



PGDESIGN | Programa de Pós-Graduação
Mestrado | Doutorado



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

Cristina Alba Wildt Torrezan

**MODELO PARA AVALIAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE
ESPACIAL EM DESENHO TÉCNICO (MADHE)**

Tese de Doutorado

Porto Alegre

2019

CRISTINA ALBA WILDT TORREZZAN

Modelo para avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial em desenho técnico (MADHE)

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para obtenção do título de Doutora em Design.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Moreira e Silva Bernardes

Porto Alegre

2019

CIP - Catalogação na Publicação

Torrezan, Cristina Alba Wildt
Modelo para Avaliação e Desenvolvimento da
Habilidade Espacial em Desenho Técnico (MADHE) /
Cristina Alba Wildt Torrezan. -- 2019.
286 f.
Orientador: Maurício Moreira e Silva Bernardes.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de
Pós-Graduação em Design, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Habilidade Espacial. 2. Desenho Técnico. 3.
Educação por Competências. I. Bernardes, Maurício
Moreira e Silva, orient. II. Título.

CRISTINA ALBA WILDT TORREZZAN
MODELO DE AVALIAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE ESPACIAL
EM DESENHO TÉCNICO (MADHE)

A tese foi julgada adequada para a obtenção do Título de Doutora em Design, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS.

Porto Alegre, 06 de agosto de 2019.

Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS.

Banca Examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Maurício Moreira e Silva Bernardes
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Daniel Sergio Presta García
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof.^a Dr.^a Geísa Gaiger de Oliveira
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof.^a Dr.^a Patricia Alejandra Behar
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof.^a Dr.^a Paulete Fridman Schwetz
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

*Dedico este trabalho a todos meus familiares, amigos e colegas,
que me acompanharam nesta trajetória.*

*Alguns velhos conhecidos.
Outros agradavelmente descobertos
no decorrer desta caminhada.*

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas colaboraram para a elaboração desta tese. Seja com sorrisos, aquele ombro amigo, uma palavra de apoio, a confiança depositada, o abraço no momento certo, cada um, a seu jeito, contribuiu no processo desta conquista.

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por ter me fornecido a capacidade cognitiva e física necessária para escrever esta tese e colocar em meu caminho pessoas tão especiais, que participaram desta caminhada e auxiliaram no meu crescimento.

A meus pais e irmã pela ajuda incondicional.

Ao meu marido, pelos vários finais de semana em que se prontificou a cuidar das crianças, sozinho, para que eu pudesse me dedicar a escrever a tese.

Aos meus filhos, tão pequenos, por terem compreendido a minha ausência.

Ao meu orientador Maurício Moreira e Silva Bernardes, pelo apoio e confiança depositados.

Aos professores da banca de avaliação desta tese, pelas importantes contribuições.

À Professora Patricia Alejandra Behar pelo apoio e compreensão.

À Letícia Rocha Machado, pelas sábias palavras no momento em que mais precisei.

Às minhas colegas do NUTED, pelo carinho, apoio, auxílio e amizade.

Aos meus amigos do Departamento de Design e Expressão Gráfica da Faculdade de Arquitetura da UFRGS, pela constante torcida, apoio e carinho.

Aos participantes dos grupos focais, pelas importantes sugestões.

Muito Obrigada!

“Suba o primeiro degrau com fé.
Não é necessário que você veja toda a escada.
Apenas dê o primeiro passo.”

Martin Luther King

RESUMO

TORREZZAN, C. A. W. **Modelo para avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial em desenho técnico (MADHE)**. 2019. 286 f. Tese (Doutorado em Design) – Escola de Engenharia / Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

A presente tese tem como finalidade elaborar um modelo para a avaliação e o desenvolvimento da habilidade espacial. O objetivo é colaborar com o processo de ensino e aprendizagem de desenho técnico em cursos de *design*. Como base teórica abordou-se a concepção da educação por competências. O método realizado caracterizou-se como qualitativo e quantitativo. Primeiramente realizou-se uma revisão sistemática sobre os conceitos envolvidos, constituindo o referencial teórico e a análise de trabalhos correlatos. Após, efetuou-se o mapeamento das competências do desenho técnico, da habilidade espacial bem como a integração entre os dois. Através da realização de grupo focal com professores de desenho técnico e especialistas em competências, possibilitou-se a avaliação dos referidos mapeamentos. Na sequência, foram designados estilos de atividades para o desenvolvimento de cada habilidade espacial específica. Também realizou-se a seleção de exercícios, já consagrados no meio científico, que correspondessem a essas categorias. Com base nesses procedimentos, elaborou-se um instrumento de avaliação, constituído por 22 questões, uma lista de atividades organizada por HE específica, assim como o gabarito dos exercícios. A partir da integração entre esses materiais, concebeu-se um modelo para a avaliação e o desenvolvimento da habilidade espacial (MADHE). O seu processo de avaliação ocorreu através de grupo focal com professores de desenho técnico e pesquisadores na área da educação. A partir dos dados coletados com essa prática, foi possível aprimorar o modelo, constituindo a sua versão final. Criou-se ainda, a versão *Web* do MADHE, sendo livremente disponibilizada em endereço eletrônico. O intuito é disponibilizar a professores e alunos um recurso educacional que possa contribuir com o desenvolvimento da habilidade espacial e o processo de ensino e aprendizagem de desenho técnico.

Palavras-Chave: Habilidade Espacial. Desenho Técnico. Educação por Competências.

ABSTRACT

TORREZZAN, C. A. W. **Modelo para avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial em desenho técnico (MADHE)**. 2019. 286 f. Tese (Doutorado em Design) – Escola de Engenharia / Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

The present thesis aims to elaborate a model for the evaluation and the development of the space skill. The objective is to collaborate with the teaching and learning process of technical drawing in design courses. Theoretical basis was the conception of education by competences. The method was characterized as qualitative and quantitative. First, a systematic review was carried out on the concepts involved, constituting the theoretical reference and the analysis of related works. Afterwards, the mapping of the competencies of the technical drawing, the spatial skill as well as the integration between the two were performed. Through the realization of a focus group with teachers of technical design and specialists in competencies, it was possible to evaluate these mappings. In the sequence, activity styles were designated for the development of each specific spatial skills. Also, the selection of exercises, already consecrated in the scientific environment, that corresponded to these categories. Based on these procedures, an evaluation tool was developed, consisting of 22 questions, a list of activities organized by specific SS, as well as the answers of exercises. From the integration between these materials, a model for the evaluation and the development of the spatial skills (MEDSS) was conceived. The evaluation process was carried out through a focus group with technical drawing teachers and researchers in the area of education. From the data collected with this practice, it was possible to improve the model, constituting its final version. The web version of MEDSS was also created, being freely available in electronic address. The purpose is to provide teachers and students with an educational resource that can contribute to the development of space skills and the teaching and learning process of technical drawing.

Keywords: Space Skill. Technical drawing. Education by Competencies

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Vistas ortográficas de um sólido	17
Figura 2 – Ilustração esquemática do MADHE.....	19
Figura 3 – Desenho da Pesquisa.....	24
Figura 4 – Concepção de vistas ortográficas (Sistema Europeu).....	30
Figura 5 – Linha do Tempo sobre o Desenho Técnico.....	34
Figura 6 – 30 habilidades elencadas como as mais importantes	57
Figura 7 – Modelo sistêmico de Atividade.....	81
Figura 8 – Sistema de atividade proposta para cursos de desenho	81
Figura 9 – Exemplo das questões abordadas no teste Purdue: Visualização de Rotações..	87
Figura 10– Modelo do Raciocínio Visual.....	90
Figura 11 – Exemplo de exercício.....	94
Figura 12 – Resultados da análise de protocolo do Designer <i>Expert</i>	95
Figura 13 – Solução do Designer <i>Expert</i> e do Estudante.....	95
Figura 14 – Procedimentos do experimento.....	99
Figura 15 – Exemplo de atividade realizada	100
Figura 16 – Exemplo de atividade realizada	100
Figura 17 – <i>Framework</i> do estudo atual.....	103
Figura 18 – Etapas do desenvolvimento da pesquisa	110
Figura 19 – Esquema sobre o contexto da Habilidade Espacial em Desenho Técnico.....	114
Figura 20 - Desenhos dos grupos 1, 2 e 3 do Brasil	117
Figura 21 - Desenhos dos grupos 4 e 5 da Turquia	117
Figura 22 - Desenhos do grupo 6 do Japão	118
Figura 23 – Concepção do MADHE e seus recursos	131
Figura 24 – Tutorial Sobre o MADHE.....	131
Figura 25 – Instrumento de Avaliação.....	132
Figura 26 – Atividades para o desenvolvimento das habilidades espaciais específicas	133
Figura 27 – Gabarito das Atividades MADHE	134

Figura 28 – Plano de Ação para a utilização do MADHE nas disciplinas de desenho técnico	135
Figura 29 – “Página Inicial” do MADHE <i>Web</i>	136
Figura 30 – Página “Sobre o MADHE”	136
Figura 31 – Página “Instrumento de Avaliação”	137
Figura 32 – Relação das atividades por habilidade espacial	137
Figura 33 – Página “Atividades”	138
Figura 34 – Página “Gabarito”	138
Figura 35 – Página “Saiba Mais”	139
Figura 36 – Etapas de Elaboração do MADHE	140
Figura 37 – Mapa de Navegação do MADHE <i>Web</i>	153

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Trabalhos analisados que abordaram o tema competências.....	53
Quadro 2 – Habilidades de design relacionadas à identidade do profissional designer.....	55
Quadro 3 – Atividades sobre Design <i>Thinking</i> e Comunicação Visual	60
Quadro 4 - Versão condensada da Semana da Inovação	62
Quadro 5 – Estruturação do mapeamento	67
Quadro 6 – <i>Framework</i> de Competências de liderança que apoiam o processo de inovação.....	68
Quadro 7 – Esquema de avaliação adaptado	71
Quadro 8 - Grade de avaliação de desenho técnico: níveis 1-4	73
Quadro 9 - Grade de avaliação de desenho técnico: níveis 5-8	75
Quadro 10 – Trabalhos analisados que abordaram estudos sobre desenho técnico	78
Quadro 11 – Trabalhos analisados que abordaram estudos sobre a habilidade espacial	84
Quadro 12 – Esquema de códigos para o processo de visualizar	90
Quadro 13 – Esquema de códigos para o processo de imaginar	92
Quadro 14 – Esquema de códigos para o processo de desenhar.....	93
Quadro 15 - Parte da análise de protocolo do Designer <i>Expert</i>	96
Quadro 16 – Classificação e definição de indicadores para medir o pensamento visual	105
Quadro 17 – Pesquisa sobre testes já existentes de habilidades visuais e espaciais	106
Tabela 1 – Resumo do teste de PV: versão Alpha.....	106
Quadro 18 - Grupos pareados.....	116
Quadro 19 – Identificação das habilidades espaciais específicas a partir da exploração do referencial teórico.....	120
Quadro 20 – Mapeamento das competências para o desenho técnico	123
Quadro 21 – Mapeamento da Habilidade Espacial no contexto de desenho técnico	126
Quadro 22 - Especificação dos estilos de atividades utilizados para o desenvolvimento de cada habilidade espacial específica.....	141
Quadro 23 – Seleção de exercícios que contemplam os estilos de atividades MADHE	145
Quadro 24 – Relação das atividades do instrumento de avaliação por habilidade espacial específica.....	150

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 CONTEXTUALIZAÇÃO	21
3 REFERENCIAL TEÓRICO	25
3.1 DESIGN E DESENHO TÉCNICO	25
3.2 O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE DESENHO TÉCNICO	29
3.2.1 Histórico do Desenho Técnico no Âmbito Profissional e Educacional	32
3.2.2. Perfil do Aluno de Desenho Técnico no Século XXI	34
3.3 O CONCEITO DE HABILIDADE ESPACIAL	36
3.3.1 Histórico do Conceito de Habilidade Espacial	38
3.3.2 Desenvolvimento da Habilidade Espacial	41
3.3.3 Aplicação da Habilidade Espacial no Desenho Técnico	44
3.4 COMPETÊNCIAS NA EDUCAÇÃO	46
4. TRABALHOS CORRELATOS	52
4.1. COMPETÊNCIAS DO DESIGNER E DO DESENHO TÉCNICO.....	52
4.2. DESENVOLVIMENTO DO DESENHO TÉCNICO.....	78
4.3. DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE ESPACIAL	84
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	109
5.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	108
5.1.2. Aspectos éticos da pesquisa	108
5.2. ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	110
5.2.1. Etapa 1: Levantamento de referencial teórico	110
5.2.2. Etapa 2: Mapeamento das competências de desenho técnico	111
5.2.3. Etapa 3: Mapeamento da habilidade espacial	111
5.2.4. Etapa 4: Avaliação do mapeamento das competências do DT e das habilidades espaciais	111
5.2.5. Etapa 5: Identificação e seleção de estilos de atividades para o desenvolvimento da habilidade espacial	112
5.2.6. Etapa 6: Elaboração de um modelo para a avaliação e o desenvolvimento da habilidade espacial (MADHE) em desenho técnico	112
5.2.7. Etapa 7: Análise do modelo para a avaliação e o desenvolvimento da habilidade espacial (MADHE)	112
6 MAPEAMENTO DOS ELEMENTOS CONSTITUINTES DA HABILIDADE ESPACIAL EM DESENHO TÉCNICO	114
6.1 MAPEAMENTO DAS COMPETÊNCIAS PARA O DESENHO TÉCNICO	115

6.1.1 Mapeamento Preliminar.....	115
6.2 MAPEAMENTO DA HABILIDADE ESPACIAL	119
6.3 AVALIAÇÃO DOS MAPEAMENTOS PRELIMINARES	121
7 ELABORAÇÃO DE UM MODELO PARA AVALIAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE ESPACIAL EM DESENHO TÉCNICO (MADHE)	130
7.1 DESCRIÇÃO DO MADHE.....	136
7.2 PLANO DE AÇÃO.....	136
7.3 DISPONIBILIZAÇÃO DO MADHE.....	136
7.4 PROCESSO DE ELABORAÇÃO	136
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	154
8.1 CAMINHOS TRILHADOS	155
8.2 OUTRAS CONTRIBUIÇÕES	156
8.3 DESAFIOS DO ESTUDO.....	157
8.4 PERSPECTIVA DE NOVAS INVESTIGAÇÕES	157
REFERÊNCIAS.....	158
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO	169
APÊNDICE B – MAPEAMENTO DE COMPETÊNCIAS PARA O DESENHO TÉCNICO (VERSÃO PRELIMINAR).....	170
APÊNDICE C – MAPEAMENTO DA HABILIDADE ESPACIAL (VERSÃO PRELIMINAR).....	173
APÊNDICE D – MODELO PARA AVALIAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE ESPACIAL EM DESENHO TÉCNICO (MADHE) (VERSÃO PRELIMINAR).....	176
APÊNDICE E – MODELO PARA AVALIAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE ESPACIAL EM DESENHO TÉCNICO (MADHE) (VERSÃO FINAL)	202
APÊNDICE F – PUBLICAÇÕES 2018-2019.....	253
ANEXO A – FIGURA ORIGINAL DAS 30 HABILIDADES ELENCADAS COMO AS MAIS IMPORTANTES	254
ANEXO B – QUADRO ORIGINAL DE ATIVIDADES SOBRE DESIGN <i>THINKING</i> E COMUNICAÇÃO VISUAL.....	255
ANEXO C – QUADRO ORIGINAL DA VERSÃO CONDENSADA DA SEMANA DA INOVAÇÃO.....	256

ANEXO D – QUADRO ORIGINAL DE ESTRUTURAÇÃO DO MAPEAMENTO	257
ANEXO E – QUADRO ORIGINAL DE <i>FRAMEWORK</i> DE COMPETÊNCIAS DE LIDERANÇA QUE APOIAM O PROCESSO DE INOVAÇÃO.....	258
ANEXO F – QUADRO ORIGINAL DE ESQUEMA DE AVALIAÇÃO ADAPTADO	259
ANEXO G – QUADRO ORIGINAL DA GRADE DE AVALIAÇÃO DE DESENHO TÉCNICO: NÍVEIS 1-4; 5-8.....	260
ANEXO H – FIGURA ORIGINAL DE MODELO SISTÊMICO DE ATIVIDADE.....	262
ANEXO I – ORIGINAL DA FIGURA SISTEMA DE ATIVIDADE PROPOSTA PARA CURSOS DE DESENHO	263
ANEXO J – FIGURA ORIGINAL DE EXEMPLO DAS QUESTÕES ABORDADAS NO TESTE PURDUE: VISUALIZAÇÃO DE ROTAÇÕES.....	264
ANEXO K – FIGURA ORIGINAL DE MODELO DO RACIOCÍNIO VISUAL.....	265
ANEXO L – QUADRO ORIGINAL DE ESQUEMA DE CÓDIGOS PARA O PROCESSO DE VISUALIZAR.....	266
ANEXO M – QUADRO ORIGINAL DE ESQUEMA DE CÓDIGOS PARA O PROCESSO DE IMAGINAR	267
ANEXO N – QUADRO ORIGINAL DE ESQUEMA DE CÓDIGOS PARA O PROCESSO DE DESENHAR	268
ANEXO O – FIGURA ORIGINAL DE EXEMPLO DE EXERCÍCIO.....	269
ANEXO P – FIGURA ORIGINAL DE SOLUÇÃO DO DESIGNER <i>EXPERT</i> E DO ESTUDANTE	270
ANEXO Q – QUADRO ORIGINAL DE PARTE DA ANÁLISE DE PROTOCOLO DO DESIGNER <i>EXPERT</i>	271
ANEXO R – FIGURA ORIGINAL DE PROCEDIMENTOS DO EXPERIMENTO.....	272
ANEXO S – FIGURA ORIGINAL DE <i>FRAMEWORK</i> DO ESTUDO ATUAL	273
ANEXO T – QUADRO ORIGINAL DE CLASSIFICAÇÃO E DEFINIÇÃO DE INDICADORES PARA MEDIR O PENSAMENTO VISUAL	274
ANEXO U – QUADRO ORIGINAL DE PESQUISA SOBRE TESTES JÁ EXISTENTES DE HABILIDADES VISUAIS E ESPACIAIS	275
ANEXO V – TABELA ORIGINAL DE RESUMO DO TESTE DE PV: VERSÃO ALPHA....	276
ANEXO X – DESENHOS ANALISADOS.....	277

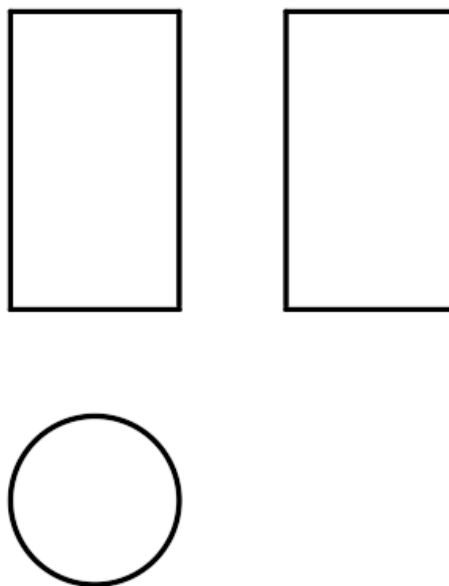
1 INTRODUÇÃO

As disciplinas de Desenho Técnico abordam a graficação de projetos, fornecendo informações sobre as regras e normas técnicas de desenho. É através dele que o indivíduo desenvolve a capacidade de imaginar, criar, representar e projetar objetos. Essas ações envolvem o desenvolvimento de imagens mentais e a sua representação gráfica através do desenho.

Profissionais como *designers*, arquitetos e engenheiros têm uma relação intrínseca com o desenho, usando-o para representar desde o esboço criativo de uma proposta até a sua produção. Nesse sentido, o desenho técnico e a habilidade espacial (HE) são partes relevantes da trajetória acadêmica dos alunos desses cursos.

No entanto, o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de desenho técnico possui certa complexidade. Isso porque os objetos nem sempre são retratados da mesma forma em que são visualizados pelo observador. Por vezes, a expressão da realidade seria tão demorada e complexa, que é indicado o uso do desenho simbólico, em que uma série de regras e padrões técnicos específicos e normatizados necessitam ser seguidos. Já em outras situações, utiliza-se sistemas de projeção diferentes da ocorrente na visão humana, como na planificação das vistas ortográficas, necessitando-se do domínio de uma nova lógica de representação. É o que pode ser exemplificado através da Figura 1.

Figura 1 – Vistas ortográficas de um sólido



Fonte: A autora (2019)

Ao analisar a ilustração exposta, um leigo provavelmente enxergará dois retângulos e um círculo. No entanto, trata-se da representação de um cilindro. Para a interpretação da ilustração, sob o prisma do desenho técnico, torna-se necessário que o sujeito construa uma imagem mental. Para isso, ele necessita relacionar vários elementos, como a lembrança de imagens já visualizadas e registradas na sua memória, a interação das vistas expostas, além das regras de representação técnica e das vistas ortográficas. Quem media essa ação é a habilidade espacial (habilidade geral) e seus elementos (habilidades específicas), como a percepção espacial, memória visual, entre outros. As dificuldades encontradas nesse processo geram falhas na interpretação do objeto, atrapalhando a realização de intervenções e até mesmo o processo criativo.

Ao mesmo tempo, a disciplina de desenho técnico, quando ministrada no início dos cursos, por vezes não permite, neste primeiro momento, que os alunos compreendam a sua importância e aplicabilidade em funções profissionais. Esse fato colabora para que encontrem ainda maior dificuldade em apropriar-se do referido conteúdo, somente percebendo a sua aplicabilidade anos mais tarde, quando necessitam aplicá-lo em funções profissionais.

Nos últimos anos, as ferramentas digitais e Programas CAD¹ (*Computer aided design*), têm fornecido novas possibilidades no âmbito do ensino e elaboração do desenho técnico. Neste sentido, do ponto de vista do professor, animações digitais, objetos de aprendizagem e ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) tem sido cada vez mais integrados às práticas educacionais. Esses recursos favorecem não somente a ampliação do ambiente físico da sala de aula, mas também propiciam ações antes dificultadas por questões financeiras e temporais. Na área do desenho técnico, essas ferramentas digitais possibilitam demonstrações virtuais, animações, simulações, que por sua vez apoiam o processo de visualização de objetos, sua planificação, manipulação e aplicação prática, por exemplo. Em relação aos alunos e profissionais, a utilização de programas CAD favorece maior rapidez e precisão ao desenho (2D e 3D). Em especial, a disseminação da utilização de programas de modelagem e impressoras 3D (ambos em ascensão), está colaborando com o surgimento de novas técnicas de criação e demonstração de

¹ A sigla CAD, neste contexto, origina-se do termo, em inglês, "*Computer aided design*". Tornou-se popular também no Brasil, sendo utilizada em seu formato original e traduzida para "Desenho Assistido por Computador".

objetos. Com o tempo, essas inovações serão cada vez mais incorporadas à sala de aula, de modo a inovar, ou ao menos somar-se à prática do desenho técnico. No entanto, do ponto de vista educacional, torna-se necessário analisar em que momentos da trajetória de aprendizagem do aluno essa tecnologia demonstra-se realmente benéfica, e de que modo, sob o risco de suprimir o desenvolvimento de algumas competências importantes.

Nos cursos de *design*, engenharias e arquitetura, o domínio do desenho técnico e da habilidade espacial demonstra-se fundamental, pois será através dele que esses profissionais expressarão suas criações ou intervenções referentes a objetos (produtos, edificações, entre outros). Porém, como delimitação desta pesquisa, o presente estudo foca a sua atenção na área do *design*, um dos setores de atuação da pesquisadora deste trabalho e domínio deste programa de pós-graduação.

Neste contexto, visualiza-se a crescente quantidade de alunos que, embora compreendam os procedimentos de DT, encontram dificuldades em realizar as suas atividades porque não conseguem interpretar a representação dos objetos envolvidos. Estudos científicos² e a prática docente da pesquisadora desta tese, identificam que essa situação é principalmente causada por carências em elementos da habilidade espacial.

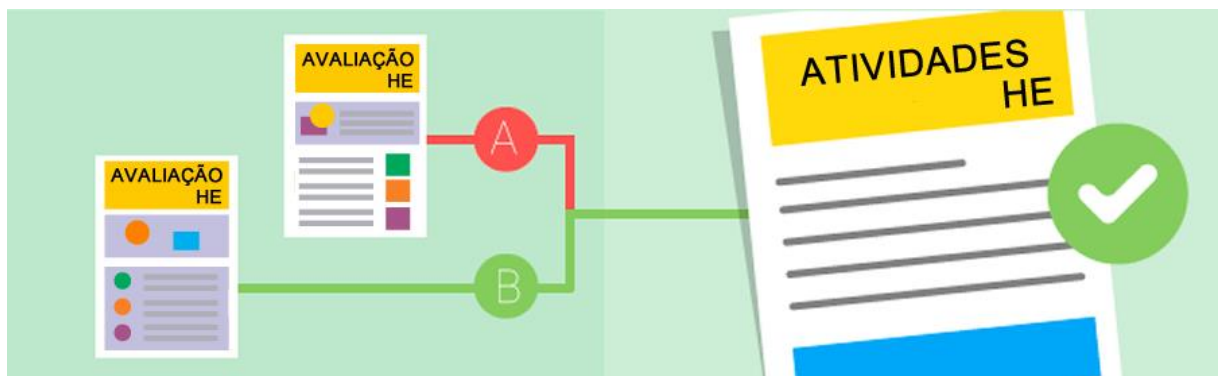
Outro fator importante a ser analisado, na educação em *design*, é a quantidade crescente de alunos que encontram dificuldades em atuar no mercado de trabalho, embora tenham conquistado bons conceitos em sua vida acadêmica. Provavelmente esse fato ocorra por dominarem o conteúdo científico, mas não conseguirem mobilizá-lo na resolução das necessidades e desafios profissionais. Desse modo, verifica-se a importância da integração entre conhecimentos (saber conhecer), habilidades (saber fazer) e atitudes (saber ser) ser abordada desde a universidade. Uma possível forma de contemplar esses elementos em sala de aula é através do mapeamento de competências. Ele possibilita a visualização dos elementos envolvidos na realização de funções específicas. Assim, através dele, o professor encontra a oportunidade de identificar em que ponto pode auxiliar melhor cada aluno. Este, por sua vez, encontra o momento de visualizar os elementos

² Esses estudos são comentados no referencial teórico desta Tese, principalmente no capítulo dos trabalhos correlatos.

envolvidos na disciplina, podendo focar naqueles que necessita aprimorar ou desenvolver.

A partir deste cenário, a presente pesquisa tem como objetivo elaborar um modelo para a avaliação e o desenvolvimento da habilidade espacial em desenho técnico (MADHE). Ele é constituído por um instrumento de avaliação integrado a atividades para a construção de HE específicas (Figura 2). Desse modo, através da sua utilização, o aluno poderá fazer o teste e, a partir do resultado, verificar (e realizar) os exercícios próprios para cada habilidade espacial específica que necessitar aprimorar ou desenvolver.

Figura 2 – Ilustração esquemática do MADHE



Fonte: A autora (2019)

O referido material aborda um exemplar modelo, impresso. A partir dele, os professores de DT poderão elaborar um volume maior de exercícios, conforme sua necessidade, seguindo o estilo indicado pelo modelo. Para isso, o presente estudo adota a educação por competências (ZABALA e ARNAU, 2010), como embasamento pedagógico de sua proposta.

Dessa forma, em busca desse objetivo, esta tese encontra-se estruturada em 8 capítulos. Na **Introdução** é apresentado o contexto em que é empregado este estudo, assim como abordadas as principais temáticas envolvidas.

O capítulo 2: **Contextualização**, versa sobre os fatores incitadores desta investigação e a sua justificativa, finalizando com o problema e objetivos desta tese.

No capítulo 3: **Referencial Teórico**, são aprofundados os principais conceitos que embasam esta pesquisa. Inicialmente, aborda-se o papel do desenho técnico no âmbito do design. Após, é apresentado um breve histórico do desenho técnico, com a análise do seu processo de ensino e aprendizagem em disciplinas universitárias. Na sequência é enfatizada a importância da habilidade espacial no

desenvolvimento do desenho técnico e no perfil criativo do designer. Finaliza-se com a abordagem da educação por competências, concepção pedagógica que embasa o presente estudo.

Nos **Trabalhos Correlatos**, capítulo 4, analisa-se algumas publicações acerca das temáticas envolvidas nesta pesquisa, compreendendo: as competências do designer e do desenho técnico, as habilidades espaciais, assim como o desenvolvimento do DT e da HE.

