</i>	<i>Tempo da Tarefa</i>	<i>Modelos 3D</i>	<i>Tempo da Tarefa</i>
P01	1	30 minutos	1	19 minutos
P02	8	16 minutos	7	15 minutos
P03	3	30 minutos	1	30 minutos
P04	6	30 minutos	3	25 minutos
P05	4	30 minutos	2	30 minutos
P06	4	30 minutos	1	30 minutos
P07	2	22 minutos	1	27 minutos
P08	2	30 minutos	1	17 minutos
P09	7	30 minutos	3	30 minutos
P10	2	30 minutos	1	26 minutos
P11	1	30 minutos	1	30 minutos
P12	2	26 minutos	1	30 minutos
Total / Tempo Médio	42	~28 minutos	23	~26 minutos

Fonte: Autor

6.1.4. Avaliação dos artefatos desenvolvidos

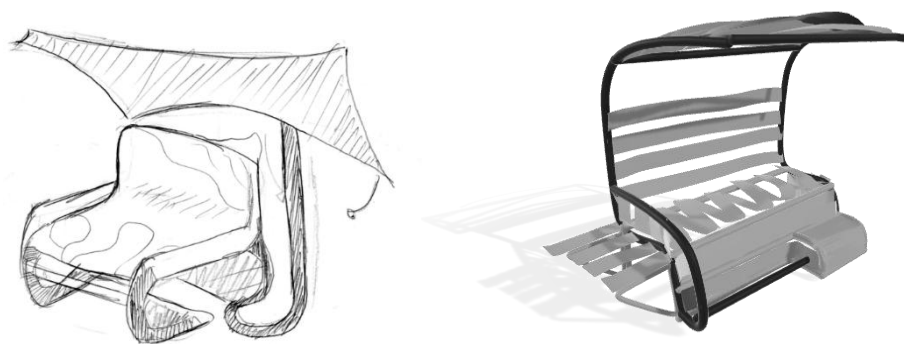
Após realizadas as sessões do Desafio de Design, os materiais gerados foram organizados e preparados de forma a não identificarem seus autores.

Contatou-se a banca de especialistas e foram agendadas duas reuniões *online*, de acordo com sua disponibilidade, para a apresentação da pesquisa e da atividade de avaliação, com duração prevista de 30 minutos. Estas reuniões aconteceram nos dias 24 e 29 de outubro de 2025, sendo exibidos os objetivos e procedimentos da pesquisa, além do Desafio de Design.

Ressalta-se que nenhum dos membros da banca familiarizava-se com as ferramentas e interfaces RV, e não lhes foram fornecidas maiores informações sobre a tecnologia para que pudessem realizar suas avaliações da forma mais isenta possível.

Foram disponibilizados os arquivos com as imagens dos desenhos manuais (em formato PNG) e modelos 3D (em formato GLB) sem identificação dos participantes para análise (Figura 32), com a sugestão de uso do aplicativo Visualizador 3D do Windows (Microsoft, 2025).

Figura 32 - Exemplos de desenho manual e modelo 3D disponibilizados para a Banca de Especialistas



Fonte: Autor

Após a avaliação, realizada individualmente pelos especialistas, foi agendada uma sessão de discussão em grupo por meio de uma reunião *online* no dia 12 de dezembro de 2025, com duração de aproximadamente 1h. Na mesma foi utilizado como elemento de apoio a exibição do roteiro de questionamentos na forma de uma apresentação de *slides*.

A discussão foi então gravada e seu conteúdo transcrito em documento que integra esta tese (Apêndice J).

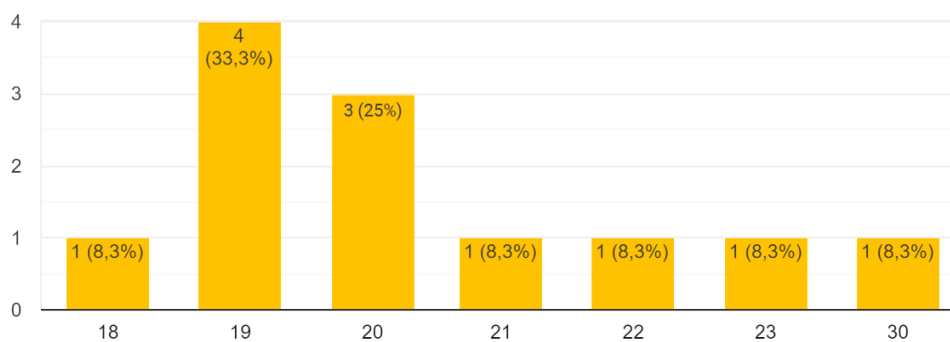
6.2. DADOS OBTIDOS

6.2.1. Identificação

O primeiro campo do Questionário Inicial era composto por informações relacionadas à identificação dos participantes, permitindo assim traçar um perfil dos mesmos.

Quanto à idade, o Gráfico 1 mostra que 33% apresentava 19 anos, sendo que 25% possuía 20 anos e os demais se situaram em um espectro que variava de 18 a 23 anos, com um participante declarando ter 30 anos de idade.

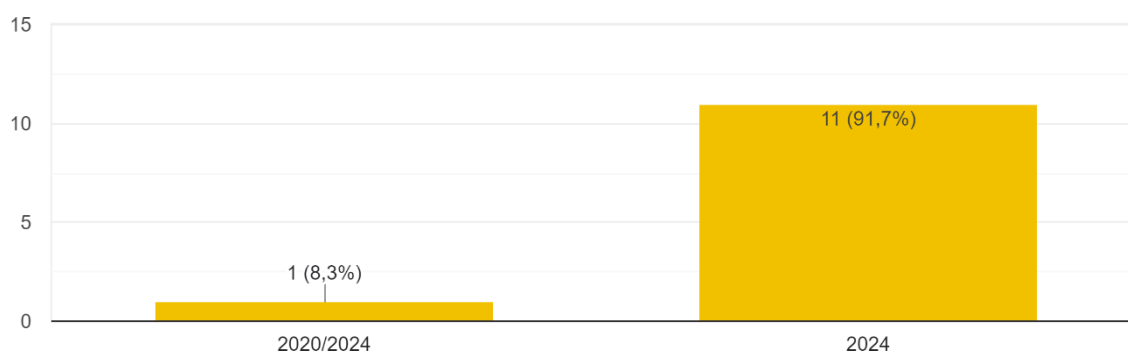
Gráfico 1 - Faixa etária dos participantes



Fonte: Autor

Esta discrepância nas idades pode ser explicada pelo Gráfico 2, que traz a informação de que o mesmo estudante se matriculou no Curso de Graduação da UEM inicialmente em 2020, mas trancou sua matrícula no período da pandemia de COVID-19, retornando em 2024.

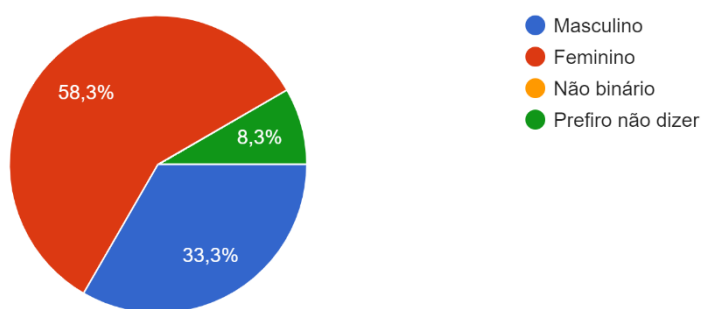
Gráfico 2 - Ano de matrícula dos participantes



Fonte: Autor

Quanto ao gênero dos participantes (Gráfico 3), mais da metade (58,3%) relatou se identificar com o feminino, enquanto 33,3% o fazia com o masculino. Um dos estudantes preferiu não se manifestar quanto a este aspecto.

Gráfico 3 - Identidade de gênero dos participantes



Fonte: Autor

As informações obtidas mostram um perfil bastante coeso dos participantes, com caracterização compatível com dados recentes referentes ao Censo da Educação Superior 2024 (INEP, 2025).

6.2.2. Avaliação emocional

O teste SAM trouxe resultados bastante relevantes, principalmente quanto à evidência de uma alteração na condição emocional dos participantes após a execução do Desafio de Design.

O Quadro 10 sintetiza as respostas obtidas nos momentos inicial e final do experimento, trazendo uma média que permite traçar um perfil geral em cada escala analisada.

Quadro 10 - Respostas obtidas no Self-Assessment Manikin (SAM) – Inicial / Final

Participante	Escala de Prazer	Escala de Alerta	Escala de Dominância
P01	3 / 4	3 / 2	2 / 3
P02	4 / 4	3 / 2	3 / 3
P03	4 / 4	5 / 1	3 / 2
P04	3 / 4	3 / 2	2 / 2
P05	3 / 4	3 / 2	2 / 2
P06	3 / 4	3 / 2	3 / 1
P07	2 / 3	3 / 2	4 / 3
P08	5 / 5	2 / 3	3 / 2
P09	4 / 5	2 / 3	4 / 4
P10	2 / 3	4 / 3	3 / 3
P11	4 / 5	1 / 1	3 / 4
P12	5 / 4	3 / 4	2 / 1
Média*	3,5 / ~4,1	~2,9 / ~2,2	~2,8 / 2,5

* Considera uma pontuação de 1 a 5 atribuída à escala de respostas.

Fonte: Autor

Quanto à Escala de Prazer, no início do experimento houve um valor médio bastante alto, quando os participantes ainda não haviam tido contato com o Desafio de Design – cerca de 3,5 (em um

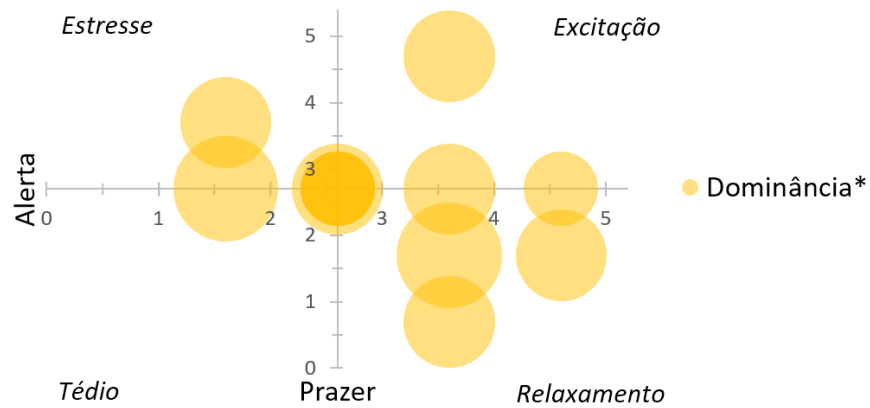
valor máximo de 5). Esse número pode representar que apesar de uma ansiedade natural, os participantes se encontravam positivamente ansiosos e até certo ponto calmos para realizarem as atividades. Essa percepção foi ampliada no resultado final obtido – cerca de 4,1 – evidenciando que após as atividades os estudantes não só mantiveram a condição de prazer inicial, mas a ampliaram.

Na Escala de Alerta, a média inicial – cerca de 2,9 – refletiu um valor um pouco acima do neutro (2,5 em uma escala máxima de 5,0). Este número, porém, caiu para cerca de 2,2 após as atividades, demonstrando que um possível aumento na excitação evidenciada na Escala de Prazer não necessariamente se refletiu nesta escala. Alguns participantes relataram, após o uso do sistema RV, um certo relaxamento e até uma desconexão com o mundo real, sendo este um possível indício de explicação para o resultado obtido.

A Escala de Dominância, assim como a Escala de Alerta, apresentou um valor final mais baixo que o inicial – cerca de 2,8 para 2,5 – com a média parecendo se estabilizar mais próxima a um valor neutro. Esses números podem refletir uma percepção de dificuldade maior do que a esperada no início do desafio, trazendo uma certa insegurança nos participantes.

Com base nas representações gráficas de dois eixos compostos pelas Escalas de Prazer e Alerta denominada “Espaço Afetivo” (Bradley *et al.*, 2001, p. 276, tradução nossa), que dispõe os dados obtidos pela ferramenta SAM, foram elaborados o Gráfico 4 e o Gráfico 5. Essas representações foram acrescidas da Escala de Dominância na forma de uma bolha gráfica para cada participante.

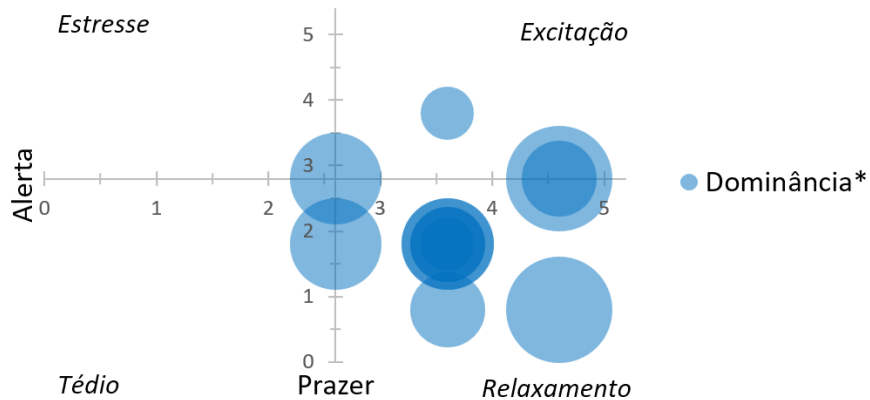
Gráfico 4 - Espaço Afetivo Inicial dos participantes



*O tamanho da bolha representa a Dominância.

Fonte: Autor

Gráfico 5 - Espaço Afetivo Final dos participantes



*O tamanho da bolha representa a Dominância.

Fonte: Autor

Comparando os dois gráficos, é possível perceber uma mudança significativa dos resultados no sentido de se distanciarem de “Estresse” e “Tédio” para se aproximarem de “Excitação” e “Relaxamento”, especialmente no quadrante mais próximo deste último termo.

Isso deixa mais evidente que as atividades desempenhadas tiveram um impacto positivo no estado emocional dos participantes – mesmo após desempenharem tarefas que demandaram um empenho criativo e físico, a sensação resultante parece ser de que o experimento foi proveitoso.

6.2.3. Percepção visuoespacial

O Quadro 11 apresenta os dados obtidos na execução das duas etapas do MRT (início e fim do experimento). Para facilitar a percepção de sucesso dos participantes, foi acrescentada uma informação que representa um índice de acertos, assim como uma coluna com variações entre as duas fases.

Quadro 11 - Número de acertos obtidos no *Mental Rotation Test* (MRT) – Inicial / Final

Participante	Inicial Acertos / %	Final Acertos / %	Variação Acertos / %
P01	10 / 83%	9 / 75%	-1 / -8%
P02	4 / 33%	5 / 42%	1 / 8%
P03	12 / 100%	12 / 100%	0 / 0%
P04	3 / 25%	3 / 25%	0 / 0%
P05	8 / 67%	10 / 83%	2 / 17%
P06	11 / 92%	12 / 100%	1 / 8%
P07	8 / 67%	9 / 75%	1 / 8%
P08	7 / 58%	6 / 50%	-1 / -8%
P09	5 / 42%	9 / 75%	4 / 33%
P10	11 / 92%	12 / 100%	1 / 8%
P11	3 / 25%	3 / 25%	0 / 0%
P12	3 / 25%	4 / 33%	1 / 8%
Média	~7,0 / ~59%	~7,8 / ~65%	0,75 / ~6%

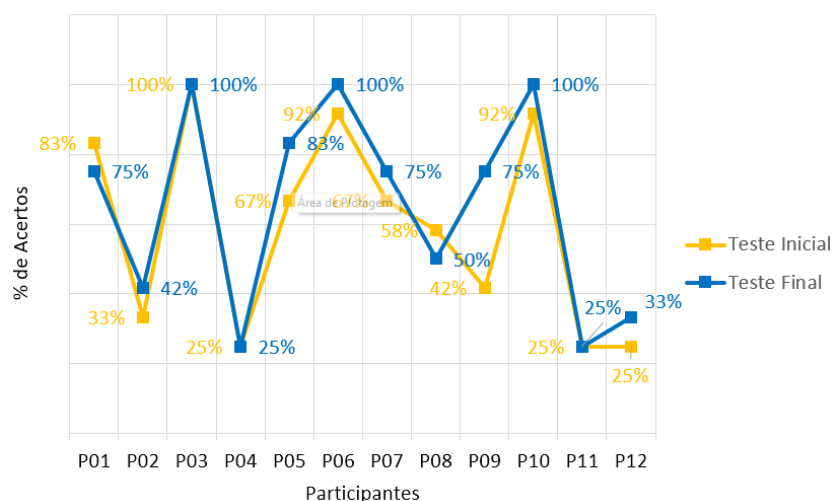
Fonte: Autor

Na etapa inicial é possível verificar um índice médio de acerto relativamente baixo (aproximadamente 59%). No entanto, ao analisar os resultados individuais percebe-se que houve uma variação bastante grande no desempenho dos participantes, com 4 deles obtendo mais de 80% e 3 com apenas 25% de acertos. Esse aspecto demonstra uma disparidade considerável na percepção visuoespacial dos estudantes.

Quanto analisada a etapa final, houve uma sutil melhora na média geral (cerca de 6%), podendo ser atribuída a um aumento da familiaridade com o teste ou mesmo a um impacto positivo da atividade RV.

O Gráfico 6 evidencia esta alteração nos resultados obtidos – mesmo que destaque uma melhora bastante significativa do P09 (de 42% a 75% de acerto), traz ainda alguns resultados piores alcançados por P01 e P08 (de 83% a 75%; de 58% a 50% de acerto, respectivamente).

Gráfico 6 - Percentil de acertos no *Mental Rotation Test* (MRT) – Inicial / Final



Fonte: Autor

6.2.4. Expectativa e experiência de uso do sistema de RV

O Quadro 12 sintetiza os resultados obtidos na ferramenta SUS aplicada no início do experimento. Reitera-se que os termos originais empregados por Lourenço, Valentim e Lopes (2022) foram adaptados para que refletissem uma percepção de expectativa de uso do sistema RV nesta etapa.

Considerando que os respondentes forneciam dados fazendo uso de uma Escala Likert de 5 pontos, foi adicionada uma coluna com a média obtida em cada questão individual, sendo que o valor mínimo a ser obtido representa 0,0 e o valor máximo de 5,0, sendo um resultado com o valor de 2,5 tipo como intermediário.

Quadro 12 - Respostas obtidas no System Usability Scale (SUS) – Inicial

Questão	Discordo Totalmente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Totalmente	Média*
1. Eu acho que gostarei de usar esse sistema frequentemente.	0	1	4	3	4	3,8
2. Eu achei esse sistema desnecessariamente complexo.	1	7	3	1	0	2,3
3. Eu achei esse sistema fácil de usar.	1	3	4	4	0	2,9
4. Eu achei que precisaria de ajuda de uma pessoa técnica para ser capaz de usar esse sistema.	2	3	3	4	0	2,8
5. Eu achei que as várias funções desse sistema foram bem integradas.	0	0	8	3	1	3,4
6. Eu achei que o sistema apresenta muita inconsistência.	1	7	4	0	0	2,3
7. Eu imaginarei que a maioria das pessoas pode aprender a usar esse sistema rapidamente.	4	2	4	2	0	2,3
8. Eu achei esse sistema muito pesado para usar.	2	5	5	0	0	2,3
9. Eu me sentirei muito seguro usando o sistema.	1	1	4	3	3	3,5
10. Eu precisarei aprender muitas coisas antes que pudesse utilizar esse sistema.	1	3	3	3	2	3,2

** Considera uma pontuação de 1 a 5 atribuída à escala de respostas.*

Fonte: Autor

Os dados demonstram um certo otimismo quanto ao uso do sistema, com as afirmações “Eu acho que gostarei de usar esse sistema frequentemente”, “Eu achei que as várias funções desse sistema foram bem integradas” e “Eu me sentirei muito seguro usando o sistema” obtendo médias acima de 3,0 (respectivamente 3,8, 3,4 e 3,5). A questão “Eu precisarei aprender muitas coisas antes que pudesse utilizar esse sistema”, no entanto, traz um valor também alto (3,2).

As afirmações “Eu achei esse sistema desnecessariamente complexo”, “Eu achei que o sistema apresenta muita inconsistência”, “Eu achei esse sistema muito pesado para usar” e “Eu imaginarei que a maioria das pessoas pode aprender a usar esse sistema rapidamente” obtiveram a média mais baixa (2,3), demonstrando uma expectativa positiva sobre o uso do sistema.

Na sequência, o Quadro 13 apresenta os resultados obtidos na etapa final de aplicação do SUS, realizada após o uso do sistema RV.

Quadro 13 - Respostas obtidas no System Usability Scale (SUS) – Final

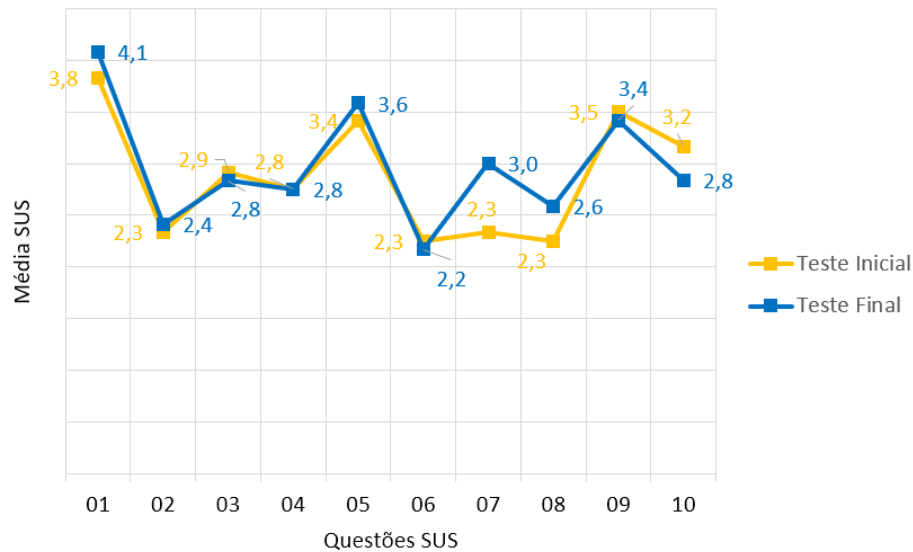
Questão	Discordo Totalmente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Totalmente	Média*
1. Eu acho que gostaria de usar esse sistema frequentemente.	0	0	3	5	4	4,1
2. Eu achei esse sistema desnecessariamente complexo.	0	7	5	0	0	2,4
3. Eu achei esse sistema fácil de usar.	0	5	4	3	0	2,8
4. Eu achei que precisaria de ajuda de uma pessoa técnica para ser capaz de usar esse sistema.	2	3	3	3	1	2,8
5. Eu achei que as várias funções desse sistema foram bem integradas.	0	1	5	4	2	3,6
6. Eu achei que o sistema apresenta muita inconsistência.	4	4	2	2	0	2,2
7. Eu imagino que a maioria das pessoas pode aprender a usar esse sistema rapidamente.	1	3	4	3	0	3,0
8. Eu achei esse sistema muito pesado para usar.	0	0	0	3	1	2,6
9. Eu me senti muito seguro usando o sistema.	0	2	6	1	3	3,4
10. Eu precisei aprender muitas coisas antes que pudesse utilizar esse sistema.	2	4	1	4	1	2,8

** Considera uma pontuação de 1 a 5 atribuída à escala de respostas.*

Fonte: Autor

No Gráfico 7 é possível visualizar a comparação das diferenças obtidas nos dois levantamentos.

Gráfico 7 - Médias obtidas no System Usability Scale (SUS) – Inicial / Final



Fonte: Autor

É perceptível uma pequena variação na média obtida na maioria das questões, sendo que a maior diferença ocorreu na questão “Eu imagino que a maioria das pessoas pode aprender a usar esse sistema rapidamente” – de 2,3 a 3,0 – indicando um aumento na percepção da facilidade de assimilação do sistema.

Em segundo lugar, a afirmação “Eu achei esse sistema muito pesado para usar” variou de 2,3 a 2,6, contrastando com a visão anterior de complexidade do o sistema.

As questões “Eu achei esse sistema fácil de usar” e “Eu me senti muito seguro usando o sistema” apresentaram uma média levemente pior na etapa final (variação de 0,1). A afirmação “Eu achei que o sistema apresenta muita inconsistência”, porém, apresentou a mesma variação (0,1), neste sentido positiva.

O destaque fica para “Eu precisei aprender muitas coisas antes que pudesse utilizar esse sistema”, cuja média variou de 3,2 para 2,8, trazendo uma visão de que o sistema RV, apesar de apresentar uma certa complexidade, também foi tomado como acessível por não demandar muitos conhecimentos específicos, alinhando-se à percepção da facilidade de assimilação do mesmo.

6.2.5. Opiniões, comentários e etc.

Os comentários fornecidos pelos participantes, de caráter opcional, são apresentados na íntegra no Apêndice K, divididos entre Questionário Inicial e Final.

No Questionário Inicial, os relatos evidenciaram um forte entusiasmo e o reconhecimento do potencial imersivo da RV – “o dispositivo oferece uma experiência muito imersiva e pode ajudar muito na área do Design”.

Contudo, os participantes demonstraram uma autopercepção de competência limitada antes do início do experimento. Essa barreira pode ser percebida pela antecipação de potenciais dificuldades de expressão devido à falta de prática no sistema – “acredito que talvez eu tenha dificuldades para me expressar no programa, por não possuir a mesma familiaridade que tenho com os desenhos tradicionais”. Além disso, os estudantes demonstraram um certo receio quanto ao próprio meio digital – “quando se trata de desenhos, costumo não me dar bem em métodos não tradicionais (fora do papel)”, e ponderaram que “o acesso aos óculos RV não são tão comuns ainda, o que dificulta o uso de novos usuários a utilizar 100% do conteúdo”.

Em contrapartida, as respostas obtidas no Questionário Final apresentaram um viés substancialmente mais técnico e focado na usabilidade, ilustrando conceitos como a fricção tecnológica e a interrupção da espontaneidade criativa – “a falta de intimidade com o aparelho trava o processo, por ficar repensando os botões” – o que demandou um tempo maior na execução da tarefa, pois, conforme outro dos relatos, “até eu entender mais ou menos como funcionava a edição de linhas, já tinha ido metade do tempo”. Esse descompasso entre a intenção mental do designer e a capacidade de execução gestual livre parece ter gerado uma certa frustração que levou à busca por refúgios cognitivos conhecidos – “o meu pincel favorito foi o ribbon, acho que por ser um pincel mais chapado e que remetia ao 2d me passava a sensação de familiaridade”.

O contraste com ferramentas tradicionais de modelagem digital também foi mencionado – “não consegui replicar o que tinha em mente exatamente mas creio que isso se deve a minha falta de habilidade e conhecimento da interface, pois com certeza é possível realizar a modelagem”. Por outro lado, mesmo diante desses entraves, os participantes validaram a eficácia da RV como um potente corretor de percepção visuoespacial, convergindo ao apontar que o ambiente imersivo atua como um validador das formas construídas, superando a ambiguidade do plano

bidimensional – “no desenho 2d, muitas vezes o que tentamos representar pode parecer confuso para quem está visualizando, tornando o 3d uma ferramenta ótima para visualizar projetos”, “em esboços no papel as linhas e formas 2d podem nos confundir as vezes, nos fazendo duvidar da forma final do produto, mas no 3D facilita muuuito essa parte”.

6.2.6. Avaliação dos especialistas

6.2.6.1. Avaliação dos artefatos

O Quadro 14 e o Quadro 15 apresentam o resultado da avaliação dos Desenhos Manuais e Modelos 3D desenvolvidos pelos estudantes, respectivamente, pela Banca de Especialistas. As pontuações obtidas nos diferentes requisitos foram utilizadas de base para a definição de uma nota média em cada um, tendo como valor máximo 5,0.

Quadro 14 - Avaliação da Banca de Especialistas – Desenhos Manuais

Requisitos		Descumpre Totalmente	Descumpre	Neutro	Cumpre	Cumpre Totalmente	Média*
1. Práticos	1.1. Funcionalidade	13	10	31	27	42	3,6
	1.2. Durabilidade	18	3	45	23	24	3,2
	1.3. Segurança	13	16	41	22	31	3,3
2. Funcionais	2.1. Harmonização com o ambiente	18	18	42	18	27	3,1
	2.2. Criatividade	23	21	37	17	25	3,0
	2.3. Inovação	24	23	35	18	23	2,9
3. Simbólicos	3.1. Identidade	20	33	34	14	22	2,9
	3.2. Socialização	17	21	39	15	31	3,2
	3.3. Inclusividade	16	22	32	18	35	3,3
	3.4. Sustentabilidade	31	28	32	14	18	2,7

** Considera uma pontuação de 1 a 5 atribuída à escala de respostas.*

Fonte: Autor

Quadro 15 - Avaliação da Banca de Especialistas – Modelos 3D

Requisitos		Descumpre Totalmente	Descumpre	Neutro	Cumpre	Cumpre Totalmente	Média*
1. Práticos	1.1. Funcionalidade	9	16	18	15	11	3,0
	1.2. Durabilidade	11	14	28	12	4	2,8
	1.3. Segurança	9	17	26	10	7	2,8
2. Funcionais	2.1. Harmonização com o ambiente	12	24	17	10	6	2,6
	2.2. Criatividade	12	19	20	11	7	2,7
	2.3. Inovação	14	23	22	6	4	2,5
3. Simbólicos	3.1. Identidade	16	22	24	2	5	2,4
	3.2. Socialização	16	8	21	14	10	2,9
	3.3. Inclusividade	14	16	26	7	6	2,6
	3.4. Sustentabilidade	15	17	25	10	2	2,5

* Considera uma pontuação de 1 a 5 atribuída à escala de respostas.

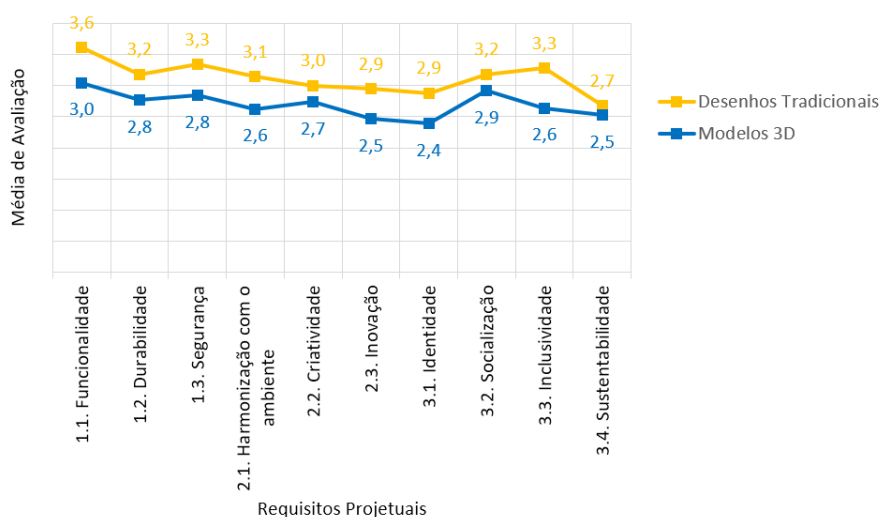
Fonte: Autor

Percebe-se que as notas atribuídas em cada tipo de artefato estão bastante equilibradas, com médias oscilando de 2,7 a 3,6 nos Desenhos Manuais e de 2,4 a 3,0 nos Modelos 3D.

O desempenho de ambas as abordagens aparenta ser mediano, sem que algum dos requisitos traga uma pontuação positiva ou negativa de destaque. Os Modelos 3D apresentaram resultados com uma média geral de cerca de 2,6, enquanto os Desenhos Manuais atingiram cerca de 3,1.

O Gráfico 8 evidencia esta distância nas avaliações, sendo que o único requisito que apresentou uma nota mais próxima em ambos foi “Sustentabilidade”, com 2,7 e 2,5 de médias obtidas.

Gráfico 8 - Médias obtidas na Avaliação dos Especialistas – Desenhos Manuais / Modelos 3D



Fonte: Autor

6.2.6.2. Discussão em grupo

De forma a simplificar a identificação dos especialistas, os mesmos foram nomeados como E1, E2 e E3. Um resumo das falas foi sintetizado e é apresentado a seguir, de acordo com cada uma das questões empregadas na discussão.

1. Ao comparar os desenhos tradicionais e os modelos 3D, vocês notam uma evolução na expressão criativa dos estudantes?

O E1 afirmou não perceber evolução, comentando que a "falta de intimidade com a ferramenta" resultou em modelos 3D menos compreensíveis que os desenhos manuais. Ressaltou ainda que os desenhos conseguiram comunicar texturas e volumetria de maneira mais eficaz. No entanto, observou uma correlação direta – estudantes mais habilidosos em desenho manual também apresentaram um melhor desempenho no sistema de RV.

O E2 corroborou com a visão do E1, notando que a transição para o 3D não facilitou necessariamente a compreensão dos objetos. Apontou ainda que os modelos 3D muitas vezes careciam de múltiplos pontos de vista ou eram de difícil rotação para entendimento, enquanto o desenho manual permitia uma leitura mais clara. Reforçou também que a qualidade do resultado final é atrelada à "habilidade individual do autor".

O E3 indicou que a expressão criativa pareceu regredir no ambiente digital, muito provavelmente devido à insegurança e à dificuldade técnica dos estudantes perante a ferramenta. Destacou ainda que o domínio de um sistema é essencial para promover a liberdade de representação.

2. O que os trabalhos revelam sobre as afinidades ou dificuldades dos estudantes com relação à técnica de desenhos tradicionais e a modelagem 3D?

O E1 observou que a afinidade com a ferramenta de RV é diretamente proporcional ao tempo de sua prática, assim como ocorre no desenho tradicional. Sugeriu que o limite de 30 minutos pode ter inibido a exploração do sistema, tornando os estudantes "tímidos" em testar as potencialidades da tecnologia antes de iniciarem a representação propriamente dita. Notou

ainda que foi atingida uma exploração dos volumes adequada apenas pela parcela de estudantes que conseguiu transpor a lógica do traço manual para o 3D.

O E2 concordou com a visão sobre a limitação temporal, acrescentando que o tempo restrito atua como um bloqueio adicional que impede um desempenho mais efetivo da tarefa criativa, intensificando a percepção de dificuldade da ferramenta.

O E3 destacou a queda de qualidade nos modelos 3D, em comparação com os desenhos manuais, como um indício de insegurança dos estudantes, apontando uma "dificuldade de transferência" de conhecimento do papel para o ambiente virtual. Forneceu ainda um *insight* importante: estudantes que já apresentam dificuldade de leitura e representação espacial em *softwares* CAD tradicionais tendem a replicar ou ampliar essas deficiências no ambiente imersivo.

3. Os projetos analisados demonstram que os estudantes se engajaram ou superaram desafios ao usar a Realidade Virtual (RV)?

O E2 apontou uma "falta de percepção espacial" importante, observando que os estudantes tendem a focar apenas na face frontal do produto, negligenciando um "olhar por todos os lados". Alertou ainda que o estudante pode sofrer de uma desorientação espacial no ambiente RV, contrastando com o conforto e o controle que possuem no desenho manual.

O E1 enfatizou sua percepção de que os estudantes não superaram os desafios de desenho ao utilizar a RV nesta atividade específica. A ferramenta imersiva no estágio em que foi utilizada, sob sua visão, não ofereceu uma vantagem que permitisse o estudante ultrapassar a qualidade ou a clareza já atingida nos desenhos manuais.

O E3 ratificou a visão dos colegas, confirmando a percepção de que não houve superação de desafios, alegando que a tecnologia por si só não foi suficiente para corrigir as deficiências de visualização espacial dos estudantes.

4. Conforme sua percepção, a experiência com RV parece ter impactado a capacidade dos estudantes de desenvolver e expressar suas ideias?

O E1 reconheceu um "potencial incrível" da ferramenta, citando dois ou três estudantes que exploraram texturas e volumetria. Concluiu ainda que para a maioria do grupo a RV não contribuiu

significativamente para a expressão das ideias nesta atividade, sendo o meio manual ainda o caminho de menor resistência e maior clareza.

O E2 corroborou a visão de que a ferramenta é promissora para o futuro do processo de design, enfatizando que uma contribuição real depende de treinamento e aprimoramento. Destacou ainda que o domínio das vistas no ambiente imersivo exige uma maturação que o tempo da atividade não proporcionou.

O E3 destacou que a grande vantagem da RV é permitir que o estudante "entre no modelo" para trabalhar sua proporção e volume em escala real, observando que a falta de desenvolvimento técnico dos modelos agiu como fator limitador – a RV não conseguiu potencializar a expressão da ideia original, resultando em um impacto "positivo, mas restrito".

5. A transição dos desenhos tradicionais para os modelos 3D trouxe uma simples tradução ou uma reinterpretação do projeto?

O E2 definiu a transição apresentada como uma "simples tradução", sendo observada uma tentativa literal de transportar a ideia do plano 2D para o 3D, sem uma exploração que alterasse a essência do projeto.

O E1 compartilhou dessa visão, acrescentando que em muitos casos essa tradução foi falha. Notou ainda que ao tentar montar o volume no ambiente de RV alguns estudantes geraram linhas "desformes" que não chegavam a formar volumes coerentes.

O E3 relatou ter buscado por novas informações ou texturas nos modelos 3D que justificassem a diferença da ferramenta, mas concluiu que houve até uma "perda de qualidade" neste aspecto. Conforme sua análise, os modelos 3D apresentaram menos informações e detalhes que o desenho manual.

O pesquisador esclareceu que não havia a obrigação de dar sequência ao desenho manual, sendo que os estudantes tinham liberdade para abordar ambas as situações como uma "folha em branco", tornando a escolha pela "tradução" do 2D para o 3D ainda mais significativa.

6. Comparando os dois artefatos (desenhos tradicionais e modelos 3D), vocês conseguem indicar em qual abordagem o processo de geração de ideias parece ter fluído melhor?

O E2 apontou o desenho manual como o meio onde o processo parece ter fluído melhor, justificando que a prática acumulada pelos estudantes com a técnica permitiu que se sentissem mais "à vontade" para criar.

O E1 concordou com as vantagens dos desenhos manuais, argumentando que a agilidade da expressão é sua maior característica. Comentou ainda que a maior quantidade de desenhos manuais gerados comprova que a tradução da ideia para o papel é mais rápida, mas defendeu o potencial da RV uma vez que o estudante atinja um patamar de execução que permita representar detalhes complexos e materiais.

O E3 trouxe o conceito de interrupção da espontaneidade, explicando que o desenho manual flui com "naturalidade e autonomia" porque o estudante não precisa parar para pensar na técnica. O uso da RV, por sua vez, exigiu um esforço consciente de "tradução" para o *software*, afetando o fluxo de ideias.

7. Vocês pensam que uso da RV facilitou ou complicou a exploração de alternativas de projeto em relação aos métodos tradicionais?

O E2 argumentou que a RV gerou maior complexidade no processo, justificando que o "primeiro contato" com o ambiente imersivo pode ter evocado um sentimento de insegurança nos estudantes quanto à capacidade de representação.

O E1 afirmou que o uso da ferramenta "complicou" a atividade.

O E3 ratificou a visão dos colegas, confirmando que a exploração de alternativas foi dificultada pela introdução da tecnologia.

8. Vocês conseguem perceber indícios de que o uso da RV potencializou a construção do conhecimento projetual dos estudantes?

O E1 afirmou que ao se ater estritamente ao recorte do experimento não percebeu potencialização do conhecimento. No entanto, fez a ressalva de que em um cenário de uso contínuo (dentro de uma disciplina, por exemplo), a ferramenta seria "fantástica" para proporcionar exploração e detalhamento 3D simultâneos.

O E3 ratificou o potencial da ferramenta, mas o classificou como "bem inicial", apontando como fator determinante a questão que muitas alternativas estavam em uma fase "embrionária" no

desenho manual, dificultando que a RV atuasse como um elemento de melhoria. Sob sua visão, soluções melhores exigiriam um período de amadurecimento maior.

O E2 concordou com as visões dos colegas, reforçando o descompasso entre o potencial da ferramenta e os resultados obtidos.

9. Qual abordagem (desenhos tradicionais ou modelos 3D) comunicou a solução de design de forma mais clara, considerando os requisitos do projeto?

O E2 novamente defendeu a superioridade dos desenhos manuais, justificando que estes apresentaram "mais vistas" e "mais detalhes" e observando que a clareza das alternativas está diretamente ligada à competência do autor e à sua capacidade de "olhar por todos os lados", algo que se manifestou melhor no papel.

O E3 corroborou a visão do E2, apontando os meios tradicionais como os mais claros na comunicação dos resultados.

O E1, embora tenha concordado que de forma geral os desenhos manuais foram os mais eficientes, citou um projeto específico (um banco em torno de uma árvore) onde o modelo 3D permitiu uma percepção superior dos níveis do assento, algo difícil de comunicar no 2D. Porém, reforçou que o desenho manual permite anotações e texturizações mais ágeis e precisas, facilitando a indicação de detalhes técnicos.

10. Como vocês avaliam a qualidade técnica e a assertividade dos produtos finais em cada abordagem (desenhos tradicionais e modelos 3D)?

O E1 comentou que os desenhos manuais ainda se mantêm em um "patamar um pouco superior" aos modelos 3D, em termos de qualidade técnica. Observando, porém, que a qualidade geral de ambas as abordagens foi baixa, com poucos exemplares apresentando um alto padrão projetual.

O E3 notou que os projetos que apresentavam maior inovação e melhor estrutura conceitual eram os mais bem representados em ambas as ferramentas (RV e tradicional). A "organização visual" e o "nível de projeto", conforme sua análise, se refletem de forma simétrica nos dois tipos de desenho.

O E2 corroborou a percepção de fragilidade técnica das alternativas. Criticou ainda o fato de alguns estudantes terem produzido imagens isoladas e incompreensíveis mesmo nos desenhos

manuais. Por fim, enfatizou que "o desenho tem que falar", o que não foi plenamente atingido na maioria dos trabalhos analisados.

11. Os modelos 3D apresentaram qualidades ou vantagens que seriam difíceis de comunicar apenas com os desenhos tradicionais?

E2 enfatizou que a RV oferece vantagens claras, uma vez que haja domínio da ferramenta – a rapidez na aplicação de materiais e texturas, a inserção de fundos e atmosferas (como vegetação pronta) e a possibilidade de visualizar o modelo por ângulos diferentes. Destacou ainda o valor da RV como ponte de comunicação com o cliente leigo, que possui maior limitação para interpretar desenhos técnicos em 2D.

O E1 reafirmou a visão do colega, propondo que a ferramenta de RV seja vista como um "produto" em si que oferece qualidades e vantagens superiores ao desenho tradicional. Ainda, comentou que a superioridade da tecnologia é indiscutível, dependendo da competência do usuário para ser corretamente explorada.

O E3 explicou que o desenho manual frequentemente limita a percepção do estudante a três vistas isoladas (frontal, lateral e superior), enquanto a RV permite a representação do todo. Ressaltou ainda que a imersão possibilita explorar noções de escala, profundidade e percepção espacial, embora tenha notado que os estudantes ainda apresentaram representações limitadas por uma baixa qualidade técnica.

12. Quais são os principais pontos fortes e fragilidades dos produtos finais em cada uma das duas abordagens analisadas (desenhos tradicionais e modelos 3D)?

O E2 apontou como pontos fortes do desenho tradicional a rapidez, a expressividade e o alto volume de alternativas geradas. No entanto, relatou que o bloqueio do fluxo sob pressão temporal é um fator importante. Quanto ao 3D, destacou como força a facilidade de realizar testes rápidos de materialidade (cliques para trocar texturas) e o valor do "re-trabalho" ágil, citando como fragilidade a persistência de uma visão onde o estudante negligencia partes do objeto (como o "atrás" ou o "embaixo"), falhando em pensar o volume como um todo.

O E1 ressaltou a agilidade do traço e a capacidade de anotações e de texturização rápida no desenho manual. Como fragilidade, apontou o risco de o desenho resultar em uma representação "chapada" por falha no domínio de luz, sombra e materiais. Quanto ao modelo 3D, cita a

exploração estética e a visualização simultânea de todas as faces como pontos fortes, sendo o tempo de aprendizado da interface e a percepção de que o 3D exige mais tempo de execução por estar "desenhando todas as vistas ao mesmo tempo" como fragilidades.

O E3 validou o domínio do traço e a clareza da intenção projetual como forças do desenho manual, mas reiterou a dificuldade histórica dos estudantes em compreender e representar uma tridimensionalidade por meio dele. No 3D, embora tenha notado uma perda momentânea de qualidade técnica e detalhamento, destacou seu potencial para superar as falhas do desenho 2D, enfatizando que sua flexibilidade para alterar o projeto supera a rigidez do desenho à mão.

▪ **Comentários finais**

O E2 defendeu que o desenho manual é uma ferramenta de pensamento e memória ("sketchezinhos rápidos" para registrar um encaixe ou ideia), sendo imbatível numa geração massiva de alternativas. No entanto, situou a RV e o 3D como ferramentas essenciais para o re-trabalho e para proporcionar uma comunicação visual "mastigada" exigida pelo mercado atual, onde clientes e profissionais priorizam a imagem tridimensional em detrimento da leitura técnica bidimensional.

O E1 propôs que o desenho manual e a RV sejam utilizados de forma sequencial, começando pelo manual (livre, rápido e exploratório) e migrando para a RV para fins de refinamento, aplicação de texturas e exploração formal profunda. Para este especialista, as ferramentas não são concorrentes, mas etapas de um mesmo contínuo criativo.

O E3 reforçou sua visão de que o desenho manual seria a única forma de comunicação entre a mente do designer e o mundo externo, destacando sua autonomia para explicações rápidas (dispensa dispositivos e energia). Reconheceu, porém, o valor positivo da visualização 3D para demonstrar detalhes complexos, como encaixes, concluindo que existe uma "necessidade de conexão" entre os dois mundos – o manual alinha o pensamento, o 3D transmite a ideia final de forma compreensível.

6.3. SÍNTESE INTERPRETATIVA E REFLEXÃO SOBRE OS RESULTADOS

Neste tópico os dados obtidos são confrontados com o arcabouço teórico e as discussões apresentadas nesta tese, objetivando evidenciar possíveis relações causais que embasem a verificação da hipótese aqui levantada.

Os resultados demográficos demonstram uma uniformidade bastante clara da amostra do universo abordado, apresentando indivíduos com uma faixa etária bastante alinhada (por volta dos 20 anos de idade) e com tempo de dedicação ao curso (ano de matrícula) similar, quando não idêntico. Unindo esses dados à manifestação de gênero dos participantes e relacionando-os aos dados do Censo da Educação Superior 2024 (INEP, 2025) pode-se inferir que o perfil avaliado traz uma boa representatividade dos frequentadores dos cursos superiores de design no Brasil.

É importante resgatar a informação de que um dos fatores apontados como sendo um dos maiores motivadores para a evasão no ensino superior se relaciona com dificuldades de aprendizagem (UFPR, 2021). Neste sentido, uma expectativa não correspondida dos estudantes quanto à conexão de seus cursos à realidade do mercado pode levar a uma falta de motivação e de autoconfiança nos mesmos (Florio, 2013), despertando reações emocionais potencialmente negativas.

O teste *Self-Assessment Manikin* (SAM), aplicado em dois momentos, não teve o objetivo de verificar essa condição emocional nos participantes do estudo de forma ampla, mas sim estabelecer um parâmetro inicial e final que permitisse comparar os efeitos da intervenção aplicada. Os dados obtidos demonstram que houve uma transição significativa da condição dos estudantes dos quadrantes de "Estresse/Tédio" para os de "Excitação/Relaxamento" nos gráficos do Espaço Afetivo, sendo estes evidenciados pela obtenção de uma melhora nos números obtidos na Escala de Prazer (~17% na média).

Há de se apontar, no entanto, uma queda acentuada na Escala de Alerta (~24% na média) e discreta na Escala de Dominância (~11% na média), sinalizando que mesmo com uma percepção geral positiva ainda houve elementos que poderiam ser interpretados como aspectos negativos na experiência. Esses resultados podem ser relacionados ainda à fadiga física e mental associada a um uso mais prolongado de dispositivos RV, conforme apontado por Maurya *et al.* (2019), aliado ao fato que o estudante pode não se sentir no controle da tecnologia, com a qual ainda encontra dificuldade para se expressar.

As repostas abertas fornecidas pelos estudantes ilustram um forte entusiasmo quanto ao potencial da RV no início do experimento. Alguns participantes, porém, antecipavam que a falta de familiaridade e a curva de aprendizado poderiam ser obstáculos para a atividade solicitada

ser desempenhada, mostrando que os mesmos entraram no experimento com uma clara autopercepção de competência limitada.

Já ao final do experimento, o deslumbre inicial deu lugar a relatos mais pragmáticos e analíticos, com menção ao fato de que a necessidade de "repensar os botões" interrompia o fluxo criativo no sistema de RV, sendo apontado também por um dos participantes que dispendeu quase "metade do tempo" para obter uma melhor compreensão do mecanismo de edição de linhas. Essa interrupção da espontaneidade nos traços pode ter levado a uma baixa exploração estética, onde a dificuldade de expressão das ideias levou à geração de artefatos de baixa qualidade.

Com base nesta informação é possível questionar o conceito de que a RV traria um cenário que privilegiaria uma expressão mais intuitiva apenas ao promover a quebra do paradigma WIMP (Olsen *et al.*, 2009; Rahimian e Ibrahim, 2011; Maurya *et al.*, 2019), assim como a tese de que o processo de design, ao incluir a interação com ambientes virtuais por meio de gestos, eliminaria elementos e interfaces que serviriam como barreira para uma expressão mais intuitiva (Baltazar *et al.*, 2014).

Há de se considerar, no entanto, que foram citadas pelos participantes ferramentas que traziam uma "sensação de familiaridade", evidenciando que mesmo em um ambiente RV o estudante se sente mais propenso a desempenhar ações de forma mais intuitiva ao se deparar com refúgios cognitivos alinhados aos métodos tradicionais, lidando assim melhor com a novidade de seu contexto. Alguns estudantes comentaram, inclusive, que conhecimentos prévios em *softwares* CAD ou desenho manual não garantiriam uma fluidez imediata na RV, citando que pensam que esta interface demanda um novo tipo de letramento. Isso leva a crer que a mudança do paradigma WIMP aqui em análise não se reflete necessariamente em uma expressão criativa imediata, mas desloca o esforço cognitivo de um ponto de vista meramente intelectual para o físico, ao demandar um esforço gestual.

Quanto à possível contribuição da RV para a melhora na percepção visuoespacial, defendida por Rahimian e Ibrahim (2011), foi possível perceber na aplicação do *Mental Rotation Test* (MRT) um discreto avanço na taxa média de acertos depois do uso da tecnologia (~6%). Há de se considerar, conforme já mencionado, que esse índice não tem uma influência estanque da tarefa em RV desempenhada, podendo ser influenciado pelo aumento da familiaridade com o teste em sua segunda aplicação ou mesmo na variação da complexidade das questões empregadas no

primeiro e no segundo momentos (embora o teste original tenha sido elaborado para minimizar este impacto).

Ao voltar-se novamente para as manifestações dos participantes nota-se uma percepção de que a o sistema RV poderia realmente agir como um corretor de percepção visuoespacial, permitindo que o estudante "não duvide da forma final" desenvolvida. Menciona-se também que a facilidade em rotacionar e visualizar os volumes na RV seriam sua maior vantagem, permitindo assim uma resolução quanto a uma "confusão das linhas 2D" comum ao desenho tradicional, tornando evidente o potencial do sistema de melhorar a compreensão deste aspecto. Isso pode indicar que o impacto da RV na percepção visuoespacial pode se relacionar mais a uma validação das formas desenvolvidas do que ao aumento da habilidade de compreensão de rotações mentais.

Sobre o *System Usability Scale* (SUS) também foi percebido um certo otimismo no início do experimento, com uma moderada alteração nos resultados finais, o que indica que a percepção da complexidade do sistema aumentou depois da execução da atividade solicitada. Esse fato pode ser relacionado ao estado emocional inicial dos participantes, que indicava certa empolgação com o contato com o sistema de RV após terem realizado apenas tarefas sem objetivos específicos no treinamento prévio, sendo seguida por uma postura mais analítica e racional após o final do experimento, onde deveriam focar em desenvolver modelos 3D que representavam soluções para o Desafio de Design apresentado.

Novamente, no entanto, surge dois dados relativamente paradoxais: as média obtidas nas questões "Eu imagino que a maioria das pessoas pode aprender a usar esse sistema rapidamente" e "Eu precisei aprender muitas coisas antes que pudesse utilizar esse sistema" foram mais altas e mais baixas na aplicação final do SUS (com variação de ~30% e ~12,5%, respectivamente), trazendo a informação de que apesar do entendimento de haver uma complexidade considerável no uso do sistema RV essa pode ser superada sem a necessidade de uma preparação mais aprofundada em seus aspectos técnicos, como geralmente é o caso dos *softwares* CAD convencionais. Essa visão pode ser sustentada pela percepção de que a ferramenta RV demanda um desenvolvimento de habilidades cinestésicas e não puramente intelectuais, conforme já apontado.

A avaliação dos especialistas trouxe, na maioria das vezes, uma visão que corrobora com os pontos destacados até então. Parece haver um consenso de que o caminho criativo adotado

pelos participantes se tratou de uma "simples tradução" literal do desenho manual para o 3D, mesmo que as instruções da atividade deixassem claro e estimulassem que houvesse total liberdade criativa em ambas as situações.

Esse fato demonstra que mesmo com a liberdade da "folha em branco", houve uma certa fixação cognitiva nos desenhos manuais, não se excluindo a influência desta ter sido a primeira abordagem criativa aplicada no experimento e também a forma de expressão visual mais empregada por eles até então. É possível dizer, portanto, que em linhas gerais os estudantes fizeram uso da RV para refinar os desenhos manuais iniciais, fato esse confirmado pela diferença na queda da quantidade de alternativas geradas nas duas abordagens (~43,9%), mesmo que o tempo disponível para ambas as atividades fosse o mesmo (30 minutos).

Essa alteração no número de ideias pode ser explicada pela visão de Wang (2015), que postula que uma melhoria incremental acaba sendo mais complexa do que adotar uma abordagem totalmente nova, evidenciando a dificuldade dos participantes em explorar a RV como uma iniciativa completamente nova.

Os resultados da avaliação dos desenhos manuais e modelos 3D, realizada pela banca de especialistas, apontam que, em linhas gerais, o desenho manual permite uma melhor comunicação de detalhes e texturas. No entanto, na discussão realizada com os mesmos foi feita menção a iniciativas específicas que demonstram uma exploração mais satisfatória da RV, validando uma evidente superioridade da ferramenta tecnológica para abordar e comunicar geometrias complexas, além de variações de nível.

Os especialistas também comentaram sobre o fato de que os estudantes comumente "negligenciam a parte de trás" das alternativas nos desenhos convencionais, geralmente apresentando um "desenho chapado". A RV, neste contexto, apresentou-se como uma ferramenta que pode auxiliar na percepção e expressão 3D ao obrigar o estudante a abordar a tridimensionalidade integral do objeto ao desenhá-lo, superando assim uma possível fragmentação por meio do desenho de vistas isoladas. Essa visão apresenta-se como uma oportunidade de superar a limitação criativa e intuitiva inerente às interfaces WIMP, como apontam Rahimian e Ibrahim (2011) e Jackson e Keefe (2016). É importante ressaltar, no entanto, que o ponto de vista dos especialistas traz ilações dos docentes baseadas em seu próprio conhecimento tácito e experiências, não podendo ser tidas como conclusões.

Em síntese, essa reflexão e síntese interpretativa dos dados obtidos revela que a RV pode atuar como um catalisador emocional e um validador da percepção visuoespacial, no entanto sua eficácia projetual é diretamente relacionada à competência do usuário. Os conflitos observados não invalidam o emprego da tecnologia no processo de ensino/aprendizagem de design, mas reforçam a necessidade do estabelecimento de uma estrutura pedagógica que considere uma curva de alfabetização intelectual e cinestésica para que seja possível explorar seu potencial.

Por fim, as evidências analisadas sustentam que a RV possibilita uma efetiva mudança de direção tanto na compreensão quanto na prática do processo design ao oferecer uma perspectiva que aprofunda as qualidades do pensamento 2D e 3D tradicional. A “saída da caverna” da bidimensionalidade, no entanto, não se trata de um evento automático proporcionado pela tecnologia, mas o resultado do desenvolvimento de uma capacitação intelectual e cinestésica que torne a ferramenta invisível, permitindo que o fluxo criativo se consolide como o principal eixo da atividade projetual.

7. CONCLUSÃO

7.1. VERIFICAÇÃO DA HIPÓTESE

Esta pesquisa teve por objetivo investigar e verificar a validação da seguinte hipótese:

- O emprego de uma ferramenta de criação em tempo real em RV na fase de concepção do design de produto pode trazer um ganho significativo na compreensão e execução do processo de design por parte dos estudantes de design, resultando em uma melhoria em sua motivação e em seu desempenho projetual.

Para tanto, foi realizada uma ampla revisão de literatura, que permitiu o desenvolvimento do Protocolo SKIAon, direcionado a coletar dados e informações que permitissem detectar evidências de relações de causa e efeito, permitindo assim obter uma conclusão quanta à assertividade hipótese. Por meio dos resultados obtidos, pode-se concluir que a mesma pode ser validada, embora se atenha a características e circunstâncias específicas.

Percebeu-se que o aprendizado observado se manifestou mais como uma expansão de uma consciência espacial dos estudantes, ao invés de proporcionar uma melhora no domínio técnico e tecnológico da ferramenta de RV. Embora o ganho estatístico verificado no teste MRT tenha sido discreto (~6%), a percepção subjetiva dos estudantes e a análise dos especialistas revelaram que a RV atuou como um validador da exploração dos modelos 3D, geralmente como consequência da exploração do universo 2D já presente no repertório dos acadêmicos.

É possível inferir, neste sentido, que a RV pode proporcionar um ganho no processo de ensino/aprendizagem do processo de design no sentido de oferecer uma transição natural de uma visão fragmentada e bidimensional, geralmente expressa no "desenho chapado", para uma compreensão mais universal e tridimensional dos artefatos elaborados, resolvendo a assim uma ambiguidade visual inerente ao plano 2D.

Ainda quanto à verificação da hipótese, é possível sintetizar as conclusões mais relevantes em três escalas:

- **Melhora na motivação dos estudantes:** o deslocamento verificado no Espaço Afetivo, medido pelo teste SAM, para os quadrantes de "Excitação e Relaxamento" evidencia a aptidão da RV em gerar engajamento nos acadêmicos, mesmo diante de uma queda na Escala de Dominância; esse resultado sugere que o potencial motivacional da tecnologia

supera um possível estresse diante de sua complexidade inicial, refletindo-se em uma poderosa ferramenta para combater o desinteresse dos estudantes e, por consequência, contribuir com ações de mitigação da evasão universitária.

- **Melhora na compreensão e execução do processo de design:** foi percebido um ganho significativo na compreensão do objeto, uma vez que a imersão em RV contribuiu para eliminar uma "confusão das linhas", permitindo a exploração de geometrias complexas e variações de nível nos modelos desenvolvidos; a execução da tarefa nesta tecnologia, no entanto, não se deu de forma totalmente intuitiva, sendo evidente a presença de uma barreira expressiva que resultou em uma "tradução literal" do esboço manual para o virtual, ao invés da adoção de uma abordagem criativa mais instintiva.
- **Desempenho projetual:** se por um lado o desenho manual preserva a agilidade e a riqueza de detalhes, verificou-se que a RV fez com que o estudante passasse a assumir um maior controle sobre o volume tridimensional dos artefatos elaborados, servindo como um elemento que dificulta uma negligência das faces posteriores ou inferiores do produto; pode-se dizer, no entanto, que o desempenho da abordagem RV é intimamente ligado à capacidade de exploração bidimensional dos acadêmicos, sendo melhor explorada de forma sequencial e complementar, ao invés de o ser feito de maneira exclusiva.

As evidências encontradas, portanto, sustentam que a RV possibilita uma efetiva mudança positiva tanto na compreensão quanto na prática do processo design, assim como na motivação dos estudantes. No entanto, reitera-se que a transição da bidimensionalidade para a tridimensionalidade não se dá de forma automática e direta pela simples implementação de um recurso tecnológico, mas demanda uma abordagem pedagógica que propicie todo um letramento cinestésico aliado ao desenvolvimento intelectual dos estudantes.

Por fim, esta tese valida o fato de que ao capacitar os estudantes a utilizar a imersão em RV de forma que se torne uma ferramenta "invisível", torna-se possível estabelecer um fluxo criativo que aprofunda as qualidades do pensamento e do desenho tradicionais, contribuindo assim tanto com o processo de ensino/aprendizagem de design quanto na motivação dos acadêmicos.

7.2. LIMITES DESTA PESQUISA E CAMINHOS FUTUROS DE INVESTIGAÇÃO

Toda pesquisa parte de pressupostos predeterminados e lida com certas fronteiras. Tais limites, ao invés de invalidar evidências e conclusões obtidas, servem para situar o alcance de seus resultados e abrem espaço para a continuidade da investigação do tema. Nesta tese, especificamente, as limitações se concentram em três aspectos: amostra, contexto tecnológico e recorte temporal.

Quanto à amostra, o número reduzido de sujeitos que representam o universo em análise, doze participantes, demanda certa cautela quanto a uma generalização indutiva dos dados obtidos. Neste sentido, resultados quantitativos, como índices de acerto no MRT e variações nas escalas SAM, são melhor compreendidos como indicadores de tendências observadas no cenário analisado. Reitera-se, no entanto, que optou-se por focar em um grupo o mais homogêneo possível, que apresentou uma coesão demográfica alinhada ao perfil do estudante do ensino superior no Brasil (INEP, 2025) e que o problema da evasão pôde ser verificado praticamente em tempo real do decorrer do estudo – o número de estudantes matriculados no início do ano letivo e os frequentadores do curso no período em que aconteceram os experimentos apresentou uma taxa de desistência de cerca de 46%.

Sobre o contexto tecnológico, as investigações teórica e prática empregadas representam o estado da tecnologia disponível no momento em que foram executadas. No decorrer do desenvolvimento desta tese alguns elementos sofreram alterações quanto à sua funcionalidade e disponibilidade, sendo que os dispositivos de *hardware* empregados, Meta Quest, não apresentam, até o momento, suporte ou vendas oficiais no Brasil. Os *softwares* empregados, por sua vez, não apresentam atualmente limitações relacionadas a custos extra, no entanto não há como precisar se haverá alterações neste cenário em um futuro próximo.

O recorte temporal, por sua vez, também tem impacto nos resultados obtidos, uma vez que dentre os caminhos investigativos apontados decidiu-se pela adoção de um princípio comparativo direto em um mesmo momento de investigação, o que limitou o tempo de exploração da imersão em RV a 30 minutos. O contexto tecnológico também deve ser aqui considerado, com os participantes apresentando um determinado letramento e inserção cultural específica que tem impacto direto tanto em seu desempenho quanto na expressão de seu estado emocional.

Reconhecendo estas limitações, é possível elencar as seguintes possibilidades de avanço para a pesquisa do tema aqui investigado:

- Realização de investigações que acompanhem os estudantes ao longo de um maior período de tempo, permitindo assim mensurar os impactos da inserção da RV no fluxo criativo a médio e a longo prazos, assim como sua reflexão na qualidade dos projetos desenvolvidos;
- Aplicação do Protocolo SKIAon em amostras maiores e em diversos contextos de diferentes IES, com o objetivo de verificar a assertividade e pluralidade das relações de causa e efeito aqui apontadas;
- Monitoramento do impacto da introdução de tecnologias imersivas em RV nas taxas de desistência nos anos iniciais da graduação, verificando se o aumento dos sentimentos positivos relacionados ao seu emprego aqui encontrados se traduz em uma diminuição das dificuldades de aprendizagem e menor evasão acadêmica;
- Investigação do potencial de inserção da Realidade Mista (RM) no fluxo criativo da imersão em RV, proporcionando referências físicas em tempo real e permitindo que o estudante transite entre o desenho manual e a volumetria digital simultaneamente;
- Analisar como um possível letramento cinestésico desenvolvido no ambiente acadêmico por meio da RV se refletiria na performance do egresso no mercado de trabalho, verificando se um pensamento mais holístico quanto ao processo de design viria a facilitar a transição para processos industriais que já empregam prototipagem virtual.

Por fim, destaca-se que o Protocolo SKIAon apresenta uma estrutura que pode ser adaptada a outras áreas de projeto que não apenas o design de produto, sendo maleável a ponto de poder ser aplicado na arquitetura, engenharias e outras atividades que envolvam o ensino de projeto.

7.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O percurso desta tese permitiu investigar lacunas existentes na pesquisa sobre o potencial de inserção de ferramentas tecnológicas no ensino superior de Design no Brasil. Partindo-se de uma premissa de que a evasão universitária é alimentada, em boa parte, por dificuldades de aprendizagem e pelo descompasso entre a expectativa discente e as metodologias tradicionais, esta investigação buscou na imersão em RV uma possibilidade de mudança de direção pedagógica no ensino-aprendizagem do processo de design.

A elaboração e implementação do protocolo SKIAon revelou que o impacto da RV no processo criativo ultrapassa o paradigma da mera visualização. Foi possível observar que tal tecnologia pode atuar como um catalisador emocional, com capacidade de elevar o prazer na aprendizagem mesmo diante de sua complexidade, embora também fique evidente a necessidade de um letramento cinestésico para que a ferramenta alcance uma invisibilidade técnica por parte do usuário e seu uso permita assim uma exploração mais intuitiva.

A investigação comprovou ainda que a saída da "caverna bidimensional" é um desafio cognitivo, mostrando que a fixação em modelos mentais bidimensionais demonstra que o hábito de projetar fazendo o uso de superfícies é profundamente enraizado nas práticas de projeto atuais. Embora o desenho manual preserve a agilidade comunicativa de detalhes, a imersão no universo tridimensional obriga o designer a enfrentar a totalidade do objeto, eliminando as sombras e as lacunas informacionais das vistas isoladas.

A superioridade da RV na comunicação de geometrias complexas e na validação da escala real foi um ponto de grande convergência nos dados coletados. O artefato digital, neste sentido, pode trazer uma representação mais fiel à intenção projetual do designer, reduzindo a abstração necessária para a compreensão tanto do estudante quanto de interlocutores externos.

Pelo exposto nesta tese, é possível concluir que a hipótese levantada pode ser validada: o emprego da RV na fase de concepção potencializa a compreensão e a motivação discente. A "saída da caverna" da bidimensionalidade, porém, não significa o abandono do desenho tradicional, mas expande sua expressão para uma concepção tridimensional e imersiva. O protocolo SKIAon, neste sentido, oferece às IES uma via para avaliar e fornecer dados para revitalizar o ensino-aprendizagem do processo de design, assegurando que a tecnologia atue como uma luz que aprofunda a percepção e fixa o estudante em seu percurso formativo.

Por fim, este trabalho não tem intenção de encerrar esta discussão, mas sim de contribuir com a abertura de um caminho no qual futuras investigações possam aprofundá-la de forma a fazer com que a RV deixe de ser uma ferramenta isolada e torne-se um ambiente natural de reflexão-nação do designer contemporâneo.

REFERÊNCIAS

ALBERT, William; e TULLIS, Thomas S. **Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting UX metrics**. 3. ed. Cambridge: Morgan Kaufmann, 2023.

ARCHATRAK. **"Sedi Connect" Solar Bench**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.mortarr.com/project/sedi-connect-solar-bench/>. Acesso em: 24 maio 2025.

ARCHER, Bruce. **The structure of design processes**. 1984. Tese (Doutorado) – School of Industrial Design (Engineering) - Royal College of Art, Londres, 1984.

ARCHITONIC ID. **Diamante Bench**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.architonic.com/en/product/metalco-diamante/1308873>. Acesso em: 24 maio 2025.

ARRIGHI, Pierre-Antoine; MAURYA, Santosh; ARAI, Kengo; MORIYA, Koyo; e MOUGENOT, Céline. A Mixed Reality System for Kansei-Based Co-Design of Highly-Customized Products. **Journal of Integrated Design and Process Science**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 47–60, 18 jul. 2016.

AUSTRALIAN DESIGN & DRAFTING. **3D Furniture**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://astcad.com.au/architectural-design/3d-furniture-modeling/>. Acesso em: 24 maio 2025.

BALTAZAR, Ana Paula; MACIEL E SOUZA, Emídio Dias; PONTES, Mateus Moreira; GONÇALVES, Filipe Silva; e METZKER, Luiza Silva. Ambiente de imersão virtual como ferramenta para mudança de paradigma no processo de projeto arquitetônico: da representação à interação. **Blucher Design Proceedings**, [s. l.], v. 1, n. 8, dez. 2014.