Já no capítulo 5: **Percursos Metodológicos**, é descrita a trajetória metodológica da pesquisa e as suas etapas de execução. O capítulo 6: **Mapeamento dos Elementos Constituintes da Habilidade Espacial em Desenho Técnico**, expõe o mapeamento das competências para o desenho técnico e da habilidade espacial, dois resultados secundários desta tese.

Por sua vez, o capítulo 7: **Elaboração de um modelo para Avaliação e Desenvolvimento da Habilidade Espacial em Desenho Técnico (MADHE)**, apresenta a construção do modelo proposto por este trabalho, resultado principal desta pesquisa.

Através do capítulo 8: **Considerações Finais**, realiza-se uma análise sobre o estudo realizado e seus desdobramentos. Por fim, nas **Referências**, é listado o referencial utilizado como embasamento teórico deste trabalho.

Assim, a seguir, é apresentada a contextualização e justificativa.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

Ao ingressar na Universidade, no curso de *design*, o aluno entra em contato com algumas disciplinas consideradas formativas, normalmente dispostas nos primeiros semestres. Essas, embora muitas vezes não expressem, neste primeiro momento, uma relação direta com atividades profissionais, são responsáveis pela formação intelectual do acadêmico.

As disciplinas de desenho técnico integram o grupo de cadeiras básicas de alguns cursos, entre eles o Design. Envolvem não apenas o ensino de desenho, mas também apoiam a construção de competências profissionais. Por esse motivo, torna-se importante a abordagem de procedimentos de desenho à mão, além dos mediados por programas informáticos. A partir desses procedimentos os alunos encontram a oportunidade de desenvolver distintos conhecimentos, habilidades e atitudes profissionais. Nesse sentido, é possível realizar uma analogia com o *iceberg*. A sua parte visível, acima da água, é o desenho elaborado. No entanto, há uma parte maior, submersa, por vezes não percebida, responsável pela construção das competências formativas – são os procedimentos de desenho. Dessa forma, as disciplinas de desenho técnico são responsáveis, indiretamente, pela construção do pensamento matemático e da habilidade espacial.

O pensamento matemático embasa a postura de análise, generalização e justificação (validação) de hipóteses. Essa ação ocorre através da realização de inferências justificadas (ALISEDA, 2003; BROUSSEAU e GIBEL, 2005; OLIVEIRA, 2008; PÓLYA, 1954; RIVERA e BECKER, 2009), que consiste na utilização de uma informação matemática já conhecida para alcançar, justificadamente, novas conclusões. As inferências podem ser dedutivas, indutivas ou abduativas. As dedutivas são constituídas pela certeza (resultante de premissas e conclusões) e irrefutabilidade das conclusões (ALISEDA, 2003). As indutivas são relacionadas a processos de generalização, apontando uma propriedade, conceito ou ideia de uma classe de objetos matemáticos (PÓLYA, 1954; RUSSEL, 1999). Por fim, as abduativas consistem na elaboração de hipóteses sobre um determinado fenômeno (RIVERA e BECKER, 2009). Portanto, na prática, as inferências estão presentes nas ações de explorar conceitos e ideias tanto nas atividades científicas quanto nas cotidianas. Dessa forma, é possível visualizar que o pensamento matemático não se reduz ao raciocínio lógico, apresentando-se também nos processos de “resolução de

problemas”. Assim, subsidia as etapas de investigação, elaboração e testagem de hipóteses e a sua justificação (LANNIN et al, 2011), processos fundamentais do raciocínio.

A habilidade espacial, por sua vez, envolve a assimilação do espaço físico em que o indivíduo está ou poderá vir a estar inserido, sendo a principal responsável pelo desenvolvimento do pensamento em três dimensões (GARDNER, 2011). Compreende as cores, formas, linhas, figuras e as relações existentes entre eles. É através da habilidade espacial que o sujeito torna-se capaz de assimilar, criar e modificar imagens externas e internas, através da decodificação da informação gráfica.

Inserido neste contexto, o ensino de desenho técnico aborda o desenvolvimento da capacidade de imaginar, criar, modificar e representar objetos, normalmente com vistas à sua fabricação. Dessa forma, envolve regras (responsáveis pela padronização da linguagem do desenho) e métodos de representação gráfica. Essa atividade necessita, principalmente, que o aluno articule suas habilidades espaciais, de modo a ser capaz de construir, transformar e representar, graficamente, as imagens mentais elaboradas. É justamente nessa ação que os discentes de disciplinas de desenho técnico encontram maior dificuldade. Eles compreendem os conceitos envolvidos na construção de vistas ortográficas, cortes e seções, por exemplo. Mas carências nas habilidades espaciais os impedem de conceber mentalmente o resultado das intervenções propostas no objeto. Em outras situações, ainda mais significativas, não conseguem interpretar os atributos do sólido envolvido, encontrando-se impedidos de realizar as operações solicitadas.

Inicialmente, acreditava-se que a prática do desenho seria suficiente para subsidiar o desenvolvimento da habilidade espacial. No entanto, percebe-se que o prejuízo causado na aprendizagem do desenho técnico, pela carência da habilidade espacial, é maior e mais veloz, que o aprimoramento da HE através da realização de desenhos. Nesse sentido, torna-se necessário a realização de práticas pedagógicas que apoiem o desenvolvimento das habilidades espaciais no contexto do desenho técnico.

Ao encontro dessa perspectiva, a concepção da educação por competências (ZABALA e ARNAU, 2010) aborda a formação integral do sujeito, através da articulação de conhecimentos, habilidades e atitudes em prol da realização de

funções de forma eficiente (ZABALA e ARNAU, 2010; BEHAR, 2013). Através do mapeamento de competências é possível auxiliar professores e alunos na identificação dos elementos envolvidos em funções específicas e na gestão do processo de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, a presente pesquisa almeja colaborar com desenvolvimento da habilidade espacial no contexto do desenho técnico. Para tanto, objetiva-se responder a seguinte questão-problema:

Como avaliar e desenvolver a habilidade espacial em desenho técnico?

No intuito de responder as questões de pesquisa, o presente estudo possui como objetivo geral:

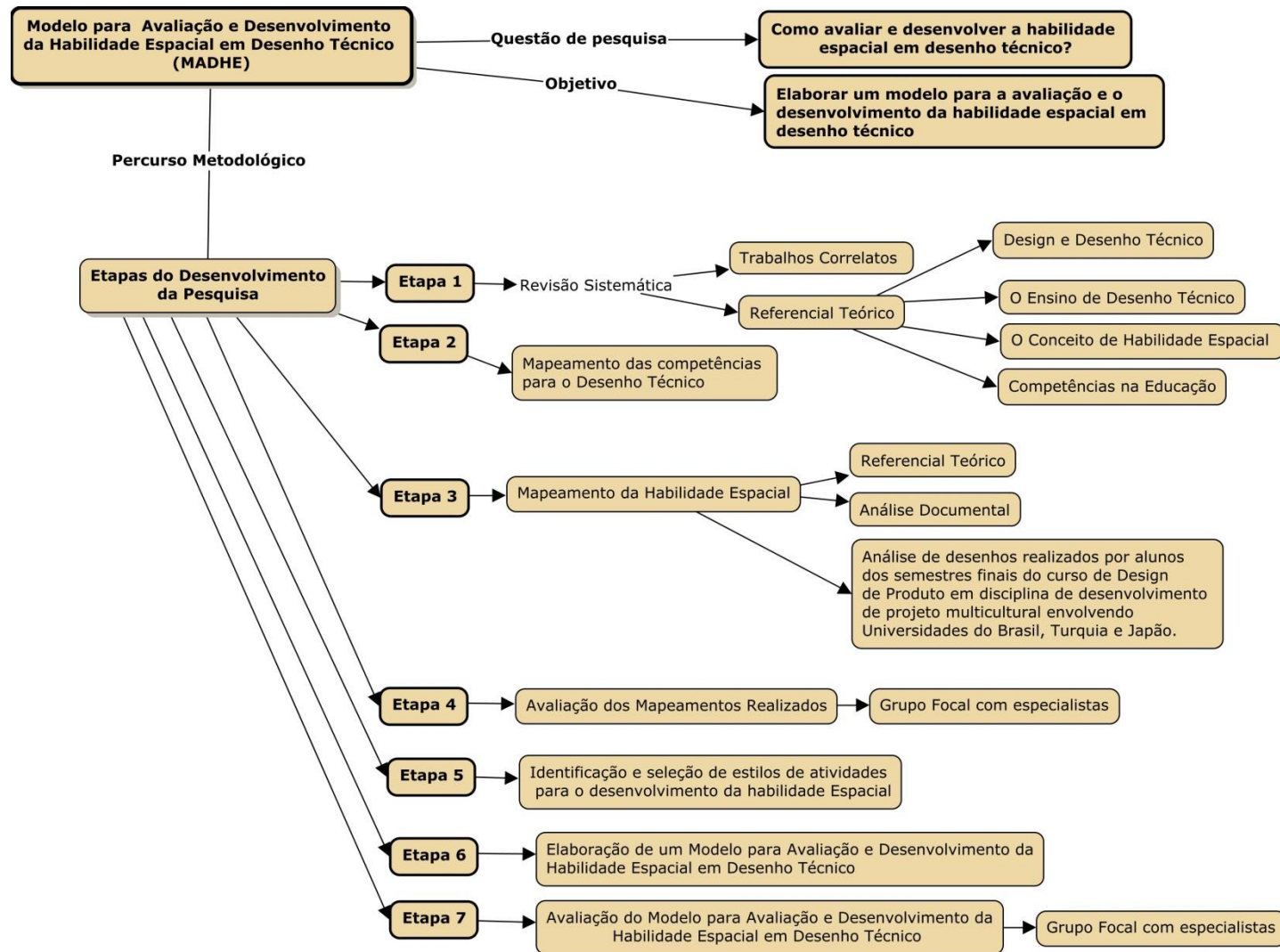
Elaborar um modelo para a avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial em desenho técnico.

Para tanto, são delineados os seguintes objetivos específicos:

- A) Mapear as competências de desenho técnico;
- B) Mapear a habilidade espacial;
- C) Avaliar os mapeamentos realizados e o MADHE.

O desenho da pesquisa encontra-se organizado na figura 3.

Figura 3 – Desenho da Pesquisa



Fonte: A autora (2019)

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 DESIGN E DESENHO TÉCNICO

Design significa projetar, inovar, desenvolver (SILVESTRE, 2018). Pode ainda ser entendido como uma atividade complexa e interdisciplinar, integrando conhecimentos científicos, técnicos, engenharia, pensamento criativo e humanidades (KORNIENKO et al, 2015). Os autores também ressaltam que, nos tempos atuais, o design permeia quase todas as atividades humanas, atuando como um dos principais elementos da cultura. Desse modo, há um estreitamento maior entre o designer e a indústria, ampliando as demandas da sua formação profissional. Nesse sentido, o objetivo da educação em design é possibilitar aos alunos a construção de habilidades básicas envolvidas com a criação e o desenvolvimento de produtos (KORNIENKO et al, 2015). O seu maior desafio está em possibilitar o desenvolvimento de competências relacionadas à inovação e na preparação de alunos para aplicá-las em futuras situações profissionais, principalmente nas imprevistas (TROWSDALE, et al, 2012).

Nesse cenário, muitos autores apontam as competências de criatividade como fundamentais às atividades do designer. Trowsdale, et al (2012), conceituam a criatividade como o uso irrestrito da imaginação ou de ideias originais para criar algo novo. Segundo os autores, a aplicação desse termo resulta em conceitos de design e princípios de solução. Classificam a inovação como a “criatividade com restrições”, ou seja, habilidades de inovação são necessárias para o desenvolvimento de conceitos de design que possam ser fabricados e entregues dentro de um custo-benefício atraente ao mercado. Segundo Trowsdale, et al (2012), são essas habilidades que, integradas às de pensamento visual, embasam a criatividade e inovação. Os referidos autores consideram o pensamento visual como um instrumento empregado para explorar e desenvolver ideias, utilizando a visualização do mesmo modo que as palavras são usadas pelo escritor.

Dois elementos demonstram-se essenciais para o desenvolvimento e aplicação da criatividade: o raciocínio visual (PARK e KIM, 2007; MCFADZEAN, e CROSS, 1999; TANG, 2003) e o desenho (ZIMMERMANN e COUTINHO, 2018; CROSS, 2011; GOEL, 1995). O raciocínio visual pode ser entendido como o ato de ir além da informação fornecida (PARK e KIM, 2007). De acordo com os autores, essa ação pode ocorrer de duas maneiras: transformando a informação a partir de

regras, ou realizando inferências a partir da exploração desse conteúdo. Ocorre que, no âmbito do design, esse processo normalmente é abordado como informação visual (desenho). Nesse sentido, outro elemento envolvido é a habilidade espacial, necessária para mediar a interação entre a imaginação criativa e a sua externalização. Isso porque, para realizar a interpretação de uma representação bidimensional (desenho técnico) necessita-se enxergar o que não é diretamente visível naquela imagem. Essa capacidade de compreender a forma espacial a partir de uma figura plana é chamada visão espacial (PEIXOTO, 2004), um elemento da habilidade espacial.

Park e Kim (2007), descrevem essa prática como o processo de **ver** (analisar os desenhos ou imagens mentais), **imaginar** (idealizar soluções) e **desenhar** (representar os resultados). Portanto, é possível visualizar que o desenho, em conjunto com as habilidades espaciais, atua como materializador da criatividade, revelando o que é imaginado pela consciência (QUEIROZ, 2017). Nesse sentido, pode-se afirmar que o desenho clarifica os passos, percursos e estratégias do pensamento, trazendo-os à superfície do suporte, além de colaborar para a construção de sentidos e apresentar caminhos (BISMARCK, 2000). Sendo assim, ele desempenha um papel significativo na criatividade em design (DE VERE et al, 2012).

A partir dessas questões, cada vez mais estudos revelam que as disciplinas de desenho técnico necessitam abordar não somente habilidades técnicas, mas também espaciais e de criatividade. Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Design (BRASIL, 2004), uma das competências que o designer necessita desenvolver durante a sua vida acadêmica é a “capacidade para o domínio de uma linguagem própria expressando conceitos e soluções, em projetos, através de representação visual”. Isso porque o desenho configura-se como uma maneira de pensar dos designers, integrando campos de conhecimento e explorando a criatividade (ZIMMERMANN e COUTINHO, 2018). Trata-se de uma forma específica de raciocínio ou de “pensar por projetos”, definida como *designerly ways of knowing* (CROSS, 2011). Nesse sentido, técnicas de esboço, como o *sketching*³, possibilitam que os designers estudem vários aspectos do mesmo problema ao mesmo tempo, testando suas ideias e investigando

³ Técnica de esboço rápido.

possíveis soluções, através de diferentes níveis de abstração. Esboçar possibilita a abstração do desenvolvimento da ideia, auxiliando o processo criativo através da externalização de imagens mentais e os elementos idealizados (DE VERE et al, 2012).

No entanto, a contribuição do desenho não se resume à criatividade. Ele permeia todas as etapas do processo de design. Segundo De Vere et al, (2012), o desenho propicia:

- A) a resolução eficiente de detalhes técnicos e funcionais;
- B) experimentações;
- C) ideação explorativa;
- D) a comunicação designer-cliente e conversações entre a equipe de design;
- E) o refinamento da forma;
- F) a apresentação através do desenho explicativo.

No mesmo sentido, Ferguson (1992) e Ullman (1990) apresentam tipos de desenhos que podem ser realizados no âmbito do design, sendo eles:

- G) Investigativo e Explorativo (ideação);
- H) Funcional (resolução);
- I) Explicativo (comunicação);
- J) Estético;
- K) Persuasivo (convencimento sobre a pertinência da proposta elaborada)

Verifica-se, portanto, que o desenho técnico encontra-se presente tanto no processo criativo (durante explorações e transformações das instâncias do objeto), quanto na etapa de representar a solução elaborada. Ele constitui uma área especializada do desenho, marcada pela normatização e utilização dos conteúdos da geometria descritiva e analítica (DE PAULA e MIRANDA, 2016). Configura-se como um mecanismo de comunicação, dotado de linguagem única e universal. Assim, concebe um meio “estruturalmente técnico para comunicar informações necessárias e precisas àqueles que fabricam, montam e comercializam um produto” (DE PAULA e MIRANDA, 2016, p. 2155). Desse modo, os designers profissionais

utilizam o desenho técnico como um instrumento capaz de propiciar um diálogo reflexivo entre si, suas ideias e o papel. Além disso, através dele, apresentam o detalhamento da forma e da estrutura dos objetos, assim como os seus métodos de fabricação, materiais e processos, efetuando a documentação dos projetos realizados.

A partir desse contexto, o principal objetivo das disciplinas de desenho técnico é preparar os alunos a interpretar, compreender e desenvolver detalhamentos técnicos de produtos segundo normas específicas. Quanto maior a destreza do sujeito em imaginar e representar o que é imaginado, melhor será a sua capacidade de ação sobre o objeto. Possíveis lacunas em competências de DT ou habilidades espaciais, poderão limitar essa prática, pois projeta-se aquilo que é representado e expressado no papel, através do desenho (DE PAULA e MIRANDA, 2016).

Nesse processo educacional, um fator que se demonstra importante é a motivação do aluno. Normalmente, ela encontra-se vinculada à identificação do discente com o conteúdo abordado, gerada a partir da conscientização sobre a aplicabilidade do assunto na sua futura profissão. Porém, muitos alunos universitários, de disciplinas de desenho técnico, não possuem uma consciência sobre a real importância do desenho na vida profissional do designer (METRAGLIA et al, 2015). Desse modo, por vezes, não encontram sentido para as práticas abordadas nas aulas de DT, pois não conseguem relacionar o desenho à identidade do designer. Kunrath e Li-Ying (2018), ressaltam a importância da educação em design considerar a relação entre a expectativa dos alunos e os valores do “designer ideal”. Segundo os autores, no cruzamento entre esses dois é que se encontra a identidade do aluno com a sua profissão. Por sua vez, o principal fator relacionado à formação da identidade profissional de designers é o nível de consciência sobre as habilidades pessoais e o seu alinhamento com as habilidades e expectativas externas (ELLEMERS e HASLAM e, 2011; KUNRATH et al., 2016).

Nesse sentido, verifica-se a importância da educação em design adotar práticas pedagógicas que apoiem o desenvolvimento de competências de DT e de habilidades espaciais, uma vez que esses elementos embasam as atividades profissionais dos designers. Além disso, torna-se necessário que as ações educacionais também informem sobre o conceito e a finalidade do desenho, pois

enquanto o aluno não identificá-lo como linguagem visual, as suas representações poderão não alcançar os objetivos desejados.

3.2 O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE DESENHO TÉCNICO

Historicamente, os primeiros desenhos surgiram na tentativa inicial de comunicação escrita entre os homens, conduzindo às escritas ideográficas (hieróglifos Egípcios e a própria escrita da China, utilizada até os dias atuais) (CUNHA, 2010). Aos poucos, a escrita com alfabetos foi substituindo as ideográficas, devido à sua maior simplicidade e facilidade de aprendizagem. Nota-se ainda, que os próprios gestos, por vezes utilizados juntos à fala, também são considerados um modo não concretizado de desenho.

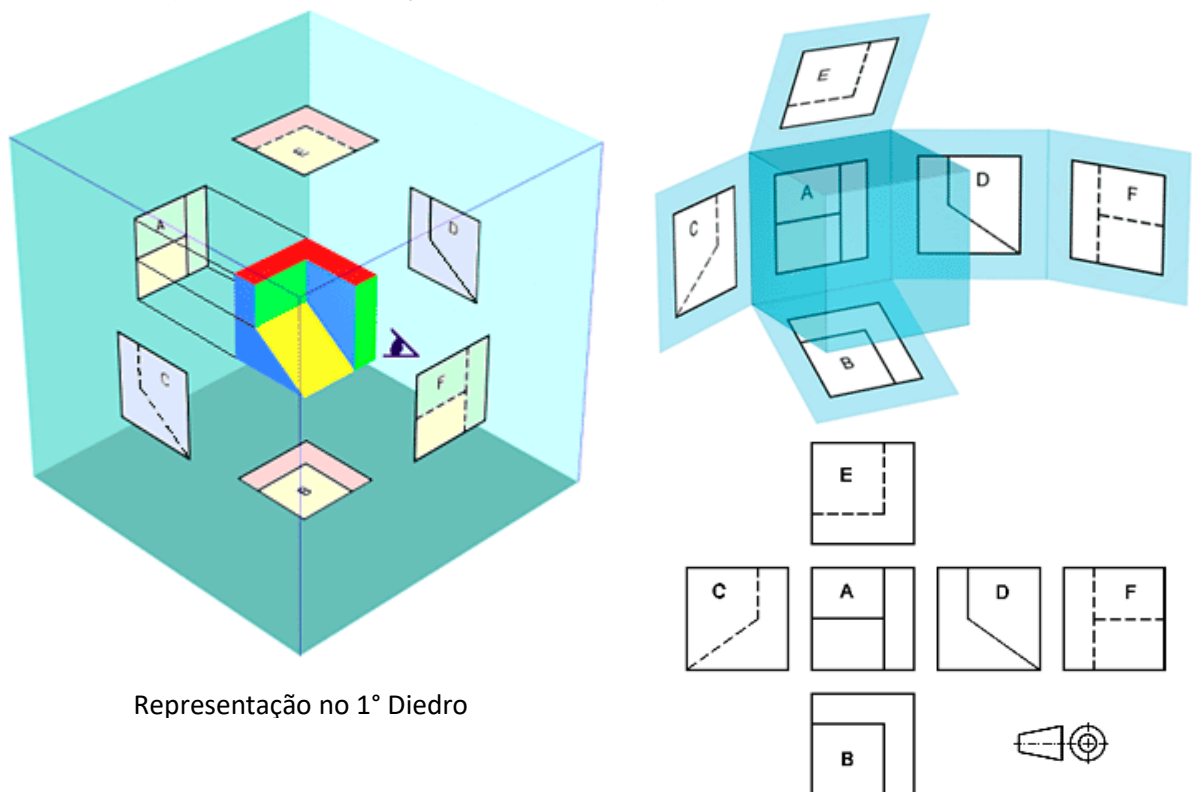
Nesse sentido, segundo Cunha (2010), o desenho pode ser considerado uma forma de linguagem, necessitando, portanto, de uma gramática, ortografia e caligrafia próprias. No caso do desenho técnico (DT), foco deste estudo, esses elementos seriam compostos pelas regras, convenções e normas da representação técnica de objetos. Isso porque, ao contrário do desenho artístico, que pode expressar um mesmo objeto de distintas maneiras e estilos, ou ainda, possibilitar diferentes interpretações perante uma mesma obra, o desenho técnico necessita representar um determinado objeto sempre da mesma maneira, de forma clara, completa e precisa, sem a possibilidade de ambiguidade na sua interpretação (SILVA, 2006). Essa rigidez se faz necessária devido ao fim que se destina. O desenho técnico é utilizado para representar objetos a serem fabricados. Dessa forma, seus elementos são aplicados desde a etapa de planejamento, representação até o de detalhamento e execução de um determinado objeto. Assim, ao longo desse processo, necessita expressar informações, como por exemplo: o objetivo que o objeto se propõe a cumprir, o local a ocupar, os esforços suportados, formas e dimensões adotadas e o material utilizado. A mínima fragilidade na representação de uma dessas informações poderá ocasionar em erros que se propagarão nas etapas sucessivas e na execução do produto. Além disso, cada vez mais essas etapas são realizadas por profissionais e empresas distintas, até mesmo envolvendo multinacionais, tornando ainda mais evidente a importância da padronização técnica na representação do desenho técnico.

Desse modo, o ensino de DT envolve a conscientização dos alunos sobre a importância da rigidez e precisão na elaboração do desenho, assim como o domínio

das técnicas de representação, suas normas e convenções. O seu objetivo principal é capacitar o aluno a expressar a representação técnica de um objeto, fornecendo rapidez e precisão à elaboração do desenho e eficiência na sua interpretação. Essas questões demonstram-se essenciais, pois o DT é o instrumento que fornece todas as informações para a construção de objetos. Uma falha ou dúvida em um dos atributos por ele indicados, poderá ocasionar falhas no processo de manufatura.

Como forma de obter maior clareza, rigor e exatidão nas representações, o desenho destinado à produção de objetos (móveis, edificações, peças mecânicas, entre outros) utiliza métodos de projeção que não reproduzem fielmente a imagem visualizada pelo olho humano. É o caso do método Bi-projetivo Mongeano, que na projeção paralela ortogonal, uma das mais utilizadas, apresenta o objeto de forma planificada, através das vistas ortográficas (Figura 4).

Figura 4 – Concepção de vistas ortográficas (Sistema Europeu)



Fonte: Adaptado de Dibujotecnico.com

Observa-se que, através desse método, o sujeito necessita “traduzir” a forma que está acostumado a enxergar para uma configuração planificada do sólido. Essa ação mental ocorre através da Habilidade Espacial, que embasa a maioria das operações realizadas no desenho técnico. O processo criativo de um objeto pode e

deve envolver desenhos em 3D (similares à visão humana), sob a forma de esboços à mão livre ou de perspectivas e modelagens realizadas por instrumentos e *softwares* para desenho. Porém, no processo de detalhamento do referido objeto e na proposição de intervenções, torna-se necessário a utilização das vistas ortográficas comuns e seccionadas. São elas que possibilitam a interpretação e manipulação do sólido sem possíveis deformações, ou seja, a comunicação em verdadeira grandeza (VG). Portanto, no âmbito do DT, em vários momentos, torna-se necessário a realização dessa “tradução simultânea” entre a imagem que a visão humana enxergaria e o método de representação utilizado. As dificuldades encontradas nesse processo geram falhas na interpretação do objeto, atrapalhando a idealização e realização de intervenções e até mesmo o processo criativo – dificuldade do aluno em representar o que imagina e em imaginar o que está representado.

Neste contexto, visualiza-se que uma das maiores dificuldades encontradas nos processos de desenho técnico - elaboração de vistas ortográficas comuns, seccionadas e até perspectivas, não está no procedimento em si, mas na carência da “tradução” da forma em 3D para a planificada e vice-versa, ou seja, na relação entre o ver, imaginar e desenhar de Park e Kim (2007). Para realizar os desafios propostos nos exercícios de DT o aluno necessita perceber visualmente a representação fornecida, analisar suas características, interpretá-las, gerando imagens mentais. Em níveis mais avançados, precisa ainda gerenciar a manutenção desses elementos imaginados e realizar transformações nessa imagem mental, criando a peça que se encaixa perfeitamente, concebendo a figura resultante de cortes e seções, entre outros procedimentos. Nesse sentido, visualiza-se que esses elementos da habilidade espacial embasam os procedimentos de desenho técnico. Isso porque o desenho não envolve apenas fatores técnicos, mas também cognitivos, como a percepção visual, avaliação e raciocínio de dimensões e relacionamentos espaciais (MARQUES e CHISTÉ, 2016). Atualmente, verifica-se que uma grande parte dos alunos de disciplinas de DT, nas universidades, possui um *déficit* no desenvolvimento dessas habilidades espaciais (Peixoto, 2004). Nesse sentido, torna-se relevante analisar o histórico da abordagem do processo de ensino e aprendizagem a cerca de DT, pois ele poderá fundamentar a proposição de práticas pedagógicas para o desenvolvimento dessas habilidades e do desenho técnico.

3.2.1 Histórico do Desenho Técnico no Âmbito Profissional e Educacional

As primeiras retratações de objetos tridimensionais através de representações bidimensionais (planta-baixa, fachada, cortes) ocorreram no Renascimento, a partir do legado de Leonardo da Vinci e dos tratados de Arquitetura desse período (MARQUES e CHISTÉ, 2016). Segundo os autores, nessa época já utilizavam o conceito de escala (principalmente de redução) e a perspectiva (desenvolvida por Brunellesch), técnicas de representação que facilitaram o entendimento de projetos complexos. Também nesse período, visualiza-se as primeiras vistas explodidas (desenhos em 3D que mostram a posição de encaixe dos componentes de uma peça), em desenhos de Leonardo Da Vinci, Marino Taccola e Francesco di Giorgio (FERGUSON, 1999). Ainda assim, somente a partir do século XVIII, com a geometria descritiva, introduzida por Gaspar Monge, que se encontrou os subsídios necessários para a base dos sistemas de representação, utilizados até os dias atuais (CUNHA, 2010). O sistema criado por ele foi publicado em 1795, com o título “*Geometrie Descriptive*”. A partir da Revolução Industrial, iniciou-se uma busca pela produção em série, gerando a necessidade da padronização dos produtos. Dessa forma, ocorreu a normatização da geometria descritiva, para que a representação e interpretação dos projetos ficassem restringidas a uma única forma específica, como modo de acompanhar as necessidades do mercado. A regulação ocorreu através da comissão técnica da *International Organization for Standardization* (ISO) – europeia, da *American National Standards Institute* (ANSI) - americana e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), brasileira. Esse procedimento aconteceu por meio do desenho técnico, de modo a este passar a ser conceituado como a aplicação dos princípios da Geometria Descritiva (MARQUES e CHISTÉ, 2016).

Seguindo esse contexto, disciplinas de desenho possuíam caráter obrigatório nas escolas, sendo o seu suporte geométrico fornecido pela matemática. Com essa prática, além dos alunos ingressarem na universidade com habilidades básicas de desenho desenvolvidas, já possuíam consciência da sua importância no âmbito da engenharia e arquitetura. A partir da finalização da obrigatoriedade dessa disciplina no ambiente escolar, os professores universitários necessitaram suprir conceitos mais básicos sobre o desenho. Além disso, tiveram que preocupar-se com a motivação dos alunos, que passaram a ter dificuldades em visualizar o potencial do desenho em suas futuras atividades profissionais.

Até o final dos anos 80 a prática do desenho era exclusivamente manual, através do uso de instrumentos como mesa de desenho, régua T, lapiseira, borracha, caneta nanquim, régua escala, esquadros, transferidor, compasso, entre outros. Era dada ênfase ao capricho da caligrafia, à qualidade do traçado e precisão. A partir da década de 90, iniciou-se a disseminação do computador e das tecnologias digitais (TD), fornecendo novas possibilidades no âmbito do ensino e elaboração do desenho técnico.

Primeiramente, as TD foram aplicadas na elaboração de recursos didáticos - sites, slides, animações, jogos, aplicativos, entre outros, que passaram a propiciar a interação dos alunos com vistas de sólidos, através da visualização, manipulação e interação com modelos digitais. Após, começaram a ser utilizadas na elaboração de desenhos 2D, através dos programas CAD, que fornecem maior rapidez, detalhamento e precisão ao desenho (2D e 3D), que passa a poder ser armazenado, modelado, compartilhado, alterado e aproveitado facilmente. Essa inovação imprime mais uma responsabilidade ao ensino de desenho técnico – enfatizar que o agente criativo continua sendo o projetista, agora podendo utilizar uma ferramenta que possibilita novos processos de criações.

O desenho manual, principalmente o esboço, ainda demonstra-se importante no desenvolvimento da criatividade, pois a velocidade ideia/mão ainda é mais rápida e sincronizada do que a ideia/CAD. Possivelmente porque o uso de ferramentas digitais para o desenho exige níveis mais elevados de habilidades espaciais (capacidade de visualização espacial, percepção espacial e raciocínio geométrico) (AMORIM, 1998; LATERZA, 1991). Dificilmente os profissionais criam seus produtos diretamente no *software*, as ideias provêm de esboços, como uma espécie de *brainstorming*⁴ gráfico. Além disso, utilizá-lo no processo criativo, poderia limitar o desenvolvimento do projeto ao nível de conhecimento do sujeito sobre a ferramenta.

Mais recentemente, a disseminação da utilização de programas de modelagem e impressoras 3D (ambos em ascendência), estão colaborando com o surgimento de novas técnicas de criação e manipulação de objetos. Atualmente, o processo de ensino e aprendizagem encontra-se em um momento de transição, perante as tecnologias digitais emergentes. Questionamentos ocorrem sobre como integrá-las ao ensino de desenho técnico sem prejudicar processos analógicos que

⁴ Dinâmica de grupo para gerar soluções inovadoras. Durante a prática, são registrados os pensamentos e ideias que vierem à mente a respeito do tema tratado (DEBASTIANI, 2015)

seriam responsáveis pelo desenvolvimento de habilidades espaciais e de desenho. Por outro lado, outras competências podem ser construídas através do uso desses *softwares* gráficos. O desafio está em encontrar um equilíbrio entre os métodos tradicionais e contemporâneos de desenho. Torna-se necessário conservar procedimentos convencionais sem ignorar as transformações ocorrentes no atual mercado profissional e as novas possibilidades propiciadas pela TD.

A partir dessa análise histórica é possível elaborar uma linha do tempo referente à abordagem do desenho técnico desde a sua origem até os dias atuais (Figura 5).

Figura 5 – Linha do Tempo sobre o Desenho Técnico



Fonte: Marques e Chisté (2016), Ferguson (1999), Cunha (2010), Amorim (1998); Laterza (1991)
Imagem: Elaborada pela autora (2019)

Verifica-se, portanto, que o processo de ensino e aprendizagem de desenho técnico possui o constante desafio de acompanhar as mudanças e exigências da sociedade, sob o risco de tornar-se obsoleto. Nesse cenário, outro fator que também foi modificando-se com o tempo e que necessita ser analisado é o perfil do aluno de disciplinas de DT, abordado na seção a seguir.

3.2.2. Perfil do Aluno de Desenho Técnico no Século XXI

As disciplinas de desenho técnico normalmente são ministradas no primeiro ano dos cursos de arquitetura, engenharias e design. Nesse momento, o aluno está vivenciando um período de adaptação na universidade e tendo contato com conteúdos básicos, que nem sempre possibilitam a visualização de uma relação direta com a sua futura profissão (MORAES e CHENG, 2018). Como bagagem, trazem um perfil digital, baseado no fácil acesso à informação e em conversas

instantâneas, que garantem respostas rápidas às suas necessidades (KRIMBERG, 2018). Raramente copiam informes, registrando-as em seu *smartphone*, através de fotos. Costumam zapear entre diferentes atividades, intercalando níveis de atenção em cada uma delas. Como consequência dessa sociedade digital e, de certa forma, acelerada, poucos brincaram na rua ou interagiram com elementos de praças e parques em sua infância, em relação a gerações passadas. Também não exploraram tanto brinquedos manuais como carrinhos de rolimã, ou a construção de cidades com sucata, entre outros. Por esse motivo, os discentes muitas vezes ingressam nas disciplinas de desenho técnico com habilidades espaciais pouco desenvolvidas.

Um dos primeiros desafios que encontram é com a metodologia de estudo. Acostumados, em sua vida escolar, a prepararem-se para avaliações a partir do domínio de conceitos teóricos, encontram alguns problemas em aplicar esse método nas disciplinas de DT. Custam um pouco a perceber que o desenho envolve, principalmente, o desenvolvimento de habilidades. Desse modo, o entendimento dos conhecimentos envolvidos não é suficiente, tornando-se necessário a vivência da aplicação prática desse conteúdo. Em outras palavras, só é possível desenvolver as habilidades de desenho, praticando bastante.

No caso das disciplinas que abordam o desenho à mão (com ou sem instrumento), nesse momento, os alunos deparam-se com uma aparente contradição em sua mente. Diante a tanta ferramenta digital e ao dinamismo do mundo moderno, necessitam utilizar lápis, papel e realizar demorados procedimentos de desenho. Para o perfil digital desses alunos, essa ação parece não fazer sentido. Além disso, esse percurso torna-se ainda mais árduo quando possuem lacunas no desenvolvimento de suas habilidades espaciais. Nesse cenário, como ainda não conseguem entender a relação entre o desenho à mão e as suas futuras atividades profissionais, não se identificam com essa prática e, por vezes, tornam-se, desmotivados. Outro fator, nesse momento, que favorece o desestímulo dos alunos é considerar o ato de “desenhar bem” como um dom, que às vezes consideram não possuir (PAULA e MIRANDA, 2016). Essa concepção provavelmente seja influência do pensamento sobre o desenho artístico, que também pode ser aprendido, mas que há muitas décadas costuma ser reportado ao talento. Mas, na realidade, seguindo a teoria de Piaget (1982), a destreza (não inata) de algumas pessoas

provém da prática, de experimentações anteriores, que mesmo sem perceber, apoiaram o desenvolvimento, neste caso, de habilidades espaciais e de desenho.

Nas cadeiras que utilizam programas CAD, os alunos encontram-se “libertos” da tensão de desenhar à mão, mas continuam necessitando articular habilidades espaciais para solucionar atividades de desenho técnico. Como já comentado, *softwares* de computação gráfica exigem níveis mais elevados dessa habilidade. Outro fator é que os desenhos digitais dificultam o *feedback* constante sobre a qualidade do trabalho realizado. Fatores como diagramação, uso da escala e expressão gráfica, normalmente são percebidos somente após a impressão. Além disso, há ainda a carga cognitiva despendida para aprender e utilizar as ferramentas do CAD. Por vezes, o desenvolvimento do desenho fica limitado ao nível de domínio das funcionalidades do programa.

Porém, tanto nas disciplinas que envolvem o desenho à mão ou em programas CAD, o aluno necessita, basicamente, realizar transformações 2D/3D e vice-versa, incluindo a representação de vistas ortográficas, perspectivas, cortes e seções. Para isso, necessita realizar rotações mentais, percepções e visualizações espaciais (CHOI, 2001), além de aplicar orientações e relações espaciais (KAUFMANN e SCHMASTIEG, 2003). Portanto, é possível inferir, que um dos maiores desafios do aluno do século XXI, nas disciplinas de desenho técnico, está no emprego da habilidade espacial em prol de procedimentos de desenho. Nesse sentido, na seção a seguir, são abordados os seus elementos principais.

3.3 O CONCEITO DE HABILIDADE ESPACIAL

Há uma variedade de definições a respeito da habilidade espacial (HE), sendo a maioria conceituada por pedagogos e engenheiros (PEDROSA, 2012). Segundo o autor, é possível ainda encontrar confusões entre termos normalmente vinculados à esse conceito, provavelmente por inconsistências causadas por traduções e a utilização pouco precisa da linguagem. Segundo Khairul e Azniah (2004), essa diversidade dificulta a identificação do seu significado, fornecendo maior complexidade e sofisticação a essa discussão. Desse modo, no âmbito desta pesquisa, será realizada uma análise dos principais conceitos acerca da habilidade espacial e seus componentes, para, a partir deles, delinear-se a conceituação que será adotada por esta tese e investigar a sua relação com o desenho técnico.

Segundo Thurstone (1938) a habilidade espacial refere-se à manipulação de representações mentais de objetos tridimensionais. McGee (1979), Lohman (1979), Carroll (1993), Huang e Lin (2016) e Cho (2017) a relacionam à manipulação mental, rotação, giro e à inversão gráfica de estímulos visuais apresentados graficamente. De forma semelhante, Linn e Petersen (1985, p. 1482), a conceituam como a capacidade de “representar, transformar, gerar e recordar informações simbólicas e não lingüísticas”. Sjölander (1998) declara a habilidade espacial como função cognitiva que auxilia as pessoas a realizarem relações espaciais, tarefas visuais espaciais e a orientação de objetos no espaço. Vélez et al (2005), a relaciona à recuperação, conservação e transformação das informações visuais em um contexto. Lohman (2010, p. 8), a define como a “capacidade para gerar, reter, recuperar e transformar imagens visuais bem estruturadas”.

Analisando essas conceituações, verifica-se que todas são convergentes, complementando-se entre si. Com base nelas, a presente pesquisa considera a habilidade espacial como a capacidade de interpretar, representar, transformar, gerar, conservar e recordar informações visuais e mentais. Através dessa definição, procura-se integrar as distintas descrições identificadas, de modo que o conceito contemplasse, de forma genérica, as ações envolvidas nas operações de desenho técnico.

Outra questão relevante é a utilização, na literatura, de termos por vezes considerados sinônimo de habilidade espacial, como cognição espacial e raciocínio espacial (HEGARTY e WALLER, 2004; LINN e PETERSEN, 1985; MILLER e BERTOLINE, 1991). A presente pesquisa também visualiza outros termos com conceituações muito próximas da habilidade espacial: visualização espacial, inteligência espacial, percepção visual espacial, habilidade viso-espacial, compreensão espacial, percepção espacial e compreensão espacial. A utilização dessa diversidade de nomenclatura gera, inicialmente, uma dúvida sobre como posicioná-los perante o conceito de habilidade espacial (sinônimos ou elementos constituintes). Porém, o estudo de alguns autores auxiliam a elucidação dessa questão.

Segundo Hegarty e Waller (2005), a habilidade espacial não é um elemento único, mas constituída de várias habilidades distintas. Por sua vez, Linn e Petersen (1985) identificam a visualização espacial, rotação mental e percepção espacial como três subcategorias da habilidade espacial. Já Carroll, (1993); Linn e Petersen

(1985); Lohman (1979); McGee (1979), subdividem a habilidade espacial em elementos de cognição espacial, sendo eles: visualização espacial, orientação espacial, relação espacial ou rotação acelerada, rotação mental, velocidade de fechamento, flexibilidade de fechamento, velocidade perceptual e memória visual. Voyer et al (1995) consideram a rotação mental, percepção espacial e visualização espacial como categorias das habilidades espaciais. Huang e Lin (2016) relatam que essa habilidade pode ser subdividida em elementos de cognição espacial, incluindo a visualização espacial, orientação espacial, relação espacial ou rotação acelerada, rotação mental, velocidade de fechamento, flexibilidade de fechamento, velocidade perceptual e memória visual. Cho (2017) utiliza essa nomenclatura do mesmo modo que Huang e Lin (2016) e a relaciona a outras habilidades e ou elementos: rotação mental, criação de imagens mentais, compreensão e integração de formas espaciais, transformação de representações 2D em 3D e vice-versa, memória de trabalho e a capacidade de girar imagem 2D ou 3D para encontrar a parte que a complementa.

Dessa forma, é possível verificar que alguns dos diferentes termos encontrados na literatura não são sinônimos, mas elementos constituintes da habilidade espacial. Portanto, o presente estudo considera a HE como uma habilidade geral composta por habilidades específicas. Algumas já podem ser delineadas, como a visualização espacial, rotação mental e memória visual. No entanto, as habilidades específicas, constituintes da habilidade espacial, serão definidas através do mapeamento de competências de desenho técnico e das habilidades espaciais, propostos por esta pesquisa. Esse procedimento será realizado nas etapas 2, 3 e 4 desta tese e encontra-se detalhado no capítulo 5 deste volume.

3.3.1 Histórico do Conceito de Habilidade Espacial

Segundo PEDROSA (2012), o conceito de habilidade espacial passa por quatro fases: a primeira (1880-1940), em que os pesquisadores estudam as evidências da distinção de um fator espacial além da inteligência geral; a segunda (1940-1960), período marcado pela determinação do grau de diferenciação entre os fatores espaciais; a terceira (1960-1980), que procura identificar a definição de habilidade espacial dentre outras e avaliar as variáveis envolvidas em testes

espaciais; e a quarta (1980), onde é analisado o uso das tecnologias no estudo e desenvolvimento da habilidade espacial.

Dessa forma, segundo o referido autor, as primeiras publicações sobre habilidade espacial datam de 1920, embora seja possível considerar que ainda no século XIX iniciaram-se discussões a respeito, mas normalmente vinculadas ao desenvolvimento da inteligência (PEDROSA, 2012). A partir de 1880 que pesquisadores começaram a relacioná-la a imagens mentais (GALTON, 1883). O autor considera ainda, que a imaginação mental é formada de acordo com a capacidade de cada pessoa recordar situações familiares na forma de imagens mentais e as peculiaridades das visões mentais de cada indivíduo. Nesse período, a abrangência da habilidade espacial envolve a área da saúde, referente a deficiências cerebrais, psicológicas, perceptivas e relacionadas à constituição da inteligência. A partir de 1900 que começa a ocorrer a interação de fatores espaciais com habilidades práticas ou mecânicas, separadas da inteligência (PEDROSA, 2012).

Em 1918, nos EUA, foram realizados testes gráficos entre pessoas sem instrução ou com deficiências em linguagem, destinados ao recrutamento de soldados para a Primeira Guerra Mundial. Foi a primeira vez que um teste totalmente gráfico foi aplicado a um grande número de pessoas (ELIOT e SMITH, 1983). Na década de 1920, pesquisas possibilitam a separação de alguns elementos da inteligência geral, denominando-os de fatores espaciais. Nesse período, ocorrem as primeiras investigações que conduzem a elementos da habilidade espacial (HARLE e TOWNS, 2010). Em 1921, publica-se a identificação de um fator espacial, iniciando-se a investigação a respeito da habilidade espacial (PEDROSA, 2012). Assim, Thorndike (1921), ressalta a importância em acrescentar a inteligência mecânica (e social) à abstrata, conceituando-a como a capacidade de entender como funciona o mundo físico e as relações entre objetos (HARTMAN e BERTOLINE, 2005; MOHLER, 2006).

Slater (1940) propõe-se a analisar os processos ocorrentes nos testes espaciais, identificando-os como o reconhecimento e a manipulação mental de formas visuais. Parece haver uma distinção entre os testes que abordam as relações espaciais e outros que tratam da visualização. Dessa forma, a habilidade visual passa a ser relacionada à capacidade de determinar as relações entre os diferentes estímulos organizados espacialmente e as suas respostas; e à

compreensão do arranjo dos elementos dentro de um padrão de estímulo visual (PEDROSA, 2012). Por sua vez, a visualização é relacionada à capacidade de imaginar a rotação dos objetos representados, ao dobramento e desdobramento de padrões planos e às mudanças relativas na posição dos objetos no espaço (ZIMMERMAN e GUILFORD, 1950).

Blade (1949), relaciona os estudos sobre habilidade espacial com a engenharia, diferenciando resultados espaciais por gênero e ressaltando a motivação como um elemento fomentador dessa habilidade (SAORÍN, 2006). Nesse sentido, novos fatores são relacionados à habilidade espacial, entre eles, a capacidade de visualizar movimentos e deslocamentos de objetos e a percepção espacial, surgindo como a habilidade de usar a orientação do corpo para se relacionar com questões sobre orientação espacial (MOHLER, 2008; PEDROSA, 2012). Em 1951, identifica-se a distinção de outros três fatores espaciais: o primeiro, relacionado à percepção precisa de padrões espaciais e a sua comparação entre si; o segundo, relacionado com capacidade de assimilar diferentes padrões espaciais; e o terceiro, referente à compreensão do movimento imaginário no espaço tridimensional ou de manipulação de objetos na imaginação. Anos mais tarde, através da revisão da literatura, concluiu-se sobre três fatores relacionados à habilidade espacial: a combinação entre relações espaciais e elementos de orientação; a exibição; e o dinamismo de imagens. A partir desse momento, começaram a surgir publicações com conceituações semelhantes e denominações diferentes, causando confusões nos estudos do âmbito espacial.

Entre 1960 e 1980, ressalta-se a ascensão da teoria de Piaget, principalmente referente à representação espacial. Além disso, surgem também diferentes modelos de organização da capacidade espacial e a abordagem da sua aplicação no processamento de informação, principalmente os relacionados à rotação de blocos e desenvolvimento de superfícies. Nesta fase, os diferentes modelos de inteligência são desenvolvidos (PEDROSA, 2012). Em meados da década de 1970, começam a aparecer artigos relacionados à aplicação das habilidades espaciais na engenharia, descrevendo a sua importância para estudantes e considerando-as objetivo central da engenharia gráfica.

A partir de 1980 até os dias atuais, estudos analisam a relação das tecnologias digitais com o desenvolvimento das habilidades espaciais. Além disso, novos elementos começam a ser reportados às habilidades espaciais, como a

capacidade de formar representações mentais internas de padrões visuais e a utilização de tais representações para a resolução de problemas espaciais. Também se origina a concepção de que a ciência visual é composta pela geometria, conhecimento espacial e imaginação. Dessa forma, distintos experimentos começam a ser realizados para apoiar o desenvolvimento da habilidade espacial. Alguns objetivando práticas analógicas, como a utilização de modelos físicos de sólidos. Já outros voltados ao uso de programas gráficos para a manipulação de modelos 3D ou o uso de aplicativos em realidade aumentada. Porém, todos são voltados a auxiliar os alunos na visualização de objetos. Diante este cenário, Pedrosa (2012) afirma que a capacidade espacial abrange um conjunto de habilidades complexas, existindo ainda a necessidades de estudos para defini-las e organizá-las, pois toda abordagem nesse sentido colabora de forma única para essa área de estudo.

A partir desse breve histórico sobre o desenvolvimento do conceito de habilidade espacial, verifica-se que análises sobre os seus elementos constituintes e a sua relação com atividades cotidianas e profissionais ainda são investigadas pela comunidade científica. Por vezes, autores se referem ao termo no plural – “habilidades espaciais” e distintos fatores são reportados a essa(s) habilidade(s), tendo alguns conceitos, como percepção espacial, definidos como elementos constituintes da habilidade espacial. Esse fato reforça a hipótese elaborada por esta pesquisa de que se trata de uma habilidade geral constituída por habilidades específicas. Dessa forma, verifica-se a relevância de realizar o mapeamento da habilidade espacial, proposta por esta tese, de modo a identificar os elementos envolvidos, verificar como se relacionam entre si e propor atividades para o seu desenvolvimento no contexto do desenho técnico.

3.3.2 Desenvolvimento da Habilidade Espacial

Estudos de alguns autores colaboram com o entendimento de elementos e “mecanismos” acerca da habilidade espacial. Dentre eles, destaca-se as contribuições de Piaget, por considerar-se o construtivismo como fundamento da educação por competências, concepção pedagógica adotada por esta pesquisa.

Piaget e Inhelder (1993), analisaram o desenvolvimento da noção do espaço em crianças, identificando a inteligência espacial como parte intrínseca do desenvolvimento lógico. Dessa forma, abordaram a compreensão sensorio motora do espaço, afirmando ser iniciada na primeira infância. Relacionaram a imaginação

mental às experiências prévias do sujeito, sendo a sua construção reportada a ações de internalização⁵ ou imitação diferida⁶ e aos esquemas de ações que anteriormente foram (e podem continuar a ser) utilizados em sua interação com o mundo. Dessa forma, visualizaram que a inteligência lógico-matemática e a espacial surgem da ação da criança sobre o mundo. Além disso, distinguiram o conhecimento figurativo, referente à retenção da configuração de um objeto (imagem mental); e conhecimento operativo, relacionado à transformação da configuração (manipulação desta imagem). Piaget e Inhelder (1993), considera que as habilidades espaciais são desenvolvidas em três estágios. O primeiro, refere-se à construção de habilidades topológicas, por volta dos 3 ou 5 anos, de modo a reconhecerem a proximidade de um objeto em relação a outros, a sua ordem em um determinado grupo e o seu isolamento. O segundo estágio, desenvolvido na adolescência, relaciona-se à visualização de objetos tridimensionais, percebendo como um determinado objeto seria visualizado de diferentes pontos de vista ou ainda prevendo o resultado de possíveis transformações realizadas nele ou no espaço em que está contido. O terceiro, também desenvolvido a partir da adolescência, envolve a visualização de conceitos de área, volume e distância, juntamente com princípios de tradução, rotação e reflexão. Assim, o sujeito é capaz de combinar conceitos de medição com suas habilidades projetivas adquiridas anteriormente.

Dessa forma, é possível verificar que o sujeito inicia o desenvolvimento das relações espaciais enquanto bebê, explorando o seu berço, rolando na cama, entre outras interações. Conseqüentemente, observa-se que a percepção espacial evolui com atividades sensorio motoras, possibilitadas através da interação do sujeito com o ambiente à sua volta. Neste contexto, Peixoto (2004), afirma que o desenvolvimento do espaço mental depende das experiências vividas, de modo ao seu grau ser diferente entre as pessoas. Quanto maior a qualidade do pensamento espacial, melhor o indivíduo compreenderá realidades espaciais distantes, deixando de ser o centro do universo. Segundo o referido autor, duas capacidades são fundamentais: “a apreciação inicial das trajetórias observadas em objetos e a eventual capacidade de orientar-se entre várias localidades” (PEIXOTO, 2004, p. 40). Portanto, é possível visualizar a relação da habilidade espacial com o

⁵ Assimilação e acomodação do conhecimento (PIAGET, 1974).

⁶ Repetição de um comportamento em um momento posterior do que quando realmente ocorreu (PIAGET, 1974).

conhecimento lógico matemático (relação espacial do próprio corpo com o ambiente), a percepção afetiva (auto consciência de si mesmo) e a realidade psicomotora do indivíduo.

A habilidade espacial é utilizada por todos os indivíduos, em seu cotidiano, para executar várias ações. De uma maneira geral, as tarefas mais comuns são locomover-se sem esbarrar em objetos e pessoas, planejar percursos, trocar trajetórias a partir de imprevistos, jogar Xadrez, dirigir um veículo, desviar de obstáculos, ler, escrever, desenhar, realizar contas matemáticas, entre outros. Por isso, esse conceito é bastante abordado na área da medicina e psicologia, com o objetivo de desenvolver ou recuperar elementos relacionados à habilidade espacial, como capacidade motora, perceptiva ou de raciocínio, prejudicados por alguma lesão cerebral ou física, causada por acidente, enfermidade ou ainda de nascença. Nesse sentido, cabe salientar que, no âmbito desta pesquisa, aborda-se a aplicação da habilidade espacial no contexto do desenho técnico. Por esse motivo, será realizado o mapeamento de competências de DT e da HE, no intuito de explorar esse cenário, identificar como ocorrem as relações e sugerir possíveis formas de apoiar o seu desenvolvimento. De uma forma mais específica, há alguns profissionais que necessitam de níveis mais elevados da habilidade espacial, como no caso de topógrafos, arquitetos, engenheiros, designers, pilotos de avião, entre outros. Eles necessitam criar, interpretar e representar elementos através de simbologias, envolvendo abstrações e a utilização de imagens mentais.

Nesse mesmo sentido, Arnheim (1997), Peixoto, (2004) e PEDROSA (2012), afirmam que existem diferenças nas habilidades espaciais entre as pessoas, já que ela é desenvolvida através de experiências e questões culturais. Poltrock e Brown (1984) relatam que a maior dificuldade está na capacidade de manter a representação mental após criá-la. Dessa forma, torna-se importante apoiar o desenvolvimento dessas habilidades de acordo com a necessidade de cada sujeito (Vélez et al, 2005). Connell e Stevens (2002) identificam a existência de diferentes níveis de habilidade espacial. Exemplifica comentando sobre ser menos complexo diferenciar um círculo de um triângulo, do que um círculo de uma forma oval (dimensão definida pela ação cognitiva executada). Da mesma forma, relata que a construção de um design simples ou jogo com um padrão ou imagem é de uma complexidade menor do que transformar mentalmente o mesmo padrão ou imagem

(dimensão da complexidade inerente dos objetos que compõem o espaço para a solução de problemas).

O desenvolvimento da visualização espacial, a partir da construção e manipulação de representações mentais de objetos, configura-se um fator fundamental do raciocínio espacial e geométrico (BATTISTA, 2007). O ato de copiar e desenhar pode configurar uma base para o desenvolvimento de imagens mentais em crianças (POTTER e MERWE, 2003). Porém, por vezes, esses elementos são desprezados na educação dos primeiros anos (SARAMA e CLEMENTS, 2009), demonstrando-se um tópico em que os alunos, inclusive universitários, apresentam dificuldades (BATTISTA, 2007; PEDROSA, 2012). Desse modo, torna-se necessário suprir essas lacunas no desenvolvimento de habilidades espaciais dos alunos. Caso contrário, possivelmente terão dificuldades quando se depararem, em sua carreira, com assuntos em que a capacidade espacial seja importante (PEDROSA, 2012). A avaliação dessa capacidade no processo de ensino e aprendizagem permite a obtenção de dados que podem nortear o planejamento educacional e apoiar o seu desenvolvimento através de novas e diferentes estratégias de ensino para superar a obstáculos à medida em que surgem (ADÁNEZ e VELASCO, 2002).

3.3.3 Aplicação da Habilidade Espacial no Desenho Técnico

O desenho é a representação de uma percepção, sem a garantia de que as relações espaciais nela realizadas confirmam com as de quem a visualiza. O desenho de uma criança, por exemplo, expressa a sua interpretação do mundo (BARISON, 1999).

No entanto, o desenho técnico possui a responsabilidade de precisamente expressar a realidade. Dessa forma, são utilizadas normas técnicas para padronizá-lo e evitar interpretações dúbias. Na maioria dos casos, são utilizadas representações simbólicas, para promover maior precisão, detalhamento, simplicidade e eficiência tanto ao procedimento de desenho, quanto ao ato de interpretá-lo. Essa linguagem gráfica costuma ser utilizada por designers, arquitetos, engenheiros e profissionais envolvidos com o projeto e/ou execução de móveis, produtos, construções, entre outros. Dessa forma, necessitam aplicar a habilidade espacial para, através das técnicas de desenho, ser capaz de interpretar, representar, criar, modificar ou ainda executar soluções correspondentes a

demandas de sua profissão. Carências nessa habilidade poderão limitar o sucesso dessas atividades (PRIETO e DIAS VELASCO, 2002).