BANERJEE, S.; CHOWDHURY, A.; e YEIN, N. User Experience Evaluation of a Virtual Reality Tool Used for 3D Modelling in Industrial Design Education: A Study in the Indian Context. **Designs**, [s. l.], v. 7, n. 5, 2023.

BAVOR, Clay. (Un)folded a virtual journey with Google Cardboard. **Google - The Keyword / Products / Google AR & VR**. [S. l.: s. n.], 27 jan. 2016. Disponível em: <https://blog.google/products/google-ar-vr/unfolding-virtual-journey-cardboard/>. Acesso em: 4 jul. 2024.

BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 3. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2011.

BAYAZIT, Nigan. Investigating Design: A Review of Forty Years of Design Research. **Design Issues**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 16–29, jan. 2004.

BD BARCELONA DESIGN. **El Poeta Bench**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.stylepark.com/en/bd-barcelona-design/el-poeta>. Acesso em: 24 maio 2025.

BERNARDO, N.; e DUARTE, E. Immersive virtual reality in an industrial design education context: What the future looks like according to its educators. **Computer-Aided Design and Applications**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 238–255, 2022.

BERNI, A.; e BORGIANNI, Y. Applications of virtual reality in engineering and product design: Why, what, how, when and where. **Electronics (Switzerland)**, [s. l.], v. 9, n. 7, p. 1–29, 2020.

BETELLA, Alberto; e VERSCHURE, Paul F. M. J.; TRAN, Ulrich S. (ed.). The Affective Slider: A Digital Self-Assessment Scale for the Measurement of Human Emotions. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. e0148037, 5 fev. 2016.

BRADLEY, Margaret M.; CODISPOTI, Maurizio; CUTHBERT, Bruce N.; e LANG, Peter J. Emotion and motivation I: defensive and appetitive reactions in picture processing. **Emotion**, [s. l.], v. 1, n. 3, p. 276–298, 2001.

BRADLEY, Margaret M.; e LANG, Peter J. Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. **Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 49–59, mar. 1994.

BÜRDEK, Bernhard E. **Design: história, teoria e prática do design de produtos**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2006. 496 p.

SKIAon - Resumo de uso da RV. [S. l.: s. n.], 2 out. 2025. 05:20. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=5ojumqTA4Ek&feature=youtu.be>. Acesso em: 30 jan. 2026.

CAMBA, J. D.; SOLER, J. L.; e CONTERO, M.; ZAPHIRIS P. e IOANNOU A. (ed.). Immersive visualization technologies to facilitate multidisciplinary design education. In: ZAPHIRIS P.; IOANNOU A. (ed.). Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 2017. **Lect. Notes Comput. Sci.** [S. l.]: Springer Verlag, 2017.

CHANIAUD, N.; FLEURY, S.; POUSSARD, B.; CHRISTMANN, O.; GUITTER, T.; e RICHIR, S. Is virtual reality so user-friendly for non-designers in early design activities? Comparing skills needed to traditional sketching versus virtual reality sketching. **Design Science**, [s. l.], v. 9, 2023.

DAMGRAVE, RGJ; LUTTERS, E.; e PUTNIK, GD. Student driven learning in Synthetic Environments. **29TH CIRP DESIGN CONFERENCE 2019**, [s. l.], v. 84, p. 341–346, 2019.

DAVIES, Karen Sue. Formulating the Evidence Based Practice Question: A Review of the Frameworks. **Evidence Based Library and Information Practice**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 75–80, 24 jun. 2011.

DE BONT, Cees; e LIU, Sylvia Xihui. Breakthrough Innovation through Design Education: Perspectives of Design-Led Innovators. **Design Issues**, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 18–30, abr. 2017.

Definition of Industrial Design. **WDO - World Design Organization**. [S. l.: s. n.], out. 2015. Disponível em: <https://wdo.org/about/definition/>. Acesso em: 19 set. 2023.

Design. **Pró-Reitoria de Ensino - Universidade Estadual de Maringá**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, [s. d.]. Catálogo de Cursos de Graduação. . Disponível em: <https://pen.uem.br/site/public/curso/7db3b1d39a16b27ae9d227ed395d6156bfb8f953>. Acesso em: 31 jan. 2026.

DESIGN UEM. Design UEM: Perfil no Google. **Google**. [S. l.: s. n.], [s. d.]. Disponível em: <https://g.co/kgs/Lgc2vje>. Acesso em: 24 maio 2025.

DÍAZ GONZÁLEZ, E. M.; BELAROUSSI, R.; SOTO-MARTÍN, O.; ACOSTA, M.; e MARTÍN-GUTIERREZ, J. Effect of Interactive Virtual Reality on the Teaching of Conceptual Design in Engineering and Architecture Fields. **Applied Sciences (Switzerland)**, [s. l.], v. 15, n. 8, 2025.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda; e MARTINS, Silvana. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 268–288, 23 fev. 2017.

DORTA, T.; KINAYOGLU, G.; e BOUDHRAË, S. A new representational ecosystem for design teaching in the studio. **Design Studies**, [s. l.], v. 47, p. 164–186, 2016.

DOS SANTOS, Cidmar Ortiz; BORGES, Reginaldo; PEREIRA JUNIOR, Edson Hermenegildo; KUNH, Peterson Diego; e DOS SANTOS, José Ailton Azevedo. Evasão no ensino superior brasileiro: uma percepção das predisposições, causas e consequências. **Revista de Gestão e Secretariado**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. e3515, 19 fev. 2024.

EVANS, P.; e SODERLUND, C.; BUCK L.; BOHEMIA E.; e GRIERSON H. (ed.). New foundations: Craft, design, education and vr in the 21st century. In: BUCK L.; BOHEMIA E.; GRIERSON H. (ed.). Proceedings of the 22nd International Conference on Engineering and Product Design Education, E and PDE 2020, 2020. **Proc. Int. Conf. Eng. Prod. Des. Educ., E PDE**. [S. l.]: The Design Society, 2020.

FLEX. **Recubierto de PVC reforzado para la membrana de resistencia de lona**. Fotografia digital colorida. Disponível em: https://es.made-in-china.com/co_fxflex/product_Good-Price-Heavy-Duty-PVC-Coated-Tarpaulin-for-Tensile-Membrane_eeuunhiy.html. Acesso em: 24 maio 2025.

FLORIO, Wilson. O croqui no atelier de projeto: desafios no ensino de arquitetura na era digital. **Revista Brasileira de Expressão Gráfica**, [s. l.], v. 1, n. 1, 2013.

FORD. Ford collaboration with Gravity Kketch introduces co-creation feature, allowing designers across globe to work in same virtual reality space. **Ford Media Center**. [S. l.: s. n.], 6 maio 2019. Disponível em: <https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2019/05/06/ford-collaboration-gravity-sketch-co-creation.html>. Acesso em: 30 jun. 2024.

GALANTE ARCHITECTURE STUDIO. **Urban Fabric Series**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.furnituretoday.com/new-products/how-one-architecture-studio-fit-an-entire-city-in-one-chair/>. Acesso em: 24 maio 2025.

GIUSTI, Júlia. Ensino superior no Brasil tem 57% de evasão na rede pública e privada. **Ensino superior**. [S. l.: s. n.], 8 maio 2024. Portal de Notícias. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/euestudante/ensino-superior/2024/05/6852929-ensino-superior-no-brasil-tem-57-de-evasao-na-rede-publica-e-privada.html>. Acesso em: 1 fev. 2026.

GOLDSCHMIDT, Gabriela; e MATTHEWS, Ben. Formulating design research questions: A framework. **Design Studies**, [s. l.], v. 78, p. 101062, jan. 2022.

GONZÁLEZ, N. A. A. Development of spatial skills with virtual reality and augmented reality. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 133–144, 2018.

GRAVITY SKETCH. **Gravity Sketch**. [S. l.]: Gravity Sketch, 18 jul. 2019. Meta Horizon OS. Disponível em: <https://www.meta.com/experiences/gravity-sketch/1587090851394426/>. Acesso em: 7 ago. 2025.

Gravity Sketch Trailer. Diretor: Gravity Sketch. [S. l.: s. n.], 17 ago. 2022. 01:12. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=iA2rQYDD7o--PNyT&v=52yGijCy2qQ&feature=youtu.be&ab_channel=GravitySketch. Acesso em: 4 ago. 2025.

HAGEN, Marcia; e PARK, Sunyoung. We knew it all along! Using cognitive science to explain how andragogy works. **European Journal of Training and Development**, [s. l.], v. 40, n. 3, p. 171–190, 4 abr. 2016.

HALABI, O. Immersive virtual reality to enforce teaching in engineering education. **Multimedia Tools and Applications**, [s. l.], v. 79, n. 3–4, p. 2987–3004, 2020.

HAMAD, A.; e JIA, B. How Virtual Reality Technology Has Changed Our Lives: An Overview of the Current and Potential Applications and Limitations. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 19, n. 18, 2022.

HAMER, Laurie. Students create virtual art using Google Tilt Brush. **University of Wisconsin-Platteville - News - Arts & Culture**. [S. l.: s. n.], 12 dez. 2019. Disponível em: <https://www.uwplatt.edu/news/students-create-virtual-art-using-google-tilt-brush>. Acesso em: 30 jun. 2024.

HAMURCU, A. User Insights about Using Immersive Virtual Reality in Industrial Design Studio Courses. In: ISMSIT 2018 - 2nd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies, Proceedings, 2018. **ISMSIT - Int. Symp. Multidiscip. Stud. Innov. Technol., Proc.** [S. l.]: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2018.

HAMURCU, A.; TIMUR, S.; e RIZVANOGLU, K. A Study on the Adoption of Virtual Reality in Industrial Design Education. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, [s. l.], v. 16, n. 6, p. 900–913, 2023.

HAMURCU, A.; TIMUR, Ş.; e RIZVANOĞLU, K. An overview of virtual reality within industrial design education. **Journal of Engineering, Design and Technology**, [s. l.], v. 18, n. 6, p. 1889–1905, 2020.

HENRICH, A.; SCHULTZE, T.; WEISBECKER, A.; e RIEDEL, O.; ECONOMOU D. et al. (ed.). Integrating a teaching concept for the use of virtual reality in university teaching. In: ECONOMOU D.; PENARIOS A.; DENGEL A.; DODDS H.; MENTZELOPOULOS M.; KLIPPEL A.; ERENLI K.; LEE M.J.W.; RICHTER J. (ed.). Proceedings of 2021 7th International Conference of the Immersive Learning Research Network, iLRN 2021, 2021. **Proc. Int. Conf. Immersive Learn. Res. Network, iLRN**. [S. l.]: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021.

HUANG, Y. C.; e CHEN, Y. R. The study of virtual reality product design in education learning. In: ACM International Conference Proceeding Series, 2019. **ACM Int. Conf. Proc. Ser.** [S. l.]: Association for Computing Machinery, 2019.

HUANG, H.; e LEE, C. F. Factors affecting usability of 3D model learning in a virtual reality environment. **Interactive Learning Environments**, [s. l.], v. 30, n. 5, p. 848–861, 2022.

HUANG, H.; LIN, C.; e CAI, D. Enhancing the learning effect of virtual reality 3D modeling: a new model of learner's design collaboration and a comparison of its field system usability. **Universal Access in the Information Society**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 429–440, 2021.

INEP. **Censo da Educação Superior 2022**. Brasília: INEP - Ministério da Educação / Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira / Diretoria de Estatísticas Educacionais, 10 out. 2023. p. 79.

INEP. **Painel Estatístico do Censo da Educação Superior**. [S. l.: s. n.], 25 set. 2025. Painel de Estatísticas. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiMGJiMmNiNTAtOTY1OC00ZjUzLTg2OGUtMjAzYzNiYTA5YjliiwiidCI6IjI2ZjczODk3LWM4YWMtNGIxZS05NzhmLWVhNGMwNzc0MzRiZiJ9&pageName=ReportSection4036c90b8a27b5f58f54>. Acesso em: 1 fev. 2026.

INSTITUTO SEMESP. **Mapa do Ensino Superior no Brasil**. [S. l.: s. n.], 2024. p. 314. Disponível em: <https://www.semesp.org.br/mapa/educacao-14/brasil/evasao/>. Acesso em: 1 fev. 2026.

Intro to Gravity Sketch. Diretor: Gravity Sketch. [S. l.: s. n.], 21 jul. 2021. 02:02. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=H6hupSNXGSAa1ND&v=N1RMAav-mSM&feature=youtu.be&ab_channel=GravitySketch. Acesso em: 4 ago. 2025.

Intro To Oculus Quest: Setup, Games & Apps. Diretor: Meta. [S. l.: s. n.], 5 mar. 2021. 02:47. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=lqjxB3pgZl-QwCaf&v=HJBsDGGXbGg&feature=youtu.be&ab_channel=MetaQuest. Acesso em: 4 ago. 2025.

Introducing Oculus Quest 2. Diretor: Meta. [S. l.: s. n.], 16 set. 2020. 00:51. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=9Mf3HPMgDdLsu4dp&v=ATVG19wOJsM&feature=youtu.be&ab_channel=MetaQuest. Acesso em: 4 ago. 2025.

JACKSON, Bret; e KEEFE, Daniel F. Lift-Off: Using Reference Imagery and Freehand Sketching to Create 3D Models in VR. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 1442–1451, 21 abr. 2016.

JALIL, J. M. N.; BAZUA, A. C.; HERRAN, L. C. F.; CASTILLO, F. I. G.; KATASE, D. O.; e VALENZUELA, O. A. G.; JEMNI M.; KALLEL I.; e AKKARI A. (ed.). The virtual reality as a flexible resource to improve engineering education. In: JEMNI M.; KALLEL I.; AKKARI A. (ed.). IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, 2022. **IEEE Global Eng. Edu. Conf., EDUCON**. [S. l.]: IEEE Computer Society, 2022.

JERALD, Jason. **The VR book: human-centered design for virtual reality**. New York] [San Rafael, California: Association for computing machinery Morgan & Claypool publishers, 2016.

JIAWEI, W.; MOKMIN, NAM; e SHAORONG, J. Enhancing higher education art students' learning experience through virtual reality: a comprehensive literature review of product design courses. **INTERACTIVE LEARNING ENVIRONMENTS**, [s. l.], v. 32, n. 10, p. 7399–7415, 25 nov. 2024.

JIMENO-MORENILLA, A.; SÁNCHEZ-ROMERO, J. L.; MORA-MORA, H.; e COLL-MIRALLES, R. Using virtual reality for industrial design learning: a methodological proposal. **Behaviour and Information Technology**, [s. l.], v. 35, n. 11, p. 897–906, 2016.

JINDAL, R.; MITTAL, S. K.; e BANSAL, A. Engineering Education and the Use of Virtual Reality: Idea and Possibility. *In*: 2nd Edition of IEEE Delhi Section Owned Conference, DELCON 2023 - Proceedings, 2023. **Ed. IEEE Delhi Sect. Own. Conf., DELCON - Proc.** [S. l.]: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023.

JOSEPH, Anjali; BROWNING, Matthew H. E. M.; e JIANG, Shan. Using Immersive Virtual Environments (IVEs) to Conduct Environmental Design Research: A Primer and Decision Framework. **HERD: Health Environments Research & Design Journal**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 11–25, jul. 2020.

KALAY, Yehuda E. **Architecture's new media: principles, theories, and methods of computer-aided design**. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2004. 536 p.

KNOWLES, Malcolm S.; HOLTON, Elwood F.; e SWANSON, Richard A. **The adult learner: the definitive classic in adult education and human resource development**. Eighth edition ed. London ; New York: Routledge, 2015. 387 p.

KOLB, David A. **Experiential learning: experience as the source of learning and development**. Second edition ed. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, Inc, 2015. 390 p.

KOOHGILANI, M. et al. Virtual reality as a teaching tool in engineering & design. **Proceedings of the 21st International Conference on Engineering and Product Design Education: Towards a New Innovation Landscape, E and PDE 2019**, [s. l.], 2019.

LAPPSET GROUP OY. **Mobiliário urbano Lappset Chilla em ambiente externo**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.lappset.com/en-GB>. Acesso em: 24 maio 2025.

LASAITIS, Cristina; RIBEIRO, Rafaela Larsen; FREIRE, Marcelo Ventura; e BUENO, Orlando Franscisco Amodeo. Atualização das normas brasileiras para o International Affective Picture System (IAPS). **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**, [s. l.], v. 30, n. 3, p. 230–235, dez. 2008.

LAWSON, Bryan. **How designers think: the design process demystified**. Reprint ed. Amsterdam Heidelberg: Elsevier Architectural Press, 2010. 321 p.

LEE, N.; e CHEN, C. H. Empowering Studio Design Pedagogy Through Extended Reality Environment. *In*: GCCE 2024 - 2024 IEEE 13th Global Conference on Consumer Electronics, 2024. **GCCE - IEEE Glob. Conf. Consum. Electron.** [S. l.]: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2024. journalAbbreviation: GCCE - IEEE Glob. Conf. Consum. Electron. p. 1136–1139.

LIANG, Yo-Wen; LEE, An Sheng; e LIU, Shuo-Fang. A Study on Design-oriented Demands of VR via ZMET-QFD Model for Industrial Design Education and Students' Learning. **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, [s. l.], v. 12, n. 5, 20 mar. 2016.

LIAO, R.; JAIN L.C.; BALAS V.E.; WU Q.; e SHI F. (ed.). Virtual Reality Technology in Art Education System. *In*: JAIN L.C.; BALAS V.E.; WU Q.; SHI F. (ed.). *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 2024. **Front. Artif. Intell. Appl.** [S. l.]: IOS Press BV, 2024.

LIN, C. H.; e HSU, P. H.; DETAND J.; SELF J.A.; RUXU D.; e GUNSING J. (ed.). Integrating Procedural Modelling Process and Immersive VR Environment for Architectural Design Education. *In*: DETAND J.; SELF J.A.; RUXU D.; GUNSING J. (ed.). *MATEC Web of Conferences*, 2017. **MATEC Web Conf.** [S. l.]: EDP Sciences, 2017.

LIU, K.; TAN, B.; KARRI, R.; e GARG, S. Training Data Poisoning in ML-CAD: Backdooring DL-Based Lithographic Hotspot Detectors. **IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems**, [s. l.], v. 40, n. 6, p. 1244–1257, 2021.

LÖBACH, Bernd. **Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

LOURENÇO, Douglas Fabiano; VALENTIM, Elenince Carmona; e LOPES, Maria Helena Baena De Moraes. Translation and Cross-Cultural Adaptation of the System Usability Scale to Brazilian Portuguese. **Aquichan**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 1–16, 13 maio 2022.

LOVATO, Fabricio Luís; MICHELOTTI, Angela; e DA SILVA LORETO, Elgion Lucio. Metodologias Ativas de Aprendizagem: Uma Breve Revisão. **Acta Scientiae**, [s. l.], v. 20, n. 2, 15 maio 2018.

MAHFUZ, Edson. Reflexões sobre a construção da forma pertinente. **Arquitextos**, [s. l.], n. 045.02, fev. 2004.

MAURYA, Santosh; ARAI, Kengo; MORIYA, Koyo; ARRIGHI, Pierre-Antoine; e MOUGENOT, Céline. A mixed reality tool for end-users participation in early creative design tasks. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 163–182, mar. 2019.

MEJLHEDE, Dorthe Thorning. Design Research and Art-Based Design Education Programs. **Design Issues**, [s. l.], v. 31, n. 4, p. 44–55, out. 2015.

MERRIAM, Sharan B.; e BAUMGARTNER, Lisa M. **Learning in adulthood: a comprehensive guide, fourth edition**. 4. ed. San Francisco: Jossey-Bass, 2020.

META. **Meta Horizon Link**. Menlo Park, CA: [s. n.], ago. 2025. Disponível em: <https://www.meta.com/quest/setup/>. Acesso em: 9 set. 2025.

META. Meta Horizon. **Meta Horizon Casting**. [S. l.: s. n.], [s. d.]. Disponível em: <https://horizon.meta.com/casting/>. Acesso em: 4 ago. 2025.

Meta Quest 2: Comfortable Fit. Diretor: Meta. [S. l.: s. n.], 13 nov. 2021. 00:53. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=T1qkQ9IIQuhtEYsC&v=dUFgGHh5B_c&feature=youtu.be&ab_channel=MetaQuest. Acesso em: 4 ago. 2025.

MICROSOFT. **Visualizador 3D**. [S. l.]: Microsoft Corporation, 8 jul. 2025. Windows 10. Disponível em: <https://apps.microsoft.com/detail/9nblggh42ths?hl=pt-BR&gl=BR>. Acesso em: 29 jan. 2026.

MOHAMED, T. I.; e SICKLINGER, A. An integrated curriculum of virtual/augmented reality for multiple design students. **Education and Information Technologies**, [s. l.], v. 27, n. 8, p. 11137–11159, 2022.

MUHANNA, Muhanna A. Virtual reality and the CAVE: Taxonomy, interaction challenges and research directions. **Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences**, [s. l.], v. 27, n. 3, p. 344–361, jul. 2015.

MUSEUMSQUARTIER WIEN. **MQ Enzo**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.mqw.at/en/infoticketsshop/mq-point/mq-furniture/enzo>. Acesso em: 24 maio 2025.

NAZLIDOU, I.; EFKOLIDIS, N.; KAKOULIS, K.; e KYRATIS, P. Innovative and Interactive Technologies in Creative Product Design Education: A Review. **Multimodal Technologies and Interaction**, [s. l.], v. 8, n. 12, 2024.

NISHIKAWA-PACHER, Andreas. Research Questions with PICO: A Universal Mnemonic. **Publications**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 21, 22 jun. 2022.

NUNES, Carlos Alberto (trad.). **A República / Platão**. 3ª ed. ed. Belém: EDUFPA, 2000.

OCULUS. **First Steps for Quest 2**. [S. l.]: Oculus, out. 2020. Meta Horizon OS. Disponível em: <https://www.meta.com/experiences/2018288548237583/>. Acesso em: 7 ago. 2025.

OLSEN, Luke; SAMAVATI, Faramarz F.; SOUSA, Mario Costa; e JORGE, Joaquim A. Sketch-based modeling: A survey. **Computers & Graphics**, [s. l.], v. 33, n. 1, p. 85–103, fev. 2009.

ORION. **Orion Star Fabric Canopy**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://streetspacestructures.co.uk/products/star-fabric-canopies/>. Acesso em: 24 maio 2025.

ORR, Susan; e SHREEVE, Alison. **Art and design pedagogy in higher education: knowledge, values and ambiguity in the creative curriculum**. Abingdon, Oxon: Routledge, 2018.

OUT-SIDER. **HopOp 500 Light**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://out-sider.dk/en/product/hopop500-light/>. Acesso em: 24 maio 2025.

PAN, X.; HABERKORN, A.; J.P, Allebach; Z, Fan; e Q, Lin. Interactive 3D modeling with virtual reality. **IS and T International Symposium on Electronic Imaging Science and Technology**, [s. l.], v. 2021, 2021.

PARMAR, Ashis Jalote. *Design Attitude* by Kamil Michlewski (Burlington, VT: Gower Publishing Company, 2015), ISBN 9781472421180, 238 pages, illustrated, hardcover, \$71. **Design Issues**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 116–118, jul. 2016.

PETERS, M.; LAENG, B.; LATHAM, K.; JACKSON, M.; ZAIYOUNA, R.; e RICHARDSON, C. A Redrawn Vandenberg and Kuse Mental Rotations Test - Different Versions and Factors That Affect Performance. **Brain and Cognition**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 39–58, jun. 1995.

PIKBEST. **Madera de textura marrón Y fondo que realza los diseños exteriores interiores con S orgánicos**. Fotografia digital colorida. Disponível em:

https://es.pikbest.com/backgrounds/brown-texture-wood-and-background-enhancing-interior-exterior-designs-with-organic-s_9942559.html. Acesso em: 24 maio 2025.

PRVANOV, Siniša. Street Furniture in High-Density Urban Areas: Geometry, Ergonomic, and Cnc Production. [s. l.], 2017. DOI 10.13140/RG.2.2.20396.26242/1. Disponível em: <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.20396.26242/1>. Acesso em: 24 maio 2025.

Quest 2: Navigating in VR. Diretor: Meta. [S. l.: s. n.], 13 nov. 2021. 01:14. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=KMwtlzwldynW2RTs&v=gKkwfy9GueQ&feature=youtu.be&ab_channel=MetaQuest. Acesso em: 4 ago. 2025.

RAHIMIAN, Farzad Pour; e IBRAHIM, Rahinah. Impacts of VR 3D sketching on novice designers' spatial cognition in collaborative conceptual architectural design. **Design Studies**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 255–291, maio 2011.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores**. 2005. 209 p. Tese (Doutorado) – Univeridade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

RICHARDSON, W. Scott; WILSON, Mark C.; NISHIKAWA, Jim; e HAYWARD, Robert S. A. The Well-built Clinical Question: A Key to Evidence-based Decisions. **ACP Journal Club**, [s. l.], v. 123, n. 3, p. A12–A13, dez. 1995.

RIVA 1920. **Bench Love Seat**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.parlangelifurniturestore.com/en/armchairs-and-chaise-lounges/193-panca-love-seat-riva-1920.html>. Acesso em: 24 maio 2025.

ROSSONI, M.; SPADONI, E.; CARULLI, M.; BARONE, C.; COLOMBO, G.; e BORDEGONI, M. Virtual Reality in Education to Enable Active Learning and Hands-on Experience. **Computer-Aided Design and Applications**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 258–269, 2024.

RS+ ROBERT SKITEK. **Redes de descanso no Lago Paprocany**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/794563/reurbanizacao-da-orla-do-lago-paprocany-rs-plus>. Acesso em: 24 maio 2025.

RUBIO-TAMAYO, Jose; BARRIO, Manuel Gertrudix; e GARCÍA, Francisco García. Immersive Environments and Virtual Reality: Systematic Review and Advances in Communication, Interaction and Simulation. **Multimodal Technologies and Interaction**, [s. l.], v. 1, n. 4, p. 21, 27 set. 2017.

SANTOS, Renato Favarin Dos; SILVEIRA, Ronie Alexsandro Teles Da; GOMES, Carlos Falcão De Azevedo; e STEIN, Lilian Milnitsky. Normas de emocionalidade para a versão brasileira do paradigma Deese-Roediger-McDermott (DRM). **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 387–394, set. 2009.

SANTOS, Edelino Alves dos. **A gestão pública e o perfil da evasão discente no Curso de Design da Universidade Federal do Ceará**. 2018. 45 p. Tese (Pós-Graduação em Gestão Pública) – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

SCHÖN, Donald A. **The reflective practitioner: how professionals think in action**. New York: Basic Books, 1983. 374 p.

SCHUBERT, Gerhard; ANTHES, Christoph; KRANZLMÜLLER, Dieter; e PETZOLD, Frank. From physical to virtual: Real-time immersive visualizations from an architect's working model. *In*: 12th International Conference on Construction, 2012, Taipei. **CONVR 2012 proceedings of the 12th International Conference on Construction**. Taipei: [s. n.], jan. 2012.

SHIH, S. L.; OU, S. J.; HUANG, Y. C.; e MU, Y. C. The difficulties and countermeasures of applying virtual reality to industrial design education. *In*: ACM International Conference Proceeding Series, 2019. **ACM Int. Conf. Proc. Ser.** [S. l.]: Association for Computing Machinery, 2019. journalAbbreviation: ACM Int. Conf. Proc. Ser. p. 269–272.

SIENA, F. L.; MALCOLM, R.; KENNEA, P.; STEWART, J.; e CUTTS, A.; BOHEMIA E. et al. (ed.). THE TRAJECTORY OF DESIGN SKETCHING: AN INQUIRY INTO EDUCATIONAL PATHWAYS, HIGHER EDUCATION TRANSITIONS & DESIGN SKETCHING SYLLABUS DEVELOPMENT FOR 1ST YEAR PRODUCT DESIGN STUDENTS. *In*: BOHEMIA E.; BOHEMIA E.; BUCK L.; GRIERSON H.; KIM J.; STORER I.; WHITEHEAD T. (ed.). Proceedings of the 26th International Conference on Engineering and Product Design Education: Rise of the Machines: Design Education in the Generative AI Era, E and PDE 2024, 2024. **Proc. Int. Conf. Eng. Prod. Des. Educ.: Rise Mach.: Des. Educ. Gener. AI Era, E PDE**. [S. l.]: The Design Society, 2024.

SILVA, Michelle Luise Soares da; ELALI, Gleice Virginia Medeiros de Azambuja; e KARROW, Douglas D. Percepção Ambiental: Um estudo com estudantes do IFRN-SGA. **Revista Ambiente & Educação - PPGEA/FURG**, [s. l.], v. 28, n. 2, dez. 2023.

SORBY, Sheryl. Developing 3D spatial skills for engineering students. **Australasian Journal of Engineering Education**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 1–11, 2007.

SOUZA, Natalya Cristina De Lima; e ELALI, Gleice Virginia Medeiros De Azambuja. Projetar fora da caixa: reflexões sobre experiência didática com foco na criatividade estudantil. *In*: VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (SBQP), 2023. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 28 out. 2023.

SPIE BATIGNOLLES VALLIA. **Coasis**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.business-solutions-atlantic-france.com/news/smart-city-5-innovative-types-of-street-furniture-invented-and-installed-in-nantes/>. Acesso em: 24 maio 2025.

STOSS LANDSCAPE URBANISM. **Harvard Plaza Bench**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://landscapearchitecturebuilt.com/harvard-plaza/>. Acesso em: 24 maio 2025.

SUN, Chengyu; XU, Diqiong; DARIA, Kryvko; e TAO, Peihong. A “Bounded Adoption” Strategy and its Performance Evaluation of Virtual Reality Technologies Applied in Online Architectural Education. *In*: CAADRIA 2017: Protocols, Flows, and Glitches, 2017, Suzhou, China. **Anais [...]**. Suzhou, China: [s. n.], 2017. p. 43–52.

SUN, Chengyu; HU, Wei; e XU, Diqiong. Navigation modes, operation methods, observation scales and background options in UI design for high learning performance in VR-based architectural applications. **Journal of Computational Design and Engineering**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 189–196, 1 abr. 2019.

SVIDT, Kjeld; e SØRENSEN, Jesper Bendix. Development of a Virtual Reality Solution for End User Involvement in Interior Design. *In: eCAADe 2016: Complexity & Simplicity*, 2016, Oulu, Finland. **Anais [...]**. Oulu, Finland: [s. n.], 2016. p. 541–546.

TAMAYO, José Luis Rubio. Realidad extendida, interactividad y entornos inmersivos 3d: Revisión de la literatura y proyecciones. *In: VII Congreso Internacional Ciudades Creativas*, 2019, Cartagena de Indias. **Actas Icono 14**. Cartagena de Indias: [s. n.], abr. 2019. v. 1, p. 396–415.

TAYLOR, A.; ORDONEZ PIZARRO I.; SUSTERSIC P.; BUCK L.; GRIERSON H.; e BOHEMIA E. (ed.). DESIGNING WITH VIRTUAL ENVIRONMENTS: EXPLORING OBJECT ATTACHMENT THROUGH DIGITAL INTERACTION. *In: ORDONEZ PIZARRO I.; SUSTERSIC P.; BUCK L.; GRIERSON H.; BOHEMIA E. (ed.). Proceedings of the 25th International Conference on Engineering and Product Design Education: Responsible Innovation for Global Co-Habitation, E and PDE 2023*, 2023. **Proc. Int. Conf. Eng. Prod. Des. Educ.: Responsible Innov. Glob. Co-Habitat., E PDE**. [S. l.]: The Design Society, 2023.

TEIXEIRA, Rita de Cássia Petrarca; MENTGES, Manuir José; e KAMPFF, Adriana Justin Cerveira. Evasão no Ensino Superior: um Estudo Sistemático. *In: X Cidu: X Congresso Ibero-Americano de Docência Universitária*, 2019, Porto Alegre. **Anais do X Cidu: X Congresso Ibero-Americano de Docência Universitária**. Porto Alegre: EDIPUCRS, out. 2019. p. 2000.

Tension fabric and tensile membrane structures. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/807551776910756831/>. Acesso em: 24 maio 2025.

THE NEW RAW. **XXX Bench**. Fotografia digital colorida. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/944320/cidades-recicladas-como-o-design-ciclico-da-forma-a-vida-urbana/5f15f6a1b35765ef31000028-recycled-cities-how-circular-design-shapes-urban-life-image?next_project=no. Acesso em: 24 maio 2025.

THEODORO, Anderson da Silva. **Mobiliário urbano do Campus Regional de Cianorte (CRC) da Universidade Estadual de Maringá (UEM)**. Fotografia digital colorida.

THEREALDARKMASTER. **The WIMP elements of Graphical User Interface**. Disponível em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/ce/Geubuntu_Prima_Luna_Sunshine.jpg/640px-Geubuntu_Prima_Luna_Sunshine.jpg. Acesso em: 30 jun. 2024.

UFPR. **As dimensões da evasão na Universidade Federal do Paraná**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná (UFPR), 2021.

UTTAL, David H.; TIPTON, Elizabeth; WARREN, Christopher; e NEWCOMBE, Nora. The Malleability of Spatial Skills: A Meta-Analysis of Training Studies. **Psychological Bulletin**, [s. l.], v. 139, n. 2, p. 352–402, 2013.

VANDENBERG, Steven G.; e KUSE, Allan R. Mental Rotations, a Group Test of Three-Dimensional Spatial Visualization. **Perceptual and Motor Skills**, [s. l.], v. 47, n. 2, p. 599–604, dez. 1978.

VINUTO, Juliana. A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto. **Tematicas**, [s. l.], v. 22, n. 44, p. 203–220, 2014.

VO, H. Design creativity in Industry 4.0: Gravity Sketch and 3D printing in a Luminaire design project. **Journal of Engineering, Design and Technology**, [s. l.], 2022.

WANG, James T. To Make or to Create? What Should Students of Design be Taught? **Design Issues**, [s. l.], v. 31, n. 3, p. 3–15, jul. 2015.

WANG, Xiangyu; e SCHNABEL, Marc Aurel (ed.). **Mixed reality in architecture, design and construction**. New York: Springer, 2009. 273 p.

WANG, Xiangyu; TSAI, Jerry Jen-Hung; e WANG, Xiangyu. **Collaborative design in virtual environments**. New York: Springer, 2011. (Intelligent systems, control and automation: Science and engineering, v. 48).

WOOD DESIGN. **Crafting a Stunning Ash Wood Bench**. Vídeo digital. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=agXgMJdfhVc>. Acesso em: 24 maio 2025.

YING, Li; JIONG, Zhang; WEI, Sun; JINGCHUN, Wang; e XIAOPENG, Gao. VREX: Virtual reality education expansion could help to improve the class experience (VREX platform and community for VR based education). *In*: 2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2017, Indianapolis, IN. **2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. Indianapolis, IN: IEEE, out. 2017. p. 1–5.

Your first sketch in Gravity Sketch. Diretor: Gravity Sketch. [S. l.: s. n.], 25 maio 2021. 02:39. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=XwpYWcuS-qKU90Y2&v=REvYDc7EJw8&feature=youtu.be&ab_channel=GravitySketch. Acesso em: 4 ago. 2025.

ZEISEL, John. **Inquiry by design: tools for environment-behaviour research**. Reprint ed. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1997. 250 p.

ZHANG, W.; RANSCOMBE, C.; PIUMSOMBOON, T.; e MALLYA, P.; OTTO K. (ed.). WHAT DETERMINES VR INTEGRATION IN DESIGN PRACTICE? AN INVESTIGATION OF INDUSTRIAL DESIGNER'S ACCEPTANCE OF VR VISUALISATION TOOLS. *In*: OTTO K. (ed.). Proceedings of the Design Society, 2023. **Proc. Des. Soc.** [S. l.]: Cambridge University Press, 2023.

ZHANG, M.; XIONG Z. e HE R. (ed.). Development of Furniture Design Teaching System based on Virtual Reality Technology. *In*: XIONG Z.; HE R. (ed.). Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 2023a. **Proc SPIE Int Soc Opt Eng**. [S. l.]: SPIE, 2023.

ZHANG, F. Teaching Reform of Cultural and Creative Product Design Based on Virtual Reality (VR) Technology. **International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 1–15, 2023b.

ZHANG, W.; e RANSCOMBE, C. Embracing new visualisation tools in education: How the learning experience of digital sketching influences its use in design practice. *In*: Proceedings of the Design Society, 2021. **Proc. Des. Soc.** [S. l.]: Cambridge University Press, 2021.

ZOTOMAYOR, Carlos. Gravity Sketch VR is Now Available in Early Access. **Solidsmack**. [S. l.: s. n.], 4 ago. 2017. Disponível em: <https://www.solidsmack.com/cad/gravity-sketch-vr-now-available-early-access/>. Acesso em: 30 jun. 2024.

ŻURAW, Piotr. **Uiliuli Bench**. Fotografia digital colorida. Disponível em: https://miro.medium.com/v2/resize:fit:1200/0*I9GXy7dNoSGVALmh.jpg. Acesso em: 24 maio 2025.

APÊNDICES

**REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE DESIGN DE PRODUTO:
A IMERSÃO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM**

Estudo do impacto do emprego de ferramentas imersivas de realidade virtual na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto no ensino superior

*Pesquisador: Fabiano Burgo
Orientador: Prof. Dr. Cesar Imai
Programa Associado UEM/UEL de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
Universidade Estadual de Londrina*

APÊNDICE A

RECRUTAMENTO DE PARTICIPANTES

Após a definição do público-alvo da pesquisa e aprovação do protocolo de pesquisa pelos devidos Comitês de Ética, é necessário abordar os possíveis participantes para convidá-los a participar do estudo. Após uma breve descrição dos objetivos da mesma, é compartilhado com os estudantes um material de divulgação no qual constam mais informações sobre o estudo e o *link* para um formulário *online* que deve ser preenchido pelos interessados – os campos de informações a serem coletadas são especificados nas seções a seguir.

1. APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

Você está sendo convidado(a) para participar da pesquisa de doutorado chamada REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE DESIGN DE PRODUTO: A IMERSÃO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM*, desenvolvida pelo Prof. Fabiano Burgo | DDM/UEM sob orientação do Prof. César Imai | PPU/UEL.

Esta pesquisa é composta por:

1. Treinamento no dispositivo de Realidade Virtual Meta Quest 2 e no software Gravity Sketch;
2. Desenvolvimento de desenhos manuais e modelos 3D com base em um 'Desafio de Design';
3. Respostas a questionários online individuais sobre seus sentimentos, percepção visuoespacial e expectativa/experiência de uso da Realidade Virtual.

As atividades serão presenciais no Campus Regional da Cianorte, em dias e horários definidos de acordo com sua disponibilidade (podendo acontecer fora do período curricular, se houver necessidade). Não há vínculo com as disciplinas do Curso de Design, e os participantes receberão AAC ou UCE** ao participar de todas as etapas da pesquisa.

Sua participação é extremamente importante, com ela você vai não só contribuir com o desenvolvimento da ciência relacionada ao design mas também terá acesso a uma ferramenta tecnológica bastante inovadora e exclusiva. Participe!

*Pesquisa aprovada pelo COPEP/UEM (CAAE 91135025.3.0000.0104), cumprindo as exigências contidas nas Resoluções CNS nº 466/2012 MS e CNS nº 510/2016.

**A atribuição de UCE é condicionada a vínculo em projeto de extensão.

2. IDENTIFICAÇÃO

2.1. Digite aqui o seu nome completo:

- *Campo aberto para resposta curta.*

2.2. Digite aqui o seu RA:

- *Campo aberto para resposta curta.*

2.3. Em qual ano você se matriculou no Curso de Design da UEM?

- *Campo aberto para resposta curta.*

2.4. Você está regularmente matriculado(a) na 2ª Série do Curso de Graduação em Design da UEM?

- Sim.
- Não.

3. DISPONIBILIDADE PARA O TREINAMENTO

A seguir, o texto de apresentação aos participantes:

- O treinamento é composto de uma aula coletiva na qual primeiro o pesquisador apresentará as características do dispositivo de Realidade Virtual Meta Quest 2 e do software Gravity Sketch. Na sequência cada participante terá a oportunidade de utilizar ambos para se familiarizar. A duração total prevista é de cerca de 70 minutos.

3.1. Quais dias da semana/horários você teria disponibilidade para realizar o treinamento?

- | | | | |
|------------|-----------|-----------|-----------|
| • Segunda: | [] Manhã | [] Tarde | [] Noite |
| • Terça: | [] Manhã | [] Tarde | [] Noite |
| • Quarta: | [] Manhã | [] Tarde | [] Noite |
| • Quinta: | [] Manhã | [] Tarde | [] Noite |
| • Sexta: | [] Manhã | [] Tarde | [] Noite |
| • Sábado: | [] Manhã | [] Tarde | [] Noite |
| • Domingo: | [] Manhã | [] Tarde | [] Noite |

4. DISPONIBILIDADE PARA O EXPERIMENTO

A seguir, o texto de apresentação aos participantes:

- No experimento, grupos menores de participantes (cerca de 3 estudantes) responderão a 2 questionários online (um no início e outro ao fim da atividade) e desenvolverão tarefas relacionadas à criação de alternativas para um 'Desafio de Design' apresentado pelo pesquisador. As tarefas consistem de desenhos manuais e o uso do dispositivo Meta Quest 2 para criar modelos 3D no software Gravity Sketch em um ambiente de Realidade Virtual imersiva. A duração total prevista é de cerca de 130 minutos.

4.1. Quais dias da semana/horários você teria disponibilidade para realizar o experimento?

- | | | | |
|------------|-----------|-----------|-----------|
| • Segunda: | [] Manhã | [] Tarde | [] Noite |
| • Terça: | [] Manhã | [] Tarde | [] Noite |
| • Quarta: | [] Manhã | [] Tarde | [] Noite |
| • Quinta: | [] Manhã | [] Tarde | [] Noite |
| • Sexta: | [] Manhã | [] Tarde | [] Noite |
| • Sábado: | [] Manhã | [] Tarde | [] Noite |
| • Domingo: | [] Manhã | [] Tarde | [] Noite |

5. OUTRAS FORMAS DE CONTATO

A seguir, o texto de apresentação aos participantes:

- Compartilhe aqui outras formas de contato suas, como número de telefone celular, WhatsApp, email pessoal, rede social, etc.

5.1. Campo aberto para resposta curta.

**REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE DESIGN DE PRODUTO:
A IMERSÃO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM**
**Estudo do impacto do emprego de ferramentas imersivas de realidade
virtual na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto no
ensino superior**

*Pesquisador: Fabiano Burgo
Orientador: Prof. Dr. Cesar Imai
Programa Associado UEM/UEL de Pós-
Graduação em Arquitetura e Urbanismo
Universidade Estadual de Londrina*

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

A intenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) é explicar tudo sobre o estudo mencionado no cabeçalho, solicitando sua permissão para participar do mesmo. Por favor, leia este documento com bastante atenção e, caso haja alguma palavra ou frase que não entenda, peça esclarecimentos ao pesquisador responsável pelo estudo.

O objetivo desta pesquisa é verificar se a adoção de uma ferramenta tecnológica que permite uma experiência de Realidade Virtual na fase de concepção do design de produto pode proporcionar uma mudança positiva no processo de ensino-aprendizagem em cursos de graduação da área. Se você aceitar participar desta investigação, os procedimentos envolvidos serão os seguintes:

- Treinamento inicial para o uso de um dispositivo e de um *software* de Realidade Virtual;
- Desenvolvimento de desenhos e modelos 3D com base em um 'Desafio de Design' que traz um tema relacionado ao cotidiano do(a) participante;
- Preenchimento de questionários digitais compostos por expressão de sentimentos/percepções pessoais e testes de conhecimento relacionadas ao tema da pesquisa;
- Elaboração de desenhos tradicionais (com lápis e papel, por exemplo) relacionados ao 'Desafio de Design';
- Uso de um equipamento de Realidade Virtual composto por um dispositivo fixado à cabeça do usuário e dois controles remotos (Meta Quest 2);
- Atividades presenciais que acontecerão em dois momentos, ambos com tempo de duração estimado em cerca de 100 minutos cada um: treinamento inicial e experimento.

Registros sonoros e/ou imagéticos poderão ser feitos durante as atividades desenvolvidas; na eventualidade de haver o registro de seu envolvimento, selecione a opção mais alinhada à sua posição quanto à sua divulgação:

- Sim, autorizo a divulgação da minha imagem e/ou voz;
- Não, não autorizo a divulgação da minha imagem e/ou voz.

A pesquisa fará uso de um dispositivo eletrônico alocado na cabeça do(a) participante de forma a criar uma imersão no ambiente de RV que poderá gerar um certo desconforto, desorientação e possível sensação de insegurança, sendo que o pesquisador informará e amparará os(as) participantes até que tal desconforto cesse ou, sendo o caso, interromperá sua participação. De forma a minimizar este risco, serão disponibilizadas cadeiras para a realização destas atividades sentados(as). Com relação a outras telas, apesar de haver um risco mínimo há a possibilidade de desconforto devido ao tempo de exposição e cansaço visual, ambos minimizados pelo curto tempo de uso estimado.

Quanto aos dados fornecidos pelos(as) participantes, o pesquisador e os integrantes da banca de especialistas garantem total sigilo para assegurar sua privacidade, mantendo total discrição e confidencialidade. Sobre o(a) participante se sentir exposto(a) ao expressar opiniões, não haverá qualquer registro de áudio/vídeo na execução das atividades previstas, além de lhe ser fornecida a privacidade necessária.

A respeito do espaço físico, os riscos envolvem aspectos de biossegurança, sendo que os(as) participantes

Esta pesquisa traz também benefícios ao(a) participante – o envolvimento com uma metodologia de desenvolvimento projetual e recursos tecnológicos inovadores, tendo a experiência de vivenciar um ambiente imersivo em Realidade Virtual com um dispositivo eletrônico avançado indisponível atualmente no seu âmbito acadêmico. Há ainda a possibilidade de experimentar uma melhoria na aprendizagem do processo de design, complementando assim sua formação.

Sua participação na pesquisa é totalmente voluntária, caso você decida não participar, ou ainda, desistir de participar e retirar seu consentimento durante o estudo não haverá nenhum prejuízo a avaliações curriculares que você recebe ou possa vir a receber nas instituições vinculadas ao mesmo (Universidade Estadual de Maringá e Universidade Estadual de Londrina).

Não é previsto nenhum tipo de remuneração por sua participação, assim como também não há custos quanto aos procedimentos e equipamentos envolvidos. Caso ocorra algum problema ou dano pessoal resultante de seu envolvimento na pesquisa, você receberá o atendimento necessário sem nenhum custo pessoal, sendo garantida a indenização diante de eventuais fatos comprovadamente causados por ação ou omissão deste estudo.

Solicito também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de design na forma de publicações em revistas e eventos científicos nacionais e/ou internacionais – por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo absoluto, bem como em todas as fases da pesquisa.

Por fim, é assegurada a assistência durante toda a pesquisa, assim como é garantido a você o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências antes, durante e depois da sua participação.

Caso você tenha dúvidas, poderá entrar em contato com o pesquisador responsável **Fabiano Burgo**, pelo telefone no endereço **Universidade Estadual de Maringá - Campus Sede - Avenida Colombo, 5790 - Bloco 123 - Maringá/PR/BR** e/ou pelo e-mail **fburgo@uem.br**. Esta pesquisa foi aprovada pelo COPEP/UEM¹ e CEP/UEL² (CAAE 91135025.3.0000.0104).

Esse termo é assinado em duas vias, sendo uma sua e a outra do pesquisador.

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO

Concordo em participar do estudo intitulado: "REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE DESIGN DE PRODUTO: A IMERSÃO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM".

_____ Nome do(a) participante _____ Assinatura do(a) participante	Data: ____/____/____
---	-----------------------------

Eu, Fabiano Burgo, declaro que esta pesquisa e cumpre as exigências contidas nas Resoluções CNS nº 466/2012 MS e CNS nº 510/2016.

_____ Assinatura do Pesquisador	Data: ____/____/____
--	-----------------------------

¹ Comitê Permanente de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da UEM (COPEP/UEM), Av. Colombo, 5790, PPG, sala do COPEP, CEP 87020-900. Maringá-Pr. Telefone: (44) 3011-4597, e-mail: copep@uem.br. horário: 2ª a 5ª feira - das 7h40 às 11h40; 6ª feira das 13h30 às 17h30, exceto nos dias de reunião. Para atendimento presencial, desejável agendar horário.

² Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (CEP/UEL), LABESC - Laboratório Escola de Pós-Graduação - sala 14 -Campus Universitário - Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380 (PR 445), Londrina- Pr - CEP: 86057-970, Telefone: 43-3371-5455, e-mail: cep268@uel.br.

**REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE DESIGN DE PRODUTO:
A IMERSÃO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM**

Estudo do impacto do emprego de ferramentas imersivas de realidade virtual na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto no ensino superior

*Pesquisador: Fabiano Burgo
Orientador: Prof. Dr. Cesar Imai
Programa Associado UEM/UEL de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
Universidade Estadual de Londrina*

APÊNDICE C

TREINAMENTO EM REALIDADE VIRTUAL | ROTEIRO DE ATIVIDADES

Este documento traz o roteiro de atividades a serem desempenhadas pelo pesquisador no Treinamento em RV desta pesquisa, organizado na forma de um *checklist*.

1. TREINAMENTO EM RV

O treinamento será realizado de forma presencial com grupos de no máximo vinte (20) alunos, de forma que estejam confortavelmente acomodados na Sala 11 do Bloco Y03 do Campus Regional de Cianorte (CRC) da Universidade Estadual de Maringá (UEM) - Laboratório de Criação do Departamento de Design e Moda (DDM).

Serão disponibilizados cinco (5) dispositivos de Realidade Virtual (RV), sendo que os(as) participantes testarão os mesmos de forma concomitante.

Tempo total estimado para cada sessão de treinamento: 70 minutos (sendo que os participantes serão dispensados logo após o uso individual do dispositivo de RV).

1.1. Compartilhamento prévio (por email/rede social) de materiais de referência sobre o sistema e o dispositivo de RV (vídeos online):

- Apresentação do dispositivo:
 - Introduzindo o Meta Quest 2 (Introducing Oculus Quest 2, 2020);
 - Introdução ao Meta Quest: Ajustes, Jogos & Aplicativos (Intro To Oculus Quest, 2021);
- Vídeo tutoriais:
 - Meta Quest 2: Ajustes de Conforto (Meta Quest 2: Comfortable Fit, 2021);
 - Meta Quest 2: Navegando em VR (Quest 2: Navigating in VR, 2021).
- Apresentação do *software* empregado no 'Desafio de Design' - Gravity Sketch (Gravity Sketch, 2019):
 - Apresentando o Gravity Sketch (Gravity Sketch Trailer, 2022);
 - Introdução ao Gravity Sketch (Intro to Gravity Sketch, 2021);
 - Seu primeiro esboço no Gravity Sketch (Your first sketch in Gravity Sketch, 2021).

1.2. Preparação do ambiente físico (5 min.):

- Acender luzes e ligar o ar condicionado;
- Ligar o projetor/TV e checar a conexão com a internet;
- Conectar o notebook do pesquisador ao projetor/TV e ao dispositivo Meta Quest 2;
- Posicionar e testar os dispositivos de RV.

1.3. Recepção dos(as) participantes (5 min.):

- Acomodação;
- Apresentação e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos(as) participantes;
- Apresentação dos objetivos e estrutura da pesquisa;
- Apresentação do espaço e dispositivos a serem utilizados.

1.4. Apresentação do dispositivo Meta Quest 2 pelo pesquisador (20 min.):

- Elementos físicos: alças de ajustes, botões de inicialização/controles de visualização e volume;
- Controles remotos: forma de uso e funções dos botões;
- Uso do dispositivo pelo pesquisador, como forma de exemplo e emprego prático:
 - Ajustes para acomodação;
 - Acesso à interface inicial;
 - Espelhamento da tela do dispositivo no projetor/TV por meio do *software* Meta Quest Link (Meta, 2025);
- Apresentação da interface digital (por meio do espelhamento da tela no projetor/TV):
 - Menus e localização dos elementos principais de navegação;
 - Princípios de navegação geral por meio dos controles remotos;
 - Interface do *software* Gravity Sketch (Gravity Sketch, 2019), com a apresentação dos menus e interações possíveis por meio dos controles.
 - Modelagem 3D no Gravity Sketch: uso da ferramenta de desenho livre para fazer esboços no ambiente de RV – movimentos, tipos/espessuras/ cores de traços, interações possíveis com os objetos desenhados (seleção, exclusão, redimensionamento e reposicionamento);
 - Salvamento do modelo 3D no *software*;
 - Saída para o menu principal e desligamento do dispositivo.

1.5. Uso do dispositivo pelos(as) participantes (35 min. / limite de 10 min. por participante)^{1 2}:

- Ajustes individuais para acomodação;
- Navegação pela interface geral;
- Familiarização com o sistema por meio do aplicativo First Steps for Quest 2 (Oculus, 2020), desempenhando tarefas criadas pelos desenvolvedores relacionadas a movimentos, localização espacial e familiarização com os controles;
- Abertura do *software* Gravity Sketch, execução de modelo 3D por meio de esboços livres e salvamento de arquivo na pasta indicada pelo pesquisador.
- Saída para o menu principal e desligamento do dispositivo.

* Os(as) participantes pode(m) encerrar a execução das atividades a qualquer momento, devendo apenas informar o pesquisador sobre esta intenção.

** Os(as) participantes podem indagar o pesquisador quanto ao uso das interfaces e do *software* a qualquer momento, que os esclarecerá sempre que solicitado utilizando um dispositivo com a tela espelhada no projetor/TV.

1.6. Preenchimento do Relatório do Treinamento pelo pesquisador (5 min.).

2. REFERÊNCIAS

GRAVITY SKETCH. **Gravity Sketch**. [S. l.]: Gravity Sketch, 18 jul. 2019. Meta Horizon OS. Disponível em: <https://www.meta.com/experiences/gravity-sketch/1587090851394426/>. Acesso em: 7 ago. 2025.

Gravity Sketch Trailer. Diretor: Gravity Sketch. [S. l.: s. n.], 17 ago. 2022. 01:12. Disponível em:

¹ Os(as) participantes pode(m) encerrar a execução das atividades a qualquer momento, devendo apenas informar o pesquisador sobre esta intenção.

² Os(as) participantes podem indagar o pesquisador quanto ao uso das interfaces e do *software* a qualquer momento, que os esclarecerá sempre que solicitado utilizando um dispositivo com a tela espelhada no projetor/TV.

https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=iA2rQYDD7o--PNyT&v=52yGijCy2qQ&feature=youtu.be&ab_channel=GravitySketch. Acesso em: 4 ago. 2025.

Intro to Gravity Sketch. Diretor: Gravity Sketch. [S. l.: s. n.], 21 jul. 2021. 02:02. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=H6hupSNXGSAa1ND&v=N1RMaav-mSM&feature=youtu.be&ab_channel=GravitySketch. Acesso em: 4 ago. 2025.

Intro To Oculus Quest: Setup, Games & Apps. Diretor: Meta. [S. l.: s. n.], 5 mar. 2021. 02:47. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=lqjxB3pgZl-QwCaf&v=HJBsDGGXbGg&feature=youtu.be&ab_channel=MetaQuest. Acesso em: 4 ago. 2025.

Introducing Oculus Quest 2. Diretor: Meta. [S. l.: s. n.], 16 set. 2020. 00:51. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=9Mf3HPMgDdLsu4dp&v=ATVGI9wOJsM&feature=youtu.be&ab_channel=MetaQuest. Acesso em: 4 ago. 2025.

META. **Meta Horizon Link**. Menlo Park, CA: [s. n.], ago. 2025. Disponível em: <https://www.meta.com/quest/setup/>. Acesso em: 9 set. 2025.

Meta Quest 2: Comfortable Fit. Diretor: Meta. [S. l.: s. n.], 13 nov. 2021. 00:53. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=T1qkQ9IIQuhtEYsC&v=dUFgGHh5B_c&feature=youtu.be&ab_channel=MetaQuest. Acesso em: 4 ago. 2025.

OCULUS. **First Steps for Quest 2**. [S. l.]: Oculus, out. 2020. Meta Horizon OS. Disponível em: <https://www.meta.com/experiences/2018288548237583/>. Acesso em: 7 ago. 2025.

Quest 2: Navigating in VR. Diretor: Meta. [S. l.: s. n.], 13 nov. 2021. 01:14. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=KMwtlzwdynW2RTs&v=gKkwfy9GueQ&feature=youtu.be&ab_channel=MetaQuest. Acesso em: 4 ago. 2025.

Your first sketch in Gravity Sketch. Diretor: Gravity Sketch. [S. l.: s. n.], 25 maio 2021. 02:39. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=XwpYWcuS-qKU90Y2&v=REvyDc7EJw8&feature=youtu.be&ab_channel=GravitySketch. Acesso em: 4 ago. 2025.

**REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE DESIGN DE PRODUTO:
A IMERSÃO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM**

Estudo do impacto do emprego de ferramentas imersivas de realidade virtual na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto no ensino superior

*Pesquisador: Fabiano Burgo
Orientador: Prof. Dr. Cesar Imai
Programa Associado UEM/UEL de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
Universidade Estadual de Londrina*

APÊNDICE D

DESAFIO DE DESIGN: BANCO PÚBLICO PARA O CAMPUS REGIONAL DE CIANORTE (CRC) DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ (UEM)

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O Campus Regional de Cianorte (CRC) foi criado em 16 de junho de 1985, sendo atualmente um dos sete campus de extensão da UEM nos quais são desenvolvidas atividades de ensino, pesquisa e extensão; no CRC, especificamente, são ofertados quatro cursos de graduação: Ciências Contábeis, Design, Moda e Pedagogia (Universidade Estadual de Maringá, [s.d.]).

O Curso de Graduação em Design da UEM, oferecido no campus desde 2002, faz parte do Departamento de Design e Moda (DDM), estabelecido em 2008 (Design UEM, 2024), contando com uma estrutura focada em dar suporte às atividades acadêmicas dos estudantes, permitindo assim que desenvolvam suas habilidades elaborando projetos tanto conceituais quanto práticos.

O curso conta ainda com laboratórios específicos, como a Oficina de Prototipagem e o FabLab, equipados com ferramentas e equipamentos necessários à materialização dos projetos desenvolvidos nas disciplinas; entre os equipamentos disponíveis destacam-se diferentes tipos de serras, furadeiras, lixadeiras, tornos, máquinas de corte a laser, CNC e impressoras 3D, entre outros (Governo do Estado do Paraná, 2022).

É perceptível, no entanto, que os projetos desenvolvidos pelos estudantes raramente são direcionados para atender suas próprias necessidades cotidianas, como o uso de espaços comuns para descanso entre as aulas. Neste contexto, atualmente os únicos mobiliários disponíveis para os estudantes utilizarem no espaço público nos intervalos são bancos de concreto tradicionais, muitas vezes danificados e com estruturas que não consideram as características sociais e as diferentes demandas dos usuários (Figura 1).

Figura 1 - Mobiliário urbano do Campus Regional de Cianorte (CRC) da UEM



Fonte: Theodoro (2024)

O desafio proposto aqui é desenvolver uma nova solução de banco público que se adeque ao espaço aberto de uso coletivo do campus, visando assim atender às necessidade dos estudantes e, simultaneamente, alinhar o projeto às capacidades técnicas das instalações das oficinas do Curso de Graduação em Design da UEM de maneira que o projeto possa ser executado localmente.

Para alcançar esse objetivo, este desafio seguirá um processo de design baseado em Löbach (2001) e Baxter (2011), autores já familiares aos estudantes, apresentado no tópico a seguir.

2. OBJETIVOS E PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO

Conforme Löbach (2001) e Baxter (2011) o processo de design é composto por um conjunto de quatro fases, que têm por objetivo primeiro entender melhor as características de um dado problema para em seguida desenvolver alternativas focadas em sua solução; ao encontrar um caminho projetual mais adequado, o designer prepara então as informações necessárias para que este possa ser materializado:

- **Fase 1:** preparação e análise do problema;
- **Fase 2:** geração de alternativas de solução;
- **Fase 3:** análise e seleção das alternativas geradas;
- **Fase 4:** materialização da solução proposta.

Este desafio é direcionado a encontrar uma solução, em nível conceitual, para a atual inadequação dos bancos públicos disponíveis para a comunidade universitária do Campus Regional de Cianorte (CRC) da UEM. No desenvolvimento de propostas, os estudantes devem relacionar sua experiência pessoal com o tema, buscando explorar suas habilidades e competências técnicas e criativas para elaborar desenhos manuais e modelos 3D desenvolvidos no ambiente de Realidade Virtual (RV), fazendo uso do dispositivo Meta Quest 2 e do *software* Gravity Sketch (Gravity Sketch, 2019), que representam possíveis soluções para o problema apontado.

Conforme estipulam Löbach (2001) e Baxter (2011), esta proposta traz os elementos iniciais do processo de design aliados à experiência pessoal dos acadêmicos, propondo uma geração de alternativas de solução ainda em fase conceitual.

Como guia para o desenvolvimento, foram definidos requisitos projetuais divididos em Requisitos Práticos, Estéticos e Simbólicos (Löbach, 2001), acompanhados de uma sequência de *moodboards*, citado como painéis semânticos, por Löbach, (2001) e painéis temáticos por Baxter (2011), apresentados no tópico a seguir.

3. REQUISITOS PROJETAIS

3.1. REQUISITOS PRÁTICOS

“São funções práticas de produtos todos os aspectos fisiológicos do uso” (Löbach, 2001, p. 58):

- **Funcionalidade:** o banco desenvolvido deve permitir um uso tanto individual ou em grupo, para sentar e/ou deitar, com conforto e ergonomia adequados para curtos períodos de permanência (intervalos das aulas e demais atividades dos estudantes);
- **Durabilidade:** o banco deve ser resistente a um uso intenso e contínuo, assim como às intempéries (sol, chuva, umidade) do ambiente externo do campus;
- **Segurança:** as peças que compõem o produto não devem possuir arestas cortantes, pontas ou vãos que representem risco de acidentes; o banco deve suportar, no mínimo, cerca de 120 kg; os elementos empregados devem garantir estabilidade e distribuição de cargas que previnam falhas estruturais ou quebras.

3.2. REQUISITOS ESTÉTICOS

“A função estética dos produtos é um aspecto psicológico da percepção sensorial durante o seu uso” (Löbach, 2001, p. 59-60):

- **Harmonização com o ambiente:** o banco deve integrar-se visualmente à arquitetura e ao paisagismo do campus, complementando o ambiente existente;
- **Criatividade:** uma versatilidade de formas e/ou texturas deve ser empregada – materiais como madeira, tecidos e fibras/tecidos (naturais e/ou artificiais) e polímeros devem ser explorados, sempre alinhando os conceitos estéticos com as funcionalidades esperadas pelo banco;

- **Inovação:** elementos estéticos e/ou funcionais inéditos no contexto de uso atual devem ser empregados, como outros tipos de mobiliário (como redes, cadeiras, estofados, etc.) e elementos funcionais ainda não explorados atualmente.

3.3. REQUISITOS SIMBÓLICOS

“A função simbólica dos produtos é determinada por todos os aspectos espirituais, psíquicos e sociais do uso” (Löbach, 2001, p. 64):

- **Identidade:** os móveis devem incorporar elementos formais, cromáticos ou texturais que remetam à identidade da instituição (UEM) e do Curso de Graduação em Design;
- **Socialização:** o projeto deve incentivar a interação, a colaboração e a convivência entre os estudantes por meio de sua configuração funcional e espacial;
- **Inclusividade:** o mobiliário deve ser acessível e passível de uso por pessoas com diferentes características corporais, considerando princípios do desenho universal;
- **Sustentabilidade:** o projeto deve priorizar materiais e processos de baixo impacto ambiental e ser projetado para fácil manutenção e reparo, visando um ciclo de vida estendido.

4. MOODBOARDS

Conforme Löbach (2001), o painel semântico é uma ferramenta crucial para a definição da dimensão estética e simbólica de um produto, sendo um meio eficaz para explorar e comunicar os aspectos mais subjetivos e emocionais do design. Baxter (2011), por sua vez, comenta que painéis temáticos são instrumentos valiosos para a fase de geração de conceitos, auxiliando na definição do caráter e da personalidade do produto, assim como na compreensão do universo do usuário e do contexto em que o produto estará inserido.

Considerando os objetivos e requisitos projetuais deste desafio, foram elaborados quatro *moodboards*, cada qual focado em criar uma ambientação e direcionamento para o desenvolvimento do projeto:

1. Público;
2. Ambiente;
3. Similares;
4. Materiais, formas e texturas.

4.1. MOODBOARD DE PÚBLICO

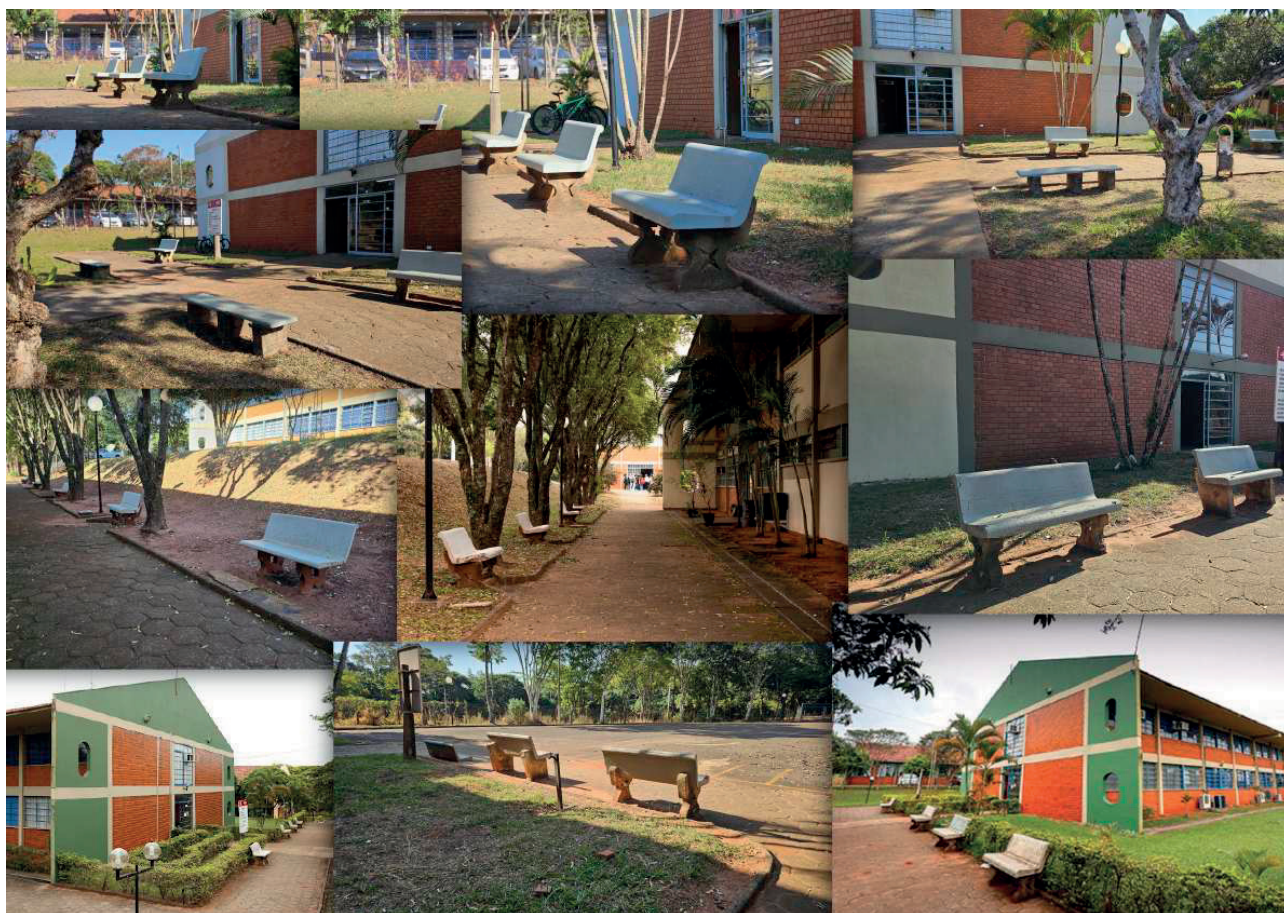
Este painel traz imagens dos estudantes do Curso de Graduação em Design da UEM em situações variadas, estimulando o(a) participante do experimento a ativar sua memória e se relacionar com as situações e interações apresentadas.



Fonte: Design UEM ([s.d.])

4.2. MOODBOARD DE AMBIENTE

Este quadro apresenta o objeto de estudo, os bancos públicos atualmente presentes nos diferentes ambientes coletivos do Campus Regional de Cianorte (CRC) da UEM.