Os alunos de disciplinas de desenho técnico necessitam interpretar relações espaciais em representações como vistas ortográficas e perspectivas. Além disso, necessitam executar e criar soluções espaciais em sua mente e comunica-las através de representações gráficas (FLEISIG et al, 2004). Desse modo, precisam de habilidades espaciais bem desenvolvidas, para que sejam capazes de visualizar e projetar objetos de forma tridimensional, juntamente com o espaço da linguagem, da escrita e da fala. A articulação entre esses elementos é que possibilitará o desenvolvimento da competência e da capacidade intelectual necessária à percepção, transformação e recriação.

O desenvolvimento da habilidade espacial deveria ocorrer desde a educação infantil e ensino médio, através da preservação e integração do desenho geométrico com a matemática (geometria) (BUENO, 2015; KOPKE, 2009). No entanto, problemas são visualizados em desenhos realizados por alunos do ensino médio e universitário, principalmente referente a algum elemento da habilidade espacial (BARISON, 1999). A autora ainda relata que a maior dificuldade, entre alunos de geometria descritiva (base do desenho técnico) está na representação de sólidos no espaço, principalmente quando fornecido apenas as vistas ortográficas ou necessitam mostrar o interior de objetos interseccionados. Essas ações necessitam que o sujeito seja capaz de construir e transformar imagens mentais através da interpretação de elementos visuais. Poltrock e Brown (1984) relatam que, normalmente, a dificuldade não está em criar as imagens mentais, mas em mantê-las, principalmente quando há a realização de transformações, como giros e rotações.

A utilização de programas gráficos fornece novas possibilidades ao desenvolvimento das habilidades espaciais, ao permitir a automatização de procedimentos projetivos, viabilizando a obtenção de representações bidimensionais através da construção digital tridimensional do objeto (SOARES, 2005). O referido autor identificou que o processo de adoção de softwares gráficos no processo de desenho aborda três níveis. No primeiro, os recursos são utilizados como ferramentas de desenho, sendo esses representados de forma bidimensional. No segundo, são realizados modelagens tridimensionais, de modo a focar-se na

construção geométrica do objeto tridimensional. No terceiro nível, os modelos virtuais passam a gerar outras informações, sendo utilizados para simulações.

A partir desse momento, alguns autores consideram que o uso de programas gráficos colaboram com o desenvolvimento das habilidades espaciais, pois facilitam a visualização dos elementos dos objetos sob diferentes ângulos (GRAVINA, 2001). Já outros, acreditam que eles possam diminuir a capacidade mental de imaginar ao passar para o computador a execução de um processo que é próprio do raciocínio geométrico projetivo (PANISSON, 2007).

Portanto, verifica-se que a maioria das dificuldades nos procedimentos de desenho técnico é causada por carências na habilidade espacial, pois “para desenhar, é preciso olhar para o que se está desenhando não no nível simbólico e interpretativo, mas no nível de forma, linhas e relações entre esses elementos” (SOUZA, 2019). Por essa razão, a presente pesquisa objetiva realizar um mapeamento das habilidades espaciais e propor atividades que apoiem o seu desenvolvimento.

3.4 COMPETÊNCIAS NA EDUCAÇÃO

O termo competência originou-se na área jurídica, sendo relacionado à capacidade necessária para julgar algo (KELLEN et al, 2015). No âmbito educacional, primeiramente foi integrado à educação profissional, por vezes abordado com um viés comportamentalista. Já na década de 1990 começou a conquistar uma perspectiva construtivista, com os estudos de Perrenoud (1999). A partir desse momento, distintos autores realizaram investigações a respeito do referido termo, ocasionando uma diversidade de definições, verificada até os dias atuais.

Lucia e Lepsinger (1999) reportam o termo à identificação de habilidades, conhecimentos, características pessoais e comportamentos, voltados ao desempenho efetivo de uma função. Mais tarde, Ruas et al (2009) e Fleury e Fleury (2001) consideram competência como a capacidade de mobilizar, integrar e transferir conhecimento, habilidades e recursos para atingir ou ultrapassar o desempenho em atividades de trabalho, adicionando benefícios econômicos e sociais para a organização e o indivíduo. Zabala e Arnau (2010, p. 17), apresentam como “a capacidade ou a habilidade para realizar tarefas ou atuar frente a situações diversas de forma eficaz em um determinado contexto”. Segundo eles, torna-se

necessário a mobilização de atitudes, habilidades e conhecimentos ao mesmo tempo e de forma inter-relacionada. Nessa mesma direção, Behar et al (2013, p. 23), considera competência como “um conjunto de elementos compostos pelos Conhecimentos, Habilidades e Atitudes, sintetizados na sigla CHA”.

A partir dessas conceituações e segundo a concepção construtivista, a presente pesquisa aborda o conceito de competência como o conjunto de conhecimentos (saber conhecer), habilidades (saber fazer) e atitudes (saber ser) necessários para a realização de uma determinada função com eficiência e eficácia. É importante salientar a existência de algumas interpretações errôneas sobre o conceito de competências, vinculando-o a uma pedagogia de objetivos, em que o foco está no desempenho do sujeito. Embora instituições, professores e alunos tenham metas a serem conquistadas, elas não são sinônimos de competências. Apenas auxiliam na identificação do contexto e dos elementos que precisarão ser articulados para a realização de uma tarefa.

Le Boterf (2004), afirma que para colocar as competências em ação é necessário mobilizar os seus elementos (CHA) em prol da resolução de problemas. Dessa forma, é preciso estabelecer o contexto da situação, para então definir as competências que estarão envolvidas. Nesse sentido, a educação por competências surge como uma alternativa a modelos formativos, que priorizam o saber teórico sobre o prático (ZABALA e ARNAU, 2010). Ela ressalta a abordagem aplicável do saber, pois afirma que o indivíduo só encontra sentido para um determinado conhecimento quando é capaz de utilizá-lo. Dessa forma, o objetivo da educação por competências é apoiar a abordagem não somente do conhecimento científico, mas também as habilidades e atitudes necessárias para aplicá-lo em situações da vida real. Essa postura torna-se necessária, uma vez que, atualmente, o desafio não se encontra na aquisição de informações, mas em saber procurar, selecionar, inter-relacionar e aplicar o conhecimento construído (YUS, 2011).

Nesse sentido, as disciplinas podem colaborar com dinâmicas pedagógicas que, de certa forma, simulem a aplicação dos conteúdos estudados em situações reais, possibilitando ao aluno um ensaio a respeito do saber conhecer, saber ser e saber agir sobre o objeto de estudo. Esse fato demonstra-se importante uma vez que, atualmente, visualiza-se um número cada vez maior de profissionais que, embora dominem conceitos importantes, encontram dificuldade em aplicá-los em suas atividades profissionais. Além disso, na maioria das disciplinas cursadas, os

alunos costumam a identificar uma relação entre a teoria e a prática, onde e como irão aplicar o conhecimento construído em suas futuras ações na sociedade e por que precisam estudar certas disciplinas básicas que parecem não ter relação com o curso que ingressaram na universidade. Seguindo essa perspectiva, tem havido uma grande quantidade de pesquisas sobre a aplicação da educação por competências em distintos campos, com o objetivo reduzir a lacuna entre a prática profissional e a educação (MARTINEZ et al, 2018).

Yániz (2008, p. 9) apresenta as principais implicações da abordagem de projetos curriculares baseados em competências na formação universitária:

- “a) conceber a formação universitária como um projeto;
- b) assegurar o trabalho intencional para todas as competências contempladas no perfil acadêmico-profissional por meio de ações identificáveis;
- c) definir as competências incluídas em cada projeto e torná-las compreensíveis para todos os envolvidos;
- d) promover metodologias que promovam a aprendizagem ativa e aproximem a realidade profissional e social da formação;
- e) fazer uso de procedimentos de avaliação válidos (que realmente avaliem o que se entende e declara a ser avaliado).”

Seguindo esse contexto, visualiza-se o mapeamento de competências como uma importante ferramenta de apoio. Ele pode ser compreendido como o processo de identificação do conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes necessários para a realização de uma determinada função. Auxilia no reconhecimento de perfis e funções, assim como na avaliação de processos. No procedimento de mapeamento é importante definir previamente o perfil dos sujeitos envolvidos, os fatores abordados, as exigências do mercado, assim como as expectativas e regulamentações referentes à realização das funções envolvidas. A análise e interpretação desses dados originam os indicadores de competência. Eles constituem as ações que podem ser realizadas a partir do domínio de uma determinada competência. O ideal é que eles sejam organizados por elementos, ou seja, indicadores dos conhecimentos, habilidades e atitudes de cada competência de interesse.

Os procedimentos normalmente realizados nesse processo de mapeamento são: análise documental, aplicação de questionários, entrevistas e observações. Eles podem ser utilizados no processo de construção e avaliação do mapeamento, pois auxiliam a análise dos fatores envolvidos em tarefas específicas. Desse modo, envolvem pessoas e ambientes relacionados a funções envolvidas com as competências em análise.

Cabe ressaltar o valor transitório de conhecimentos, habilidades e atitudes mapeados, como destaca Fleury e Fleury (2001), reportando essa realidade ao caráter dinâmico das tecnologias organizacionais, que constantemente acaba gerando novas necessidades de qualificação. No entanto, no âmbito educacional, a necessidade dessa constante atualização auxilia a academia, alunos e professores a manterem-se atualizados perante as necessidades do mercado de trabalho, incorporando-as no planejamento das disciplinas.

Desse modo, esta pesquisa observa o mapeamento de competências como um instrumento de apoio ao ensino de desenho técnico. Demonstra-se um possível meio de identificar, organizar e relacionar as distintas aplicações do DT nas diferentes atividades profissionais e acadêmicas. Além disso, por vezes, a rotina leva o discente a proceder com certo automatismo, perdendo o hábito de refletir sobre o que faz, de que forma e se haveria uma maneira melhor de proceder. Por sua vez, o mapeamento de competências auxilia nesta reflexão. Ademais, propicia-se que o aluno visualize os elementos que necessita desenvolver ou aprimorar, auxiliando a gestão do seu estudo e tornando-o mais focado.

Essa prática aproxima-se de um procedimento cada vez mais utilizado no ambiente profissional, que é o *Roadmap* – planos de decisão que objetivam melhorar a coordenação de atividades e de recursos complexos em ambientes mutáveis (KOSTOFF; SCHALLER, 2001). Visam auxiliar o sujeito a descobrir onde está, onde deseja ir e como pretende chegar. Essa semelhança é visualizada, uma vez que os mapeamentos de competências podem auxiliar os professores no processo de avaliação, principalmente no âmbito do desenho técnico, por vezes relacionado a fatores subjetivos. Os alunos também podem ser beneficiados, pois uma vez conhecendo as competências que serão abordadas na disciplina, poderão avaliar quais necessitam desenvolver ou aprimorar, planejando formas de alcançar esse objetivo. Assim, a partir do mapeamento, visualiza-se que tanto professores

quanto alunos podem identificar em que estágio se encontram, o que precisam alcançar e, diante disso, elaborar estratégias para essas conquistas.

Gray (2007) relata que a avaliação efetiva deve se concentrar nos conhecimentos, habilidades e atitudes que os alunos necessitam desenvolver em suas experiências educacionais. Nesse sentido, Martínez et al (2016), ressalta a importância da escolha da técnica para a avaliação por competências, sob o risco de perder o foco sobre o que realmente deseja ser analisado. Nesse sentido, o instrumento utilizado pode ser entendido como uma escala de avaliação das competências e seus indicadores, fornecendo informações quantitativas e qualitativas, podendo ser utilizada por professores e alunos (auto avaliação). Segundo o autor, uma das principais vantagens da avaliação por competências é que além de propiciar uma análise sistemática ao professor, possibilita aos alunos o acompanhamento e gerenciamento da sua trajetória de aprendizagem através da auto avaliação e visualização pontual das competências que necessitam desenvolver ou aprimorar.

Esse fator demonstra-se importante para o aluno traçar os seus objetivos, construir uma postura autônoma em relação aos seus estudos e ter mais consciência sobre o que almeja ou necessita alcançar. Além disso, a avaliação por competências possibilita maior transparência, objetividade e uniformidade na correção de atividades. É possível ainda disponibilizar os instrumentos de avaliação para que os alunos saibam previamente como serão avaliados e se preocuparem em suprir esses pontos ainda durante o processo de elaboração. Assim, fomenta-se nos alunos um olhar crítico sobre as suas atividades, percebendo possíveis obstáculos e desenvolvendo a habilidade de buscar solução para os seus problemas (CHICA, 2011; MANRÍQUEZ, 2012). A partir disso, encontram um cenário suscetível ao desenvolvimento do planejamento de tarefas, da autoregulação, da assimilação de críticas e do hábito de revisar os trabalhos antes de apresentá-los, favorecendo a conquista de um maior desempenho e a redução dos níveis de ansiedade (PANADERO e JONSSON, 2013; ESHUN e OSEI-POKU, 2013).

A avaliação por competências ainda pode ser acompanhada pela recomendação pedagógica – “ato de sugerir materiais educacionais e/ou estratégias pedagógicas que possam apoiar o processo de construção do conhecimento” (BEHAR et al, 2019-a). Nesse sentido, a partir da identificação das competências que o aluno necessita desenvolver ou aprimorar, torna-se possível indicar recursos

educacionais específicos focados nas necessidades de cada aluno. Essa prática pode ser realizada de forma analógica ou ainda digital, através dos Sistemas de Recomendação Educacionais por competências (BEHAR et al, 2019-b). Um exemplo é o sistema RecOAComp⁷ desenvolvido pelo Núcleo de Tecnologia Digital Aplicada à Educação (NUTED) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e disponibilizado no endereço: www.recoacomp.ufrgs.br. No referido sistema, o professor cadastra a sua disciplina e informa as competências que serão abordadas. Os alunos, em seu primeiro acesso, realizam uma auto avaliação dessas competências. Assim, o sistema identifica o perfil de competências de cada aluno e recomenda os materiais educacionais mais indicados a cada necessidade (BEHAR et al, 2019-b). Em momentos planejados pelo professor, essas competências são reavaliadas através de novos preenchimentos do formulário de competências pelos alunos. Assim, além de apoiar a trajetória de aprendizagem dos discentes, o sistema também fornece ao professor o percurso de aprendizagem de cada aluno, através da demonstração comparativa do resultado dessas auto avaliações realizadas.

A partir desse cenário, visualiza-se que a concepção da educação por competências pode apoiar a integração entre conteúdos acadêmicos e o mercado profissional. Assim, os alunos encontram a oportunidade de construir efeitos de sentido para o conteúdo estudado, valorizando-o, de modo a colaborar com a sua motivação. Além disso, auxilia professores e alunos na gestão de suas atividades, propiciando a constituição de um perfil autônomo, reflexivo e autoconfiante. Por esse motivo, adota-se a educação por competências como embasamento pedagógico desta pesquisa. O intuito é contribuir com o desenvolvimento de competências de desenho técnico e propiciar que os alunos reconheçam o papel do desenho em sua futura profissão.

⁷ RecOAComp - Sistema de Recomendação de Objetos de Aprendizagem baseado em Competências

4. TRABALHOS CORRELATOS

Este capítulo aborda o levantamento sistemático realizado sobre as principais temáticas envolvidas nesta pesquisa. Nesse sentido, foram utilizadas as seguintes bases de pesquisa: *Design Society*, *Scopus* e *Science Direct*, que possuem um amplo acervo de material científico sobre educação em design, incluindo o desenvolvimento de competências, do desenho técnico e da habilidade espacial. Utilizou-se os seguintes descritores: “*technical drawing and learning and competencies*”; “*Spatial Skills*”; “*skills and spatial perception and technical drawing*”; “*visual perception and learning*”; “*visual perception and skills*”; “*skills and visual perception and technical drawing*”. Foram selecionados 22 trabalhos. Os parâmetros de seleção foram o período de publicação (predominância dos últimos 5 anos) e a leitura do título e resumo, de modo que os materiais versassem sobre a abordagem desta pesquisa. Os idiomas selecionados foram português, inglês e espanhol.

É possível visualizar que, embora a presente pesquisa tenha preocupado-se em buscar predominantemente trabalhos desenvolvidos nos últimos 5 anos, alguns artigos selecionados são de períodos anteriores. Eles foram recomendados pelos bancos de pesquisa utilizados e, por fim, analisados devido à importância das informações contidas.

O material selecionado foi organizado em três categorias: Competências do Designer e do Desenho Técnico; Desenvolvimento do Desenho Técnico e Desenvolvimento da Habilidade Espacial. Por esse motivo e para melhor exposição dos estudos encontrados, o presente capítulo encontra-se dividido nessas três seções, que representam os temas articulados neste estudo, sendo dispostas a seguir.

4.1. COMPETÊNCIAS DO DESIGNER E DO DESENHO TÉCNICO

A partir dos descritores utilizados nas três bases de pesquisa, foram selecionados 11 materiais sobre competências, conforme apresentados no Quadro 1. A maioria dos artigos descrevem estudos sobre a identificação ou abordagem de competências necessárias aos designers e a sua relação com o desenho técnico. Esta categoria de análise demonstra-se útil para a realização de uma investigação sobre o papel do desenho no desenvolvimento de competências de design e vice-versa.

Quadro 1 – Trabalhos analisados que abordaram o tema competências

Documentos	Resumo	Ano de Publicação
VILLAGRASA, Beatriz Martínez; ESPARZA, Danae; CORTIÑAS, Sergi. The creative competencies dictionary, Between design practice and education in 21st century. E&PDE :Proceedings of the 20th International Conference on Engineering and Product Design Education . Londres, 2018.P. 300-305. ISBN: 978-1-912254-02-6	Este artigo identifica as competências que os atuais e futuros designers necessitam desenvolver para desempenhar as funções de design com êxito.	2018
MCLNING, Christian; BURGESS, Jonathan. Engineering and design student projects - The impact of team based final major Projects on graduate employability. E&PDE :Proceedings of the 20th International Conference on Engineering and Product Design Education . Londres, 2018.P. 706-713. ISBN: 978-1-912254-02-6	Os autores investigam como as habilidades de design descritas pelo Conselho de Design do Reino Unido são desenvolvidas na disciplina de TCC dos cursos de Design e Engenharia Mecânica da Universidade Aston, nos Estados Unidos.	2018
KUNRATH, K.; CASH, P.; Li-Ying, J. Designers' identity: skills' self-perception and expectation in design students. Proceedings of the 15th International Design Conference . Croácia, 2018. P. 2045-2054. Doi: https://doi.org/10.21278/idc.2018.0116	Relatam uma pesquisa em que as habilidades e expectativas de design auto percebidas são comparadas em diferentes pontos da educação em design.	2018
GABRIELE, Sandra. Design Inquiry Through Making. ICDC: Proceedings of The Fifth International Conference on Design Creativity. Reino Unido, 2018 . P 362-368. ISBN: 978-1-904670-97-1	A autora aborda a educação em design voltada ao desenvolvimento do "pensamento criativo do designer". Para isso, relata uma atividade realizada com alunos de design, baseada numa investigação aberta, com o objetivo de apoiar o desenvolvimento de habilidades criativas.	2018
MOUBDI, Diya; YANNOU, Bernard; CLUZEL, François; GHAFARI, Asma; VÈNE-RAUTUREAU, Caroline; JAMMES, Pierre. Competency framework to support need Seeker innovation training. E&PDE: Proceedings of the 20th International Conference on Engineering and Product Design Education . Londres, 2018.P. 448-455. ISBN: 978-1-912254-02-6	Apresentam uma estrutura de competências para apoiar uma educação baseada em competências de inovação, na área do design.	2018
MARTÍNEZ , Leticia C. Velasco; BARRIGA, Frida Díaz; HURTADO, Juan Carlos Tójar. Acquisition and evaluation of competencies by the use of rubrics. Qualitative study on university faculty perceptions in Mexico. In Procedia - Social and Behavioral Sciences . Vol.237, P. 869-874, Fev. 2017	Investigam as percepções da Faculdade Mexicana em relação à avaliação por competências através de rubricas.	2017
TAKEY, Sílvia Mayumi ; CARVALHO, Marly Monteiro de Carvalho. Competency mapping in project management: An action research study in an engineering company. In International Journal of Project Management . Vol.33, P. 784-796, Maio 2015.	Realizam o mapeamento das competências para gerentes de projeto de engenharia.	2014

Quadro 1 – Trabalhos analisados que abordaram o tema competências - continuação

Documentos	Resumo	Ano de Publicação
ALBERS, Albert; TURKI, Tarak; LOHMEYER, Quentin. Assessment of design competencies by a Five level model of expertise. E&PDE12: Proceedings of the 14th International Conference on Engineering & Product Design Education . Bélgica, 2012. P. 305-310, ISBN: 978-1-904670-36-0	Analisa a adequação de um modelo de cinco níveis para avaliar competências em design.	2012
TROWSDALE, D. B. ; MCKAY, A. ; GIARD, J. CREATIVITY AND INNOVATION: DEVELOPING DESIGN THINKING AND VISUAL COMMUNICATION SKILLS. Proceedings of the 2nd International Conference on Design Creativity . P. 116-124. Glasgow, UK, 18th-20th September 2012.	Neste artigo os autores elaboram atividades para o desenvolvimento do pensamento visual em design.	2012
DE VERE, Ian; MELLES, Gavin; KAPOOR, Ajay. Sketchfest: emphasising sketching skills In engineering learning. E&PDE12: Proceedings of the 14th International Conference on Engineering & Product Design Education . Bélgica, 2012. P. 443-448, ISBN: 978-1-904670-36-0	Descrevem o <i>Sketchfest</i> , uma proposta curricular destinada a reestabelecer a competência de desenho na engenharia de produção.	2012
METRAGLIA, Riccardo; BARONIO, Gabriele; VILLA, Valerio. Learning levels in technical drawing Education: proposal for an assessment Grid based on the european qualifications Framework (EQF). ICED 11: Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design . Dinamarca, 2011. Vol. 8, P. 161-172.	Apresentam uma proposta de instrumento para a avaliação de desenho técnico.	2011

Fonte: A autora (2019)

Kunrath e Li-Ying (2018) ressaltam a importância dos alunos do curso de design conhecer e identificar-se com o perfil do profissional designer, de modo a motivar-se em desenvolver as competências necessárias para a sua formação. Nesse sentido, traz um conjunto de competências que considera importante para o designer. As organiza em uma tabela, avaliando junto a estudantes de graduação e mestrado. O intuito foi analisar o quanto eles se identificam com aquelas habilidades pré-estipuladas como ideais ao profissional designer. As habilidades de design consideradas neste artigo foram retiradas da recente revisão sistemática da literatura de Kunrath et al. (2016), que descrevem as habilidades cognitivas, técnicas e comportamentais relacionadas para a prática da atividade de design (Quadro 2) .

Quadro 2 – Habilidades de design relacionadas à identidade do profissional designer

Categoria	Elementos	Descrição	Nr.
Habilidades cognitivas	Habilidades cognitivas	Capacidade de pensar " <i>designerly</i> "; compreender a natureza do problema a ser resolvido; desenvolver uma maneira distinta de pensar sobre o problema e os espaços de solução; demonstrando alto nível de abstração para geração de ideias e rodadas de avaliação.	6
	Estratégicas cognitivas	Capacidade de definir estratégias de aprendizagem, enquadramento de problemas, desenvolvimento de soluções e resolução de problemas que permitem o fluxo das habilidades cognitivas.	6
Habilidades de comunicação	Comunicação pessoal	Capacidade de comunicar clara e diretamente, atendendo detalhes e empatia com o público.	6
	Comunicação interpessoal	Consciência da capacidade de comunicação, a fim de realizar apresentações, estabelecer colaborações e se comunicar entre uma equipe.	6
	Conhecimento teórico	Consciência do conhecimento básico e especializado em design que compõe a educação formal e domínio de linguagem técnica e de design.	6
	Conhecimento prático	Habilidades baseadas e desenvolvidas através da prática, expertise e ganho de <i>know-how</i> . Como imaginação / representação, competências de TI e uso de software, capacidade de negociação e aplicação de conhecimentos prévios.	6
Habilidades Gerenciais	Capacidades Gerenciais	Gerenciamento de tarefas genéricas, em um nível pessoal, com os colegas ou entre a equipe.	6
	Gerenciamento de Projetos	Capacidade de desenvolver e gerenciar o projeto, envolvendo o planejamento, a progressão entre tarefas e fases, e avaliação dos resultados e sua eficácia.	6
Número total de habilidades de design utilizadas na pesquisa			48

Fonte: Adaptado de Kunrath e Li-Ying (2018, p. 2048)

O presente artigo utilizou como base as competências do designer mapeadas por Kunrath et al. (2016). A partir delas, os autores pediram que alunos de graduação e de mestrado a classificassem, em ordem de importância sob dois cenários. Em um, o quanto que eles identificavam que aquelas competências relacionavam-se com a profissão designer e na outra, o quanto seria importante, cada competência, para o designer ideal. A pesquisa coletou informações de alunos do curso de Design em uma universidade técnica: bacharel (N = 104) e mestre (N = 79), durante o segundo semestre de 2016. Os autores visualizaram algumas variações entre a percepção de graduandos e mestres, reportando esse resultado supostamente a conclusões mais próximas da realidade e menos em suposições (no caso dos mestres). A **comunicação pessoal**, por exemplo, é auto percebida pelos graduandos como muito relacionada à profissão designer, mas pouco utilizada pelo designer ideal; enquanto que os mestres a consideraram pouco importante e pouco utilizada pelo designer. Torna-se importante que o estudante tenha uma auto percepção o mais realista possível sobre as competências do designer, para que possam focar nelas durante a sua formação acadêmica. Para a presente pesquisa o estudo desses autores é útil para a análise sobre a relevância da utilização da concepção da educação por competência como forma de aproximar a integração entre teoria e prática na universidade. Foi possível visualizar que essa abordagem pode apoiar os alunos a relacionar os assuntos vistos em sala de aula com ações de sua futura vida profissional, o que estaria integrado à construção da sua identidade com a profissão que escolheu, e a motivação em estudar. Além disso, este trabalho possibilitou uma análise das competências abordadas, auxiliando o mapeamento de competências do DT e da percepção visual, abordados nesta pesquisa.

McLening e Burgess (2018), questionam uma possível diferença entre as habilidades profissionais dos designers e as abordadas na universidade. Desse modo, realizaram uma prática com alunos de design de produto e engenharia mecânica, na disciplina de desenvolvimento do projeto final do curso (*Final Major Project*), na Universidade de Aston, nos Estados unidos. Os acadêmicos analisaram 30 habilidades, algumas relacionadas a atividades profissionais de designers e engenheiros e outras necessárias durante o desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso, seguindo o modelo elaborado por HEA (PEGG et al, 2012). Elas foram organizadas em três grupos conforme identificado por Hernandez et al (2017, P. 2826):

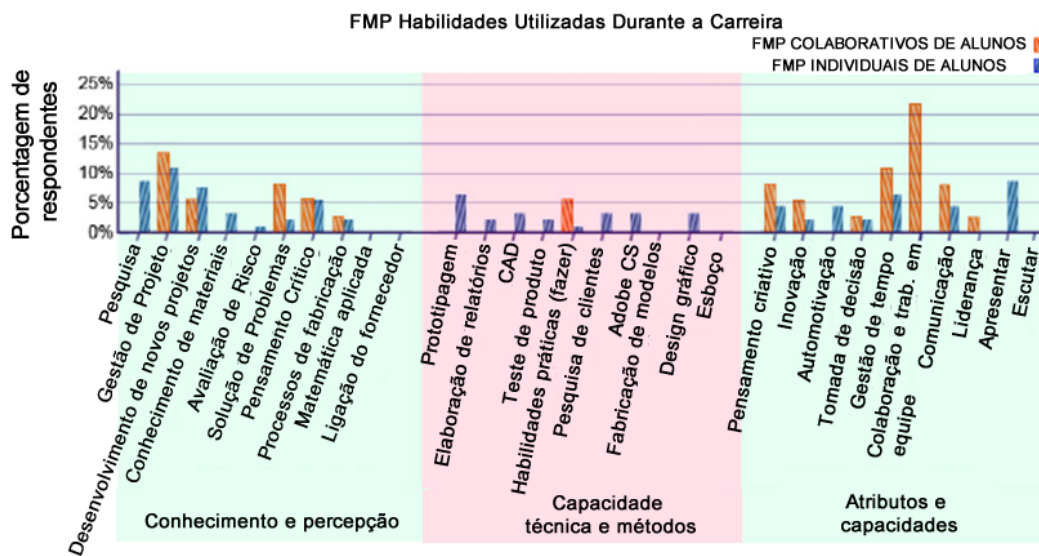
“1. Conhecimento e compreensão - pesquisa, gerenciamento de projetos, desenvolvimento de novos produtos, avaliação de riscos, resolução de problemas, pensamento crítico, processos de fabricação, matemática e contato com fornecedores.

2. Capacidades e métodos técnicos - prototipagem, elaboração de relatórios, CAD, testes de produtos,

3. Atributos e capacidades - pensamento criativo, inovação, auto-motivação, tomada de decisão, gestão do tempo, colaboração e trabalho em equipe, comunicação, liderança, apresentação, escuta.”

Como resultado, os autores quantificaram o desenvolvimento das 30 habilidades em questão durante o TCC, conforme o gráfico a seguir (Figura 6).

Figura 6 – 30 habilidades elencadas como as mais importantes



Fonte: Adaptado⁸ de McLening e Burgess (2018, p. 3)

Desse modo, este estudo colabora: (1) com uma reflexão a respeito da importância da universidade abordar o desenvolvimento das habilidades necessárias às futuras atividades profissionais dos acadêmicos, reforçando a relevância da educação por competências e alertando para as necessidades profissionais serem pensadas e abordadas nas disciplinas acadêmicas, (2) com a lista das 30 habilidades utilizadas e que auxiliaram no processo de mapeamento da presente pesquisa.

Gabriele (2018) identifica uma relação entre o desenvolvimento da criatividade e o domínio do desenho, já que o considera como uma ferramenta para

⁸ A figura original encontra-se no Anexo A

o designer desenvolver e expressar suas ideias. Portanto, afirma que o foco principal da educação em design gráfico é ensinar aos alunos como comunicar visualmente mensagens e ideias abstratas. Segundo a autora, entre as habilidades desenvolvidas, destaca-se a **capacidade de classificar e organizar, categorizar e agrupar, combinar e fazer conexões**. Nesse cenário, no referido artigo compartilha os resultados de uma prática realizada com alunos de design com o objetivo de desenvolver a criatividade através do desenho. Para tanto, na atividade proposta, primeiramente solicitou que os alunos tirassem 50 fotografias relacionadas ao seu tema de interesse. Em seguida, que ordenassem as fotos semelhantes, de modo a encontrar conexões conceituais e formais entre elas. Segundo Gabriele (2018), rapidamente os alunos começaram a reconhecer quais imagens poderiam funcionar bem juntas, conceitualmente e visualmente, para formar uma narrativa visual. Assim, os alunos foram instruídos a “escrever” com suas imagens, da mesma forma que um escritor escreveria um ensaio com palavras, usando estratégias para expressar pensamentos ou ideias. Durante o período de quatro semanas e em conjunto com o ensaio visual, os alunos desenvolveram uma pesquisa com base no trabalho gráfico, de forma a fundamentá-lo. A partir dessa prática, a autora visualiza o quanto as atividades que incentivam a exploração através da criação antecipada do processo de design colaboram para o desenvolvimento da criatividade. Com relação ao âmbito desta pesquisa, esse artigo traz conceituações e reflexões importantes referentes à intrínseca relação entre o desenvolvimento da criatividade e o processo de desenho. Além disso, ressalta a importância da abordagem das atividades sob a forma de situações-problema no sentido de propiciar aos alunos os desafios e a liberdade necessária para a criação. Por sua vez, esses pontos reforçam a pertinência da abordagem da educação por competência, já que as situações-problemas podem ser desenvolvidas a partir da proposição da articulação de conhecimentos, habilidades e atitudes em prol da realização de uma determinada função. Também identifica uma importante relação entre o desenvolvimento do desenho e a ação criativa do designer, tornando relevante o desenvolvimento de competências de DT e percepção visual, abordados por esta pesquisa. Essas conceituações abordadas, neste artigo, são utilizadas na construção do referencial teórico desta tese e nos mapeamentos propostos.

Trowsdale et al (2012) também relaciona o desenvolvimento da criatividade ao domínio do desenho. Nesse sentido, os autores elaboram atividades para o

desenvolvimento do pensamento visual em design. O artigo relata a realização de um workshop (*innovation week!*) realizado sob uma abordagem multidisciplinar no curso de Design de Produto. Nesta prática, integraram o design ao pensamento visual como forma de sugerir essa união nos currículos de design e identificar requisitos para serem aplicados em práticas educacionais e profissionais. Os autores consideram que as demandas relacionadas a questões de sustentabilidade, energia, segurança, saneamento e alimentos, exigem soluções inovadoras dentro das dimensões sociais, técnicas e político-econômicas. Logo, visualizam a necessidade da educação em design abordar o desenvolvimento de competências necessárias para conduzir a inovação em situações imprevistas. A semana de inovação é um workshop de 5 dias sobre criatividade e inovação em design. Envolve esses conceitos através de atividades práticas baseadas nas habilidades de design *thinking* e da comunicação visual. É oferecida desde 2005, de modo a já ter envolvido mais de 400 alunos. A partir dessa prática, os autores identificaram os requisitos importantes a serem abordados em atividades para desenvolver as habilidades de design *thinking* e comunicação visual. São elas:

A)Variedade de desafios: devem ser variados para evitar a previsibilidade, alternando entre atividades objetivas e abstratas, de modo a desafiar o pensamento lógico e espacial.

B)Duração dos Exercícios: Torna-se importante a abordagem de atividades curtas e de resultado imediato, possibilitando um “rápido *feedback*”; assim como as mais longas, que propiciam a exploração de um número maior de soluções e reflexões sobre direções alternativas.

C)Individuais e em Grupo: os autores relatam a importância da realização de trabalhos em grupos e individuais. Segundo eles, as atividades em grupo são importantes para desenvolver a criatividade e inovação, devido ao apoio mútuo e às interações possibilitadas. Já os individuais, segundo eles, trabalham a autoconfiança.

D)Cooperação e Competição: a cooperação instiga o desenvolvimento do design *thinking* e das habilidades em comunicação visual. Através da competição, quando criteriosa, os alunos encorajam-se a ir além das suas expectativas.

O quadro 3, representado a seguir, apresenta as atividades realizadas no *workshop*. Nele, são descritos os 4 exercícios aplicados, bem como a sua descrição e os objetivos pedagógicos.

Quadro 3 – Atividades sobre Design *Thinking* e Comunicação Visual

Exercício 1: tamanho único		
Descrição	Objetivo	Resultado
<p>Individualmente, os participantes são convidados a encontrar uma solução para um problema específico para o qual existe apenas uma solução conhecida. O desafio está na capacidade de uma pessoa imaginar visualmente uma solução. Tempo total para o exercício: execução: 20 a 25 minutos; discussão 30-45 minutos.</p>	<p>Visualmente imaginar soluções é uma habilidade criativa importante, ainda que atípica. A partir dos vinte anos a percepção do mundo material encontra-se condicionada por muitos fatores. Alguns deles impõem limitações reais no pensamento visual. Por esse motivo ela demonstra-se uma habilidade muito importante.</p>	<p>A própria natureza do problema apóia a visualização de uma solução, embora o desafio seja complexo. Para ser bem sucedido, o participante deve combinar o pensamento lógico (capacidade mental) com a exploração visual (pensamento visual).</p>
Exercício 2: vista Frontal		
Descrição	Objetivo	Resultado
<p>Este é um exercício individual e continua abordando o pensamento visual introduzida no Exercício 1. Baseia-se na lógica das vistas ortográficas e nas suas possíveis interpretações, no caso de apenas disponibilizar-se a vista frontal. Tempo total para o exercício: execução: 3-4 horas; discussão 1 hora.</p>	<p>O exercício levanta e aborda a questão da previsibilidade, que muitas vezes vem de expectativas baseadas em estereótipos. As expectativas conhecidas são desafiadas, resultando em imagens nunca imaginadas como possíveis. Em grande parte, essas imagens são possíveis graças às habilidades de pensamento visual.</p>	<p>Quando apresentados pela primeira vez com o exercício, os participantes são mais frequentemente inclinados a desenvolver ideias previsíveis. Logo em seguida, ocorre o salto criativo. Infere-se que esse salto seja, em grande parte, fomentado pelas habilidades de pensamento visual.</p>
Exercício 3: Combinação		
Descrição	Objetivo	Resultado
<p>A previsibilidade atrapalha a criatividade.</p>	<p>O exercício lida com inovação porque restrições específicas são introduzidas.</p>	<p>Os participantes percebem que soluções inovadoras são mais prováveis se os critérios são desafiados em sua totalidade.</p>

Quadro 3 – Atividades sobre Design *Thinking* e Comunicação Visual - continuação

Exercício 3: Combinação		
Descrição	Objetivo	Resultado
<p>Para evitá-la, os participantes são convidados a projetar um produto conhecido, mas para um usuário desconhecido. Tempo total para o exercício: execução: 12 horas, discussão 2 horas.</p>	<p>As equipes escolhem um objeto cotidiano familiar, dentre vários expostos em uma lista. No entanto, as expectativas sobre o exercício logo são quebradas, pois o usuário final do objeto escolhido é totalmente inesperado. Esta combinação de objeto familiar e destinatário inesperado coloca as equipes em um enigma de design. As observações demonstram que o design <i>thinking</i> e as habilidades de comunicação visual melhoram com a exploração de ideias.</p>	<p>O usuário inesperado colabora com essa ação porque não permite soluções estereotipadas de design.</p> <p>Resultados inovadores e exposições convincentes do produto geralmente envolvem a articulação de habilidades de comunicação visual.</p>
Exercício 4: Queda do Ovo		
Descrição	Objetivo	Resultado
<p>Existem muitas fontes para soluções criativas e inovadoras. Neste exercício de queda de ovos, os participantes são convidados a analisar como a natureza pode ser uma fonte de criatividade e de pensamento inovador.</p> <p>Tempo total para o exercício: execução: 2 dias; teste e discussão: 3 horas.</p>	<p>Não há nada de novo com o exercício de queda de ovo. O seu diferencial é que a solução deve ter origem na natureza (biomimética). A biomimética fornece uma espécie de modelo de pensamento, que fornece uma direção para soluções.</p>	<p>As observações mostraram que o design <i>thinking</i> auxilia a interação entre diversas facetas do problema de design e que as habilidades visuais apóiam o desenvolvimento de soluções inovadoras.</p>

Fonte: Adaptado⁹ de Trowsdale et al (2012, p. 118)

Também realizaram uma versão condensada de uma hora, desta vez para não designers, como demonstrado no Quadro 4.

⁹ Quadro original no Anexo B

Quadro 4 - Versão condensada da Semana da Inovação

10 min	<ol style="list-style-type: none"> 1. Forme uma equipe de 5/6 participantes. 2. Identifique um animal para atuar como mascote da sua equipe. 3. Pense em vários produtos do dia a dia que você costuma usar no local de trabalho, casa ou jardim. Concentre-se em produtos com alguma interação e elementos de controle de usuário. 4. Escolha um deles. <p>Nota: será solicitado para pensarem sobre a função do objeto, como eles o utilizam.</p>
15 min	<ol style="list-style-type: none"> 1. Eleger um escritor/desenhista para esta seção. 2. Discuta sobre o seu usuário - mascote da equipe! 3. Expresse seus pensamentos usando desenhos ou anotações <ul style="list-style-type: none"> • Quais são as necessidades específicas de seus usuários? • Por que eles querem ou possuem o produto? • Quais são os problemas de interação produto – usuário?
15 min	<p>Desenvolvimento do seu produto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discuta e faça desenhos individuais. Como o usuário interagirá com o produto? <p>Existem problemas de segurança? Onde o produto será usado e quando?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Use desenhos para expressar suas idéias e discutir com sua equipe. • Use o pensamento visual para desenvolver suas ideias em conjunto. • Propor um desenho na folha grande fornecida.
10 min	<p>Quais são as três coisas que se destacaram para mim no material apresentado hoje?</p> <p>Por quê?</p> <p>O que auxiliou e atrapalhou você no material apresentado hoje? Por quê?</p> <p>Quais são as suas dúvidas ainda não solucionadas? Por quê?</p>

Fonte: Adaptado¹⁰ de Trowsdale et al (2012, p. 120)

Segundo os autores, os alunos surpreenderam-se com os resultados obtidos, principalmente tratando-se de desafios à primeira vista inusitados, já que tinham que relacionar objetos à mascotes. No entanto, mesmo em 15 minutos,

¹⁰ Quadro original no Anexo C

conseguiram criar boas soluções. Foi, por exemplo, o caso do tatu que amarrou o regador na parte de trás para transportar e distribuir água para expulsar insetos e o leopardo das neves que utilizou energia solar para converter neve em água potável. Após a elaboração das atividades, os alunos realizaram uma avaliação sobre o processo, através de três questionamentos:

A) identificação de palavras-chave que representassem a experiência realizada. As mais visualizadas foram :

- Diversão / desafio: referindo-se ao grau de satisfação pessoal ao realizar os exercícios;
- Equipe / colaboração: relacionado às conexões e relacionamentos interpessoais construídos;
- Imagem / desenho: reportando a importância da linguagem visual ao elaborar e apresentar as propostas

B) Descrever o resultado que pôde retirar desta prática. As palavras usadas provavelmente indicariam um recurso importante no processo criativo.

Os relatos mais frequentes foram:

- Objetivo/sucesso: Motivação criativa a partir dos resultados obtidos.
- Criatividade / inovação: Confirma a relação entre os objetivo das atividades e a sua significância para os participantes.
- Imagem/desenho: aparecendo mais uma vez, como na pergunta anterior, demonstra uma interação entre o desenho, o processo criativo e o pensamento visual.
- Equipe/Colaboração: confirma o benefício da colaboração no processo criativo
- Aplicação/Avaliação: comentários sobre a aplicação de exercícios criativos em áreas fora do design, bem como o processo ou método de avaliação. Geraram um retorno sobre a aplicação de atividades criativas para não designers.

Os autores ainda citam que a CBI (2009) definiu um conjunto de oito fatores de empregabilidade, sendo dois envolvendo o processo criativo: resolução de problemas - analisar fatos e situações e aplicar o pensamento criativo para desenvolver soluções apropriadas e empreendedorismo – capacidade de demonstrar uma abordagem inovadora, criatividade, colaboração e assunção de

riscos. De acordo com o CBI, essas duas habilidades, baseadas na inovação e na resolução de problemas criativos colaborativos, compõem um quarto dos atributos que um graduado necessita para destacar-se em um negócio (CBI, 2009).

Portanto, visualiza-se novamente, neste artigo, o desenho como base para o desenvolvimento da criatividade no design que, nos estudos analisados, tem caracterizado-se como uma importante habilidade profissional e de empregabilidade. Esse fato, mais uma vez, evidencia a necessidade do desenvolvimento do desenho e da percepção visual, proposta por esta tese. Os objetivos e procedimentos abordados nas atividades compartilhadas neste artigo auxiliaram na identificação dos tipos de atividades propostas ao desenvolvimento de cada habilidade espacial mapeada e os conceitos envolvidos na relação desenho-criatividade utilizada nos mapeamentos de competências.

Martinez-Villagrasa et al (2018) focaram o seu estudo na criatividade, pois acreditam que ela não é uma competência isolada e autônoma, mas conectada a todas as outras competências que fomentam o seu desenvolvimento, aproximando-se de uma construção multidimensional. Desse modo, identificaram 10 competências, com foco na criatividade.

No processo de mapeamento, primeiramente foi elaborada uma lista de competências baseada no referencial teórico envolvendo a área de design, criatividade e psicologia cognitiva. Dessa forma, mapearam 15 competências e 48 indicadores. Essa lista foi aplicada em entrevista, realizada com 14 pessoas, entre profissionais e alunos de design (7) e engenharia (7). Foi utilizado o método "*Incident Interview (CII)*", um modelo de entrevista semi-estruturada em que o entrevistado é convidado a narrar um projeto realizado nos últimos dois anos, enfatizando os pontos mais críticos do processo, de modo a analisar como o designer resolve as situações conflitantes. O áudio foi gravado para melhor transcrição das entrevistas. A partir delas, primeiramente os pesquisadores analisaram a presença/ausência das competências que eram verificadas nas práticas narradas pelos entrevistados. Após, identificaram o nível de competência refletido no discurso do entrevistado. Essa lista foi aplicada em um estudo de caso com acadêmicos e profissionais, originando dados qualitativos. Também foram utilizados em um questionário online fornecendo dados quantitativos. Como resultado, a lista de 10 competências e suas 20 dimensões foram utilizados para elaborar uma estrutura do processo criativo em design, fornecendo uma ideia de

possíveis maneiras em que pode-se trabalhar a criatividade no atual mercado global e dinâmico. Segundo os autores, o processo possibilitou a identificação de modelos comportamentais em profissionais criativos.

No processo de avaliação das competências foi realizada uma entrevista em profundidade por duas horas com o gerente de projeto de uma empresa, com o objetivo de analisar o processo de trabalho, uma entrevista de 1h e 30 min com cada membro da equipe e por fim, a entrevista online. Assim, foi possível estabelecer o papel e as competências necessárias a cada função, além da relação entre as competências identificadas no processo criativo e entre os membros da equipe. *workshops* foram realizados entre janeiro e abril de 2018. Através da observação dos participantes na elaboração de projetos, os pesquisadores identificaram a utilização das competências durante os processos criativos. Para auxiliar a permanente alimentação e atualização desta lista de competências, os autores criaram uma ferramenta online para dados quantitativos de diferentes disciplinas de design. Possui 50 questões. O objetivo é receber dados para manter a lista de competências atualizada.

A seguir é elencada a lista de competências de criatividade mapeada pelos autores. Segundo eles, cada uma é constituída de duas dimensões. A pessoa possui a competência desenvolvida na totalidade quando ambas as dimensões estiverem presentes.

1) Aprendizagem (curiosidade + internalização do conhecimento): capacidade de construir e aplicar novos conhecimentos, habilidades e atitudes de forma eficiente, através do estudo ou de uma experiência que pode surgir antes, durante ou após o processo de design.

2) Sensibilidade estética (Apreciação estética + Critérios estéticos): capacidade de perceber, valorizar e determinar a base para os aspectos formais de um projeto. Refere-se ao interesse de priorizar decisões relacionadas à estética, bem como a capacidade de embasar essas definições, evitando arbitrariedades.

3) Trabalho em equipe (Delegação + Tolerância): envolve a cooperação entre os membros da equipe durante o desenvolvimento dos projetos. Refere-se também à capacidade de delegar funções e mostrar-se aberto a critérios e opiniões divergentes.

- 4) Pensamento crítico: refere-se à capacidade de questionar certas realidades de um projeto de maneira construtiva, identificando e materializando melhorias no desenvolvimento do projeto.
- 5) Comunicação oral (Planejamento + Carisma): transmissão oral de uma mensagem de forma clara e simpática ao apresentar um projeto. Inclui a preparação e estruturação prévia das informações que precisam ser transmitidas e a capacidade de comunicá-las para gerar um impacto positivo nos receptores.
- 6) Sensibilidade social e ecológica (Consciência + Comprometimento): reflexão sobre as conseqüências sociais e ecológicas de um projeto.
- 7) Autonomia (Autogestão + Iniciativa): gerenciar e organizar o trabalho de forma autônoma, bem como à iniciativa pessoal ao modificar um projeto.
- 8) Liderança (Visão Estratégica + Coaching): detectar oportunidades e atingir metas através de uma abordagem estratégica para projetos. Envolve a capacidade de projetar e direcionar o trabalho, bem como motivar os colegas por meio de empatia e entusiasmo.
- 9) Pesquisa (Busca por informação + Experimentação): obtenção de informações sobre referências e usuários, bem como à capacidade de experimentar através de diferentes ferramentas de trabalho e materiais.
- 10) Inovação (Originalidade + Realização): refere-se à tendência de um designer ser criativo e de mente aberta em sua maneira de pensar, bem como sua capacidade de encontrar uma maneira funcional de materializar idéias.

Dessa forma, a investigação desses autores colaborou com o procedimento metodológico do mapeamento de competências realizado por esta pesquisa e com alguns elementos de competências citados, embora não diferencie conhecimentos, habilidades e atitudes em seu mapeamento, fato abordado pelo presente estudo.

Takey e Carvalho (2014) propõem uma metodologia para mapeamento de competências compreendendo sete etapas: seleção e análise da organização, análise de conteúdo e painel de especialistas, Relações entre experiências e competências, definição do método de auto avaliação, questionário de auto avaliação, processo de avaliação, desenvolvimento das competências na empresa. Segundo os autores, o respectivo método auxilia a avaliar e projetar trajetórias de evoluções baseadas em experiências e desafios organizacionais. Mescla a revisão bibliográfica com métodos de pesquisa qualitativa e quantitativa. Além de fornecer a descrição da competência com seus respectivos critérios de desempenho, dispõe

um processo de avaliação, diagnóstico do nível atual de proficiência, a identificação de níveis de categorias profissionais, a apresentação de perfis esperados e uma relação entre experiência e o desenvolvimento de competências. O Quadro 5 resume os principais procedimentos e métodos realizados no processo de identificação e avaliação de competências.

Quadro 5 – Estruturação do mapeamento

Procedimentos	Método utilizado	Método coleta dados
Definição de competências	Entrevista/grupo focal com especialistas	Análise documental da organização, entrevistas semiestruturadas, grupos focais com as principais partes interessadas
Métodos de avaliação das competências identificadas	Entrevista/grupo focal com especialistas	Análise documental da organização, entrevistas semiestruturadas, grupos focais com as principais partes interessadas
Níveis de proficiência	Pesquisa	Questionário de auto avaliação
Avaliação das competências	Entrevista/grupo focal com especialistas	Mapa causal entre experiências e competências, questionário de auto avaliação (caracterização)

Fonte: Adaptado¹¹ de Takey e Carvalho (2014, p. 787)

Devido ao grande número de competências identificadas pelos autores e ao fato de não relacionarem-se diretamente a este estudo, não foi considerado relevante citá-las neste capítulo. No entanto, foram analisadas durante o processo de mapeamento realizado, pois alguns de seus elementos foram incorporados. Os métodos utilizados reforçam a pertinência de procedimentos realizados, neste estudo, durante as etapas de mapeamento e avaliação, como análise documental e grupos focais com especialistas.

Moubdi et al (2018), apresentam uma estrutura para apoiar uma educação baseada em competências de inovação, na área do design. Como metodologia, utilizam revisão de literatura e observam o desenvolvimento de projetos por alunos. A prática ocorreu durante 4 meses, com 29 alunos participantes de engenharia e design e profissionais dessas áreas. Foram realizadas 8 entrevistas semiestruturadas com duração de uma à três horas e mais 4 entrevistas com especialistas para o mapeamento de competências. Em todas essas práticas os autores analisaram se as competências observadas na literatura eram identificadas

¹¹ O quadro original é disposto no Anexo D.

nas práticas e na avaliação dos especialistas. O Quadro 6 expõe as competências identificadas pelos autores.

Quadro 6 – *Framework* de Competências de liderança que apoiam o processo de inovação

<i>Framework</i>	Descoberta e análise do problema	Síntese do problema e geração de ideias	Teste de possíveis soluções, avaliação de ideias	Desenvolvimento do novo negócio
Habilidade para exercer o conhecimento	Capacidade de enfrentar problemas mal estruturados (O, Ri) [24] Habilidades de empatia (R, O) Habilidades analíticas	Habilidades de síntese (R, O, I) Habilidades de gestão do conhecimento (R, O, I) Habilidades de gestão de projetos (I, Ri)	Capacidade de compreensão de aspectos de propriedade intelectual (R, I) Experimentação e prototipagem (R, O, I) Solução de problemas (R, O, I)	Reconhecer oportunidades (I, O, Ri) [25] Pensamento do sistema (I, O, Ri) Gestão do tempo de projeto (R, O, I)
Competências Atitudes comportamentais	Curiosidade (R, O, I) Perseverança (R, O, I) Comunicação (R, O, I)	<i>Networking</i> (R, O, I) Criatividade (R, O, I)	Associação de ideias (R, O, I) Pensamento autônomo (O, I, Ri) Gerenciamento das prioridades (R, O, I)	Assertividade (O, I, Ri) Responsabilidade (R, O, I)
Competências Coletivas	Motivação coletiva pela intenção estratégica do projeto (O, I, Ri)	Confiança mútua (R, O, I)	Aprendizagem coletiva (R, O, I)	Equipe focada no esforço (O, I, Ri)

Quadro 6 – *Framework* de Competências de liderança que apoiam o processo de inovação - continuação

<i>Framework</i>	Descoberta e análise do problema	Síntese do problema e geração de ideias	Teste de possíveis soluções, avaliação de ideias	Desenvolvimento do novo negócio
Competências Coletivas	Abertura (ROI)	Compartilhar Conhecimento coletivo (R, O, I)	Inteligência coletiva (R, O, I)	Rede de Equipes (networking) (O, I, Ri)

Fonte: Adaptado¹² de (MOUBDI et al, 2018, p. 6)

Legenda:

R- competências foi identificada em pesquisas de modelos de competências da literatura

O – competências identificadas em métodos de observação

I – competências identificadas em entrevistas com especialistas

Ri - competências identificadas individualmente na literatura

Dessa forma, o estudo de Moubdi et al (2018) também colaborou com a etapa de mapeamento de competências desta pesquisa, a partir dos procedimentos metodológicos e o quadro de competências que são expostos, embora tenha sido necessário adaptá-lo para a concepção utilizada nesta tese.

Velasco-Martínez et al (2017) investigam as percepções da Faculdade Mexicana a respeito da concepção da avaliação por competências através de instrumentos. Os resultados e conclusões identificaram as necessidades formativas dos professores para a efetiva utilização da avaliação por competências. Foram realizadas entrevistas em profundidade com docentes, pesquisadores e chefes de instituições e centros de ensino universitário do México. O objetivo foi identificar as perspectivas conceituais e as experiências práticas realizadas por essas instituições. Como resultado, visualizaram a adesão dos entrevistados na adoção da concepção e na utilização da avaliação por competências. O presente estudo contribui com

¹² Quadro original no Anexo E

questões a respeito das vantagens e desafios da abordagem da educação e avaliação por competências na universidade, incorporados no referencial teórico desta pesquisa.

Albers et al (2012) analisam a adequação de um modelo para avaliar competências em design. Utilizam entrevistas abertas com estudantes de graduação em engenharia mecânica e análise documental através de desenhos de detalhe de engenharia, com base nas seguintes categorias de análise:

- (1) tratamento do conhecimento (sem referência de contexto ou contextualizado);
- (2) reconhecimento de relevância (ausente ou presente);
- (3) avaliação de contexto (analítico ou holístico) e
- (4) tomada de decisão (racional ou intuitiva).

Essas categorias, na realidade, denotam os níveis de expertise do modelo Dreyfus, abordado por este artigo e que pode ser bastante útil à esta pesquisa, principalmente no que diz respeito ao processo de mapeamento, avaliação e desenvolvimento de competências de DT e Percepção Visual. Embora tenha sido desenvolvido na década de 1970, o modelo Dreyfus (Dreyfus e Dreyfus, 1980) é resultado do estudo dos irmãos Dreyfus sobre como as habilidades podem ser desenvolvidas. Para isso elaboraram um modelo constituído por cinco níveis de expertise de competências, sendo eles: *novice*, *advanced beginner*, *competent*, *proficient and expert*, traduzido livremente por esta pesquisa por: iniciante, aprendiz, experiente, proficiente e especialista. Cabe relacionar esses cinco itens com os cinco níveis da escala Likert, muito utilizada em pesquisas científicas. Segundo Dort e Reymen (2004), o referido modelo relaciona cada nível a um possível perfil de aluno, a saber:

Iniciante: Possuem pouca ou nenhuma experiência anterior. Simplesmente seguem regras, não se sentindo responsáveis pelos resultados. Possuem uma tendência a abordar cada ação de forma isolada, necessitando de supervisão ou instrução.

Aprendiz: Possuem experiências prévias em situações semelhantes. Desse modo, podem desenvolver sensibilidade a exceções de regras estritas. Começam a relacionar as ações, reportando-as a uma série de passos. Nesse sentido, podem aplicar diretrizes, mas ainda não reconhecem a relevância do seu trabalho, pois os atributos são tratados separadamente e recebem igual importância.

Experiente: Possuem experiência originada da vivência de situações reais. São capazes de identificar os elementos relevantes de uma situação e elaborar um plano para a conquista de objetivos. A resolução de problemas envolve a busca por oportunidades e expectativas.