Fonte: Theodoro (2024)

4.3. MOODBOARD DE SIMILARES

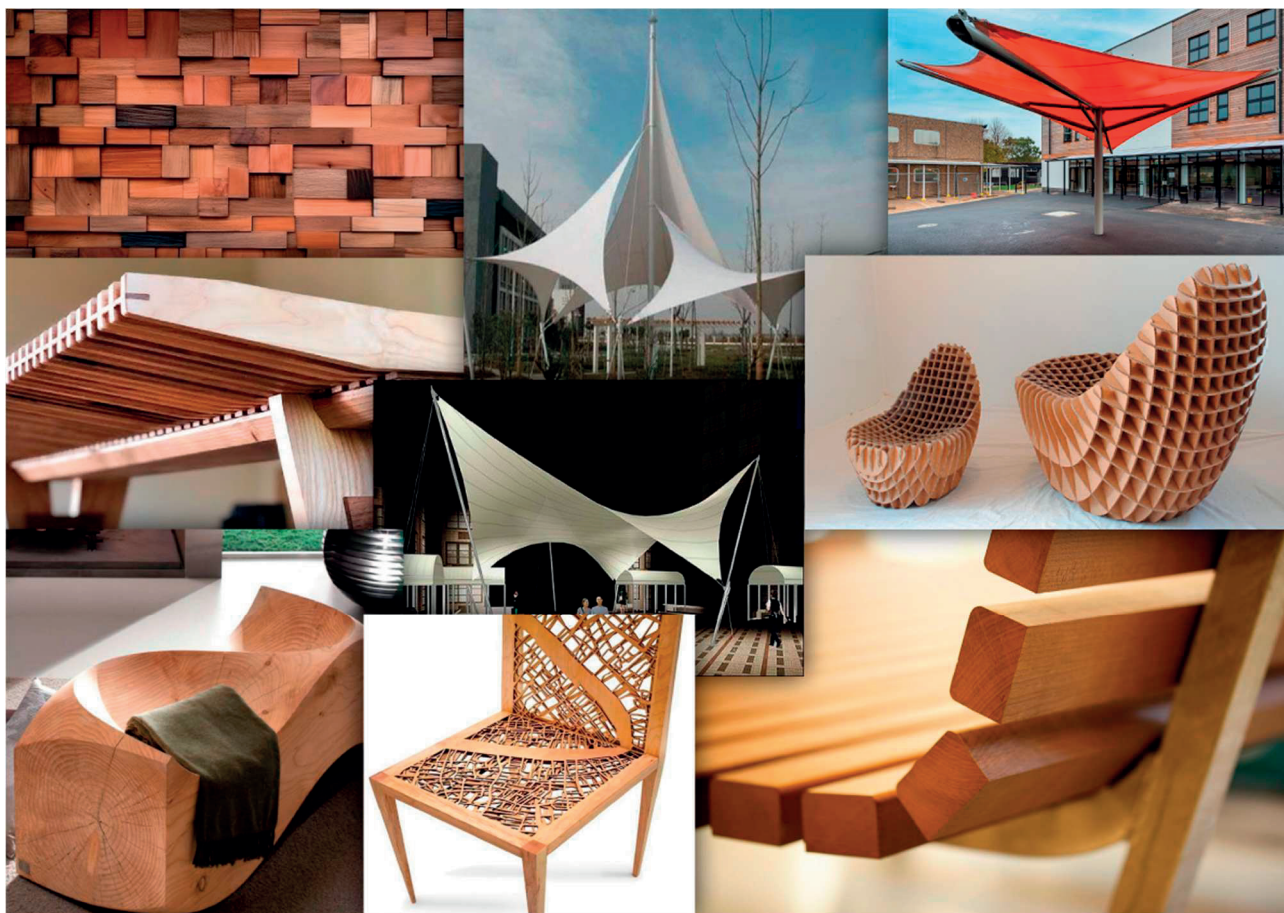
Aqui são apresentadas referências de produtos com características que remetem aos requisitos definidos no desafio, sempre mantendo uma conexão com elementos conceituais e físicos alinhados com as capacidades técnicas de materialização dos laboratórios e oficinas à disposição dos estudantes no campus.



Fonte: BD Barcelona Design (2005); Architonic ID (2008); MuseumsQuartier Wien (2010); Stoss Landscape Urbanism (2013); RS+ Robert Skitek (2014); Prvanov (2017); The New Raw (2020); Spie batignolles vallia (2022); Lappset Group Oy (2025); Out-sider (2025); Archatrak ([s.d.]); Żuraw ([s.d.])

4.4. MOODBOARD DE MATERIAIS, FORMAS E TEXTURAS

Neste painel são apresentados elementos físicos que também se alinham aos requisitos estabelecidos neste desafio e ao cotidiano dos projetos realizados pelos alunos nas disciplinas, laboratórios e oficinas presentes no campus.



Fonte: Riva 1920 (2019); Australian Design & Drafting (2020); Galante Architecture Studio (2023); Pikbest (2023); Wood Design (2023); Kebony (2024); Flex (2025); Orion (2025); TENSION FABRIC AND TENSILE MEMBRANE STRUCTURES... ([s.d.]

5. PROCEDIMENTOS DO EXPERIMENTO

Este documento será disponibilizado aos estudantes ao realizarem o experimento, assim como seu conteúdo será também organizado na forma de uma apresentação de *slides* a ser realizada para aos mesmos no início da atividade; esta apresentação será impressa e fixada às paredes do local no qual acontecerá o experimento. A qualquer momento os acadêmicos poderão consultar as informações aqui contidas, sendo que servirão também de guia para a avaliação posterior das propostas desenvolvidas por uma banca de especialistas composta por três (3) docentes do Curso de Graduação em Design da UEM.

Os procedimentos adotados na execução desta atividade serão os seguintes:

1. Preenchimento, pelos estudantes, de um Questionário Inicial (*online*), objetivando coletar seu estado emocional, conhecimentos específicos e expectativas a respeito do desafio;
2. Apresentação deste desafio na forma de *slides* digitais, com sua disponibilização impressa, sendo que o pesquisador esclarecerá quaisquer dúvidas relacionados ao mesmo;
3. Elaboração de desenhos manuais em papel com lápis ou outro recurso gráfico tradicional à escolha dos estudantes durante 30 minutos;
4. Elaboração de modelos 3D em dispositivo e *software* de Realidade Virtual (RV), também dentro de um prazo estipulado de 30 minutos;
5. Preenchimento de um Questionário Final (*online*), objetivando coletar novamente o estado emocional, conhecimentos específicos e experiências dos estudantes;
6. Análise dos desenhos tradicionais e modelos 3D desenvolvidos por uma banca de especialistas composta por docentes do Curso de Graduação em Design da UEM, tendo como critérios de avaliação os requisitos projetuais aqui apresentados.

6. REFERÊNCIAS

ARCHATRAK. **"Sedi Connect" Solar Bench**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.mortarr.com/project/sedi-connect-solar-bench/>. Acesso em: 24 maio 2025.

ARCHITONIC ID. **Diamante Bench**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.architonic.com/en/product/metalco-diamante/1308873>. Acesso em: 24 maio 2025.

AUSTRALIAN DESIGN & DRAFTING. **3D Furniture**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://astcad.com.au/architectural-design/3d-furniture-modeling/>. Acesso em: 24 maio 2025.

BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 3. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2011. ISBN 978-85-212-1438-0.

BD BARCELONA DESIGN. **El Poeta Bench**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.stylepark.com/en/bd-barcelona-design/el-poeta>. Acesso em: 24 maio 2025.

DESIGN UEM. Conheça o Curso de Design. **Design UEM**. [S. l.: s. n.], 3 ago. 2024. Site institucional. . Disponível em: <https://ddm.uem.br/institucional/curso/>. Acesso em: 3 ago. 2025.

DESIGN UEM. Design UEM: Perfil no Google. **Google**. [S. l.: s. n.], [s. d.]. Disponível em: <https://g.co/kgs/Lgc2vje>. Acesso em: 24 maio 2025.

FLEX. **Recubierto de PVC reforzado para la membrana de resistencia de lona**. Fotografia digital colorida. Disponível em: https://es.made-in-china.com/co_fxflex/product_Good-Price-Heavy-Duty-PVC-Coated-Tarpaulin-for-Tensile-Membrane_eeunhiy.html. Acesso em: 24 maio 2025.

GALANTE ARCHITECTURE STUDIO. **Urban Fabric Series**. Fotografia digital colorida. Disponível em:

<https://www.furnituretoday.com/new-products/how-one-architecture-studio-fit-an-entire-city-in-one-chair/>. Acesso em: 24 maio 2025.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. Universidade Estadual de Maringá inaugura oficina tecnológica inspirada no MIT, dos EUA. **Governo do Estado do Paraná**. [S. l.: s. n.], 17 abr. 2022. Agência de notícias. Disponível em: <https://www.parana.pr.gov.br/aen/Noticia/Universidade-Estadual-de-Maringa-inaugura-oficina-tecnologica-inspirada-no-MIT-dos-EUA>. Acesso em: 3 ago. 2025.

GRAVITY SKETCH. **Gravity Sketch**. [S. l.]: Gravity Sketch, 18 jul. 2019. Meta Horizon OS. Disponível em: <https://www.meta.com/experiences/gravity-sketch/1587090851394426/>. Acesso em: 7 ago. 2025.

KEBONY. **Urban Shelter**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.stylepark.com/en/kebony/urban-shelter>. Acesso em: 24 maio 2025.

LAPPSET GROUP OY. **Mobiliário urbano Lappset Chilla em ambiente externo**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.lappset.com/en-GB>. Acesso em: 24 maio 2025.

LÖBACH, Bernd. **Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. ISBN 978-85-212-0288-2.

MUSEUMSQUARTIER WIEN. **MQ Enzo**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.mqw.at/en/infoticketsshop/mq-point/mq-furniture/enzo>. Acesso em: 24 maio 2025.

ORION. **Orion Star Fabric Canopy**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://streetspacestructures.co.uk/products/star-fabric-canopies/>. Acesso em: 24 maio 2025.

OUT-SIDER. **HopOp 500 Light**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://out-sider.dk/en/product/hopop500-light/>. Acesso em: 24 maio 2025.

PIKBEST. **Madera de textura marrón Y fondo que realza los diseños exteriores interiores con S orgánicos**. Fotografia digital colorida. Disponível em: https://es.pikbest.com/backgrounds/brown-texture-wood-and-background-enhancing-interior-exterior-designs-with-organic-s_9942559.html. Acesso em: 24 maio 2025.

PRVANOV, Siniša. Street Furniture in High-Density Urban Areas: Geometry, Ergonomic, and Cnc Production. [s. l.], 2017. DOI 10.13140/RG.2.2.20396.26242/1. Disponível em: <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.20396.26242/1>. Acesso em: 24 maio 2025.

RIVA 1920. **Bench Love Seat**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.parlangelifurniturestore.com/en/armchairs-and-chaise-lounges/193-panca-love-seat-riva-1920.html>. Acesso em: 24 maio 2025.

RS+ ROBERT SKITEK. **Redes de descanso no Lago Paprocany**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/794563/reurbanizacao-da-orla-do-lago-paprocany-rs-plus>. Acesso em: 24 maio 2025.

SPIE BATIGNOLLES VALLIA. **Coasis**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.business-solutions-atlantic-france.com/news/smart-city-5-innovative-types-of-street-furniture-invented-and-installed-in-nantes/>. Acesso em: 24 maio 2025.

STOSS LANDSCAPE URBANISM. **Harvard Plaza Bench**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://landscapearchitecturebuilt.com/harvard-plaza/>. Acesso em: 24 maio 2025.

Tension fabric and tensile membrane structures. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/807551776910756831/>. Acesso em: 24 maio 2025.

THE NEW RAW. **XXX Bench**. Fotografia digital colorida. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/944320/cidades-recicladas-como-o-design-ciclico-da-forma-a-vida->

urbana/5f15f6a1b35765ef31000028-recycled-cities-how-circular-design-shapes-urban-life-image?next_project=no. Acesso em: 24 maio 2025.

THEODORO, Anderson da Silva. **Mobiliário urbano do Campus Regional de Cianorte (CRC) da Universidade Estadual de Maringá (UEM)**. Fotografia digital colorida.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ. Câmpus Regional de Cianorte (CRC). **Universidade Estadual de Maringá**. [S. l.: s. n.], [s. d.]. Site institucional. . Disponível em: <https://www.uem.br/a-uem/campus/campus-regional-de-cianorte>. Acesso em: 3 ago. 2025.

WOOD DESIGN. **Crafting a Stunning Ash Wood Bench**. Vídeo digital. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=agXgMJdfhVc>. Acesso em: 24 maio 2025.

ŻURAW, Piotr. **Uiliuili Bench**. Fotografia digital colorida. Disponível em: https://miro.medium.com/v2/resize:fit:1200/0*I9GXy7dNoSGVALmh.jpg. Acesso em: 24 maio 2025.

**REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE DESIGN DE PRODUTO:
A IMERSÃO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM**

Estudo do impacto do emprego de ferramentas imersivas de realidade virtual na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto no ensino superior

*Pesquisador: Fabiano Burgo
Orientador: Prof. Dr. Cesar Imai
Programa Associado UEM/UEL de Pós-
Graduação em Arquitetura e Urbanismo
Universidade Estadual de Londrina*

APÊNDICE E

DESAFIO DE DESIGN | ROTEIRO DE ATIVIDADES

Este documento traz o roteiro de atividades a serem desempenhadas pelo pesquisador no Desafio de Design desta pesquisa, organizado na forma de um *checklist*.

1. DESAFIO DE DESIGN

O experimento será realizado de forma presencial com grupos de aproximadamente dois (2) a quatro (4) participantes, sempre de acordo com a quantidade de dispositivos de RV e o espaço disponíveis para o estudo. O mesmo será realizado na Sala 4 (Carimba Empresa Junior de Design) ou na Sala 11 do Bloco Y03 Laboratório de Criação do Departamento de Design e Moda (DDM) do Campus Regional de Cianorte (CRC) da UEM, devidamente dedicados exclusivamente para esta atividade no período do experimento.

Novamente serão disponibilizados de dois (2) a quatro (4) dispositivos de Realidade Virtual (RV), sendo que os(as) participantes farão uso dos mesmos de forma concomitante. Estarão disponíveis para os (as) participantes PCs com acesso à internet para que preencham de forma individual os questionários *online* do estudo.

Tempo total estimado para cada sessão de experimento: 130 minutos.

1.1. Preparação do ambiente (5 min.):

- Acender luzes e ligar o ar condicionado;
- Ligar os PCs, checar a conexão com a internet e acessar os questionários *online* a serem preenchidos pelos (as) participantes;
- Preparar o material e espaço para desenhos manuais;
- Acessar os formulários *online* nos PCs a serem respondidos pelos(as) participantes;
- Posicionar e testar os dispositivos de RV;
- Conectar o notebook do pesquisador ao dispositivo Meta Quest 1¹.

1.2. Recepção dos(as) participantes (5 min.):

- Acomodação;
- Confirmação da Assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE);
- Apresentação dos objetivos e estrutura da pesquisa;
- Apresentação do espaço e dispositivos a serem utilizados.

1.3. Preenchimento do Questionário Inicial pelos(as) participantes (10 min.):

- Acomodação dos participantes individualmente nos computadores disponibilizados para o preenchimento do questionário *online*.

1.4. Apresentação do Desafio de Design (15 min.):

¹ O dispositivo Meta Quest 1 será reservado para que o pesquisador possa tirar dúvidas pontuais sobre o uso do sistema RV em tempo real, tendo sua tela espelhada no notebook do mesmo.

- Apresentação do 'Desafio de Design' na forma de *slides* digitais;
- Apresentação do documento impresso com o 'Desafio de Design', que ficará à disposição dos(as) participantes durante todo o experimento;
- Apresentação da impressão dos *slides* do 'Desafio de Design' fixada à parede da sala, para consulta pelos(as) participantes a qualquer momento do experimento;
- Esclarecimento de dúvidas.

1.5. Geração de alternativas com desenhos manuais (35 minutos):

- Fornecimento de materiais (papel timbrado, canetas e lápis);
- Explicação sobre o preenchimento dos campos nas folhas usadas nos desenhos;
- Início da atividade e cronometragem do tempo*;
- Recolhimento dos desenhos elaborados ao final do tempo cronometrado.

1.6. Intervalo (10 minutos).

1.7. Geração de modelos 3D no ambiente VR (35 minutos):

- Revisão dos fundamentos de uso do dispositivo Meta Quest 2 e do *software* Gravity Sketch (execução de modelos 3D por meio de esboços livres) pelo pesquisador por meio do espelhamento de tela do dispositivo Meta Quest 1 ;
- Ligar, vestir e ajustar o Meta Quest 2 em cada participante;
- Acessar o Gravity Sketch e iniciar um novo desenho na interface, seguindo a ambientação neutra padrão definida para todos os participantes;
- Início da atividade e cronometragem do tempo^{2 3} ;
- Salvamento dos modelos 3D conforme indicado pelo pesquisador ao final do tempo cronometrado.
- Saída para o menu principal e desligamento do dispositivo.

1.8. Preenchimento do Questionário Final pelos(as) participantes (10 min.):

- Acomodação dos participantes individualmente nos computadores disponibilizados para o preenchimento do questionário *online*.

1.9. Preenchimento do Relatório do Experimento pelo pesquisador (5 min.):

- Registro de eventuais ocorrências e anotações referentes à sessão.

2. REFERÊNCIAS

GRAVITY SKETCH. **Gravity Sketch**. [S. l.]: Gravity Sketch, 18 jul. 2019. Meta Horizon OS. Disponível em: <https://www.meta.com/experiences/gravity-sketch/1587090851394426/>. Acesso em: 7 ago. 2025.

Gravity Sketch Trailer. Diretor: Gravity Sketch. [S. l.: s. n.], 17 ago. 2022. 01:12. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=iA2rQYDD7o--PNyT&v=52yGijCy2qQ&feature=youtu.be&ab_channel=GravitySketch. Acesso em: 4 ago. 2025.

Intro to Gravity Sketch. Diretor: Gravity Sketch. [S. l.: s. n.], 21 jul. 2021. 02:02. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=H6hupSNXGSAa1ND&v=N1RMaav->

² Os(as) participantes pode(m) encerrar a execução das atividades a qualquer momento, devendo apenas informar o pesquisador sobre esta intenção.

³ Os(as) participantes podem indagar o pesquisador quanto ao uso de certas ferramentas no software a qualquer momento.

mSM&feature=youtu.be&ab_channel=GravitySketch. Acesso em: 4 ago. 2025.

Intro To Oculus Quest: Setup, Games & Apps. Diretor: Meta. [S. l.: s. n.], 5 mar. 2021. 02:47. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=lqjxB3pgZl-QwCaf&v=HJBsDGGXbGg&feature=youtu.be&ab_channel=MetaQuest. Acesso em: 4 ago. 2025.

Introducing Oculus Quest 2. Diretor: Meta. [S. l.: s. n.], 16 set. 2020. 00:51. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=9Mf3HPMgDdLsu4dp&v=ATVG19wOJsM&feature=youtu.be&ab_channel=MetaQuest. Acesso em: 4 ago. 2025.

META. **Meta Quest Link**. Menlo Park, CA: [s. n.], ago. 2025. Disponível em: <https://www.meta.com/quest/setup/>. Acesso em: 9 set. 2025.

Meta Quest 2: Comfortable Fit. Diretor: Meta. [S. l.: s. n.], 13 nov. 2021. 00:53. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=T1qkQ9IIQuhtEYsC&v=dUFgGHh5B_c&feature=youtu.be&ab_channel=MetaQuest. Acesso em: 4 ago. 2025.

OCULUS. **First Steps for Quest 2**. [S. l.]: Oculus, out. 2020. Meta Horizon OS. Disponível em: <https://www.meta.com/experiences/2018288548237583/>. Acesso em: 7 ago. 2025.

Quest 2: Navigating in VR. Diretor: Meta. [S. l.: s. n.], 13 nov. 2021. 01:14. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=KMwtlzwldynW2RTs&v=gKkwfy9GueQ&feature=youtu.be&ab_channel=MetaQuest. Acesso em: 4 ago. 2025.

Your first sketch in Gravity Sketch. Diretor: Gravity Sketch. [S. l.: s. n.], 25 maio 2021. 02:39. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&si=XwpYWcuS-qKU90Y2&v=REvYDc7EJw8&feature=youtu.be&ab_channel=GravitySketch. Acesso em: 4 ago. 2025.

**REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE DESIGN DE PRODUTO:
A IMERSÃO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM**

Estudo do impacto do emprego de ferramentas imersivas de realidade virtual na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto no ensino superior

*Pesquisador: Fabiano Burgo
Orientador: Prof. Dr. Cesar Imai
Programa Associado UEM/UEL de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
Universidade Estadual de Londrina*

APÊNDICE F

QUESTIONÁRIO INICIAL

No início do experimento serão fornecidos dispositivos conectados à internet (desktops/notebooks) para os participantes – neles os mesmos acessarão um questionário *online* e irão preenchê-lo conforme especificado nas seções a seguir.

1. IDENTIFICAÇÃO

De forma a possibilitar a devida identificação dos participantes, esta seção é composta por questões direcionadas à sua idade, identidade de gênero e tempo de vínculo com o Curso de Graduação em Design da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

1.1. Qual sua idade?

- *Campo aberto para resposta*

1.2. Com qual gênero você se identifica?

- *Masculino*
- *Feminino*
- *Não-binário*
- *Prefiro não responder*

1.3. Em qual ano você se matriculou no Curso de Design da UEM?

- *Campo aberto para resposta*

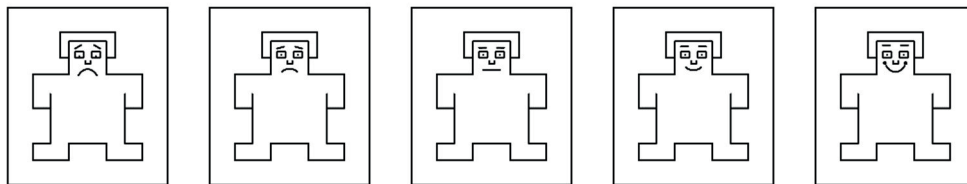
2. AVALIAÇÃO EMOCIONAL (SAM)

Esta seção emprega a ferramenta Self-Assessment Manikin (SAM), um questionário pictórico não verbal com o objetivo de medir o estado emocional dos participantes em função da atividade que estão desempenhando (Bradley e Lang, 1994; Santos *et al.*, 2009; Arrighi *et al.*, 2016; Betella e Verschure, 2016). A ferramenta é composta por três (3) dimensões – Prazer, Alerta e Dominância, termos em português do Brasil empregados conforme Lasaitis *et al.* (2008) – sendo que cada uma é composta por um conjunto de cinco (5) imagens de um personagem com representações visuais de suas emoções variando entre os extremos de cada dimensão.

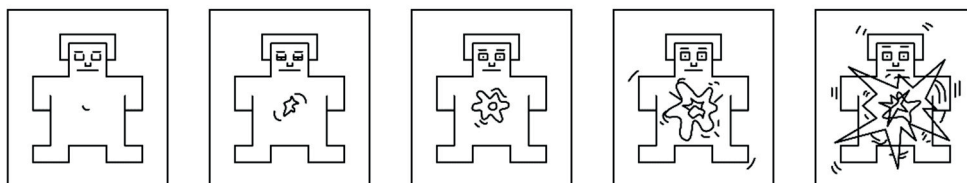
A seguir, o texto de apresentação aos participantes:

- *Esta seção do formulário é composta por três (3) escalas distribuídas em linhas, cada uma representando um aspecto emocional – a primeira refere-se a Prazer, a segunda Alerta e a terceira Dominância. Cada linha contém cinco (5) desenhos que variam entre os extremos da referida emoção, devendo vocês selecionar uma (1) única imagem mais representativa quanto à sua sensação atual. Esta avaliação é subjetiva, não existem respostas certas ou erradas e cada linha de avaliação é independente, podendo você marcar qualquer opção sem considerar o que já marcou na escala anterior. Alguma dúvida?*

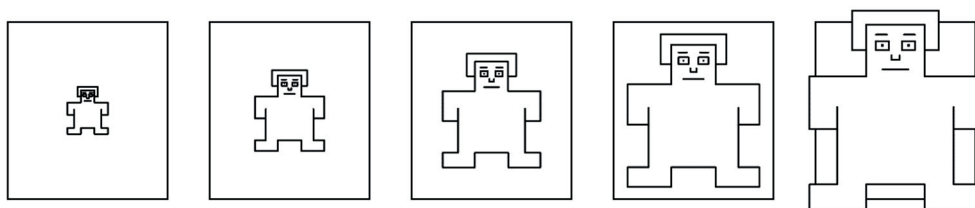
2.1. Prazer:



2.2. Alerta:



2.3. Dominância:

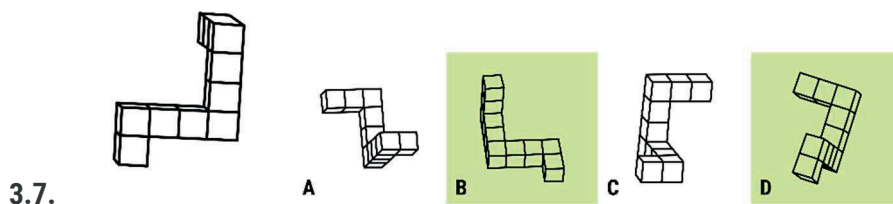
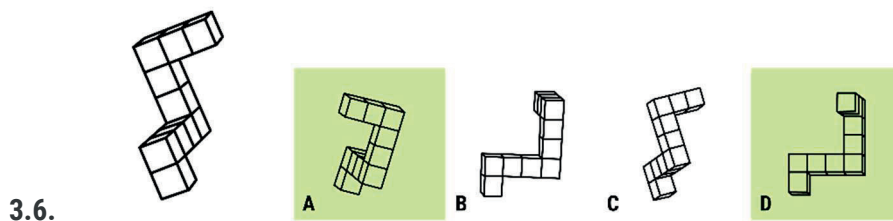
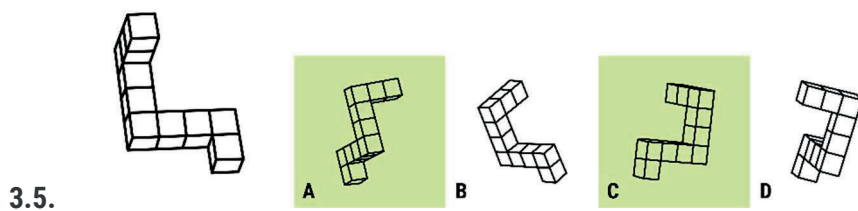
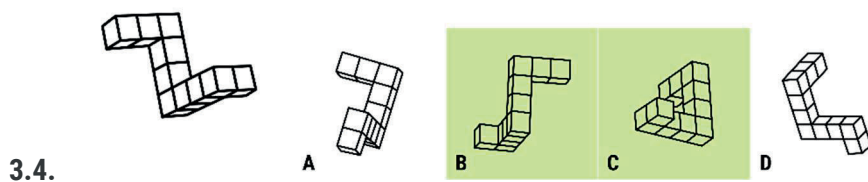
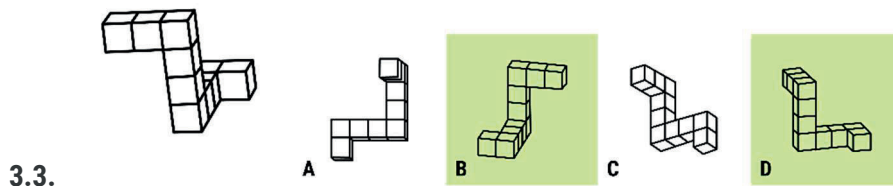
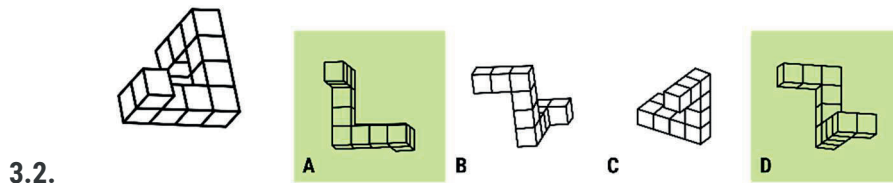
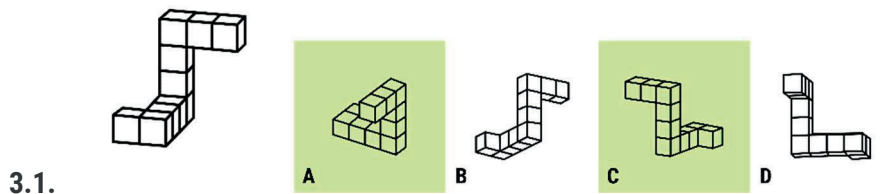


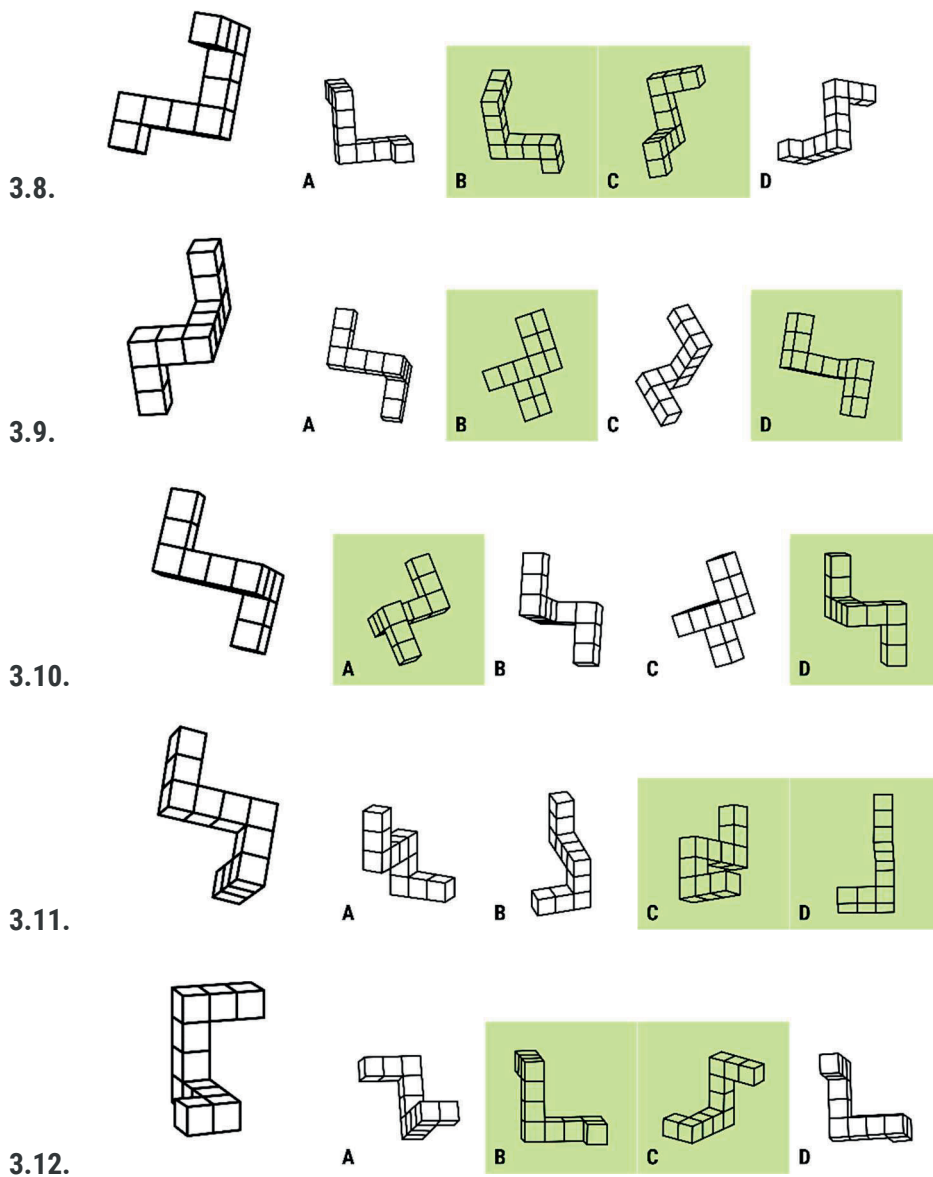
3. AVALIAÇÃO DE PERCEPÇÃO ESPACIAL PRÉVIA (MRT)

Esta seção emprega a ferramenta Mental Rotation Test (MRT) para verificar a proficiência dos participantes com relação à sua percepção visuoespacial tridimensional. O teste é composto por duas (2) sessões com doze (12) questões cada uma (separadas por um curto intervalo de cerca de quatro (4) minutos), nas quais é apresentada a representação bidimensional de um (1) sólido tridimensional acompanhada de quatro (4) opções de imagens que representariam o mesmo objeto em diferentes posições – dentre as alternativas, somente duas (2) são corretas (destacadas aqui em verde), sendo que a questão é dada como certa apenas quando ambas as opções são assinaladas (Vandenberg e Kuse, 1978; Peters *et al.*, 1995; Sorby, 2007; Uttal *et al.*, 2013).

A seguir, o texto de apresentação aos participantes:

- Nesta seção do formulário temos um teste de percepção visuoespacial. Tratam-se de doze (12) questões, sendo que cada uma contém cinco (5) desenhos – o primeiro é a representação de um (1) sólido tridimensional, e os demais trazem quatro (4) possíveis representações deste mesmo objeto em posições diferentes. Em cada questão há duas (2) opções corretas, que ao serem assinaladas indicam o acerto da questão, e duas (2) erradas, que não representam o sólido apresentado. Marque apenas as duas (2) opções que considerar corretas em cada questão. Alguma dúvida?





4. EXPECTATIVA DE USO DO SISTEMA RV (SUS)

Esta seção baseia-se na ferramenta System Usability Scale (SUS), que tem por objetivo verificar a experiência de uso de um determinado sistema. Por este método de avaliação, as questões são organizadas na forma de frases afirmativas para as quais os participantes devem selecionar seu nível de discordância/concordância por meio de uma Escala Likert de 5 pontos (Albert e Tullis, 2023). Os termos em português aqui empregados são os propostos por Lourenço, Valentim e Lopes (2022), traduzidos e validados dos originais em inglês. Nesta abordagem inicial, no entanto, foi realizada uma adaptação textual para coletar a expectativa de uso do dispositivo de RV, a ser utilizado em um momento futuro no experimento.

A seguir, o texto de apresentação aos participantes:

- Nesta seção vocês responderão a respeito da discordância ou concordância com relação a dez (10) afirmações feitas sobre a expectativa de uso do sistema de RV. Em cada questão vocês devem ler a afirmação e a seguir escolher, dentre uma escala de cinco (5) opções, o grau de

discordância/concordância com a mesma. Trata-se de uma avaliação subjetiva, não existindo respostas certas ou erradas, cada linha de avaliação é independente e você pode marcar qualquer ponto da escala sem considerar o que já marcou na escala anterior. Alguma dúvida?