Proficiente: Possui uma compreensão profunda do conteúdo ou prática. Abordam as situações de forma holística. São capazes de identificar os aspectos mais importantes em uma situação problemática. Agem de forma natural e responsável frente a acontecimentos inusitados.

Especialista: responde naturalmente à situações específicas, executando imediatamente a ação mais apropriada. A partir do seu conhecimento teórico e prático, assume responsabilidade pelas ações realizadas, não se limitando à padrões existentes, criando suas próprias estratégias, se necessário. Alcançam excelentes resultados com relativa facilidade.

Esses perfis ajudam na compreensão de algumas posturas de alunos frente às atividades e dos resultados alcançados. Então, os autores analisaram os desenhos dos alunos sob o viés desses perfis, de modo a identificar o nível de expertise de competência de cada um. Para isso elaboraram o quadro demonstrado a seguir, baseado no modelo Dreyfus.

Quadro 7 – Esquema de avaliação adaptado

Nível de expertise	Como o conhecimento do projeto é exposto ?	Há detecção da relevância das tarefas do projeto ?	Como os problemas do projeto são resolvidos ?	Como são realizadas as decisões durante o desenvolvimento do projeto ?
Iniciante	Descontextualizado	Não	Analiticamente	Racional
Aprendiz	Contextualizado			
Experiente		Presente	Holisticamente	
Proficiente				
Especialista			Intuitivo	

Fonte: Adaptado¹³ de Albers et al (2012, p. 5)

Segundo os autores, o modelo Dreyfus foi aplicado com sucesso na avaliação de competências e auxiliou a entender o motivo da postura e solução escolhida por cada aluno. A investigação de Albers et al (2012) contribui com a

¹³ Quadro original no Anexo F

apresentação do modelo Dreyfus e seus níveis de expertise, que se demonstram importantes para a identificação e entendimento de diferentes perfis de alunos e ajudam a “justificar” as respectivas soluções de desenho elaboradas.

De Vere et al (2012), descrevem o *Sketchfest*, uma proposta curricular destinada a reestabelecer a competência de desenho na engenharia de produção.

Alguns objetivos se destacam, como:

- A) Desenvolver a confiança e habilidade de esboço;
- B) Estimular a criatividade através de desafios exploratórios;
- C) Disponibilizar uma diversidade de desafios, abordando momentos de revisão e reflexão;
- D) Evitar desafios muito abertos que exijam investigação demorada

Os critérios utilizados para a avaliação dos desenhos foram: Esboço - precisão/adequação de perspectiva, qualidade e hierarquia de linhas e citações contextuais do produto (interação do usuário); Solução do projeto - capacidade de conceituação rápida; diversidade de ideias; inovação e estética.

O currículo foi organizado em módulos sequenciais com o objetivo de apoiar o desenvolvimento e redefinir o esboço como o principal articulador entre design e comunicação. Cada módulo proposto possui metas específicas, evitando a duplicação de conteúdo e possibilitando o progressivo desenvolvimento de habilidades de esboço ao longo de quatro semestres. Cada um dos módulos foram organizados da seguinte forma:

Módulo 1 – Desenho investigativo e exploratório (2º ano): envolve a fase de criação do produto, utilizando o desenho investigativo ao longo de pesquisas e definições do projeto. Inclui o desenvolvimento de conceitos possíveis através de esboços exploratórios de formas possíveis. O foco está na exploração da forma e função.

Módulo 2 – Desenho de resolução técnica e funcional (2º ano): É abordado o desenho investigativo de recursos e funções. Envolve perspectivas explodidas e seções nos estágios de criação e resolução do projeto.

Módulo 3 – Desenho explicativo ou instrucional (3º ano): São realizados desenhos para transmitir função e montagem, por vezes sequenciais e também voltados à interação produto-usuário.

Módulo 4 – estilo avançado: Desenhos sequenciais referentes ao desenvolvimento estético e funcional do produto. Envolvem a criação, desenvolvimento e resolução do projeto.

Os autores relatam que tiveram bons resultados com a aplicação do currículo, visualizando o aprimoramento de habilidades de desenho. Dessa forma, este estudo contribuiu com reflexões importantes a respeito da relação entre o processo de design e o esboço, assim como também com a metodologia criada para desenvolver e avaliar as habilidades de desenho.

Metraglia et al (2011) apresentam uma proposta de instrumento para a avaliação de desenho técnico. Traz como referência de avaliação por competências o *Europass Certificate Supplement*, uma espécie de certificação já oficialmente aprovada. Destacam o *European Qualifications Framework (EQF)* que, segundo os autores, trata-se do principal instrumento que a Comissão Europeia pretende utilizar no âmbito da aprendizagem. Baseado nele, propõem um instrumento para avaliação de desenho técnico (Quadros 8 e 9).

Quadro 8 - Grade de avaliação de desenho técnico: níveis 1-4

Níveis	Conhecimento (Padrões)	Habilidades (para...)	Competência (para ser capaz de)	Categoria
Nível 1	- Princípios gerais de representação (UNI EN ISO 3098-0 / 2, UNI EN ISO 128-20 / 24, UNI EN ISO 5455, UNI EN ISO 5457, UNI 8187, UNI 938); - Métodos de projeção, representações e vistas ortogonais (UNI EN ISO 5456-2, ISO 128-30 / 34);	Realizar a representação de pontos de vista e seções de uma peça, seguindo estas regras básicas: -Linhas de texto, escalas dimensionais, tamanhos e dobramento das folhas, caixa da especificação; -Vistas ortográficas e representações em seções e cortes em design industrial e mecânico.	Interpretar o objeto através de sua representação em vistas ortográfica e seções	1-A
		Saber como selecionar as vistas e seções	Realizar de forma independente a	1-B

Quadro 8 - Grade de avaliação de desenho técnico: níveis 1-4 - continuação

Níveis	Conhecimento (Padrões)	Habilidades (para...)	Competência (para ser capaz de)	Categoria
Nível 1	- Cortes e seções (ISO 128-40 / 44/50, UNI 3972)	apropriadas para a representação, aplicando padrões técnicos	representação de vistas e seções de uma parte	1-B
Nível 2	- Dimensionamento (UNI 3973, UNI 3974, UNI 3975, UNI 4820, UNI ISO 3040, UNI 8822-1 / 2); - Desenho de detalhe e de conjunto (UNI EN ISO 128-22, ISO 7573, UNI EN ISO 6433); - Notas sobre usinagem	Cotar as vistas conforme norma técnica e interpretar as informações contidas em desenhos de conjunto (especificações, lista de peças, identificação das peças individuais).	Interpretar o dimensionado do desenho de uma peça e/ou os principais elementos de um desenho de conjunto	1-A
		Entrar organicamente, de forma independente aplicando as normas conexas, todas as dimensões de uma peça, tendo em conta a possível usinagem; Inserir as informações sobre a caixa de especificação e lista de peças de um desenho de conjunto; Adicionar dimensões no desenho e especificar as informações necessárias para a montagem.	Realizar o dimensionado do desenho de uma única peça e saber como extrair os componentes de um desenho de conjunto	2-A
Nível 3	- Conexões (UNI 4535 e similares, UNI 2709, UNI ISO 228 e similares ...);	Representar conexões de acordo com as normas; Reconhecer uma conexão encadeada (parafusos, porcas,...) suas características, métodos de representação e designação.	Conhecer a forma simbólica de representar a rosca sendo capaz de desenhá-la e interpretá-la.	3-A

Quadro 8 - Grade de avaliação de desenho técnico: níveis 1-4 - conclusão

Níveis	Conhecimento (Padrões)	Habilidades (para...)	Competência (para ser capaz de)	Categoria
Nível 3	- Conexões rosqueadas	Ser capaz de escolher o tipo e características de uma rosca de acordo com o seu uso em conformidade com a norma técnica.	Realizar o dimensionamento do desenho de uma peça que contenha roscas e conhecer a sua completa designação.	3-B
Nível 4	- Tolerâncias (UNI EN 20286-1 / 2, EN 22768-1, UNI 3976); - Rugosidade e acabamento de superfícies (UNI EN ISO 1302)	Inserir uma única dimensão com tolerância dimensional ou uma única indicação de acabamento de superfície respeitando as normas.	Interpretar uma imagem com tolerâncias dimensionais e acabamentos de superfícies	4-A
		Inserir a cota com tolerância dimensional e acabamento de superfícies a partir do tipo de acoplamento e/ou funcionalidade da peça	Realizar o dimensionamento do desenho de uma peça completa, com tolerâncias dimensionais e superfícies de acabamento.	4-B

Fonte: Adaptado de Metraglia (2011, p. 7)

Quadro 9 - Grade de avaliação de desenho técnico: níveis 5-8

Níveis	Conhecimento (Padrões)	Habilidades (para...)	Competência (para ser capaz de)	Categoria
Nível 5	Elemento de fixação removível não rosqueada: - Chaves e rasgos de chaveta (UNI 6604, UNI 6607 e similares)	Ser capaz de representar um elemento de fixação removível, sem rosca, dentro de um desenho.	Reconhecer a representação de um elemento de fixação removível sem rosca em um desenho de detalhe ou de conjunto e saber interpretar	5-A

Quadro 9 - Grade de avaliação de desenho técnico: níveis 5-8 - continuação

Níveis	Conhecimento (Padrões)	Habilidades (para...)	Competência (para ser capaz de)	Categoria
Nível 5	<ul style="list-style-type: none"> - Pinos e conectores (UNI EN 22340, UNI EN ISO 2238 e similares) - Perfis estriados (UNI EN ISO 6413 e similares) - Anéis (UNI 7435 e similar) 	Reconhecer a designação de um elemento de fixação removível sem rosca.	a sua designação.	5-A
		<ul style="list-style-type: none"> Ser capaz de escolher adequadamente o tipo e as características de um elemento de fixação removível sem rosca de acordo com sua utilização e em conformidade com as normas. 	Executar um desenho de peça com indicação de elementos de fixação removíveis sem rosca.	5-B
Nível 6	<ul style="list-style-type: none"> Representação dos componentes da máquina: <ul style="list-style-type: none"> - Powertrain (UNI EN ISO 2203 e similar) - Rolamentos (UNI EN ISO 8826 e similares) - Vedantes (UNI EN ISO 9222 e similares) - Molas (UNI EN ISO 2162 e similares) 	<ul style="list-style-type: none"> Ser capaz de representar os principais componentes da máquina em um Desenho 	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer a representação de um componente de máquina dentro de um desenho de conjunto 	6-A
		<ul style="list-style-type: none"> Estar ciente sobre a implicação da presença de um componente de máquina em uma peça Inserir as tolerâncias apropriadas para a representação dos componentes da máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> Executar um desenho de peça completo com as representações dos componentes da máquina 	6-B
Nível 7	Elemento de fixação	Ser capaz de representar um	Reconhecer as formas de	7-A

Quadro 9 - Grade de avaliação de desenho técnico: níveis 5-8 - conclusão

Níveis	Conhecimento (Padrões)	Habilidades (para...)	Competência (para ser capaz de)	Categoria
Nível 7	permanente - Soldagem (UNI EN 22553 e similar) - rebite - ...	elemento de fixação permanente Reconhecer a designação de um Elemento de fixação permanente.	representar elementos de fixação permanente em um desenho Reconhecer a presença de um Elemento de fixação permanente no desenho de uma peça montada e interpretar a sua designação.	7-A
		Ser capaz de escolher o tipo e característica de um elemento de fixação permanente em função de seu uso e de acordo com as normas.	Representar o desenho completo de uma peça com informações dos elementos de fixação permanentes.	7-B
Nível 8	Dimensionamento e Tolerância Geométrica (GD & T) (UNI 7226 / ISO 1101 e similar, ASME Y 14.5-2009)	Reconhecer a indicação da tolerância geométrica	Interpretar um desenho completo E suas tolerâncias geométricas	8-A
		Ser capaz de representar tolerâncias geométrica de acordo com a norma	Executar desenhos completos de peças e suas tolerâncias geométricas	8-B

Fonte: Adaptado¹⁴ de Metraglia (2011, p. 8)

¹⁴ Quadro original no Anexo G

O quadro de avaliação (concepção e formato) aproxima-se do modelo de avaliação e do mapeamento de competências de DT idealizados por esta pesquisa, o que confirma a relevância dessa estrutura. Apenas verifica-se que as competências são organizadas segundo objetivos bem específicos do conteúdo de uma determinada disciplina. No caso desta tese, o mapeamento foi concebido de uma forma mais universal e não segmentando por conteúdo (embora essa tenha sido uma ideia inicial).

Os trabalhos analisados nesta seção contribuem com considerações importantes que versam sobre algum aspecto da educação por competências, adotada como concepção pedagógica desta pesquisa. Através deles, é possível concluir sobre uma possível relação entre o desenho e o desenvolvimento das habilidades criativas no design. Esse fato ressalta a relevância do desenvolvimento de competências de desenho técnico, uma vez que deficiências nesta prática poderão prejudicar o processo criativo em projetos de design. Também é possível visualizar estudos que identificam competências e habilidades de designers, criatividade e DT. Neles, compartilham processos de mapeamento, assim como os elementos percebidos e atividades relacionadas com o desenvolvimento de competências e habilidades específicas. Desse modo, embasam o referencial teórico desta tese, assim como as etapas de construção do mapeamento de competências de DT e de construção do modelo de avaliação e desenvolvimento das habilidades espaciais.

4.2. DESENVOLVIMENTO DO DESENHO TÉCNICO

Foram selecionados 4 trabalhos, conforme apresentado no Quadro 10.

Quadro 10 – Trabalhos analisados que abordaram estudos sobre desenho técnico

Documentos	Resumo	Ano de Publicação
VALENTINE, Rod. An E-Assessment For Engineering Drawing. E&PDE 2018: Proceedings of the 20th International Conference on Engineering and Product Design Education . Londres, 2018. P. 358-362, ISBN: 978-1-912254-02-6	Abordam a elaboração de um plano de ensino para a disciplina de desenho técnico baseada na interação entre atividades à mão e outras online.	2018

Quadro 10 – Trabalhos analisados que abordaram estudos sobre desenho Técnico - continuação

Documentos	Resumo	Ano de Publicação
ZIMMERMANN, Anelise; COUTINHO Solange. Teaching drawing based on the design Process – exploring creativity. ICDC 2018: Proceedings of The Fifth International Conference on Design Creativity . Londres, 2018. P. 306-313, ISBN: 978-1-904670-97-1	Aborda o ensino de desenho contextualizado nos fundamentos do processo de Design, explorando os diversos papéis do desenho e formas de apoiar a criatividade.	2018
BOOTH, Joran W. ; TABORDA, Elkin A. ; RAMANI, Karthik ; REID, Tahira. Interventions for teaching sketching skills and reducing inhibition for novice engineers. In Design Studies . Vol. 43, P. 1-23, Mar. 2016.	Abordam o desenvolvimento das habilidades de esboço e a desinibição dos alunos no processo de desenho.	2015
METRAGLIA, Riccardo; BARONIO, Gabriele; VILLA, Valerio. Issues in learning engineering graphics fundamentals: shall we blame CAD? ICED 15: Proceedings of the 20th International Conference on Engineering Design . Milão, 2015. P. 31-40. ISBN: 978-1-904670-73-5	Analisa o desenvolvimento das habilidades de desenho técnico e espaciais no contexto da elaboração manual de desenhos e da utilização de programas CAD.	2015

Fonte: A autora (2019)

Valentine (2018), analisa a adequação de um plano de ensino para a disciplina de desenho técnico, propondo a integração de atividades on-line aos tradicionais exercícios à mão (com e sem instrumento). A sua preocupação está em possibilitar que as questões virtuais de múltipla escolha consigam contemplar níveis cognitivos complexos e não apenas a memorização e recordação factual. Ressalta

que a otimização dos exercícios, além de fornecer maior facilidade e rapidez na correção, possibilita o envio de *feedbacks* mais personalizados aos alunos. Dessa forma, versa sobre possíveis estruturas de atividades on-line, pois acredita que dependendo da forma como são elaboradas e disponibilizadas, elas reduzem a probabilidade dos alunos adivinharem a alternativa correta. Dessa forma, as reflexões realizadas e parâmetros abordados contribuíram com a elaboração dos exercícios na etapa de desenvolvimento do modelo de desenvolvimento da habilidade espacial, realizado por esta tese.

Metraglia et al (2015) questionam se o uso de programas CAD (Desenho Assistido por Computador) estaria prejudicando o desenvolvimento de algumas habilidades de desenho e espaciais em cursos de engenharia. Visualizam que alunos de Design Industrial são mais adeptos ao desenho à mão, enquanto os discentes de engenharia preferem desenvolvê-los em programas CAD. Segundo os autores, os graduandos de Design Industrial são mais conscientes sobre o quanto necessitarão de esboços para elucidar questões profissionais, enquanto os da engenharia acreditam que utilizarão apenas o CAD em sua carreira. Indicam que provavelmente a desmotivação no desenvolvimento do desenho à mão ocorra devido a considerarem ele um talento natural e acreditarem não possuir esse talento. Além disso, afirmam que a prática do desenho manual desenvolve habilidades de precisão e de diagramação da folha, padrões, convenções, pois o retorno sobre o que fazem é imediato. Já no CAD, inconsistências nesses e em outros elementos, por vezes, somente são percebidos após outros manipularem o arquivo. Portanto, não há *feedback* evidente durante o processo de elaboração. Dessa forma, ressaltam a importância da criação de estratégias pedagógicas que possibilitem a introdução do uso de ferramentas CAD sem prejudicar o desenvolvimento de habilidades de desenho e espaciais.

Zimmermann e Coutinho (2018) realizam uma reflexão sobre o ensino de desenho, sugerindo a sua contextualização através de práticas criativas de design. Como contribuição para a presente pesquisa, além das suas considerações sobre questões pedagógicas, apresentou o Modelo Sistêmico de Atividade, adaptado de Engeström (2001) (Figura 7). Nele, articulam os diferentes elementos constituintes: Ferramentas e signos, sujeito, objeto, assim como as regras, a comunidade e a divisão do trabalho.

Figura 7 – Modelo sistêmico de Atividade



Fonte: Adaptado¹⁵ de Zimmermann e Coutinho (2018, P. 4)

Os autores consideram que as relações sociais entre indivíduos, incluindo seus históricos e origens, influenciam as crenças dos sujeitos e também a sua forma de pensar e agir. As ações são direcionadas para objetivos (variável entre os indivíduos). Já as ferramentas e os signos mediam as relações. O sistema pode ser modificado, conforme necessidade, porém após uma análise crítica sobre as contradições encontradas, a partir da busca por metas em comum, da mudança nas regras, entre outros. Pode-se, portanto, utilizar esse modelo para embasar o desenvolvimento de novas abordagens de ensino de desenho. Seguindo esse contexto, Zimmermann e Coutinho (2018), em sua proposta, desenvolvem um modelo sistêmico, demonstrado na figura 8.

Figura 8 – Sistema de atividade proposta para cursos de desenho



Fonte: Adaptado¹⁶ de Zimmermann e Coutinho (2018, P. 5)

¹⁵ Figura original no Anexo H

Nesse novo Modelo, os autores consideraram:

Disciplinas: Alunos e tutores atuam como sujeitos

Objeto: Tutores e alunos compartilham os mesmos objetivos

Ferramentas e signos: atualização conceitual e de ferramentas técnicas, comunicacionais e pedagógicas.

Papéis sociais: postura crítica e colaborativa.

Comunidade: ampliada para além do espaço de sala de aula, tornando-se interdisciplinar e envolvendo conhecimentos prévios e profissionais.

Divisão do trabalho: Os estudantes são responsáveis pelo desenvolvimento das atividades, bem como por uma postura crítica sobre os acontecimentos e a sua trajetória de aprendizagem. Os tutores são responsáveis por explicar as atividades, incentivando uma atitude crítica, mediando conexões entre sujeitos e permanecendo atentos às necessidades particulares e replanejamento pedagógico.

Aplicaram na elaboração de atividades, descritas a seguir:

Atividade 1: Ler o artigo de Cross (2011) sobre a importância do esboço no processo de design e traduzir as ideias principais em desenhos e anotações. Após, discutir sobre o tema.

Atividade 2: Representar vários objetos mostrando uma sequência de ações que descrevem o modo correto do seu uso. Criar várias ilustrações, representando um objeto e expressando as ações como certas ações deveriam ser realizadas corretamente.

Atividade 3: Em grupos, desenvolver modelos de embalagem.

Atividade 4: Em grupos e colaborativamente, entre grupos, criar um guia sobre luz e sombra.

Dessa forma, desenvolvem as habilidades e conteúdos de desenho de uma forma aplicada, desafiadora e motivada pela criação. O modelo foi aplicado em uma disciplina da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), durante um semestre, totalizando 24 participantes. Os autores visualizaram que, através da contextualização do conteúdo de desenho em atividades criativas e até solicitadas em outras disciplinas, os alunos puderam construir um novo conceito sobre o desenho, compreendendo-o como base para a criação e resolução de problemas, valorizando-o. Além disso, desenvolveram as habilidades de desenho sem que o

¹⁶ Figura original no Anexo I

foco estivesse nesse processo, diminuindo a tensão sobre o desempenho específico de desenho. Portanto, afirmam que o desenho pode apoiar o processo criativo de design através de um ambiente colaborativo, combinando ideias e explorando possíveis formas de pensar.

Booth et al (2015), realizam dois estudos voltados ao desenvolvimento das habilidades de esboço e à desinibição dos alunos no processo de desenho. Primeiramente realizam um *workshop* em sala de aula, utilizando atividades de caráter artístico para motivar o desembaraço e a confiança na prática de desenho. Após, fizeram outro, voltado ao ensino do esboço. No decorrer dos dois estudos, os autores aplicaram testes (antes no início, na metade e após os cursos), para avaliar a existência (ou não) de progresso entre os alunos. Visualizaram que o primeiro *workshop* propiciou uma rápida relação de naturalidade e extroversão com o desenho, reduzidos após o curso de desenho. Já o segundo, possibilitou o aprimoramento das habilidades de esboço, embora tenham diminuído devido à falta de novas práticas. Concluíram sobre a importância da constância dos exercícios de esboço e desinibição, pois eles demonstram-se eficientes a curto prazo. Os autores também realizam uma reflexão sobre a importância dos esboços para os engenheiros e designers, abordando inclusive a relação entre o desenho manual e o realizado através de software CAD, concluindo sobre a importância de haver um equilíbrio entre os dois. Além disso, comentam sobre algumas atividades utilizadas nos *workshops*. Essas questões demonstram-se importantes para a presente pesquisa, reforçando a necessidade da criação de práticas que apoiem o desenvolvimento de habilidades de desenho na universidade. Além disso, as atividades descritas e as discussões abordadas auxiliaram a elaboração do referencial teórico e as etapas de mapeamento e elaboração do modelo de avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial, propostos por este estudo.

Na presente seção foram observados trabalhos que versaram sobre aspectos do processo de ensino e aprendizagem de desenho. Destaca-se as reflexões sobre a relação entre atividades realizadas à mão x CAD, as proposições de atividades e a utilização de mapeamentos de competências e habilidades de desenho em práticas educacionais. A partir desses elementos, identifica-se a relevância da abordagem da educação por competências por esta pesquisa, como forma de integrar os conhecimentos teóricos e práticos (necessidade destacada pelos autores analisados). Também observa-se que os mapeamentos de

competências de desenho técnico analisados encontram-se particionados, por vezes vinculados à currículos de disciplinas específicas, justificando a realização do mapeamento das competências de DT, proposto por esta tese. Ele poderá auxiliar o processo de avaliação e autoavaliação dos alunos em cursos de desenho, além de servir como base de elaboração de atividades teórico-práticas.

4.3. DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE ESPACIAL

Foram analisados 7 trabalhos envolvendo a abordagem da habilidade espacial e seus elementos, como apresentado no Quadro 11.

Quadro 11 – Trabalhos analisados que abordaram estudos sobre a habilidade espacial

Documentos	Resumo	Ano de Publicação
Cho, Ji Young. An investigation of design studio performance in relation to creativity, spatial ability, and visual cognitive style. In Thinking Skills and Creativity . Vol. 23, P. 67-78, Março, 2017.	Investiga a relação entre a criatividade, capacidade espacial e estilos cognitivos visuais em atividades de design	2017
HUANG , Tien-Chi; LIN , Chun-Yu. From 3D modeling to 3D printing: development of a Differentiated spatial ability teaching model. In Telematics and Informatics . Vol. 34, P. 604-613, Maio, 2017.	Realiza uma comparação entre a utilização de vistas ortográficas e modelagem/impressão 3D no desenvolvimento de habilidades espaciais, propondo atividades baseadas na concepção CDIO (Conceber, Projetar, Implementar, Operar).	2017
PAES, Daniel; ARANTES, Eduardo; IRIZARRY, Javier. Immersive environment for improving the understanding of architectural 3D Models: comparing user spatial perception between immersive and Traditional virtual reality systems. In Automation in Construction . Vol. 84, P. 292-303, Dezembro, 2017.	Realiza uma comparação entre a influência da utilização de realidade virtual imersiva e não imersiva na percepção visual.	2017

Quadro 11 – Trabalhos analisados que abordaram estudos sobre a habilidade espacial - continuação

Documentos	Resumo	Ano de Publicação
KORNIENKO, MIKHAIL; KUKHTA, Maria; FOFANOV, Oleg; KUKHTA, Evgeniy. Experience of visual perception in the design education. In Procedia - Social and Behavioral Sciences . Vol. 206, P. 365-368, Outubro, 2015.	Aborda o design emocional e o relaciona com a percepção visual do objeto tanto com relação ao designer projetista, quanto ao usuário final.	2015
MILNE, Mark; MORRIS, Richard; KATZ, Tim; COVILL, Derek; ELTON, Eddy. Culturally influenced learning: why do Some students have difficulties Visualising in 3D? E&PDE14: Proceedings of the 16th International conference on Engineering and Product Design Education . Holanda, 2014, P. 255-262, ISBN: 978-1-904670-56-8.	Os autores investigam os problemas observados em estudantes dos primeiros anos do curso de engenharia mecânica, em especial, em uma disciplina de engenharia e projeto assistido por computador. Reportam as dificuldades à carências em habilidades de desenho e visualização espacial, abordando esses conceitos e buscando possíveis causas e soluções.	2014
SHAH, Jami; WOODWARD, Jay; SMITH, SM. Applied tests of engineering design skills: Visual thinking characterization, test Development and validation. ICED 11: Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design . Dinamarca, 2011, Vol. 7, P. 127-139.	Aborda o desenvolvimento e avaliação de um teste de pensamento visual e raciocínio espacial.	2011
PARK, Jung Ae; KIM, Yong Se. Visual reasoning and design processes. ICED 2007: Proceedings of the 16th International Conference on Engineering Design . Paris, 2007. P. 333-334.	Apresenta uma investigação a respeito dos processos de raciocínio visual a partir de um modelo de raciocínio visual constituído por oito componentes e composto pela interação entre o ver, imaginar e desenhar.	2007

Fonte: A autora (2019)

Kornienko et al (2015) relacionam o design emocional à percepção visual (PV), considerando-a complexa e capaz de ser representada através de um processo de aprendizagem ativa. Segundo os autores, o objetivo da PV é propiciar sinais visuais em uma imagem, de modo a transportar informações sobre a forma,

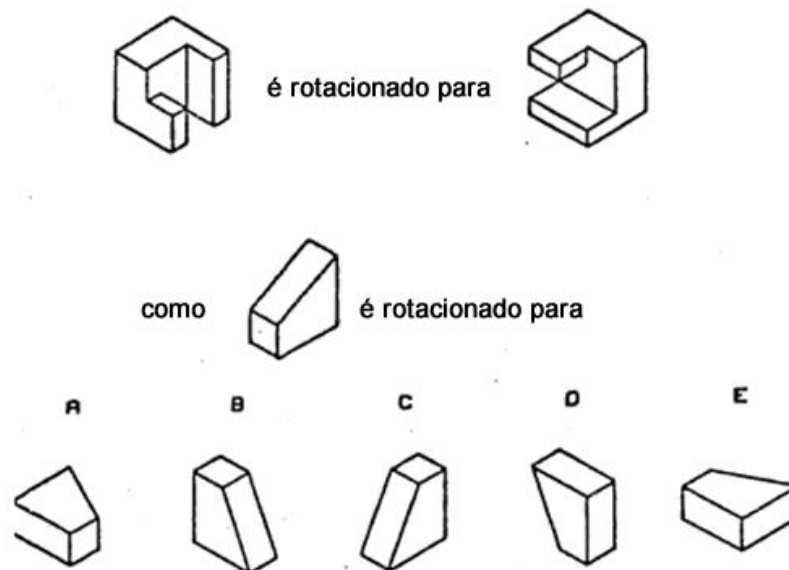
cor e movimento espacial. Colabora com a presente pesquisa através dos conceitos abordados no modelo de percepção do objeto, composto por três processos básicos: A) Reconhecimento: define como a percepção física do objeto, sob a concepção de Gadamer (1988), que afirma não se limitar ao “ver de novo”, mas sim à identificação de algo familiar e com sua interpretação mais aperfeiçoada do que no primeiro convívio.

B) Comparação: processo de construção de relações entre o novo objeto e os anteriormente conhecidos. Pode envolver a identificação de diferenças, mudanças, relações desconhecidas e inesperadas, propiciando nova consciência perante diferentes coordenadas de espaço e tempo antes desconhecidas.

C) Diálogo: adota a concepção de Kuktha (2013), referindo-se à interação mental, ressoando no espaço mental impulsos e imagens, propiciando novos significados. Nesse sentido, segundo Kornienko et al (2015), a percepção inicial do objeto mantém-se em constante aprimoramento, sendo controlado pelo feedback.

Os estudos de Milne et al (2012) e Milne et al (2014) colaboram significativamente com esta pesquisa. Em prática de sala de aula de cursos de engenharia mecânica e design, visualizam alunos com dificuldades em desenvolver o desenho técnico. Verificam problemas significativos na visualização de objetos, principalmente na relação entre vistas ortográficas e objetos 3D. Primeiramente o foco do estudo estava em identificar maneiras de avaliar as habilidades espaciais dos alunos para então ajudá-los no seu desenvolvimento. Nesse sentido, realizaram, em 2012, uma pesquisa bibliográfica sobre métodos de avaliação e desenvolvimento da visualização espacial. Adotaram o teste de Visualização Espacial “Purdue Visualização de Rotações”, elaborado por Bodner e Guay (1997) e utilizado em estudos na *Michigan Technological University (MTU)*. Basicamente consiste em 30 perguntas de escolha múltipla (em papel) com a duração de 20 minutos. Em cada questão (Figura 9) há uma vista isométrica de um objeto que é mostrada em dois estados (uma posição original e outra após passar por rotações simples ou múltiplas). Um objeto diferente é mostrado e o aluno precisa selecionar a resposta certa de cinco possíveis alternativas, utilizando a mesma rotação ou série de rotações. Sugere-se, como referência, um aproveitamento mínimo de 60% de acerto.

Figura 9 – Exemplo das questões abordadas no teste Purdue: Visualização de Rotações



Fonte: Adaptado¹⁷ de MILNE et al, (2014, p. 6)

A partir da sua aplicação, visualizaram que os alunos com dificuldades em DT tiveram um baixo índice no teste de visualização espacial. Então fizeram aulas de reforço com esse grupo, utilizando as seguintes estratégias pedagógicas:

- 1- Um software de computador elaborado pela MTU, fornecidos pela Delmar Cengage Learning – uma pasta de trabalho abordando a “Introdução à visualização espacial 3D, uma abordagem ativa” por Wysocki e Sorby (2003);
- 2- O software *solidworks* com modelos 3D para explorar as relações entre suas vistas ortográficas – uma série de exercícios baseados nos sólidos modelados no software explorando giros e seções transversais para melhor entendimento dos objetos;
- 3- Uma técnica desenvolvida por uma universidade (não divulgada) chamada “esboço cego” – os alunos tocavam em um objeto localizado em uma sacola (sem poder enxergá-lo), o idealizavam e o representavam através de vistas ortográficas.

As aulas duraram nove semanas com a periodicidade de 2 horas por semana. Foi verificada uma melhora significativa no resultado do teste de percepção visual (refeito) e nos trabalhos de aula desse grupo de alunos. Visualizaram ainda

¹⁷ ¹⁷ Figura original no Anexo J

que, das estratégias pedagógicas utilizadas, a que mais colaborou para o desenvolvimento dos alunos foi o esboço cego. Os autores acreditam que a utilização de estratégias de adivinhação e o processo de conversão dos objetos apalpados em imagens mentais imaginadas teve papel importante no desenvolvimento da PV.

Os autores também observaram que o tipo de abordagem de ensino utilizada interfere no desenvolvimento de habilidades de percepção visual. Comentam que há evidências casuais de que países em desenvolvimento utilizam estratégias pedagógicas mais didáticas. Dessa forma, elaboraram a hipótese de que o desenvolvimento de culturas que focam o processo educacional em disciplinas como a matemática e a ciência e uma reduzida exposição ao desenho e esboços 3D pode prejudicar o desenvolvimento da PV. Nesse sentido, compararam o resultado do teste de percepção visual entre alunos da engenharia e do design, verificando que os acadêmicos do curso de design obtinham resultados significativamente melhores. Os autores inferem que provavelmente esse panorama seja consequência do curso de design exigir a demonstração de habilidades teóricas e práticas de desenho no exame de admissão.

Nesse cenário, Milne et al (2014) realizaram uma nova investigação com o objetivo de analisar: (1) se a exposição à arte e à prática de desenho colaborava para o desenvolvimento de habilidades de percepção visual e (2) se a atividade “desenho cego” é mais eficaz no desenvolvimento da PV do que atividades visuais e a manipulação de modelos em *softwares* gráficos.

Alunos de engenharia e design participaram da pesquisa e realizaram o teste de percepção visual. Os discentes de design, no geral, conquistaram resultados maiores no teste em relação aos de engenharia. No entanto, analisando o histórico dos alunos que demonstraram baixo desenvolvimento de PV, alguns possuíam portfólios com desenhos de alta qualidade ou já tinham realizado disciplinas de desenho técnico. Outros, com alto desempenho no teste não possuíam experiência prévia em desenho, como o caso de um aluno de engenharia que obteve 100% de aproveitamento no teste, nunca havia tido contato com atividades de arte e o seu portfólio de desenho era mais fraco que a média.

O que os autores então puderam perceber é que esse aluno era um eletricitista experiente e, em suas atividades cotidianas, precisava construir relações entre a sua posição nos prédios e as suas partes ocultas para então alimentar os

cabos de um ponto a outro. No mesmo sentido, o curso de design envolve questões teóricas e práticas, com constante prototipação dos projetos e resolução de problemas. Portanto, Milne et al (2014) lançam uma nova hipótese: Talvez o desenvolvimento da PV esteja mais diretamente relacionada à resolução prática de problemas espaciais do que de exercícios de desenho e visualização. Por esse motivo, provavelmente, que o esboço cego demonstrou-se tão eficaz com os alunos. A investigação de Milne et al (2014) colabora com a presente pesquisa através dos conceitos e reflexões que abordam a respeito do desenvolvimento das habilidades de percepção visual (uma das habilidades específicas que compõem a habilidade espacial), principal objetivo desta tese. O teste Purdue e a atividade de esboço cego foram analisados com maior profundidade na etapa de elaboração do modelo de avaliação e desenvolvimento das habilidades espaciais, sendo incorporados à lista de exercícios.

Park e Kim (2007) consideram o raciocínio visual (RV) como um processo interativo composto de análise, síntese visual e modelagem, possibilitando:

A) **Ver**: ocorre a **percepção visual** - responsável pela identificação e combinação de elementos primitivos, sucedendo o reconhecimento da informação visual; a **análise** - observação das relações primitivas, ocorrendo a exploração de predicados da informação visual e a **interpretação** – categorização e ressignificação dos objetos percebidos juntamente com o auxílio da memória.

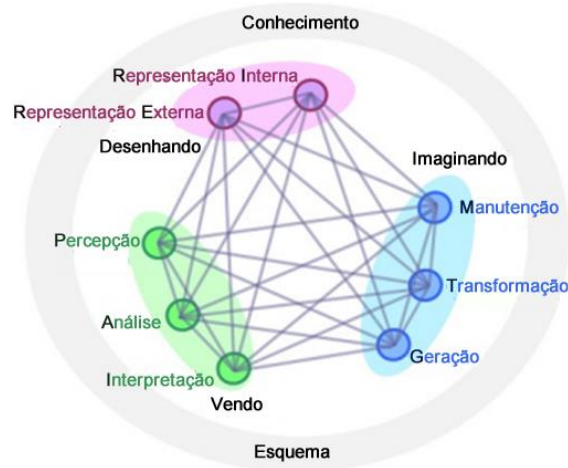
B) **Imaginar**: envolve a **geração de imagens** - através do processo direto de ver ou do reconhecimento proporcionado pela memória de longo prazo (KOSSLYN, 1995); **transformação** – Congruente (rotação mental, mudança de tamanho) ou mudança de padrão (processo que altera o padrão da imagem); **manutenção** – mantém a representação interna.

C) **Desenhar**: processo que permite a representação para a **internalização** (a imagem transformada deve ser avaliada e confirmada) ou **externalização** (caracterizar as ideias como símbolos visuais, como forma de memória externa que pode ser futuramente revisitada). No processo de conversão da representação interna para a externa pode surgir o procedimento de imaginação. Segundo Park e Kim (2007) por esse motivo o desenho demonstra-se importante para o desenvolvimento do raciocínio visual.

Os autores ressaltam que os processos de ver, imaginar e desenhar, na realidade, não ocorrem separadamente, mas interativamente, envolvidos com o

conhecimento e esquema de recuperação do conhecimento visual. Expõem essa concepção na elaboração do Modelo de Raciocínio Visual (Figura 10).

Figura 10– Modelo do Raciocínio Visual



Fonte: Adaptado¹⁸ de Park e Kim (2007, p. 3)

A partir desse modelo de RV, identificaram o envolvimento de oito componentes, dispoendo eles em quadros (quadro 12, 13 e 14). Utilizaram como base a codificação de Suwa e Gero (1998), acrescentando novos elementos considerados importantes (esses demonstram-se destacados nos quadros).

Quadro 12 – Esquema de códigos para o processo de visualizar

Componente	Definição do componente	Esquema de Código	Explicação do Código segundo Suwa et al (1998)
Percepção	Identificação de primitivos, combinação de primitivos e reconhecimento sobre a formação visual	Pfn	Atender ao recurso de uma nova representação
		L	Olhar para uma representação anterior
Análise	Observação sobre relações	Pfnp	Atender ao recurso de uma nova relação ou Psg
		Prnp	Criar ou atender a uma nova relação entre uma nova representação e uma existente

¹⁸ Figura original no Anexo K

Quadro 12 – Esquema de códigos para o processo de visualizar - continuação

Componente	Definição do componente	Esquema de Código	Explicação do Código segundo Suwa et al (1998)
Análise	Observação sobre relações	Pcf	Atender continuamente a um recurso
		Pcr	Atender continuamente a uma relação
		Pcsg	Continuamente atender a um espaço como território
	Exploração sobre predicados de informação visual	Ae	
Interpretação	Categorização, fornecendo novo significado aos objetos percebidos	Psg	Descubra um espaço como território
		Pfp	Descubra um novo recurso de uma representação existente de Pcsg ou de Prsg
		Prp	Descubra uma relação espacial ou organizacional

Fonte: Adaptado¹⁹ de Park e Kim (2007, p. 5)

Os autores inseriram o código “Ae” que representa a extração de predicados da informação visual porque consideram que a interpretação sobre a informação visual pode depender do predicado extraído. Além disso, a interpretação pode afetar a transformação no processo de imaginação.

No Quadro 13, retratam o esquema relacionado ao processo de imaginar. Adicionaram códigos sobre os tipos de transformação Tc, Td e Tp (congruente, mudança de padrão e 2D-3D) e "M" para o processo de manutenção, que é para manter a ideia da imagem gerada ou transformada.

¹⁹ Quadro original no Anexo L

Quadro 13 – Esquema de códigos para o processo de imaginar

Componente	Definição do componente	Esquema de Código	Explicação do Código segundo Suwa et al (1998)
Geração	Geração de conexões de entradas perceptivas Geração de informações visuais a partir da memória de longo prazo (MLP)	Prf	Lembre-se de um recurso de representação
		Prr	Lembre-se de uma relação espacial ou organizacional
		Prsg	Lembre-se de um espaço como território
		Fnp	Pense em uma função independentemente da representação
		Fr	Lembre-se da função
		Frp	Lembre-se da função independentemente da representação
Transformação	Transformação Congruente	Tc	Transformação
	Transformação 2D <-> 3D	Td	
	Transformação de mudança de padrão	Tp	
	Transformação	Fn	Associe uma nova representação, recurso ou relação com uma nova função
		Fre-i	Reinterpretação
Manutenção	Pensando continuamente na imagem ou ideia gerada	M	Imaginação
	Pensamento	Fcp	Pense continuamente em uma função independentemente das Representações
		Fc	Pense continuamente na função

Fonte: Adaptado²⁰ de Park e Kim (2007, p. 5)²⁰ Quadro original no Anexo M

Quadro 14 – Esquema de códigos para o processo de desenhar

Componente	Definição do componente	Esquema de Código	Explicação do Código segundo Suwa et al (1998)
Representação Interna	Confirmação sobre a imagem ou ideia transformada	IR	Revise a imagem
Representação Externa	Servindo como uma memória externa	Drf	Revise a forma, tamanho ou textura de uma representação
		De	Apagar
		Dc	Crie uma nova representação
		Dts	Trace (por cima) a nova representação na mesma folha de papel
		Dtd	Traçar (por cima) a nova representação em uma nova folha
		Dsy	Represente um símbolo que representa uma relação
		Dwo	Escreva frases ou palavras que expressem ideias
		Pipsr	Implemente uma relação anteriormente mencionada fornecendo novas representações ou recursos
		Fi	Implemente uma função previamente explorada criando uma nova representação, recurso ou relação

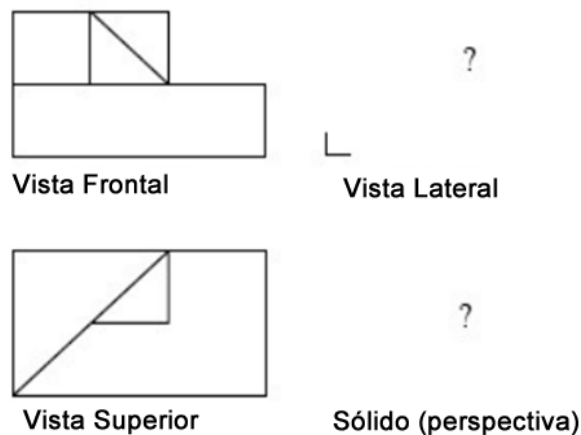
Fonte: Adaptado²¹ de Park e Kim (2007, p. 6)

Adicionaram a codificação 'IR' para representação interna, pois julgam que esse processo seja importante para a avaliação e confirmação de dados gerados ou transformados. Também categorizaram "Pipsr" e "Fi" em representação externa. Por fim, adicionaram o esquema de codificação "De" para apagar (seria interessante apagar? Ou partir dessa representação anterior para recriá-la, aperfeiçoá-la? uma questão a ser analisada por esta pesquisa).

²¹ Quadro original no Anexo N

Após, realizaram um experimento para, a partir da codificação do modelo de raciocínio visual, conseguirem “mapear” o RV dos dois participantes, da qual denominaram de tarefa “*Missing View*”. Desse modo, foram fornecidas duas vistas ortográficas (método americano) de um objeto (frontal e superior) e solicitado que os participantes desenhasssem o mesmo sólido em 3D. Apenas uma introdução geral sobre sistemas de projeção e perspectiva foi ministrada antes do início do exercício.

Figura 11 – Exemplo de exercício



Fonte: Adaptado²² de Park e Kim (2007, p. 7)

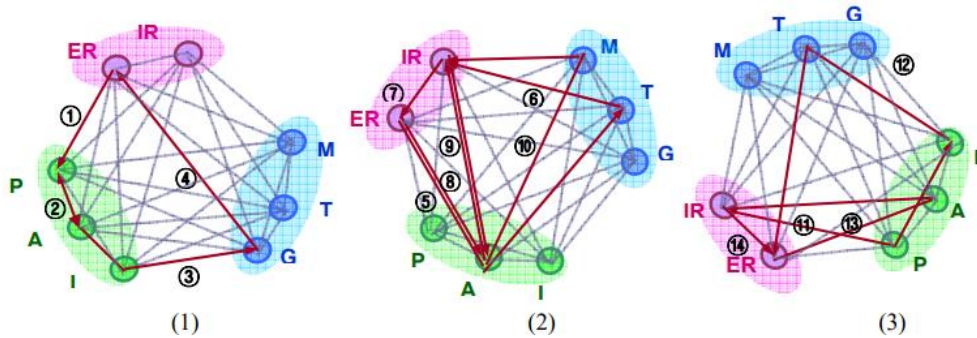
Os autores identificaram as habilidades de raciocínio visual envolvidas na atividade, sendo elas:

- A) Extração de predicados do problema para busca de ligação entre as projeções de diferentes vistas através da percepção (P) e análise (A)
- B) Geração de imagens alternativas (G)
- C) Inspeção das imagens geradas comparando com esboços dados através da percepção (P) e análise (A) na representação interna (IR)
- D) Transformação das imagens (T) com análise repetitiva sobre esboços (A)
- E) Externalização da imagem por meio de esboço (ER)
- F) Transformação da estrutura de 2D para 3D ou de 3D para 2D (T)
- G) Comparação entre os esboços dados e percepção de possíveis resultados através da percepção (P) e análise (A)

A partir dos desenhos realizados obtiveram os seguintes resultados:

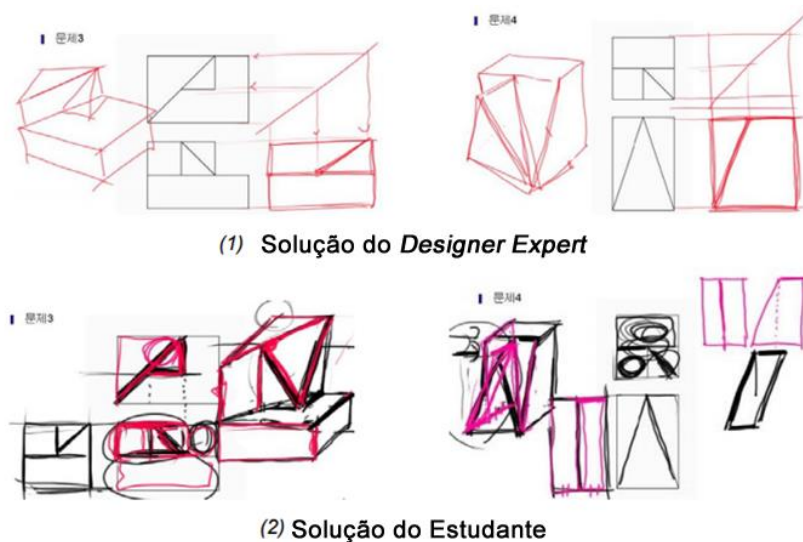
²² Figura original no Anexo O

Figura 12 – Resultados da análise de protocolo do Designer Expert



Fonte: Adaptado de Park e Kim (2007, p. 8)

Figura 13 – Solução do Designer Expert e do Estudante



Fonte: Adaptado²³ de Park e Kim (2007, p. 9)

Apoiados nos exercícios realizados, os autores realizaram a análise de protocolo dos participantes (Quadro 15), apresentando como exemplo, no artigo, a do Designer. Com base na análise dos resultados, os autores concluíram que o tempo dedicado à IR (representação interna) foi decisivo no acerto e erro das soluções.

²³ Figura original no Anexo P

Quadro 15 - Parte da análise de protocolo do Designer *Expert*

Sequência Conectada		Protocolo	Explicação	Esquema Codificado
①	ER→P	Inexistente	Ele desenhou linha estendida da vista superior e vista frontal. Nós assumimos que foi porque ele não conseguia encontrar relação entre as vistas frontal e superior. Ele não poderia ir para a geração de imagens, então tentou externalizar para encontrar solução.	Dc
②	P→A	Esta linha vem diretamente. Aqui está a linha.	Ele estava pensando na relação das linhas entre o esboço e a vista superior	Pfn, Prnp
③	A→I→G	A linha está aqui. Aqui... existe linha daqui para lá...	Continuamente, ele compareceu ao seu próprio esboço comparando a visão frontal e ele interpretou as linhas das vistas corretamente.	Prnp, Prp
④	G→ER	Inexistente	Com a geração de imagem, ele desenhou linhas estendidas a partir do esboço.	G, Dc
⑤	ER→A→T	Inexistente	Ele desenhou linhas sobre o seu esboço e compareceu ao seu esboço comparando com a vista frontal.	Dts , Prnp
⑥	T→IR	Inexistente	Nós assumimos que ele transformou a imagem de 2D para 3D porque ele tinha desenhado esboço 2D, e ele iria avaliar o esboço 3D na sequência	Td
⑦	IR→ER	Se assim for, na verdade ...	Nós assumimos que ele confirmou a imagem transformada em representação porque ele iria rever o seu esboço no próximo segmento.	IR
⑧	ER→A	Isso não existe. Aqui esta forma...	Ele apagou a linha que estava errada em seu esboço.	De
⑨	A ↔ IR	.....Certo?	Nós assumimos que ele avaliou a imagem gerada na representação porque ele mencionou "... certo?"	Prnp, IR

Quadro 15 - Parte da análise de protocolo do Designer *Expert* - continuação

Sequência Conectada		Protocolo	Explicação	Esquema Codificado
⑩	A↔M↔IR	.....Certo	Assumimos que ele avaliou continuamente a imagem, mantendo a imagem.	Prnp, M, IR
⑪	IR→P→I	........Um...	Ele olhou seu esboço e a vista lateral direita alternativamente e encontrou relação entre a vista superior e VLD, descobrindo erros em partes da representação 3D.	Prn, Pfp, Prp
⑫	I→T→ER	Essa linha vem assim.	Ele transformou 2D em 3D e desenhou a forma 3D. Como ele encontrou a solução 2D, ele deveria revisar seu primeiro esboço 3D	Td, Dc
⑬	ER→A↔IR	... Essa cara... se então, isso mesmo.	Ele avaliou a imagem transformada do esboço 3D comparando com o esboço 2D	Prnp, IR
⑭	IR→ER	Apagar ... Esta linha é errada.	Ele apagou a linha errada do esboço 3D. Nós assumimos que ele externalizou a representação interna que estava antes do segmento.	De

Fonte: Adaptado²⁴ de Park e Kim (2007, p. 8)

Tanto o designer estudante quanto o especialista obtiveram uma primeira resolução errada e depois correta. Os autores visualizaram que nas soluções erradas os desenhistas tiveram um tempo menor de IR, ou seja, não analisaram a solução tempo suficiente para externalizá-la e confirmá-la. Além disso, puderam observar que a interação do especialista é mais rápida, o que facilita a rápida elaboração da atividade (solucionou primeiro que o aluno). O esboço do aluno não tinha muita qualidade, de modo que ele o repetiu várias vezes, uma das razões que, segundo os autores, fez ele demorar mais para finalizar a atividade. O especialista demonstrou maior habilidade de internalização, devido a sua maior experiência em projeções. Então os autores também concluem que quanto mais experiência em projeções e esquemas de transferências o sujeito tiver, maior será a facilidade em construir e transformar imagens.

²⁴ Quadro original no Anexo Q

Os autores também realizaram outra análise através de uma atividade de projeto em que os participantes projetaram um objeto para ser utilizado no pátio de um edifício residencial. Teve a duração de 60 min. Embora não tenham demonstrado o mesmo detalhamento de análise que na atividade anterior, visualizaram a evolução do processo criativo das propostas dos participantes através da realização de esboços que envolveram a interação entre os oito componentes do RV. Assim, concluíram que o raciocínio visual possui forte relação com a criatividade em design. Desse modo, o modelo de raciocínio visual e seus oito elementos identificados por Park e Kim (2007) contribuíram com conceitos importantes que foram aplicados na elaboração das atividades do MADHE. Além disso, esse estudo também permite uma análise mais específica sobre a atribuição do desenho no design. É possível visualizar que ele atua como método de registro da criatividade, tendo o raciocínio visual como fomentador desse processo.

Huang e Lin (2016) abordam a impressão 3D como uma forte aliada ao desenvolvimento de habilidades e uma forma de integrar teoria e prática no processo de aprendizagem. No entanto, enfatizam a dependência do processo de modelagem à habilidades espaciais. Desse modo, comparam a utilização de vistas ortográficas e modelos sólidos no desenvolvimento da habilidade de visualização espacial. Abordam a concepção pedagógica CDIO (Conceber, Projetar, Implementar, Operar). Segundo os autores, essa metodologia é utilizada em muitos cursos de graduação, com o objetivo de colaborar com o desenvolvimento de habilidades de liderança e resolução de problemas.

Os pesquisadores trazem conceitos importantes a cerca da visualização espacial. Adotam o conceito de Carroll, 1993; Gardner, 2011 e McGee, 1979, que consideram a habilidade espacial como a capacidade de manipular, rotacionar, torcer ou inverter mentalmente um objeto de estímulo pictologicamente apresentado. Seguem a concepção de Carroll (1993), Linn e Petersen (1985), Lohman (1979) e McGee (1979), considerando que essa habilidade pode ser subdividida em elementos de cognição espacial, incluindo a visualização espacial, orientação espacial, relação espacial ou rotação acelerada, rotação mental, velocidade de fechamento, flexibilidade de fechamento, velocidade perceptual e memória visual. Porém, não conceituam esses elementos.

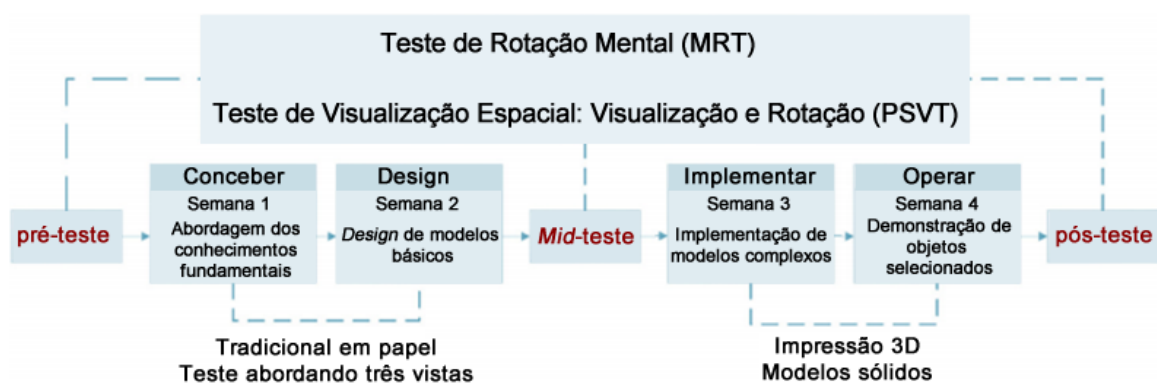
Aplicam um teste de desenho utilizando o software 3D Max, com 13 alunos com idade média de 20 anos. Nenhum possuía experiência neste programa ou outro

de modelagem 3D. O curso teve duração de 4 semanas (36h). A cada semana, as primeiras três horas abordavam palestras e amostras de modelagens 3D. Nas seis horas seguintes os alunos tinham que desenvolver um conceito de projeto, modelar e produzi-lo.

O “modelo inovador de ensino de modelagem 3D” do CDIO é dividido em quatro fases. A primeira fase baseia-se na geração de conceitos dos projetos e do conteúdo, incluindo atividades com vistas ortográficas. Na segunda fase os alunos definem as vistas ortográficas do objeto do seu projeto para se preparar para a modelagem. Na terceira fase, os modelos de impressoras 3D são integrados ao material de ensino e os modelos sólidos substituem as vistas ortográficas. Nesse momento, os alunos visualizam os detalhes da criação dos modelos através da observação, rotação e toque em modelos sólidos. Seguindo de uma discussão profunda com seus colegas, os alunos começam a praticar modelagem 3D. Na quarta fase ocorre a impressão 3D do objeto projetado.

Para avaliar se essa prática auxiliou o desenvolvimento da habilidade espacial (em especial a rotação espacial e a visualização espacial) os autores utilizaram o teste de Visualização Espacial “Purdue Visualização de Rotações” (BODNER e GUAY,1997), o mesmo já reportado na pesquisa de Milne et al (2012). O teste foi realizado antes e depois do curso, como demonstrado na Figura 14.