4.1. Eu acho que gostarei de usar esse sistema frequentemente.

- *Discordo completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Concordo completamente*

4.2. Eu acharei esse sistema desnecessariamente complexo.

- *Discordo completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Concordo completamente*

4.3. Eu acharei esse sistema fácil de usar.

- *Discordo completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Concordo completamente*

4.4. Eu acharei que precisaria de ajuda de uma pessoa técnica para ser capaz de usar esse sistema.

- *Discordo completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Concordo completamente*

4.5. Eu acharei que as várias funções desse sistema foram bem integradas.

- *Discordo completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Concordo completamente*

4.6. Eu acharei que o sistema apresenta muita inconsistência.

- *Discordo completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Concordo completamente*

4.7. Eu imaginarei que a maioria das pessoas pode aprender a usar esse sistema rapidamente.

- *Discordo completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Concordo completamente*

4.8. Eu acharei esse sistema muito pesado para usar.

- *Discordo completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Concordo completamente*

4.9. Eu me sentirei muito seguro usando o sistema.

- *Discordo completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Concordo completamente*

4.10. Eu precisarei aprender muitas coisas antes que pudesse utilizar esse sistema.

- *Discordo completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Concordo completamente*

5. OPINIÕES, COMENTÁRIOS E ETC. (OPCIONAL)

Esta última questão traz um campo aberto para que o(a) participante possa escrever, se assim o quiser, opiniões, comentários ou expressar qualquer outro tipo de informação que achar relevante.

A seguir, o texto de apresentação aos participantes:

- *Esta última seção do formulário é de preenchimento opcional, sendo que vocês podem usar o campo disponível para registrar opiniões, fazer comentários ou se expressar textualmente de qualquer outra forma que acharem necessário. Alguma dúvida?*

6. REFERÊNCIAS

ALBERT, William; e TULLIS, Thomas S. **Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting UX metrics**. 3. ed. Cambridge: Morgan Kaufmann, 2023. ISBN 978-0-12-818080-8.

ARRIGHI, Pierre-Antoine; MAURYA, Santosh; ARAI, Kengo; MORIYA, Koyo; e MOUGENOT, Céline. A Mixed Reality System for Kansei-Based Co-Design of Highly-Customized Products. **Journal of Integrated Design and Process**

Science, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 47–60, 18 jul. 2016. ISSN 10920617, 18758959. DOI 10.3233/jid-2016-0013.

BETELLA, Alberto; e VERSCHURE, Paul F. M. J.; TRAN, Ulrich S. (ed.). The Affective Slider: A Digital Self-Assessment Scale for the Measurement of Human Emotions. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. e0148037, 5 fev. 2016. ISSN 1932-6203. DOI 10.1371/journal.pone.0148037.

BRADLEY, Margaret M.; e LANG, Peter J. Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. **Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 49–59, mar. 1994. ISSN 00057916. DOI 10.1016/0005-7916(94)90063-9.

LASAITIS, Cristina; RIBEIRO, Rafaela Larsen; FREIRE, Marcelo Ventura; e BUENO, Orlando Franscisco Amodeo. Atualização das normas brasileiras para o International Affective Picture System (IAPS). **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**, [s. l.], v. 30, n. 3, p. 230–235, dez. 2008. ISSN 0101-8108. DOI 10.1590/S0101-81082008000400012.

LOURENÇO, Douglas Fabiano; VALENTIM, Elenince Carmona; e LOPES, Maria Helena Baena De Moraes. Translation and Cross-Cultural Adaptation of the System Usability Scale to Brazilian Portuguese. **Aquichan**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 1–16, 13 maio 2022. ISSN 20275374, 16575997. DOI 10.5294/aqui.2022.22.2.8.

PETERS, M.; LAENG, B.; LATHAM, K.; JACKSON, M.; ZAIYOUNA, R.; e RICHARDSON, C. A Redrawn Vandenberg and Kuse Mental Rotations Test - Different Versions and Factors That Affect Performance. **Brain and Cognition**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 39–58, jun. 1995. ISSN 02782626. DOI 10.1006/brcg.1995.1032.

SANTOS, Renato Favarin Dos; SILVEIRA, Ronie Alexsandro Teles Da; GOMES, Carlos Falcão De Azevedo; e STEIN, Lilian Milnitsky. Normas de emocionalidade para a versão brasileira do paradigma Deese-Roediger-McDermott (DRM). **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 387–394, set. 2009. ISSN 0102-3772. DOI 10.1590/S0102-37722009000300012.

SORBY, Sheryl. Developing 3D spatial skills for engineering students. **Australasian Journal of Engineering Education**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 1–11, 2007. ISSN 1325-4340. DOI 10.1080/22054952.2007.11463998.

UTTAL, David H.; TIPTON, Elizabeth; WARREN, Christopher; e NEWCOMBE, Nora. The Malleability of Spatial Skills: A Meta-Analysis of Training Studies. **Psychological Bulletin**, [s. l.], v. 139, n. 2, p. 352–402, 2013. ISSN 1939-1455. DOI 10.1037/a0028446.

VANDENBERG, Steven G.; e KUSE, Allan R. Mental Rotations, a Group Test of Three-Dimensional Spatial Visualization. **Perceptual and Motor Skills**, [s. l.], v. 47, n. 2, p. 599–604, dez. 1978. ISSN 0031-5125, 1558-688X. DOI 10.2466/pms.1978.47.2.599.

REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE DESIGN DE PRODUTO: A IMERSÃO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM

Estudo do impacto do emprego de ferramentas imersivas de realidade virtual na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto no ensino superior

Pesquisador: Fabiano Burgo
 Orientador: Prof. Dr. Cesar Imai
 Programa Associado UEM/UEL de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
 Universidade Estadual de Londrina

APÊNDICE G

QUESTIONÁRIO FINAL

Ao final do experimento serão fornecidos dispositivos conectados à internet (desktops/notebooks) para os participantes – neles os mesmos acessarão um questionário online e irão preenchê-lo conforme especificado nas seções a seguir.

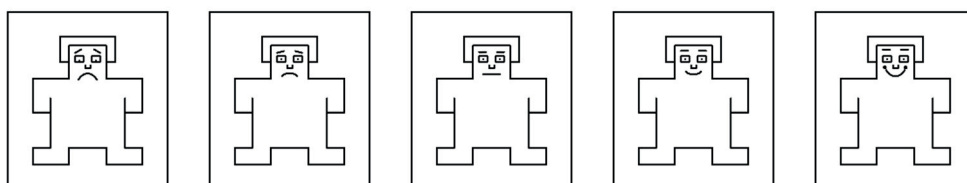
1. AVALIAÇÃO EMOCIONAL (SAM)

Ferramenta Self-Assessment Manikin (SAM).

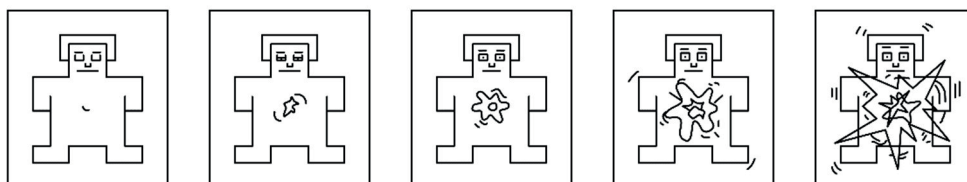
A seguir, o texto de apresentação aos participantes:

- Novamente, esta seção do formulário é composta por três (3) escalas distribuídas em linhas, cada uma representando um aspecto emocional – a primeira refere-se a Prazer, a segunda Alerta e a terceira Dominância. Cada linha contém cinco (5) desenhos que variam entre os extremos da referida emoção, devendo vocês selecionar uma (1) única imagem mais representativa quanto à sua sensação atual. Esta avaliação é subjetiva, não existem respostas certas ou erradas e cada linha de avaliação é independente, podendo você marcar qualquer opção sem considerar o que já marcou na escala anterior. Alguma dúvida?

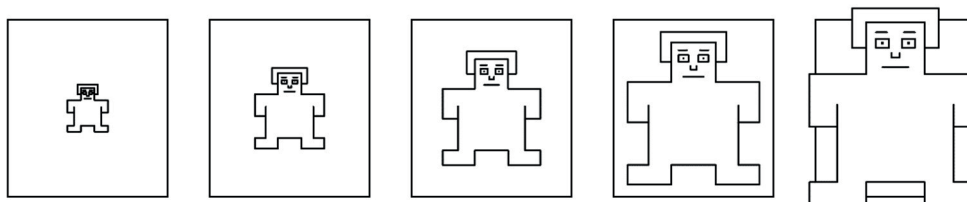
1.1. Prazer:



1.2. Alerta:



1.3. Dominância:

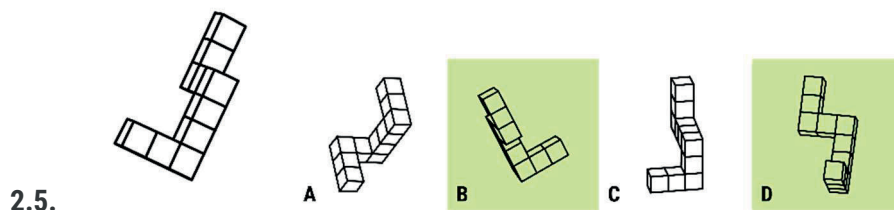
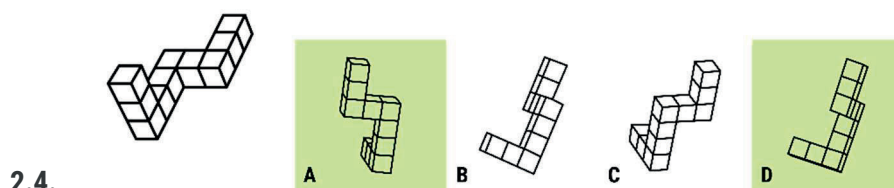
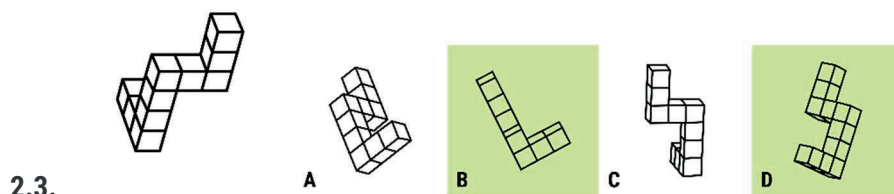
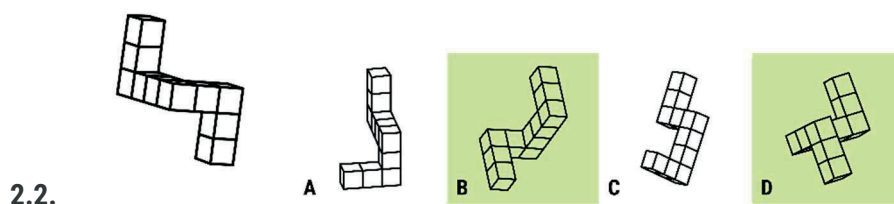
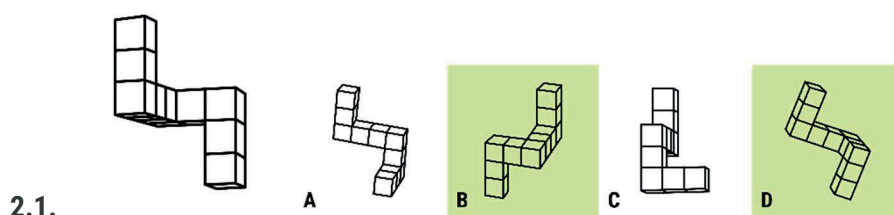


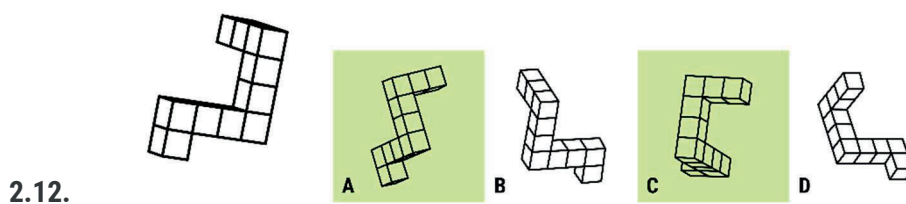
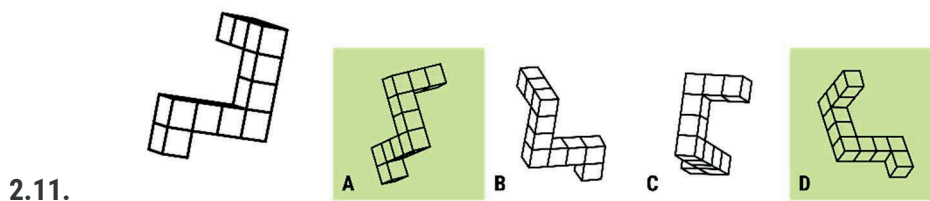
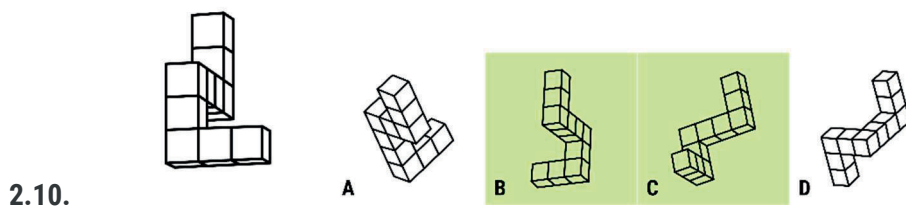
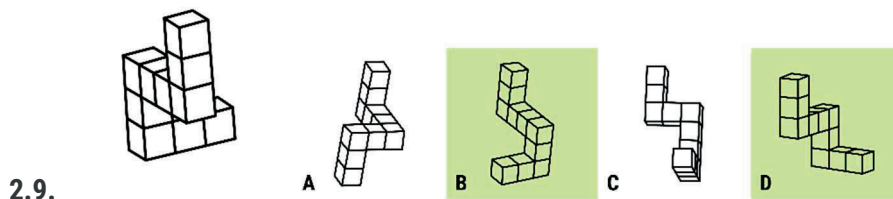
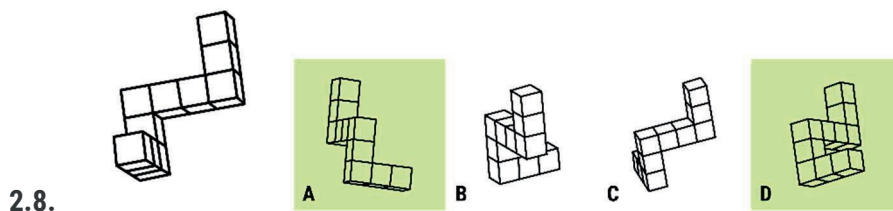
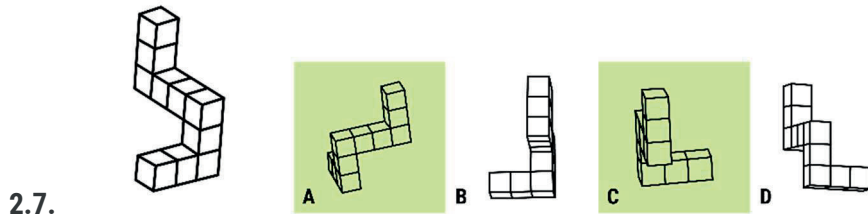
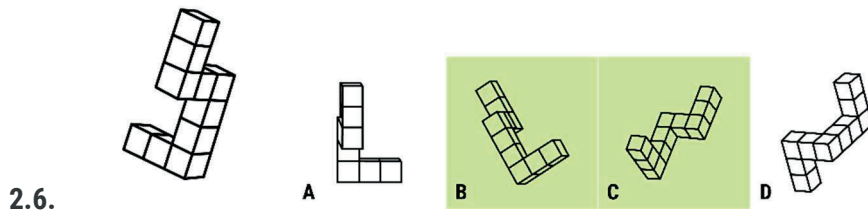
2. AVALIAÇÃO DE PERCEPÇÃO ESPACIAL PRÉVIA – FASE 2 (MRT)

Segunda etapa de aplicação da ferramenta Mental Rotation Test (MRT).

A seguir, o texto de apresentação aos participantes:

- Nesta seção do formulário teremos a parte final do teste de percepção espacial. Tratam-se novamente de doze (12) questões, também novamente com a representação de um (1) sólido tridimensional e quatro (4) possíveis representações deste mesmo objeto em posições diferentes. Em cada questão há duas (2) opções corretas, que ao serem assinaladas indicam o acerto da questão, e duas (2) erradas, que não representam o sólido apresentado. Marque apenas as duas (2) opções que considerar corretas em cada questão. Alguma dúvida?





3. EXPECTATIVA DE USO DO DISPOSITIVO VR (SUS)

Ferramenta System Usability Scale (SUS).

A seguir, o texto de apresentação aos participantes:

- Nesta seção, diferente do questionário inicial, vocês responderão a respeito da discordância ou concordância com relação a dez (10) afirmações feitas sobre a experiência de uso do sistema de RV. Em cada questão vocês devem ler a afirmação e a seguir escolher, dentre uma escala de cinco (5) opções, o grau de discordância/concordância com a mesma. Trata-se de uma avaliação subjetiva, não existindo respostas certas ou erradas, cada linha de avaliação é independente e você pode marcar qualquer ponto da escala sem considerar o que já marcou na escala anterior. Alguma dúvida?

3.1. Eu acho que gostaria de usar esse sistema frequentemente.

- Discordo completamente [1] [2] [3] [4] [5] Concordo completamente

3.2. Eu achei esse sistema desnecessariamente complexo.

- Discordo completamente [1] [2] [3] [4] [5] Concordo completamente

3.3. Eu achei esse sistema fácil de usar.

- Discordo completamente [1] [2] [3] [4] [5] Concordo completamente

3.4. Eu achei que precisaria de ajuda de uma pessoa técnica para ser capaz de usar esse sistema.

- Discordo completamente [1] [2] [3] [4] [5] Concordo completamente

3.5. Eu achei que as várias funções desse sistema foram bem integradas.

- Discordo completamente [1] [2] [3] [4] [5] Concordo completamente

3.6. Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência.

- Discordo completamente [1] [2] [3] [4] [5] Concordo completamente

3.7. Eu imagino que a maioria das pessoas pode aprender a usar esse sistema rapidamente.

- Discordo completamente [1] [2] [3] [4] [5] Concordo completamente

3.8. Eu achei esse sistema muito pesado para usar.

- Discordo completamente [1] [2] [3] [4] [5] Concordo completamente

3.9. Eu me senti muito seguro usando o sistema.

- Discordo completamente [1] [2] [3] [4] [5] Concordo completamente

3.10. Eu precisei aprender muitas coisas antes que pudesse utilizar esse sistema.

- Discordo completamente [1] [2] [3] [4] [5] Concordo completamente

4. OPINIÕES, COMENTÁRIOS E ETC. (OPCIONAL)

Esta última questão traz um campo aberto para que o(a) participante possa escrever, se assim o quiser, opiniões, comentários ou expressar qualquer outro tipo de informação que achar relevante.

A seguir, o texto de apresentação aos participantes:

- *Esta última seção do formulário é novamente de preenchimento opcional, sendo que vocês podem usar o campo disponível para expressar opiniões, fazer comentários ou se expressar textualmente de qualquer outra forma que acharem necessário. Alguma dúvida?*

**REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE DESIGN DE PRODUTO:
A IMERSÃO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM**

Estudo do impacto do emprego de ferramentas imersivas de realidade virtual na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto no ensino superior

*Pesquisador: Fabiano Burgo
Orientador: Prof. Dr. Cesar Imai
Programa Associado UEM/UEL de Pós-
Graduação em Arquitetura e Urbanismo
Universidade Estadual de Londrina*

APÊNDICE H

AVALIAÇÃO DOS ARTEFATOS DESENVOLVIDOS

Após os experimentos realizados por todos os participantes, os resultados obtidos (desenhos tradicionais e modelos 3D) serão avaliados por uma banca de especialistas composta por três (3) docentes do Curso de Graduação em Design da Universidade Estadual de Maringá (UEM):

- **Especialista 1:** titulação de doutor, formação na área de Design de Produto e experiência em desenhos manuais e em projeto de mobiliário; atualmente ministra as disciplinas de Projeto I, Materiais e Processos de Fabricação I e II e Design de Mobiliário;
- **Especialista 2:** titulação de mestre com doutorado em andamento, formação na área de Arquitetura e Urbanismo e experiência em exploração tridimensional física e digital; atualmente ministra as disciplinas de Plástica I e II, Geometria Aplicada ao Design I, Representação Digital I e Design e Sustentabilidade;
- **Especialista 3:** titulação de mestre, formação na área de Arquitetura e Urbanismo e experiência em representação digital 3D; atualmente ministra as disciplinas de Metodologia de Projeto II, Representação Digital I, II, III e IV e Gestão do Design.

Esta avaliação será feita em dois momentos:

- **Avaliação dos desenhos e modelos 3D elaborados pelos participantes:** de forma individual e remota, , fazendo uso de formulário online que traz como critérios os requisitos projetuais estabelecidos no Desafio de Design, organizados de forma que as notas atribuídas o serão feitas por meio de uma Escala Likert de cinco (5) pontos;
- **Discussão em grupo quanto aos resultados analisados:** organizada pelo pesquisador, seguindo como guia uma estrutura de doze (12) perguntas estruturadas em três (3) grupos de conteúdos: Pessoa, Processo e Produto.

1. AVALIAÇÃO DO DESENHO TRADICIONAL

Exemplo de identificação do desenho tradicional em análise (fornecido pelo pesquisador): EST01_DES001.

1.1. REQUISITOS PRÁTICOS

- **Texto de apresentação da seção:** Nesta seção do formulário de avaliação devem ser avaliados elementos relacionados aos aspectos práticos do desenho tradicional. Eles são divididos entre Funcionalidade, Durabilidade e Segurança, sendo que para cada um foi definida e compartilhada com os participantes uma diretriz de desenvolvimento para cada qual você deve selecionar, dentre uma escala de cinco (5) opções, seu grau de cumprimento. Cada linha de avaliação é independente e você pode marcar qualquer ponto da escala sem considerar o que já marcou na escala anterior.

1.1.1. Funcionalidade: o mobiliário desenvolvido deve permitir o uso individual ou em grupo, para sentar e/ou deitar, com conforto e ergonomia adequados para curtos períodos de permanência.

• *Descumpre completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpre completamente*

1.1.2. Durabilidade: o mobiliário deve ser resistente ao uso intenso e contínuo, bem como às intempéries (sol, chuva, umidade) do ambiente externo do campus.

• *Descumpre completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpre completamente*

1.1.3. Segurança: as peças não devem possuir arestas cortantes, pontas ou vãos que representem risco de acidentes; o móvel deve suportar, no mínimo, cerca de 120 kg por assento individual, com capacidade estrutural escalonável para o uso coletivo previsto; os elementos empregados devem garantir estabilidade e distribuição de cargas que previnam falhas estruturais ou quebras.

• *Descumpre completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpre completamente*

1.2. REQUISITOS ESTÉTICOS

• **Texto de apresentação da seção:** Nesta seção do formulário devem ser avaliados elementos relacionados aos aspectos estéticos do desenho tradicional. Eles são divididos entre Harmonização com o ambiente, Criatividade e Inovação, sendo que para cada um foi definida e compartilhada com os participantes uma diretriz de desenvolvimento para cada qual você deve selecionar, dentre uma escala de cinco (5) opções, seu grau de cumprimento. Cada linha de avaliação é independente e você pode marcar qualquer ponto da escala sem considerar o que já marcou na escala anterior.

1.2.1. Harmonização com o ambiente: o mobiliário integrar-se visualmente à arquitetura e ao paisagismo do campus, complementando o ambiente existente.

• *Descumpre completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpre completamente*

1.2.2. Criatividade: uma versatilidade de formas e/ou texturas deve ser empregada, sempre alinhando os conceitos estéticos com as funcionalidades do mobiliário.

• *Descumpre completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpre completamente*

1.2.3. Inovação: elementos estéticos e/ou funcionais inéditos no contexto de uso atual devem ser empregados.

• *Descumpre completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpre completamente*

1.3. REQUISITOS SIMBÓLICOS

• **Texto de apresentação da seção:** Nesta seção do formulário de avaliação devem ser avaliados elementos relacionados aos aspectos simbólicos do desenho tradicional. Eles são divididos entre Identidade, Socialização, Inclusividade e Sustentabilidade, sendo que para cada um foi definida e compartilhada com os participantes uma diretriz de desenvolvimento para cada qual você deve selecionar, dentre uma escala de cinco (5) opções, seu grau de cumprimento. Cada linha de avaliação é independente e você pode marcar qualquer ponto da escala sem considerar o que já marcou na escala anterior.

1.3.1. Identidade: os móveis devem incorporar elementos formais, cromáticos ou texturais que remetam à identidade da instituição (UEM) e do curso de Design.

• *Descumpre completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpre completamente*

1.3.2. Socialização: o projeto deve incentivar a interação, a colaboração e a convivência entre os estudantes por meio de sua configuração espacial.

- *Descumpre completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpre completamente*

1.3.3. Inclusividade: o mobiliário deve ser acessível e passível de uso por pessoas com diferentes características corporais, considerando princípios do desenho universal.

- *Descumpre completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpre completamente*

1.3.4. Sustentabilidade: o projeto deve priorizar materiais e processos de baixo impacto ambiental e ser projetado para fácil manutenção e reparo, visando um ciclo de vida estendido.

- *Descumpre completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpre completamente*

2. AVALIAÇÃO DO MODELO 3D

Exemplo de identificação do modelo 3D em análise (fornecido pelo pesquisador): EST01_3D001.

2.1. REQUISITOS PRÁTICOS

- **Texto de apresentação da seção:** Nesta seção do formulário de avaliação devem ser avaliados elementos relacionados aos aspectos práticos do modelo 3D. A divisão é a mesma dos desenhos tradicionais, sendo que para cada requisito você deve selecionar, dentre uma escala de cinco (5) opções, seu grau de cumprimento. Cada linha de avaliação é independente e você pode marcar qualquer ponto da escala sem considerar o que já marcou na escala anterior.

2.1.1. Funcionalidade: o mobiliário desenvolvido deve permitir o uso individual ou em grupo, para sentar e/ou deitar, com conforto e ergonomia adequados para curtos períodos de permanência.

- *Descumpre completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpre completamente*

2.1.2. Durabilidade: o mobiliário deve ser resistente ao uso intenso e contínuo, bem como às intempéries (sol, chuva, umidade) do ambiente externo do campus.

- *Descumpre completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpre completamente*

2.1.3. Segurança: as peças não devem possuir arestas cortantes, pontas ou vãos que representem risco de acidentes; o móvel deve suportar, no mínimo, cerca de 120 kg por assento individual, com capacidade estrutural escalonável para o uso coletivo previsto; os elementos empregados devem garantir estabilidade e distribuição de cargas que previnam falhas estruturais ou quebras.

- *Descumpre completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpre completamente*

2.2. REQUISITOS ESTÉTICOS

- **Texto de apresentação da seção:** Nesta seção do formulário de avaliação devem ser avaliados elementos relacionados aos aspectos estéticos do modelo 3D. A divisão é a mesma dos desenhos tradicionais, sendo que para cada requisito você deve selecionar, dentre uma escala de cinco (5) opções, seu grau de cumprimento. Cada linha de avaliação é independente e você pode marcar qualquer ponto da escala sem considerar o que já marcou na escala anterior.

2.2.1. Harmonização com o ambiente: o mobiliário integrar-se visualmente à arquitetura e ao paisagismo do campus, complementando o ambiente existente.

- *Descumpre completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpre completamente*

2.2.2. Criatividade: uma versatilidade de formas e/ou texturas deve ser empregada, sempre alinhando os conceitos estéticos com as funcionalidades do mobiliário.

• *Descumpra completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpra completamente*

2.2.3. Inovação: elementos estéticos e/ou funcionais inéditos no contexto de uso atual devem ser empregados.

• *Descumpra completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpra completamente*

2.3. REQUISITOS SIMBÓLICOS

• **Texto de apresentação da seção:** Nesta seção do formulário de avaliação devem ser avaliados elementos relacionados aos aspectos simbólicos do modelo 3D. A divisão é a mesma dos desenhos tradicionais, sendo que para cada requisito você deve selecionar, dentre uma escala de cinco (5) opções, seu grau de cumprimento. Cada linha de avaliação é independente e você pode marcar qualquer ponto da escala sem considerar o que já marcou na escala anterior.

2.3.1. Identidade: os móveis devem incorporar elementos formais, cromáticos ou texturais que remetam à identidade da instituição (UEM) e do curso de Design.

• *Descumpra completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpra completamente*

2.3.2. Socialização: o projeto deve incentivar a interação, a colaboração e a convivência entre os estudantes por meio de sua configuração espacial.

• *Descumpra completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpra completamente*

2.3.3. Inclusividade: o mobiliário deve ser acessível e passível de uso por pessoas com diferentes características corporais, considerando princípios do desenho universal.

• *Descumpra completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpra completamente*

2.3.4. Sustentabilidade: o projeto deve priorizar materiais e processos de baixo impacto ambiental e ser projetado para fácil manutenção e reparo, visando um ciclo de vida estendido.

• *Descumpra completamente* [1] [2] [3] [4] [5] *Cumpra completamente*

3. OPINIÕES E COMENTÁRIOS (OPCIONAL)

O formulário será encerrado com um campo aberto para manifestação opcional dos docentes quanto às avaliações realizadas.

4. DISCUSSÃO EM GRUPO

Em momento posterior à avaliação dos desenhos tradicionais e modelos 3D elaborados pelos participantes, a banca de especialistas será levada a discutir, de forma coletiva e guiada pelo pesquisador, a respeito dos resultados verificados.

Este tipo de ferramenta propicia coletar informações verbais e mais subjetivas, trazendo uma participação ativa do pesquisador ao estabelecer um diálogo coletivo que traz questões relevantes para a pesquisa ao mesmo tempo em que permite a expressão de aspectos mais afetivos e críticos por parte dos participantes (Silva, Elali e Karrow, 2023).

Como guia para a discussão, será empregado um roteiro de perguntas estruturadas de acordo com a teoria dos 3 Ps avaliativos propostos por Orr e Shreeve (2018), de forma a considerar três dimensões envolvidas no processo de ensino-aprendizagem: Pessoa, Processo e Produto.

A sessão de discussão tem duração máxima estipulada em 120 minutos, e na eventualidade de não ser possível uma reunião presencial, devido à disponibilidade dos docentes, será realizada por meio de uma reunião não presencial síncrona. Em ambos os casos haverá gravação da discussão, que será posteriormente transcrita e analisada quanto ao seu conteúdo.

4.1. Pessoa:

- 4.1.1. Ao comparar os desenhos tradicionais e os modelos 3D, vocês notam uma evolução na expressão criativa dos alunos?
- 4.1.2. O que os trabalhos revelam sobre as afinidades ou dificuldades dos estudantes com relação à técnica de desenhos tradicionais e a modelagem 3D?
- 4.1.3. Os projetos analisados demonstram que os estudantes se engajaram ou superaram desafios ao usar a Realidade Virtual (RV)?
- 4.1.4. Conforme sua percepção, a experiência com RV parece ter impactado a capacidade dos alunos de desenvolver e expressar suas ideias?

4.2. Processo:

- 4.2.1. A transição dos desenhos tradicionais para os modelos 3D trouxe uma simples tradução ou uma reinterpretação do projeto?
- 4.2.2. Comparando os dois artefatos (desenhos tradicionais e modelos 3D), vocês conseguem indicar em qual abordagem o processo de geração de ideias parece ter fluído melhor?
- 4.2.3. Vocês pensam que uso da RV facilitou ou complicou a exploração de alternativas de projeto em relação aos métodos tradicionais?
- 4.2.4. Vocês conseguem perceber indícios de que o uso da RV potencializou a construção do conhecimento projetual dos alunos?

4.3. Produto:

- 4.3.1. Qual abordagem (desenhos tradicionais ou modelos 3D) comunicou a solução de design de forma mais clara, considerando os requisitos do projeto?
- 4.3.2. Como vocês avaliam a qualidade técnica e a assertividade dos produtos finais em cada abordagem (desenhos tradicionais e modelos 3D)?
- 4.3.3. Os modelos 3D apresentaram qualidades ou vantagens que seriam difíceis de comunicar apenas com os desenhos tradicionais?
- 4.3.4. Quais são os principais pontos fortes e fragilidades dos produtos finais em cada uma das duas abordagens analisadas (desenhos tradicionais e modelos 3D)?

5. REFERÊNCIAS

ORR, Susan; e SHREEVE, Alison. **Art and design pedagogy in higher education: knowledge, values and ambiguity in the creative curriculum**. Abingdon, Oxon: Routledge, 2018. ISBN 978-1-315-41512-3.

SILVA, Michelle Luise Soares da; ELALI, Gleice Virginia Medeiros de Azambuja; e KARROW, Douglas D. Percepção Ambiental: Um estudo com estudantes do IFRN-SGA. **Revista Ambiente & Educação - PPGEA/FURG**, [s. l.], v. 28, n. 2, dez. 2023.

REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE DESIGN DE PRODUTO: A IMERSÃO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM

Estudo do impacto do emprego de ferramentas imersivas de realidade virtual na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto no ensino superior

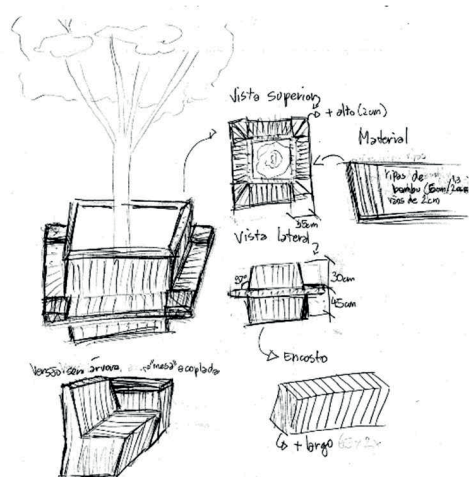
Pesquisador: Fabiano Burgo
 Orientador: Prof. Dr. Cesar Imai
 Programa Associado UEM/UEL de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
 Universidade Estadual de Londrina

APÊNDICE I

ARTEFATOS ELABORADOS PELOS PARTICIPANTES

PARTICIPANTE 01

DESENHOS MANUAIS



01

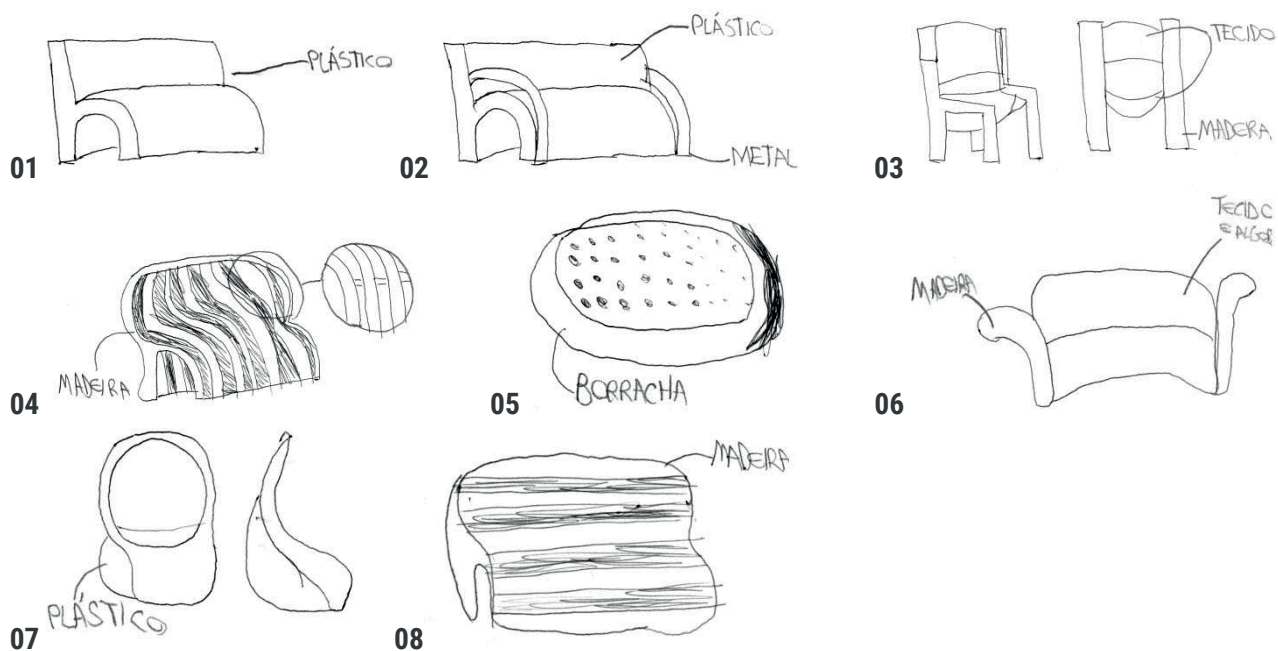
MODELOS 3D



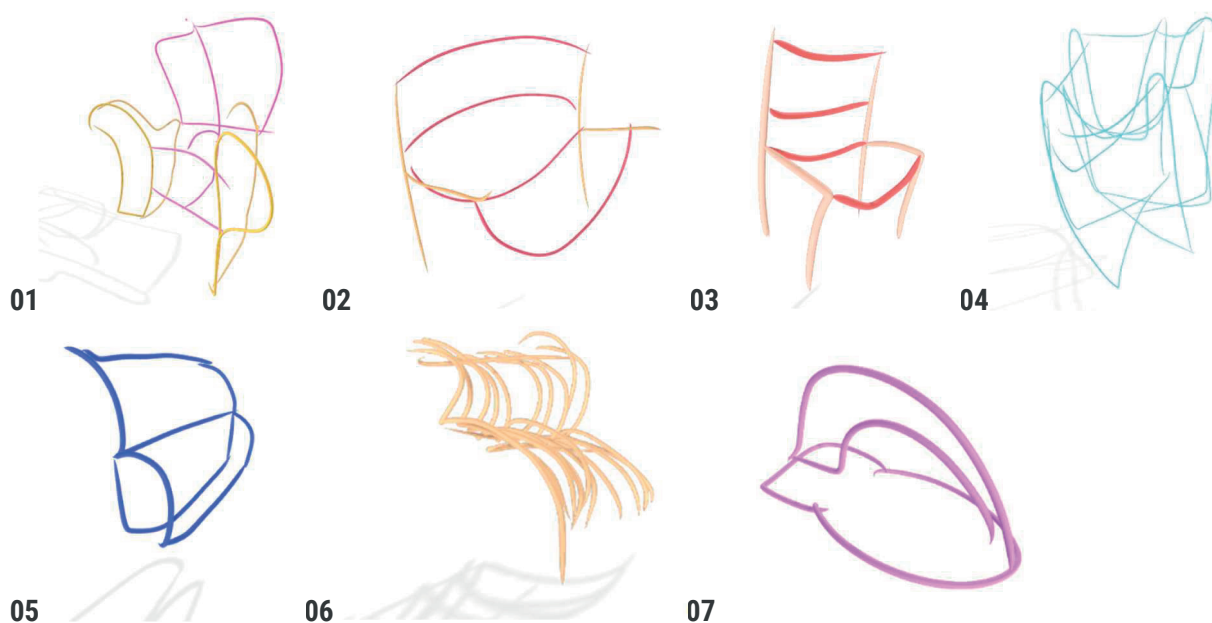
01

PARTICIPANTE 02

DESENHOS MANUAIS

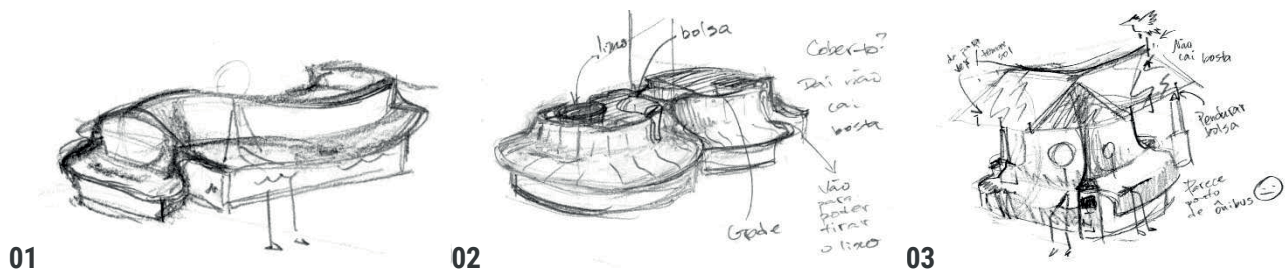


MODELOS 3D

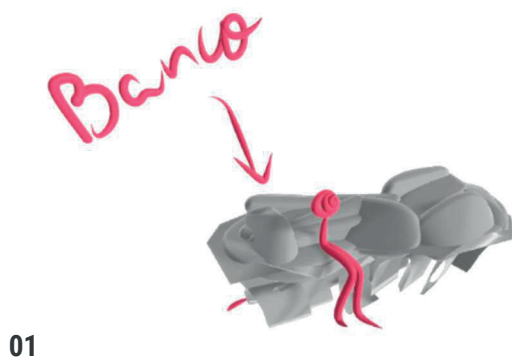


PARTICIPANTE 03

DESENHOS MANUAIS

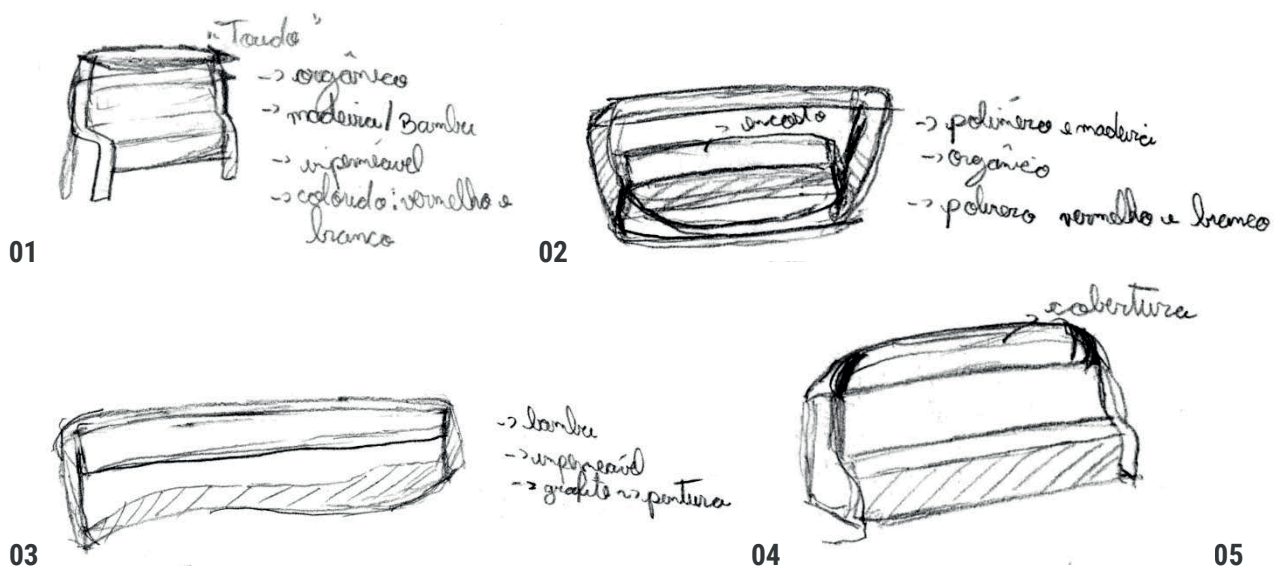


MODELOS 3D



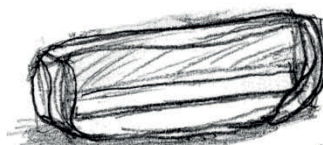
PARTICIPANTE 04

DESENHOS MANUAIS





- > estilo puff
- > madeira ou plástico
- > + detalhe
- > conceito de relaxar



- > Banco de madeira
- > mas cores da GEM
- > ferro
- > orgânico

06

MODELOS 3D



01



02

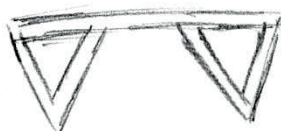


03

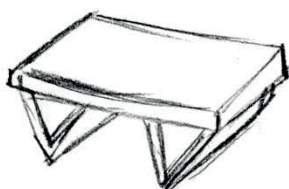
PARTICIPANTE 05

DESENHOS MANUAIS

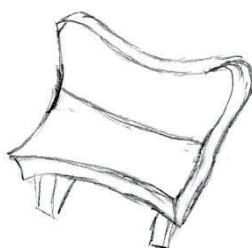
VISTA FRONTAL



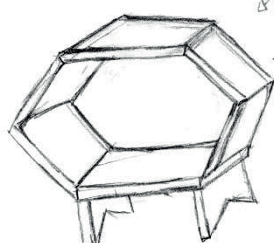
01



02



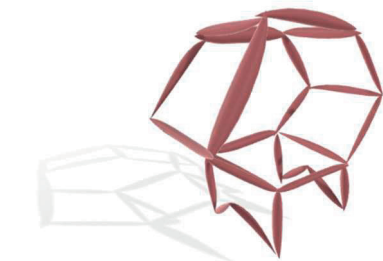
03



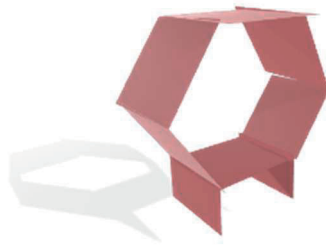
04

- > cobertura
e proteção
do sol
- modular
impermeável e
ou concreto
ou madeira

MODELOS 3D



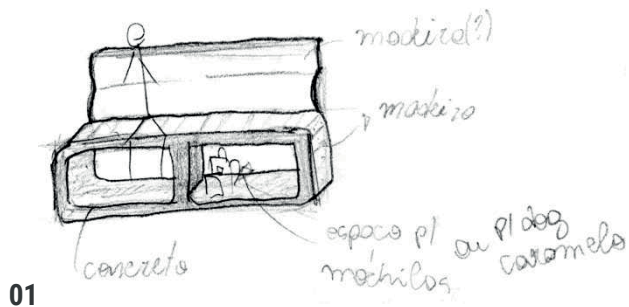
01



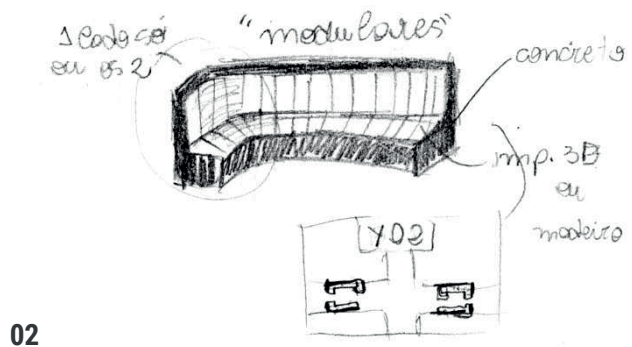
02

PARTICIPANTE 06

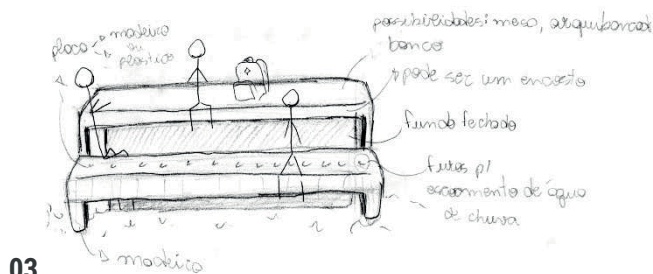
DESENHOS MANUAIS



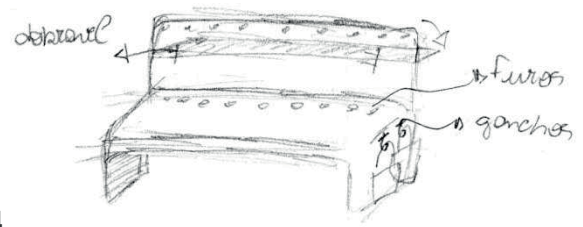
01



02

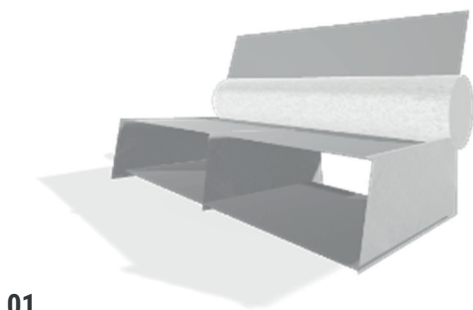


03



04

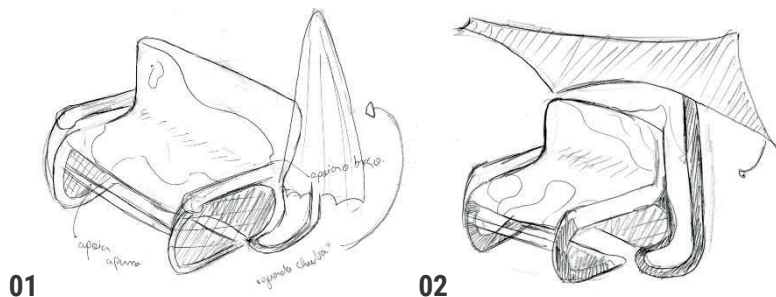
MODELOS 3D



01

PARTICIPANTE 07

DESENHOS MANUAIS



01

02

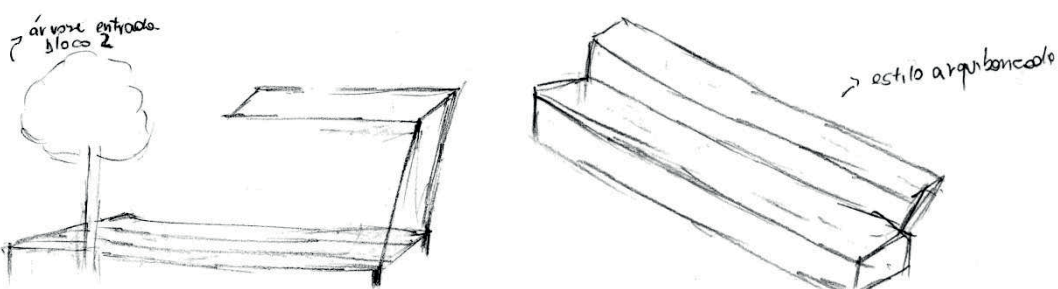
MODELOS 3D



01

PARTICIPANTE 08

DESENHOS MANUAIS



01

02

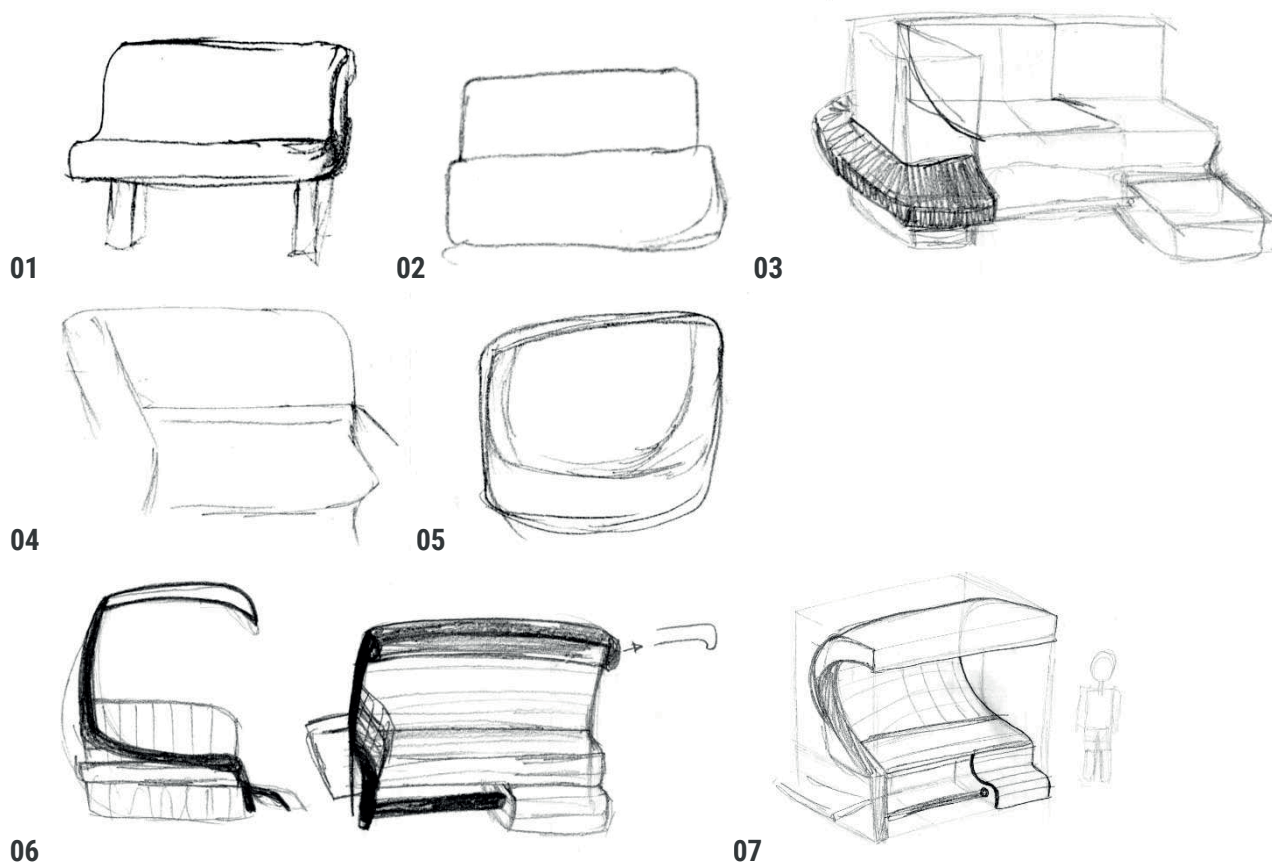
MODELOS 3D



01

PARTICIPANTE 09

DESENHOS MANUAIS

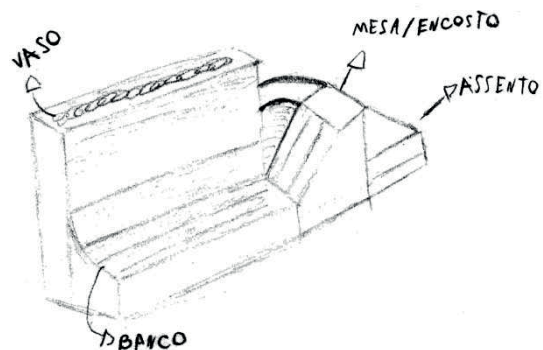


MODELOS 3D

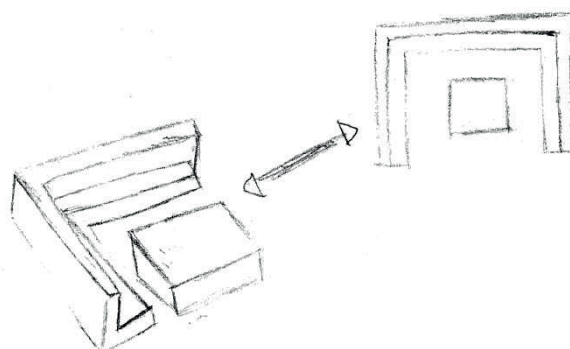


PARTICIPANTE 10

DESENHOS MANUAIS

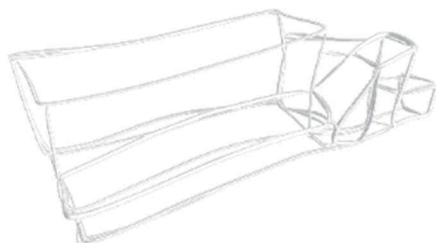


01



02

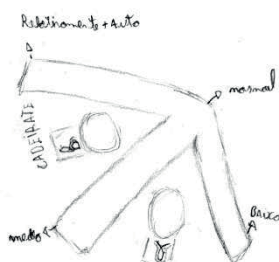
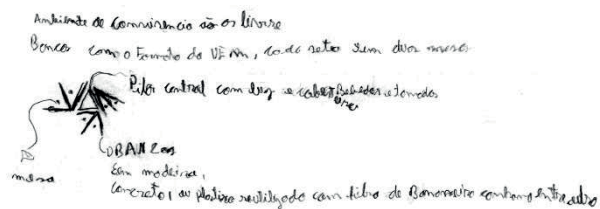
MODELOS 3D



01

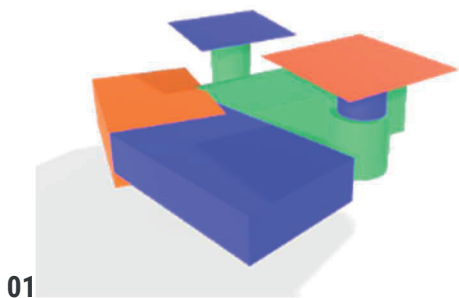
PARTICIPANTE 11

DESENHOS MANUAIS



01

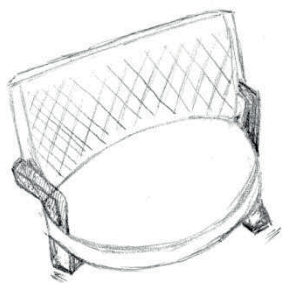
MODELOS 3D



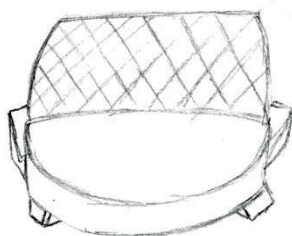
01

PARTICIPANTE 12

DESENHOS MANUAIS

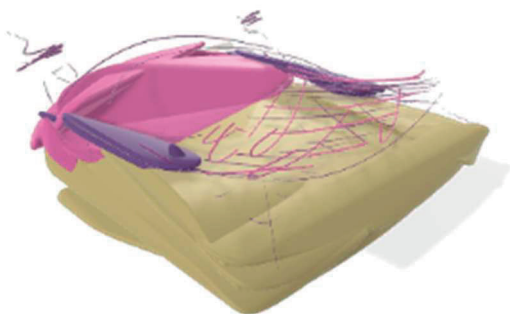


01



02

MODELOS 3D



01

**REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE DESIGN DE PRODUTO:
A IMERSÃO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM**

Estudo do impacto do emprego de ferramentas imersivas de realidade virtual na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto no ensino superior

*Pesquisador: Pesquisador Burgo
Orientador: Prof. Dr. Cesar Imai
Programa Associado UEM/UEL de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
Universidade Estadual de Londrina*

APÊNDICE J

DISCUSSÃO EM GRUPO COM A BANCA DE ESPECIALISTAS

TRANSCRIÇÃO

A sessão de discussão em grupo ocorreu no dia 12 de dezembro de 2025 às 8:30h, por meio de uma reunião *online* na plataforma Google Meet. Participaram o pesquisador e os integrantes da Banca de Especialistas. A duração foi de aproximadamente 1:08h, sendo utilizado como elemento de apoio a apresentação do roteiro de questionamentos na forma de uma apresentação de slides. As conversas foram transcritas pelo sistema do Google Meet e depois revisadas pelo pesquisador.

00:05:00

Pesquisador: A reunião está sendo gravada, porque vou pegar a transcrição para depois colocar certinho na minha lá na minha tese, tá? Vou fazer uma breve apresentação só para recapitular o que que a gente vai ver e que quero que vocês comentem. Como eu coloquei lá no grupo, é um conjunto de 12 perguntas, tem uma estrutura básica que já vou explicar para vocês como que funciona. Só um minutinho que eu já compartilho a tela aqui com vocês.

Pesquisador: Estão vendo a minha tela? Então vamos lá. Esta é a última coleta de informações que estou fazendo aqui na minha pesquisa. De novo, nome da pesquisa "Realidade Virtual no ensino de design de produto - a imersão como estratégia de aprendizagem: estudo do impacto do emprego de ferramentas imersivas de realidade virtual na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto do ensino superior".

Pesquisador: Então, como disse, esta é a última etapa na qual vou fazer uma série de perguntas e vocês estão livres para expressar suas opiniões com base no que viram dos projetos. Recapitulando qual é o objetivo e a questão de pesquisa da minha investigação: o objetivo é definir e aplicar um método elaborado com base em uma ampla fundamentação teórica para verificar essa atividade da questão de pesquisa, que é em estudante de ensino superior de design de produto, uso de ferramentas imersivas de realidade virtual comparado aos métodos de ensino tradicionais. Recapitulando quais foram os procedimentos adotados na minha pesquisa e o foco da minha pesquisa. Foram o objeto do meu estudo os estudantes do Design da UEM, basicamente do segundo ano do design UEM, sendo que consegui fazer o experimento com 12 estudantes (foram aqueles que que concordaram em participar).

Pesquisador: No experimento, eles preenchiam um questionário inicial que versava sobre o estado emocional deles, alguns conhecimentos relacionados à percepção visuoespacial, tinha também um questionário SUS de expectativa de uso de um sistema informatizado (System Usability Scale). Depois disso, eu apresentava um desafio de design para eles, que é o mesmo que eu apresentei para vocês, com os requisitos projetuais e todo o direcionamento de tema do projeto que eles deveriam desenvolver. Com base nisso, eles tiveram 30 minutos para fazer os desenhos manuais. Depois eles tiveram esses mesmos 30 minutos para fazer desenhos no ambiente 3D, em Realidade Virtual, sem nenhum direcionamento para além disso, eles tinham liberdade para utilizar esse tempo para fazer esses desenhos conforme achassem mais adequado. Depois disso, eles repetiam as respostas àquele questionário inicial, com a única alteração de que ao invés de se tratar de expectativa de

uso do sistema informatizado, foi perguntado sobre a experiência de uso do sistema informatizado.

Pesquisador: Uma vez que eles respondiam isso, organizei todo o resultado do que fizeram - todos os desenhos e os modelos 3D, que encaminhei para vocês analisarem, segundo os requisitos estabelecidos ali no desafio de design. Agora quero conversar um pouquinho com vocês sobre os resultados que tiveram em mãos. Lembrando que não é um projeto completamente desenvolvido que eles fizeram, eles tiveram o primeiro contato com o desafio e deram duas saídas criativas diferentes, tanto no papel quanto no ambiente de realidade virtual. Então o que espero é a expressão de vocês quanto à percepção tiveram dentro do conhecimento de cada um, conforme o roteiro de questões que eu vou apresentar. Então, basicamente, o objetivo dessa etapa é coletar informações verbais e mais subjetivas, estabelecendo um diálogo coletivo e trazendo questões relevantes ao mesmo tempo em que se permite a expressão em aspectos mais afetivos e críticos, conforme Silva, Elali e Karrow (2023).

00:10:00

Pesquisador: Para poder organizar, estruturar essa conversa, eu empreguei a teoria dos três Ps Avaliativos definidos por Orr e Shreeve (2018). Eles se baseiam no fato de que processo de avaliação deve permear três aspectos ou três escalas diferentes que são Pessoa, Processo e Produto. Então organizei dentro dessas três escalas, em cada uma delas quatro questões. Vou fazer cada uma dessas questões para vocês e fiquem livres para se manifestar com relação ao que vocês acham em função delas.

Pesquisador: A primeira escala é Pessoa. Então, nessa escala a gente vai analisar um pouco sobre qual é a percepção que vocês tiveram com relação aos alunos, aqueles que desenvolveram aqueles desenhos os quais vocês avaliarem. Em cada uma dessas escalas vou fazer uma pergunta e vou pedir para que cada um de vocês se manifeste em função dela. Vocês podem se manifestar mais de uma vez, vocês podem se manifestar e depois quando o colega comentar alguma coisa voltar a essa questão e se manifestar de novo. É importante a gente esgotar a discussão de cada uma dessas questões para que possamos seguir para a próxima pergunta.

Pesquisador: Então, a primeira pergunta relacionada à escala da **Pessoa**, conforme os desenhos e os modelos 3D que vocês tiveram em mãos: **"Ao comparar os desenhos tradicionais e os modelos 3D, vocês notam uma evolução na expressão criativa dos alunos?"** O que que vocês perceberam em função disso? Vocês podem também dizer que vocês não perceberam diferenças. Fiquem livres para expressar a opinião de vocês.

Especialista 1: Olha, eu não sei se a gente poderia dizer que existiu uma evolução. É uma representação diferente, mas eu acho que não sei se por conta da falta de intimidade com a ferramenta, dos desenhos do modelo 3D, eu acho que ficou até mais difícil de compreender o desenho 3D do que o desenho manual. Eu tenho a impressão que o desenho manual, por mais que eles tenham usado somente ali o grafite, a gente consegue ver textura, a gente consegue ver diferenças entre materiais e até uma volumetria melhor do que o que eu o que eu acabei percebendo nos modelos 3D. Eu acho que a dificuldade de fazer o desenho, de compreender ali a ferramenta pode ter dificultado um pouquinho. Não sei, eu achei que que os manuais estavam melhores, então eu não percebi evolução. Na verdade, eu percebi o contrário, acho que também tinha uma relação, quem estava com os sketches melhores acho que até assimilou melhor no software também.

Especialista 2: Tanto é que você conseguia compreender. O problema maior é que às vezes até os sketches também faltavam mais vistas. Acho que pra gente compreender, de repente não sabia que vista que era. Daí quando passava pro tridimensional, no virtual, eu acho que eles mantiveram de repente um ponto fixo, quando a gente tirava o produto, a gente perdia. É o que o Especialista 1 falou, de repente às vezes no papel, que tá mais estático, a gente conseguia entender mais que girando o produto, acho que não facilitou muito. Não sei se um treinamento a mais na ferramenta e tudo mais, mas eu percebi mais também que tinha uma relação os sketches que estavam melhores no 3D também estavam melhores. Então acho que teve essa relação também. Depende

do próprio autor, vamos dizer.

Especialista 3: Bom, de evolução criativa eu também não percebi, na verdade foi o contrário. E sobre a questão da representação também os desenhos manuais estavam muito melhores, porque quando a gente conhece e tem domínio da ferramenta, é muito mais fácil de representar. Aí quando chega uma ferramenta nova, às vezes eles nunca tinham nem mexido, aí a gente percebe até insegurança nessa representação ou a dificuldade.

Pesquisador: Ok, gente, obrigado. Então, agora a segunda questão: **“O que os trabalhos revelam sobre as afinidades ou dificuldades dos estudantes com relação à técnica de desenhos tradicionais na modelagem 3D?”**

Acho que vocês já começaram a comentar alguma coisa sobre isso, se vocês quiserem complementar com algo, relacionado a esse tópico específico.

00:15:00

Especialista 1: Eu acho que existe, como o próprio Especialista 2 falou, existe essa relação muito visível do desenho que foi feito manualmente com o desenho que foi feito no software por 3D. Mas eu acho que a dificuldade maior está no uso mesmo, no conhecimento do que a ferramenta pode oferecer. Eu não sei, eu só avaliei, eu não sei como que é a forma de usar essa ferramenta, mas eu tenho a impressão que ou eles ficaram muito tímidos em explorar a ferramenta, de repente por conta do tempo. Eu acho que tinha tempo ali para eles fazerem, né Pesquisador?

Pesquisador: Sim, 30 minutos.

Especialista 1: É, então às vezes isso pode ter deixado eles mais tímidos em explorar a ferramenta, tentar conhecer essa ferramenta antes de desenhar. Eu acho que tinha uns dois desenhos, só que a pessoa conseguiu fazer uma volumetria legal.

Pesquisador: Eles tiveram treinamento de alguns minutos antes, mas é claro, nada próximo da prática deles de desenho, que é o dia a dia deles.

Especialista 1: Exato. Então eu acho que a afinidade vai acontecer ali pelo menos com modelagem 3D, com a prática, que é o mesmo que acontece com o desenho tradicional. Quanto mais você pratica, melhor você vai ficando, o teu traço vai ficando melhor. Então, é, eu acho que essa é a relação que a gente consegue fazer aqui.

Especialista 2: Eu concordo com o Especialista 1. Às vezes também os nossos alunos também não funcionam muito sobre pressão. Parece que quando tem que ter aquele tempo, daí mesmo que o negócio fica mais difícil ainda. Quanto mais tempo você limita ali, fala: “Gente, meia hora” quando você vai ver falta 5 minutos - “Nossa, professor, nem comecei ainda”. Então, acho que também tem essa relação, né? Às vezes o tempo ali é meio complicado.

Especialista 3: E entre a comparação do desenho tradicional do 3D, a gente vai ver que o 3D tem uma menor qualidade comparando com o desenho manual e isso claramente mostra dificuldade ou insegurança em relação ao software. Por mais que eles tiveram um treinamento anterior, a gente sempre fica com essa dificuldade de transferir pro 3D o que já a gente já tá acostumado com o desenho à mão. E também tem alguns alunos que já possuem essa dificuldade de leitura. Às vezes eles já conseguem colocar no desenho à mão, aí quando chega até em outro software, por exemplo, no sketch, eles têm uma certa dificuldade de fazer essa representação mesmo da modelagem.

Pesquisador: Vamos dando sequência: **“Os Projetos analisados demonstram que os estudantes se engajaram ou superaram desafios a usar realidade virtual?”** É algo que a gente tá discutindo, o quanto que eles

conseguiram explorar a Realidade Virtual, se vocês puderem pontuar o que vocês acham que deve ter sido a maior dificuldade pelo que vocês analisaram. Se é que vocês conseguem apontar isso.

Especialista 2: Eu acho que às vezes acho que é uma falta de percepção espacial mesmo. Eu acredito que a gente sempre comenta, quando você for fazer um produto, olha por todos os lados, disciplina de plástica, tudo mais e às vezes fica acostumado com bidimensional, às vezes falta ter essa noção “a frente ficou tão bonita, mas atrás teu produto não”. Então acho que faltou um pouquinho deles nessa questão, meio de olhar por todos os lados, explorar mesmo a questão espacial, do software, que a gente até no manual às vezes fica mais tranquilo ali, ele já tá acostumado. Igual o Especialista 1 falou, de repente já começa a colocar umas texturas, faz umas indicações, começa a fazer uma sombrinha e ali às vezes a pessoa vem girando, até ela mesmo pode se perder só pelas indicações de XYZ.

Pesquisador: Certo. Vocês concordam com isso?

00:20:00

Especialista 1: Eu concordo. Para mim, a resposta dessa pergunta é não. Eu entendo que eles não superaram os desafios do desenho ao usar a Realidade Virtual, pelo menos nessa atividade.

Pesquisador: Sim. Especialista 3, você concorda com isso? Quer acrescentar alguma coisa?

Especialista 3: Concordo. É, eles não superaram não. Acho que o Especialista 2 e o Especialista 1 já passaram, faço das minhas palavras as deles.

Pesquisador: Ótimo.

Pesquisador: Então, a última pergunta pra gente encerrar essa escala, essa esfera da pessoa: **“Conforme sua percepção, a experiência com Realidade Virtual parece ter impactado a capacidade dos alunos de desenvolver e expressar as suas ideias?”**. Meio que um resumo do que a gente discutiu até aqui.

Especialista 1: Olha, eu acho que a experiência com a Realidade Virtual, ela tem potencial sim. Até como eu disse, tem uns dois ou três desenhos ali que parece que a pessoa tentou explorar bastante, sabe? Mas assim, vista a quantidade de desenhos, a gente não consegue ter essa percepção, eu acho que tem potencial, mas nessa atividade eu não acho que ela contribuiu muito assim na expressão das ideias. Eu acho que para eles, para esse grupo, foi mais fácil expressar de forma manual.

Pesquisador: Especialista 2 e Especialista 3, vocês concordam com essa visão? Vocês têm uma visão diferente? O que que vocês pensam?

Especialista 2: Eu concordo também. Igual comentei, como a gente fez uma avaliação de vários, vamos dizer, esboços, vários desenhos, tinha um específico que tanto o manual como o 3D dava para compreender a proposta. Então, digamos assim, se esse recorte de 12 alunos todos estivessem nesse mesmo padrão, eu acredito que contribuiria muito. Então acho que às vezes é essa questão mesmo, tempo, treinamento, que é o processo, igual o Especialista 1 falou, desde o manual até o software, a gente demora um bom tempo entre comandos, entre tudo mais, para entender a rede espacial, frontal, lateral, superior e tal. Então, às vezes é o tempo só, né, mas que contribui, que é uma ferramenta de futuro aí de contribuição pro processo, com certeza.

Especialista 3: É a experiência, ela tem essa função de permitir que os alunos entrem no próprio modelo e trabalhar essa questão da proporção do volume. Só que com os modelos que a gente avaliou, faltava desenvolver algumas coisas, eram pouquíssimos que estavam bem desenvolvidos, e aí consequentemente a Realidade Virtual não consegue potencializar essa expressão da ideia que o próprio aluno poderia querer representar.

Então, em resumo, ela pode, o impacto pode ser até positivo, mas bem restrito. Então ficou bem limitado ali.

Especialista 1: Eu tô eu tô tentando puxar aqui na memória, e eu lembro de um que tinha até textura. que ele representava o material.

Especialista 3: Sim.

Especialista 1: Eu penso assim, a ferramenta tem um potencial incrível, dá para fazer um monte de coisa legal, só acho que daí faltou essa exploração maior dos próprios alunos, né, de poder entender e aplicar.

Pesquisador: Vou passar pra próxima escala, agora com relação ao **Processo**. Claro que é algo extremamente limitado, porque a gente está vendo só o início do processo, que é justamente a ideia desta pesquisa, ver esse impacto inicial. Mas quero que tentem relacionar com a experiência de vocês, com relação ao desenvolvimento de projetos, como que esse experimento acaba se refletindo nessas questões aqui. A questão: **“A transição dos desenhos tradicionais para os modelos 3D trouxe uma simples tradução ou uma reinterpretação do projeto?”**. Conseguiram perceber que alguns modelos 3D eram simples representações de um desenho que tinha sido feito de uma forma 2D ou eram propostas diferentes daquelas que vocês viram enquanto 2D? Que que vocês pensam sobre isso?

00:25:00

Especialista 2: Eu acho que era uma simples tradução, uma tentativa de sair do bidimensional e partir pro tridimensional. Foi pelo menos eu a minha a minha percepção.

Especialista 1: Eu concordo, simples tradução e nem sempre eles conseguiram levar pro tridimensional. Algumas linhas na hora da montagem ali do tridimensional ficavam desformes, não conseguiam chegar numa tridimensionalidade. Tradução.

Especialista 3: Eu até chequei, na hora que eu estava avaliando os desenhos, mudava a visualização para ver se eu não estava fazendo a leitura correta dos desenhos, porque parecia que faltava informação do desenho tradicional que eu tinha visto. Aí eu mudava a visualização para ver se apareciam as texturas, se aparecia mais alguma coisa, mas vi que não, que era só aquilo. Então perdeu muito a qualidade do 3D mesmo. Mas é uma ferramenta muito boa, é uma pena.

Pesquisador: E assim, havia a instrução para de que não precisaram dar sequência a nada, teriam uma abordagem como se fosse uma folha em branco nas duas situações.

Pesquisador: Segunda questão: **“Comparando os dois artefatos, os desenhos tradicionais dos modelos 3D, vocês conseguem indicar em qual abordagem o processo de geração de ideias parece ter fluído melhor?”**. A gente já conversou um pouco sobre isso. Acho que vocês já deixaram claro, mas se puderem só reafirmar o que que acham que funcionou melhor dentre essas duas abordagens pra gente deixar registrado.

Especialista 2: Desenho manual que eles têm mais prática, acredito que se sentiram mais à vontade, vamos dizer aí.

Especialista 1: Eu concordo, nessa atividade acho que o desenho manual, mas reafirmo que a Realidade Virtual tem potencial se o aluno conseguir utilizar direitinho. Como aquele modelo que a gente viu lá, que tinha postura, que tinha diferentes materiais. Eu acho que pode ser uma boa ferramenta.

Especialista 3: É, o 2D, os desenhos demonstraram essa maior naturalidade, ou autonomia que eles têm de do domínio da técnica. E o 3D a gente via que tinha um esforço até para talvez representar nesse software e

trabalhar com essa nova ferramenta, mas que ele acaba interrompendo a espontaneidade que tem no desenho à mão. No desenho à mão você vai seguindo o que você já tá acostumado. Às vezes no 3D a gente tinha essa interrupção porque se deparava com uma coisa nova. Então, claro, é muito melhor mesmo o desenho tradicional nesse caso.

Especialista 1: E a gente vê até pela quantidade, os manuais tem bem mais. Então eu acho que a agilidade da expressão é maior.

Pesquisador: É inclusive uma das variáveis que estou medindo no experimento, quantidade de desenhos gerados.

Pesquisador: Bom, dando sequência ali à pergunta três: **“Vocês pensam que o uso da Realidade Virtual facilitou ou complicou a exploração de alternativas de projeto em relação aos métodos tradicionais?”**. Vocês acham que ela trouxe uma complexidade maior para a expressão do aluno, acham que ela facilitou essa expressão do aluno ou foi indiferente?

Especialista 2: Eu acho que gerou uma mais complexidade, que por primeiro contato com esse ambiente traz uma certa insegurança de representação e tudo mais. Eu acho que nessa para esse recorte inicial ainda acho que complicou um pouquinho.

Especialista 1: Complicou.

Especialista 3: Sim, com certeza.

Pesquisador: Quarta pergunta: **“Vocês conseguem perceber indícios de que o uso da realidade virtual potencializou a construção de conhecimento projetual dos alunos em algum aspecto não só relacionado à expressão deles?”**. Conseguem enxergar, por conta da experiência de vocês, que o fato deles terem usado ali ou o que vocês conseguem perceber pelos modelos pode ter ajudado a desenvolver um projeto, digamos, dar sequência ao desenvolvimento desse projeto, desse desafio em específico, se fosse um desenvolvimento mais a médio prazo dentro de uma disciplina, por exemplo? O que que vocês pensam sobre isso? Se vocês acharem que não têm a resposta, não tem problema também, podem ser inconclusivo.

00:30:00

Especialista 1: Estou aqui tentando entrando me atermo ao experimento. Se for só para o experimento, eu diria que não. Mas como você disse, se fosse uma experiência um pouco mais longa dentro de uma disciplina, eu acho que sim. Eu acho que potencializaria com certeza, mesmo por conta da exploração tridimensional da proposta. Então imagina você está lá fazendo um sketch e você conseguir virar esse sketch e desenhar e fazer os detalhes de todos os lados. Cara, isso aí é fantástico. Mas eles não usaram bem isso na nesse experimento.

Pesquisador: Especialista 3 e Especialista 2, vocês concordam com essa visão? Têm uma visão diferente?

Especialista 3: Sim, concordo.

Especialista 3: Eu acho que a ferramenta ela mostra um potencial. Mas como esses modelos estavam bem... até no próprio desenho estavam bem numa fase embrionária, numa fase inicial assim, é difícil ter certeza dessa percepção, que potencialize a fase projetual deles. Mas se fosse mesmo em um período maior, eu acredito que teriam soluções melhores e desenhos e representações melhores. Então a minha resposta seria que mostrou um potencial, mas que ainda é bem inicial.

Pesquisador: Especialista 2 concorda com essas duas visões?

Especialista 2: Concordo com eles colocaram.

Pesquisador: OK, gente, vamos aqui para a última escala. É a escala com relação ao **Produto** em si, ao que vocês obtiveram ali enquanto resultado do da experimentação: **“Qual abordagem (desenhos tradicionais ou modelos 3D) comunicou a solução de design de forma mais clara, considerando os requisitos do projeto?”**. A gente já falou sobre isso algumas vezes, mas vou pedir novamente que vocês confirmem qual foi a abordagem que acham que teve um resultado melhor com relação aos desenhos seguirem os requisitos que foram traçados no desafio.

Especialista 2: Manuais, os tradicionais aí, vamos dizer,

Pesquisador: Você concorda, Especialista 3?

Especialista 3: Concordo, tradicionais.

Especialista 1: É, de forma geral, acho que os desenhos tradicionais também. Mas teve um caso específico que era de um banco em volta da árvore, e nesse caso o desenho tridimensional ficou muito legal e assim deu para perceber melhor os níveis do acento. Então, de forma geral tradicionais, mas tem uma alguns resultados ali que ficaram melhores os tridimensionais.

Pesquisador: Em algumas abordagens específicas, trouxeram mais uma vantagem os modelos 3D gerados, dentro das características do experimento.

Especialista 2: Mas o desenho tradicional do mesmo aí, vamos dizer, eu acho que era melhor também, né? Tinha mais vistas, tinha mais detalhes, era um desenho mais criterioso. Então é isso que eu falo, tem uma relação também com o autor, ele já percebeu melhor, sabia que tinha que olhar por todos os lados, então a pessoa de repente consegue compreender melhor. Então, de repente, é ter uma relação, eu já tenho uma ambientação melhor no mundo computacional e tal.

Especialista 1: É, e sabe, o que que é interessante também? No desenho tradicional o aluno consegue fazer anotações mais rápido, e não sei como é que é essa forma de fazer anotação nesse aplicativo, acredito que seja a caneta mesmo. Mas não sei, parece que a texturização, a indicação de alguns detalhes são muito mais fáceis de fazer nos tradicionais. Por essa forma eu prefiro ainda dentro dessa abordagem tradicional.

00:35:00

Pesquisador: Só quero comentar uma coisa que o Especialista 2 disse, que apesar de não ter identificação dos desenhos, vocês conseguiram perceber quem fez determinados desenhos manuais e desenhos 3D também. Foi possível perceber, pelo traço, pela abordagem do estudante, essa conexão. Então, isso é algo interessante também.

Pesquisador: Segunda questão: **“Como vocês avaliam a qualidade técnica e a assertividade dos produtos finais em cada abordagem?”**. A gente também já comentou sobre isso. mas só para resumirmos, quanto vocês acham que esses projetos teriam possibilidade de continuidade, tanto da forma tradicional quanto dos modelos 3D? Qual dessas abordagens vocês acham que teria melhor continuidade de desenvolvimento de projeto?

Especialista 1: Ah, mesa resposta, os desenhos tradicionais, eles continuam ali no num patamar um pouquinho superior aos desenhos tridimensionais. Apesar que a qualidade dos tradicionais também não tava lá grande coisa, não. Era um ou outro só também, né?

Pesquisador: Sim. Isso é importante também a gente destacar, nessa percepção da qualidade dos desenhos de

ambas as abordagens diferentes. Vocês concordam com isso também, Especialista 2 e Especialista 3? Acho que até vale a pena vocês comentarem um pouquinho sobre isso, da qualidade de ambos os desenhos, o que que vocês percebem?

Especialista 3: Sim, eu não sei se vocês repararam também, mas os desenhos que tinham um pouquinho de inovação, um projeto melhor, estavam melhores representados tanto na Realidade Virtual quanto no desenho tradicional. E tinha alguns que estavam ali com uma qualidade, não sei nem qual adjetivo colocar, fizeram para, não vou falar para cumprir atividade, mas que não tiveram a criatividade, a qualidade do desenho tanto do tradicional quanto do 3D, estava bem inferior. Então, a gente via também a criatividade, o nível de projeto, a organização visual, tanto na reflexão dos dois tipos de desenho. Não sei se vocês concordam, mas eu retomando os desenhos da minha cabeça, eu lembrei disso.

Especialista 2: Sim, acho que eu concordo também. Por ser a técnica manual eles poderiam fazer, igual o Especialista 1 comentou, umas anotações, faz um 3/4, mas às vezes acho que eles ficam tão presos ali e às vezes fazem uma imagem só e dizem “professor, aqui vai ser isso, aqui vai ser isso”. Poxa, mas o desenho tem que falar, né? Traz o sketch para mim, e não quero falar nada, quero quero olhar para ele e entender. Então você olha para aquilo lá, fala assim: “Não, mas o que você pensou aqui?” Não entende nada. Às vezes também tem alguns desenhos que teve essa teve essa questão, né?

Pesquisador: Terceira pergunta: **“Os modelos 3D apresentaram qualidades ou vantagens que seriam difíceis de comunicar apenas com os desenhos tradicionais?”**. Vocês acham que tem algumas características dos modelos 3D que realmente elas seriam únicas? Ou acham que tudo que foi expresso nos modelos 3D poderia ser bem representado nos desenhos tradicionais também?

Especialista 1: Eu não conseguiria expressar essas características lá.

Especialista 2: Eu também tô, igual o Especialista 1 comentou, me atendendo mais a essa pesquisa em si, mas para um futuro, eu acredito, se a pessoa tiver bem treinada com a mesma meia hora o software pode dar algumas vantagens, de você clicar e aplicar o material, de você clicar e ter um fundo. De repente fazer um detalhe que ali no manual às vezes não fica tão evidente, você pode virar o modelo ver por baixo, girar, então complementar com, vamos dizer, uma atmosfera tipo uma árvore pronta, alguma coisa assim. Então acredito que facilitaria ainda mais, não digo só para nós enquanto professores ou mesmo eles enquanto designers, mas de repente para expor para um cliente que tem mais limitação ainda de entender o desenho bidimensional, vamos dizer, o projeto em si. Então, acredito eu, que para um futuro, eles tendo um mesmo recorte, estando bem treinados em ambos, eu acredito que vai facilitar essa comunicação.

Pesquisador: Como você disse, trazendo elementos para dentro daquele universo ali, ambientações e elementos para explorar melhor a ferramenta da Realidade Virtual.

00:40:00

Especialista 1: Exato. Eu concordo com o Especialista 2, é uma avaliação assim, eu acho que a gente nem avalia aqui o modelo em si, o modelo 3D em si como produto, mas a ferramenta como um produto que possibilita mais qualidade e mais vantagem ensino do desenho tradicional. Se o usuário souber usar, eu acho que não tem nem o que discutir.

Especialista 3: Eu concordo também. E eu acho que essa ferramenta permite visualizar o volume integral. Como eu falei, tem muita gente que tem dificuldade de representar o tridimensional, por mais que seja no desenho à mão, que eles têm um certo domínio, quando vai representar a vista, por exemplo, a vista superior e as laterais, a lateral e a frontal, você fica limitado a três vistas em um desenho à mão. Já na Realidade Virtual, a gente

consegue representar ele por pelo todo. Então, essa noção da escala, da profundidade, percepção espacial, então tudo isso a gente consegue explorar nessa ferramenta, mas os alunos tiveram uma baixa qualidade, uma limitação ali nessa representação. Mas tem potencial sim.

Pesquisador: E vamos ali para a última pergunta: “Quais são os principais pontos fortes e fragilidades dos produtos finais em cada uma das duas abordagens analisadas (tanto desenhos tradicionais como modelos 3D)?”. **Pesquisador:** Vocês podem dar uma visão geral ou dividir em função de cada uma das abordagens. Aí fica a critério de vocês.

Especialista 2: Pontos fortes do desenho tradicional ainda, eu acho que é rapidez e expressão mesmo, e quantidade. E eu acho que eles estão mais habituados também. Há uma fragilidade que tem uma relação com tempo, às vezes pressão, eles não trabalham muito bem sobre pressão, parece, então acho que o tempo ali, quando você cobra tempo deles parece que não sei o que acontece, não flui. Então é meio complicado em relação aos modelos 3D. É aquilo, acho que tem o mesmo pensamento também, às vezes quem tem mais domínio do manual acabou gerando melhores possibilidades, vamos dizer, de compreensão sobre explorar melhor. Então, ponto forte eu acho que também, que seja a realidade e o futuro, é retrabalho também. Eu acho que é bem rápido também, e fazer testes - será que isso aqui vai ficar bom com tijolinho, não, vou aplicar uma pedra. Então, você tem essa possibilidade de aplicação de materiais que de repente num desenho manual seria uma indicação, porque o retrabalho daria muito trabalho mesmo. Então dá para você fazer uns testezinhos rápidos ali com dois, três cliques. Então, acho que é um ponto forte. A fragilidade eu acho que tá em relação mesmo a compreender que é uma dificuldade que nossos alunos estão tendo também de entender o volume como um todo. Chegam alguns trabalhos para mim, pelo menos, que você olha assim: “Nossa, ficou bonito, aí você olha, cadê outra vista?” Vai ver a parte de trás é o que que a Especialista 3 fala, acho que eles fazem uma frontal, uma lateral... “E aqui atrás?” “Então, professor, não pensei”. Aí você diz pra fazer um 3/4, um 3/4 também frontal, lateral superior. Então é meio complicado, tem essa dificuldade ainda de pensar o produto como um todo, que ele tem que servir de baixo, que ele tem que girar. Quais são os trabalhos de plástica que a gente falava lá, cada um tem uma visão, cada um vai ter um desenho na parte espacial mesmo. Então é uma fragilidade ainda em relação a isso. Mas 3D, acredito eu, que seja mais para um futuro muito mais pontos fortes do que fragilidades.

Especialista 1: Concordo com o Especialista 2. O desenho tradicional tem como pontos fortes a agilidade do traço. Então o aluno consegue fazer uma maior quantidade, consegue de repente explorar uma sobreposição de linhas, formas diferentes e também tem a vantagem de conseguir texturizar ou pintar de formas diferentes, mesmo que seja apenas com grafite, colocar algumas anotações.

00:45:00

Especialista 1: Como fragilidade, eu vejo que no desenho tradicional, eu vejo essa questão também, e aí o mesmo ponto, o uso às vezes de uma única ferramenta como o grafite. Alguns alunos ou algumas pessoas não têm essa noção ou não conseguem fazer a diferenciação entre materiais, entre volume, entre luz e sombra. Então, às vezes o desenho acaba ficando muito chapado, muito bidimensional, mais do que deveria, mesmo sendo um desenho bidimensional de forma geral. Já no modelo 3D, eu vejo como ponto forte o que o Especialista 2 falou, a exploração dos materiais, a exploração da forma de todos os lados, da estética do produto como um todo. E como fragilidade, o tempo de aprendizado da ferramenta. Eu acho que depois que aprende, não sei se a gente poderia encontrar dificuldade, talvez só o tempo de desenho de cada sketch, porque no desenho manual você faz uma, duas, três vistas de forma muito rápida, no modelo 3D você tá fazendo um sketch, mas que tá explorando todas as vistas ao mesmo tempo, então é natural que o tempo seja maior. Acho isso.

Especialista 3: Bom, do desenho tradicional, eu concordo com o Especialista 2, com Especialista 1. Então, o que

eu posso sintetizar assim de ponto forte é que eles têm um domínio melhor do traço, apesar de saltar alguns pontos, que alguns desenhos estavam bem fracos. A comunicação do projeto ou da intenção de projeto eu consegui entender melhor, e pela quantidade a gente vê que tinha uma rapidez, na execução desse tipo de fragilidade. Como eu falei, essa limitação deles entenderem, e o Especialista 2 também comentou, o produto como um todo. Então isso vem desde a disciplina lá de geometria, eles já demonstram essa dificuldade. Cada ano que passa as turmas demonstram mais essa dificuldade de entender o produto que você vê a vista frontal, a lateral e superior. Tem outras vistas atrás e eles ficam assim: "Meu Deus, como que eu vou representar isso?" Parece que é muito difícil representar. Por exemplo, a vista de baixo para cima eles sempre utilizam a mesma vista, a vista sempre de cima para baixo, com a vista superior, frontal e lateral. Aí você muda a vista, eles ficam assim, já demoram para produzir. Então a gente vê essa fragilidade da própria representação. No 3D, eu acredito que essa dificuldade não tenha, mas a fragilidade da leitura dos desenhos é que teve uma perda ali da qualidade técnica. Então, a gente tem número reduzido de projetos. Teve alguns detalhes que no desenho manual tinha, no 3D faltou, mas a gente vê como ponto forte um potencial nessa visualização espacial, complementar no que o desenho 2D tem falhado. Eu acredito que quando eles tiverem esse domínio melhor da ferramenta, eles vão entregar projetos muito bem solucionados e explorados até na questão da textura. E é muito mais fácil, como vocês falaram, alterar o projeto do que alterar o desenho à mão. Então, acredito que é uma ferramenta que vem para superar as fragilidades do desenho manual.

Pesquisador: Obrigado. Bom, só para encerrar as falas, se vocês quiserem complementar com algo, fazer alguma consideração, dar alguma opinião, expressar algum tipo de opinião, fazer algum comentário, fiquem à vontade. É um aspecto opcional. Vocês querem comentar mais alguma coisa?

00:50:00

Especialista 2: Assim, a gente sempre, pelo menos eu tenho esse pensamento, o desenho manual é muito de finalidade. Se eu mesmo tenho costume de fazer uns sketchezinhos rápidos assim, que se alguém olhar para aquele sketch nem sabe o que que é, só que se eu olhar para ele, eu lembro na hora o que eu vi e o que eu queria registrar. Então tem muito essa questão de finalidade, que pra gente é muito rápido o traço, mas se ele expressar para você, se tiver essa finalidade, eu sempre falo pros alunos, começa a fazer uns sketechezinhas, treina fazer uns sketchezinhos que se ele comunicar o que você quis registrar, o que você quer guardar, daqui um ano você vai pegar esse sketch, você vai lembrar, não tava indo no shopping, vi esse imóvel, achei legal esse encaixe. Então é muito uma relação muito com finalidade. Eu acho que no 3D, não sei como vai ser ágil no futuro, mas acredito eu mais em relação a isso aí mesmo. Tradicional ainda é aquela questão de produção, gera, gera, gera, gera, gera, gera, gera e vai quantidade né, que você pode explorar e pode avaliar questões de tô nesse conceito, quero um conceito de movimento, mas como é que você passa no movimento? Então, a pessoa tem uma certa dificuldade, não vai lá, avalia, né? E então ainda acho que essa questão mesmo de gerações de alternativas no processo, eu acho que quantidade nada vai superar o manual ainda. Eu acho que, por enquanto, por mais que tenham possibilidades, a ferramenta vai entrar num momento que o retrabalho começa a contar bastante, como é em qualquer tipo de ferramenta aí.

Especialista 1: Acho que o Especialista 2 num ponto interessante que é a finalidade. Eu acho que o desenho manual e essa ferramenta de Realidade Virtual podem ser utilizadas de forma sequencial. De repente o processo de design, processo criativo, ele pode começar com o manual e depois ir para refinamentos e aplicações de texturas e acabamentos e exploração formal na realidade virtual, não necessariamente os dois serem concorrentes, vamos dizer assim. Acho que não precisa, acho que não, eu acho que o caminho é esse mesmo, você ter um processo manual mais livre, mais rápido, mais exploratório e depois ir para uma para uma ferramenta que vai talvez trabalhar em forma com um processo de refinamento, de melhoria daquelas alternativas que você julgar que estão melhores. Eu acho que poderia a gente pensar mais ou menos assim.

Especialista 2: Acho que para validar também, né Especialista 1? Não sei, mas é igual a gente fala, a gente que é das artes olha para um desenho técnico e entende. Olha para um três quartos, você entende. Agora você vai passar para uma pessoa, você explica que aquilo é um encaixe, para você explicar que aquilo ali tem que abrir, nossa, a pessoa não consegue entender. E às vezes a gente peca pelo excesso, porque às vezes a pessoa também que vai fazer uma leitura de projeto, ela não compreende. Então hoje mesmo, na parte de construção civil, a pessoa prefere 1000 vezes que eu mande lá 20 imagens do que 20 folhas de desenho técnico, que ela às vezes ela não consegue entender, fala: "Mas tem como tirar uma imagenzinha dessa janela? Tem como tirar uma imagenzinha disso aqui?" Então, hoje, digamos assim, a questão de leitura mudou muito. Aquele pessoal antigamente que era criterioso, você mandava um desenho técnico lá falava assim: "Não, você quer uma projeçãozinha, como é que você vai querer isso aqui" e conseguia ler. Hoje até os profissionais que atendem dificilmente vão pensar numa marcenaria hoje que você não mande um 3D, acho que é difícil.

Especialista 2: Tem aqueles antigos que falavam assim: "Não, tranquilo, não pega mais, né?". Então, acho que também tem esse recurso visual hoje em dia, precisa ter esse recurso visual mais mastigado, acho que já faz parte.

Pesquisador: Especialista 3 quer comentar alguma coisa?

Especialista 3: O desenho é a nossa forma de comunicação, eu sempre falo isso com os alunos, porque a gente não consegue entrar na cabeça deles e entender o projeto. Então, quer seja o desenho tradicional ou 3D, a gente precisa comunicar.

00:55:00

Especialista 3: Então é o nosso jeito de comunicar, por mais que, por exemplo, igual o Especialista 2 comentou na construção civil às vezes a gente tá lá na obra e precisa explicar alguma coisa, então a gente faz um rascunho rapidinho com qualquer coisa que tem, caneta, lápis, enfim. Quando a gente utiliza, por exemplo, a ferramenta da modelagem, a gente precisa ter o aplicativo para mostrar para a pessoa. Então, às vezes, essa comunicação na dependência de outro dispositivo pode limitar um pouquinho, mas a visualização do 3D, podendo rotacionar ali o elemento e mostrar como é o encaixe eu acredito que seja muito positiva, mas o processo para chegar até esse elemento final, o desenho tradicional, ele vem muito alinhado. Eu não consigo, por exemplo, falar assim nós vamos só utilizar agora o modelo 3D, eu ainda sinto muita necessidade da conexão dos dois. Então, dependendo do momento, eu preciso utilizar o desenho tradicional e dependendo do momento eu preciso utilizar a ferramenta 3D. Aí vai, ela é a nossa comunicação, então os dois precisam transmitir ideia da nossa cabeça, senão ninguém vai entender.

Pesquisador: OK, gente. Eu queria agradecer muito a participação de vocês. Algo extremamente importante é que, de propósito, vocês tiveram contato só com o elemento final da avaliação. Tem alguns paradoxos, pois vou comentar um pouquinho fora de registro, para vocês entenderem um pouquinho mais sobre os bastidores da do desenvolvimento. Mas com certeza as considerações de vocês vão fechar, vão arrematar bem toda a minha discussão ali sobre o uso da ferramenta. E assim que eu tiver esses resultados compartilho com vocês. E claro, convido-os para participar da defesa da minha tese. Eu vou encerrar aqui a gravação.

A REUNIÃO TERMINOU DEPOIS DE 01:08:36

**REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE DESIGN DE PRODUTO:
A IMERSÃO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM**

Estudo do impacto do emprego de ferramentas imersivas de realidade virtual na aprendizagem do desenvolvimento de projeto de produto no ensino superior

*Pesquisador: Pesquisador Burgo
Orientador: Prof. Dr. Cesar Imai
Programa Associado UEM/UEL de Pós-
Graduação em Arquitetura e Urbanismo
Universidade Estadual de Londrina*

APÊNDICE K

OPINIÕES E COMENTÁRIOS DOS PARTICIPANTES

QUESTIONÁRIO INICIAL

P02: “O dispositivo oferece uma experiência muito imersiva e pode ajudar muito na área do Design.”

P03: “Se eu fosse rica, com certeza compraria um desses. Jogaria vários jogos também. Provavelmente não usaria por várias horas seguidas porque me dá sensação de que meus olhos doeriam, mas fora isso achei muito legal.”

P04: “Boa pesquisa. Após a apresentação da pesquisa, gostaria de saber se houve a aprovação ou não.”

P05: “Baseado na experiência do treinamento anterior, acredito que talvez eu tenha dificuldades para me expressar no programa, por não possuir a mesma familiaridade que tenho com os desenhos tradicionais e softwares utilizados normalmente durante o curso.”

P06: “Quando se trata de desenhos, costumo não me dar bem em métodos não tradicionais (fora do papel), por isso, acho que posso não ir tão bem como desejo pela falta de prática, mas acredito que seja algo particular.”

P09: “Estou ansiosa para usar o Meta Quest para fazer algum design, nunca fiz mas imagino que por mais legal que seja, vai dar um trabalhinho...”

P10: “O acesso aos óculos RV não são tão comuns ainda, o que dificulta o uso de novos usuários a utilizar 100% do conteúdo que o programa disponibiliza.”

QUESTIONÁRIO FINAL

P02: “Achei a experiência muito boa, ainda que seja meio difícil de fazer desenhos mais complexos dentro do software, a ferramenta de mudar o ângulo e de mudar o tamanho não eram muito boas. Num geral, acho que o uso da RV e o Software vão ampliar de modo muito significativo e positivo a área e as ferramentas dos designers.”

P03: “Para mim, eu acho difícil executar a criação de algum produto nesse software. Muitas das pinceladas que eu tentei fazer não deram certo, ou acabava ficando em uma perspectiva que não me agradava. Até eu entender mais ou menos como funcionava a edição de linhas, já tinha ido metade do tempo. Mas eu consegui ir entendendo. Se fosse para fazer designs mais orgânicos, como animais, eu ia amar. O meu pincel favorito foi o ribbon, acho que por ser um pincel mais chapado e que remetia ao 2d me passava a sensação de familiaridade, gostaria que tivesse mais opções de pincéis assim. Eu não acho o software ruim para projetos, muito pelo contrário, acho que seria perfeito porque te dá a possibilidade de visualizar o produto de vários ângulos, mas acho que uma pessoa que já está acostumada com a criação 3d iria se beneficiar mais. Eu que sou acostumada a desenhar no papel e no computador com uma mesa digitalizadora, achei difícil me adaptar ao software e com certeza levaria um tempo até conseguir transmitir minhas ideias de forma satisfatória (meu banco ficou parecendo um cocô de pomba). Ainda mantenho a minha opinião sobre ele, mas acho que para as pessoas que

estão acostumadas com o 2d pode ser difícil essa adaptação. Apesar disso, eu ainda quero muito um desses e desenharia bastante nele (mas jamais largaria a mão do papel). Quem sabe um dia eu tenha um.”

P05: “Tive um pouco de dificuldade em me expressar através do programa, no entanto, acredito que com mais tempo e prática eu conseguiria dominar as ferramentas bem e ele seria muito útil futuramente, acredito que a dificuldade tenha existido justamente por conta da minha falta de domínio quando comparado a softwares que são familiares para mim como o solidworks, não consegui replicar o que tinha em mente exatamente mas creio que isso se deve a minha falta de habilidade e conhecimento da interface, pois com certeza é possível realizar a modelagem. Gostei muito da experiencia, e na minha opinião, o programa seria muito benéfico para o futuro do curso caso seja implementado.”

P06: “O trabalho dele é complexo pela falta de experiência do usuário, porém, conforme se vai utilizando a interface, você vai pegando o jeito, assim como qualquer outro método de desenho. Achei muito útil a parte da visualização 360°, visto que no desenho 2d, muitas vezes o que tentamos representar pode parecer confuso para quem está visualizando, tornando o 3d uma ferramenta ótima para visualizar projetos. Em geral, com a prática, acho que possuí grande potencial para uma ferramenta de criação/trabalho.”

P09: “Achei interessante o uso do óculos, acredito que sabendo melhor os comandos com o controle, ferramentas do app e a noção do ambiente eu teria feito um uso mais proveitoso, fora isso não tenho o que reclamar, acho que seria bem eficiente poder usar isso para aprender e fazer design, já que em esboços no papel as linhas e formas 2d podem nos confundir as vezes, nos fazendo duvidar da forma final do produto, mas no 3D facilita muuuito essa parte, muito boa a experiencia!!!”

P11: “Quanto ao desenvolvimento vale a pena a falta de intimidade com o aparelho trava o processo, por ficar repensando os botões.”