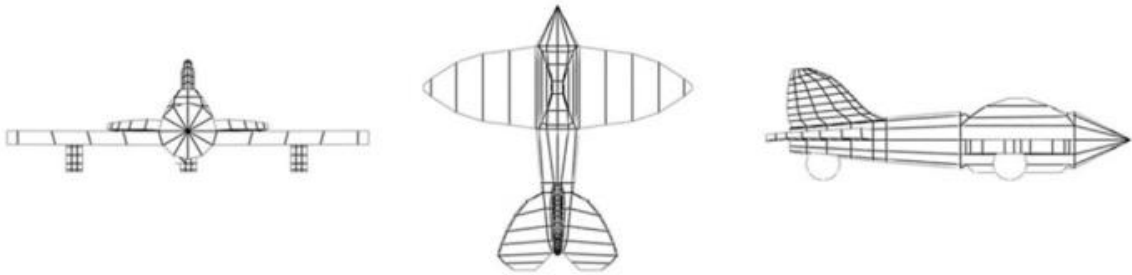
Figura 14 – Procedimentos do experimento



Fonte: Adaptado²⁵ de Huang e Lin (2016, p. 607)

²⁵ Figura original no Anexo R

Figura 15 – Exemplo de atividade realizada



Fonte: Adaptado de Huang e Lin (2016, p. 607)

Figura 16 – Exemplo de atividade realizada



Fonte: Adaptado de Huang e Lin (2016, p. 607)

Os autores visualizaram que, comparando os resultados do pré-teste com o teste médio, as atividades de vistas ortográficas apoiaram o desenvolvimento da visualização espacial tanto nos alunos que obtiveram pontuação baixa como alta no pré-teste. Já comparando os resultados do teste médio com o pós-teste, a atividade de modelagem auxiliou apenas os alunos com baixa pontuação. Ao mesmo tempo, alunos com pontuação alta tiveram um avanço maior através de atividades de modelagem do que de vistas ortográficas. Desse modo, concluem que a melhoria contínua trazida por fatores tácticos e cognitivos a partir da experiência com modelos sólidos é limitada a tarefas de rotação mental relativamente simples entre os alunos de pontuação alta. No entanto, para indivíduos com melhor capacidade espacial anterior, o efeito dos modelos sólidos é mais significativo nos casos mais difíceis.

Portanto, concluíram que o uso de vistas ortográficas é geralmente eficaz para ajudar os alunos a compreender a transformação de informações planas em imagens tridimensionais. O uso do teste de PV indicou ainda que o estudo das vistas

ortográficas ajudam os alunos a melhorar a sua capacidade de rotação mental, porém, com um impacto limitado na visualização espacial. Isso porque, nesse caso, os alunos precisam construir modelos tridimensionais e rotacionar o modelo em vários ângulos de forma mental, abstrata. No entanto, o uso de modelos de impressão 3D permite que os alunos girem objetos livremente e alterem sua perspectiva e distância do objeto, aumentando assim sua compreensão da rotação tridimensional. Essa interação proporcionada com o modelo contempla a mídia tátil, permitindo que os alunos apliquem o que aprenderam no teste e, segundo os autores, melhorando efetivamente suas habilidades de rotação mental e visualização espacial. Alertam ainda para a importância da variedade de métodos de ensino na sala de aula, de modo a contemplar as necessidades de aprendizagem de cada aluno. A investigação de Huang e Lin (2016) traz conceituações importantes a respeito da habilidade espacial e seus elementos, que foram integradas ao mapeamento da habilidade espacial. Além disso, as práticas demonstradas auxiliaram na elaboração das atividades do modelo de desenvolvimento da HE deste estudo.

Paes et al (2017) investigam se a realidade virtual imersiva possibilita uma maior percepção visual ao aluno em comparação à RV não imersiva. Analisam as seguintes questões: (1) o ambiente imersivo melhora a compreensão do usuário sobre o modelo visual, aumentando a sua percepção espacial em comparação com a RV não imersiva? (2) Se positivo, qual é o grau de diferença, entre os sistemas, na visualização espacial dos usuários?

Para a realização do estudo, os autores realizam uma atividade com 30 participantes, entre eles alunos e profissionais da arquitetura e engenharia. Solicitaram que eles respondessem no ambiente não imersivo e, depois, no imersivo, um questionário de questões objetivas, que indagavam sobre a identificação de aspectos espaciais, como dimensões, proporções, entre outros. O objetivo foi analisar em qual dos ambientes as respostas demonstrariam uma percepção do objeto mais próxima da realidade. Também foram analisados os resultados obtidos em diferentes perfis de alunos (homens, mulheres, daltônicos, estudantes de engenharia, de arquitetura,...). Concluíram que, de forma geral, o ambiente imersivo permitiu aos usuários a percepção de características espaciais do objeto com mais precisão do que o não imersivo. Segundo os autores, esse resultado retrata que no ambiente imersivo as informações geométricas exibidas

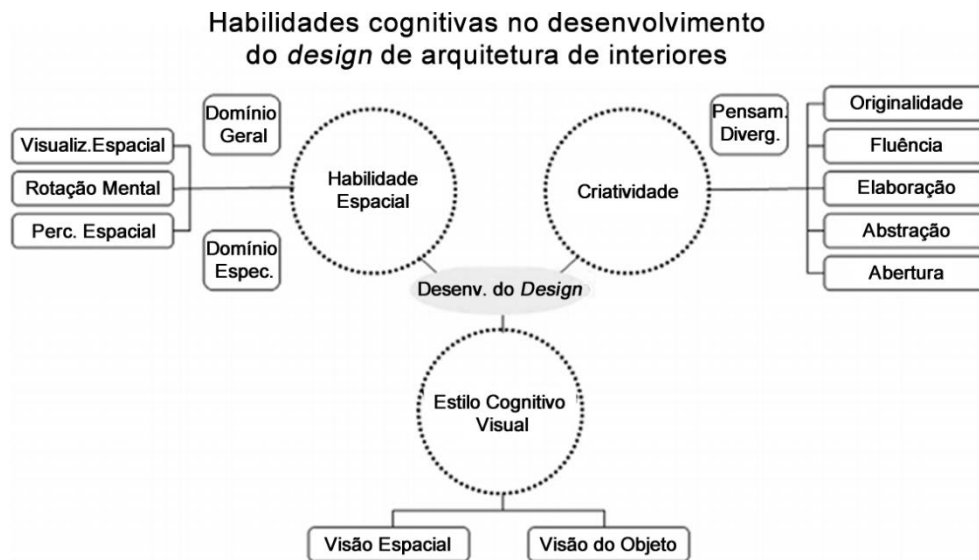
fizeram mais sentido e foram melhor assimiladas pelo usuário. Dessa forma, concluem que: (1) a RV imersiva proporcionou a percepção espacial do modelo 3D em oposição à VR tradicional; (2) a RV imersiva melhorou a percepção espacial de indivíduos com mais de 26 anos de idade, homens, arquitetos e engenheiros; (3) usando RVI, profissionais arquitetos e engenheiros tiveram melhor percepção espacial do que os estudantes; (4) usando RVI, os sujeitos com níveis educacionais mais altos tiveram melhor percepção espacial (5) os sujeitos do sexo masculino tiveram melhor desempenho do que as do sexo feminino.

A partir da investigação realizada por Paes et al (2017) é possível realizar uma reflexão sobre o quanto o uso de softwares e ambientes de realidade virtual imersivos e não-imersivos podem auxiliar (ou não) o desenvolvimento da habilidade espacial. Visualiza-se que essas ferramentas fornecem, de forma mais direta e rápida, um número maior de informações espaciais sobre o objeto. Portanto, possibilita uma melhor assimilação das instâncias do modelo analisado. Mas ele apoia o desenvolvimento da capacidade de visualização espacial? Relacionando essa questão com o estudo de Park e Kim (2007), talvez seja possível afirmar que essas tecnologias digitais contemplam a abordagem do ver e pouco do imaginar (elemento mais envolvido com a criação e transformação de objetos), substituindo o desenhar (naquele momento) por modelar ou manusear um protótipo. Dessa forma, possivelmente, o uso isolado dessas ferramentas, propicie aos alunos apenas uma melhor assimilação do objeto, em detrimento do desenvolvimento da habilidade espacial. No entanto, sendo utilizada em conjunto com outras dinâmicas, por exemplo, após o desenho da perspectiva de um objeto a partir das suas vistas ortográficas (ou vice-versa), os alunos poderiam realizar uma auto avaliação da solução realizada. Assim poderiam investigar as causas de possíveis inconsistências encontradas através da manipulação ou modelagem do protótipo e tentar não repeti-las futuramente. Dessa forma, interagindo com outras práticas pedagógicas, possivelmente, essas ferramentas digitais poderão colaborar com o processo de desenvolvimento de habilidades espaciais. Portanto, o trabalho de Paes et al (2017) possibilitou a realização dessa análise crítica, conectando conceitos importantes para a presente pesquisa.

Cho (2017) investiga a relação entre a criatividade, capacidade espacial e estilos cognitivos visuais em atividades de design. Nesse contexto, realiza um

experimento a partir de um modelo que denomina de “*framework* do seu estudo” (Figura 17).

Figura 17 – *Framework* do estudo atual



Fonte: Adaptado²⁶ de Cho (2017, p. 70)

Desse modo, efetua uma prática com 59 alunos do primeiro semestre dos cursos de arquitetura e design para medir a criatividade, a capacidade espacial e o estilo cognitivo visual. O objetivo é analisar: (1) Qual a relação entre a criatividade, capacidade espacial e estilo cognitivo visual com o desempenho em tarefas de design? (2) A criatividade, capacidade espacial, estilo cognitivo visual e o desempenho em tarefas de design diferem em relação ao gênero e nível de escolaridade?(3) A criatividade, capacidade espacial e o estilo cognitivo visual relacionam-se entre si? Para isso, utilizam os seguintes testes:

Criatividade - teste de Torrance do pensamento criativo (TORRANCE; WU, 1981). Envolve três tipos de atividades: (a) construção de imagens usando a forma de pêra conhecida; (b) preenchimento de figuras incompletas usando as formas fornecidas; (c) conclusão de imagem utilizando linhas ou círculos fornecidos.

Capacidade espacial - aborda a concepção de habilidade espacial, constituída por visualização espacial, rotação mental e percepção espacial. Utiliza três testes:

A) O Teste de Dobra de Papel (Ekstrom, French, Harman, & Dermen, 1976), em que figuras de papel são dobradas e perfuradas na frente dos participantes e eles

²⁶ Figura original no Anexo S

precisam encontrar as figuras correspondentes que mostrem corretamente a posição dos furos quando os papéis estiverem abertos;

B) O Teste de Rotação Mental (Peters et al., 1995; Shepard & Metzler, 1988) em que os participantes visualizam figuras em 3D e precisam combiná-las com outras que encontram-se giradas no espaço;

C) O Teste de Habilidades Espaciais em Arquitetura, que utiliza três tipos de perguntas: (a) a imagem 3D que melhor corresponde a um plano 2D; (b) o plano 2D que melhor representa uma imagem 3D; e (c) o plano 2D que melhor corresponde a uma vista isométrica em 3D. Segundo o autor, esse teste aborda, respectivamente, memória de trabalho, imagens mentais, visualização espacial e capacidade de girar mentalmente imagens 2D e 3D para encontrar as melhores imagens correspondentes. Segundo Cho (2017), o teste de dobra de papel envolve a capacidade de compreender, rotacionar e integrar mentalmente formas espaciais. O teste de rotação mental compreende a capacidade de criar imagens mentais de figuras e rotacioná-las mentalmente. Já o teste de habilidades espaciais em arquitetura aborda, respectivamente, memória de trabalho, imagens mentais, visualização espacial e capacidade de girar mentalmente imagens 2D e 3D para encontrar as melhores imagens correspondentes.

Estilo Cognitivo Visual – questionário de imagens espaciais (Blajenkova, 2006). Trata-se de 30 questões, em escala Likert de 7 pontos, que perguntam sobre a preferência dos participantes sobre o uso de imagens visuais (15 questões por estilo).

A partir dos dados coletados, Cho (2017) não encontrou relação entre a criatividade, a capacidade espacial e estilo cognitivo visual; nem desses elementos com o desempenho em atividades de design. No entanto, comenta a necessidade de estudos mais consistentes sobre essa questão, já que outros estudos já comprovaram relações entre eles. Para a presente pesquisa, o estudo deste autor colabora com conceituações importantes a respeito da habilidade espacial. Ele utiliza essa nomenclatura do mesmo modo que Huang e Lin (2016) e a relaciona a outras habilidades e ou elementos: rotação mental, criação de imagens mentais, compreensão e integração de formas espaciais, transformação de representações 2D em 3D e vice-versa, memória de trabalho, capacidade de girar imagem 2D ou 3D para encontrar a parte que a complementa, entre outras. Além disso, outra colaboração significativa é a apresentação dos testes utilizados e a sua relação com

cada habilidade envolvida. Eles foram incorporados nas atividades propostas no modelo de avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial, proposto por esta pesquisa.

Shah et al (2011) também colaboram significativamente com a presente pesquisa, pois abordam elementos importantes no âmbito das habilidades espaciais e que provavelmente serão utilizados na etapa de mapeamento, proposto por este estudo. Os autores identificam a dimensão das experiências como um dos elementos cognitivos básicos do pensamento visual, ao lado da cognição visual, representação cognitiva e neurociência, todos no âmbito do pensamento visual. Essa conotação complementa o trabalho de Milne et al (2014), que em seu estudo de caso, observou forte influência da experiência no desenvolvimento da percepção visual. Eles também reforçam a importância do esboço como forma de expressar esquemas, mapas cognitivos e modelos mentais. Uma das principais contribuições do seu estudo está na identificação e definição de indicadores para a medição do pensamento visual, dispostos a seguir.

Quadro 16 – Classificação e definição de indicadores para medir o pensamento visual

Crítérios de pensamento visual	Indicadores
Memória Visual	Recuperação formas de objetos, relacionamentos, localização e atributos de objeto (cor, textura, etc)
Compreensão visual	Reconhecimento de objeto / recurso, compreensão de relações semânticas, categorização, velocidade perceptiva, conclusão da imagem
Transformação Visual (imagem mental e manipulação)	Transformações afins (rotação, reflexão, dimensionamento, etc), visualização da transformação, cor, textura, transformação de atributos, cruzamentos, Transformação 2D ↔ 3D, projeção ortográfica; elaboração de layout
Raciocínio Visual Espacial	Simulação de movimento, raciocínio analógico, indução, descoberta de padrões e possíveis inconsistências, remoção de peças da montagem, layout / organização em espaço restrito, sequência de montagem / desmontagem
Síntese Visual	Geração de novos objetos, criação de imagens a partir da descrição verbal, síntese de objeto 3D, de vistas 2D, interseções
Expressão Visual	Habilidades de desenho, esboço de qualidade, proporções, clareza de expressão, efeitos como sombreamento.

Fonte: Adaptado²⁷ de Shah et al (2011, p. 4)

²⁷ O formato original deste quadro encontra-se no Anexo T.

Os autores também investigaram testes já existentes para medir as habilidades visuais e espaciais, identificando as habilidades contempladas por cada um deles. Essa relação é apresentada no quadro 17.

Quadro 17 – Pesquisa sobre testes já existentes de habilidades visuais e espaciais

Teste Pesquisado	MCT	RCFT	VKR	Purdue	Cubo	Arabic	Dvp VP	Fator de referência do kit de tarefas					
								CFI	MV	P	S	VZ	XF
Memória visual		X							X				
Composição visual							X*	X		X			X
Transf. de imagem	X		X	X	X	X					X	X	X
Raciocínio espacial	X												
Síntese visual												X	
Expressão visual													
Dimensionalidade	3D	2D	3D	3D	3D	2-3D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D

* Velocidade perceptual medida pelo tempo de resposta

Fonte: Adaptado²⁸ de Shah et al (2011, p.6)

Verificaram que nenhum teste aborda todas as habilidades. Segundo os autores, muitos são baseados em problemas 2D e nenhum teste aborda a expressão visual e apenas parte de um contempla a síntese visual. Acreditam que essa seja uma possível razão para muitos alunos da engenharia conquistarem bons resultados nos testes e, ao mesmo tempo, demonstrarem a necessidade de desenvolver habilidades de desenho. Desse modo, desenvolveram um teste para a medição das habilidades espaciais e visuais, estruturado conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Resumo do teste de PV: versão Alpha

Módulo #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Conteúdo	Manip. imagem	Anál. g.ia	Inter. seccão	Sombra	afine transf.	Movimento	XSec	Txt da imagem	2D/3D	Falta	Drg	Lem brar	
#Exercícios	2	4	4	3	3	3	2	3	3	3	1	3	34
Alocação do time (min)	3	3	3	3	3	5	4	6	6	5	10	10	62
Categoria													
Memória visual												X	3
Composição visual		X							x			X	9
Transf. de imagem				X	X	x	x						11
Raciocínio espacial	X	x	x			X	X		X	X			17
Síntese visual			X					x	X				10
Expressão visual				x			X	x	x		X	x	13
Dimensionalidade	2,3D	2D	3D	3D	2D-3D	3D	3D	3D	3D	3D			

Fonte: Adaptado²⁹ de Shah et al (2011, p.7)

Na referida tabela é possível visualizar o tipo de pergunta utilizada em cada módulo, o número de exercícios abordados, o tempo disponibilizado e as habilidades contempladas. Esse teste é outro fator importante, pois relaciona tipos de exercícios

²⁸ Quadro original no Anexo U

²⁹ Tabela original no Anexo V

a cada uma das habilidades identificadas, que por sua vez poderão contribuir com a elaboração do modelo de avaliação e desenvolvimento das habilidades espaciais proposto por esta pesquisa. Destacam-se também, os Critérios utilizados no desenvolvimento do teste, a saber:

- A) projetar questões que contemplassem as seis habilidades de pensamento visual identificadas;
- B) ser voltado para estudantes do segundo ano de engenharia;
- C) ter duração de 60-90 min;
- D) projetar questões que possibilitem mensurar habilidades integradas, como expressão visual e memória visual, ou expressão visual e transformação;
- E) abordar questões em três níveis: fácil, moderado e difícil;
- F) utilizar diferentes médias entre as questões

Atividades abordadas em cada módulo:

Módulo 1: aborda a Raciocínio espacial e visual. O sujeito recebe uma série de instruções para construir a imagem mental de um objeto, sem desenhar. Depois imagina a imagem formada para apontar a alternativa com características corretas do referido objeto. O nível fácil aborda sólidos 2D e o difícil 3D.

Módulo 2: testa a compreensão visual pela descoberta de padrões de mudanças entre séries de objetos similares. Por analogia visual, espera-se que se preveja o próximo membro da série. São utilizadas questões do nível fácil à difícil.

Módulo 3: compreende a síntese visual de objetos formados pela interseção de dois objetos 3D. Embora o raciocínio visual também esteja envolvido, o processo primário é juntar curvas de interseção para criar um novo Objeto 3D. As questões fáceis neste módulo são baseadas em objetos poliédricos; os mais difíceis em objetos curvos.

Módulo 4: solicita o desenho do esboço da sombra de um objeto quando uma luz é colocada na sua frente e uma tela no lado oposto, atrás do objeto.

Nível fácil, moderado e difícil. Como os alunos são solicitados a esboçar as respostas, é possível também classificar suas habilidades de desenho.

Módulo 5: aborda o pensamento visual de um modo diferenciado, incorporando diferentes tipos de transformações: rotações, translações, reflexões e combinações de escala. A maioria dos módulos é acompanhada por um exemplo resolvido para deixar as instruções mais claras.

Módulo 6: testa o raciocínio visual em um ambiente de engenharia. Os sólidos envolvem movimentos de diferentes tipos e as alternativas são de múltipla escolha.

Módulo 7: envolve a geração de vistas de seção cruzada ao longo de planos de corte especificados. São utilizados objetos de engenharia realistas e não poliedros simples. Eles contêm vários recursos, incluindo saliências e furos. É avaliado o Raciocínio espacial e visual, sendo que os alunos podem fornecer as respostas através de esboços em escala (contornos de superfícies cortadas no plano de corte).

Módulo 8: apresenta a transformação de texto em imagem. Uma montagem de objetos é descrita em palavras, envolvendo formas, dimensões e seções transversais. É preciso construir mentalmente os objetos e Expressá-los com um esboço proporcional.

Módulo 9: duas ou mais visualizações 2D são fornecidas e a forma 3D precisa ser construída. Aborda a compreensão e expressão visual.

Módulo 10: um objeto em 3D é fornecido, sendo necessário determinar como é possível criá-lo a partir do corte e dobra de uma chapa ou papel. Pode haver várias respostas corretas. Envolve o raciocínio visual.

Módulo 11: avalia habilidades de esboço à mão livre. Os alunos podem escolher entre três diferentes atribuições: automotivo, arquitetônico ou escultura de arte.

O teste foi utilizado com alguns designers profissionais, como forma de avaliá-lo. Como resultado, algumas questões foram modificadas. Tornou-se necessário aumentar o tempo de elaboração de algumas questões, níveis difíceis foram excluídos em alguns casos e o módulo 11 foi substituído por exercícios na modalidade Tangram, envolvendo a síntese visual.

Portanto, foi possível visualizar, nesta seção, contribuições importantes referentes à conceituação e o desenvolvimento da habilidade espacial. Através dos conceitos abordados, foi possível conceber a habilidade espacial como uma habilidade geral, constituída de habilidades específicas, entre elas: Percepção visual, Rotação Mental, Raciocínio Espacial, entre outras que puderam ser visualizadas no decorrer dos trabalhos analisados. Além disso, as habilidades, atividades e práticas pedagógicas compartilhadas colaboraram com a etapa de mapeamento e o desenvolvimento do modelo de avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial, proposta por esta tese.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo é apresentado o caráter metodológico desta pesquisa, bem como o processo de sua elaboração.

5.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo caracteriza-se por uma abordagem teórico-prática, uma vez que aspectos importantes relacionados à avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial e do desenho técnico são destacados através da elaboração do modelo de avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial (MADHE). Para a construção da pesquisa adota-se uma metodologia quantitativa e qualitativa. No âmbito quantitativo são elencados, a partir da opinião de especialistas em competências, professores de desenho técnico, observação de trabalhos realizados por alunos e análise documental, elementos constituintes das competências de DT e habilidades espaciais. Já no âmbito qualitativo a coleta de dados ocorre de maneira exploratória e a análise desses dados coletados adota uma abordagem interpretativa. Além disso, as atividades constituintes do MADHE baseiam-se em aspectos qualitativos referentes ao desenvolvimento da habilidade espacial.

Embora a presente investigação possa colaborar com distintos cursos de graduação que abordem o desenho técnico em seu currículo, possui o seu foco voltado à área da educação em design, mais especificamente a alunos e professores de disciplinas de desenho técnico. Foram selecionados professores e alunos envolvidos com disciplinas de desenho técnico, assim como especialistas em competências e pesquisadores na área da educação, que tiveram o interesse em participar da etapa de coleta de dados desta pesquisa.

5.1.2. Aspectos éticos da pesquisa

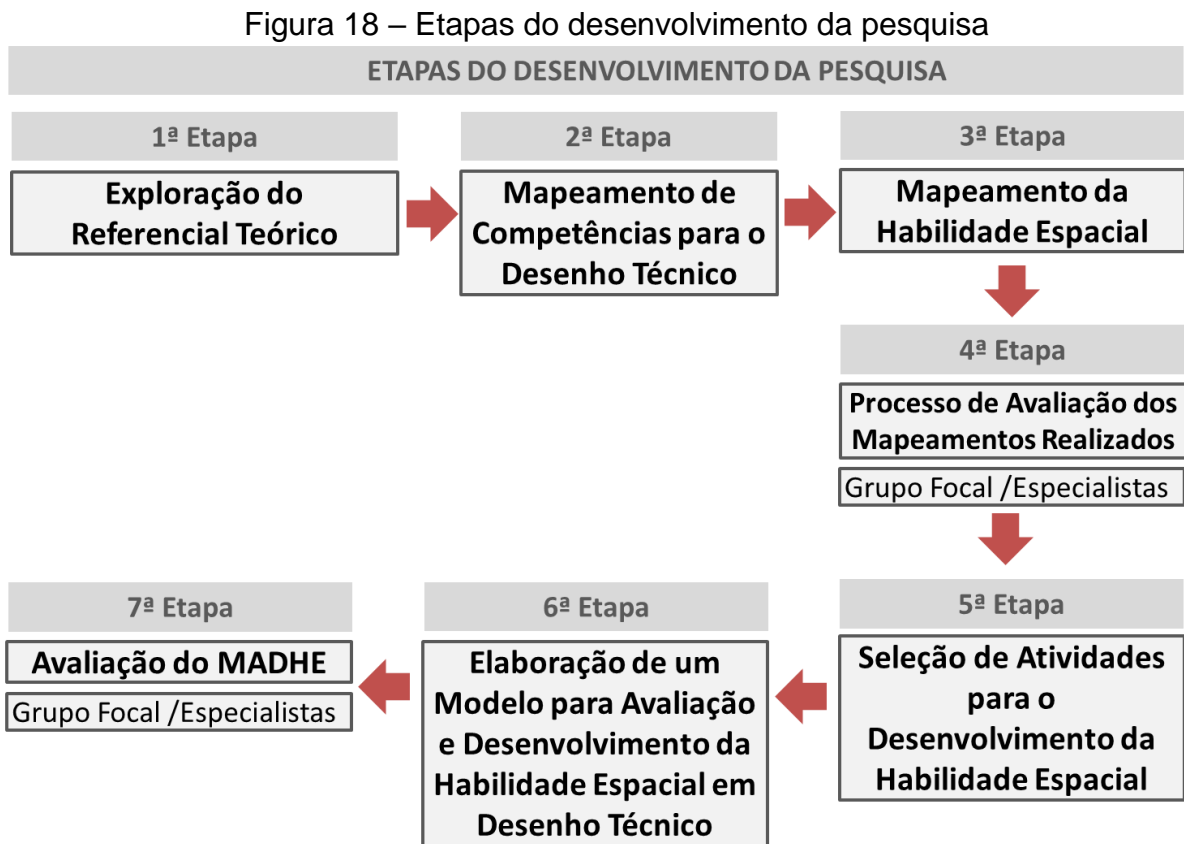
Para atender as questões éticas³⁰ da pesquisa, todos os sujeitos envolvidos receberam, antes de iniciar a sua participação na etapa de coleta de dados, informações sobre o estudo proposto e sua metodologia, assim como o documento denominado Termo de consentimento informado (Apêndice A). Esse documento

³⁰ Este projeto faz parte do projeto “Contextualização do ensino de desenho técnico a partir da prospecção de mercado” sob o número 33867, aprovado pela Comissão de Pesquisa de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

conteve a apresentação do estudo, os objetivos da pesquisa e o consentimento de participação. Ele foi assinado em duas vias, uma para o pesquisador e outra para o participante. A privacidade foi respeitada, assim como a recusa na participação.

5.2. ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A presente pesquisa foi desenvolvida em 7 etapas (Figura 18), descritas nas seções a seguir.



Fonte: A autora (2019)

5.2.1. Etapa 1: Levantamento de referencial teórico

Na primeira etapa deste estudo foi realizada uma revisão sistemática a respeito das competências do designer e do desenho técnico, das habilidades espaciais, assim como do desenvolvimento do DT e da HE. A partir disso, Efetuou-se uma revisão das produções existentes em torno dos temas abordados por este estudo, de modo a investigar o caráter inédito desta proposta de tese e possíveis colaborações com este estudo. Por fim, foi explorado o referencial teórico

que embasa esta pesquisa e apresentado o intuito de elaborar um modelo para a avaliação e o desenvolvimento da habilidade espacial em desenho técnico (MADHE).

5.2.2. Etapa 2: Mapeamento das competências de desenho técnico

Na segunda etapa foi realizado o mapeamento das competências necessárias para a elaboração do desenho técnico. Primeiramente efetuou-se uma análise documental, através da exploração de conteúdos programáticos, planos de ensino de disciplinas de DT³¹ e desenhos realizados por alunos de uma disciplina³² de graduação do curso de design da UFRGS. Após, investigou-se artigos e estudos que abordassem elementos ou indicadores dessas competências. Assim, o mapeamento preliminar foi resultante da integração dos dados coletados nesta etapa.

5.2.3. Etapa 3: Mapeamento da habilidade espacial

Na terceira etapa, efetuou-se o mapeamento da habilidade espacial. O seu processo de elaboração foi realizado a partir da exploração do referencial teórico desta pesquisa. O mapeamento preliminar resultou da integração dos dados identificados nesta etapa.

5.2.4. Etapa 4: Avaliação do mapeamento das competências do DT e das habilidades espaciais

Realizou-se um grupo focal com 4 especialistas em competências, 1 professor de desenho técnico e 1 pesquisador do programa de pós-graduação em Design. Assim, possibilitou-se a prática de análises e discussões, bem como a avaliação dos mapeamentos realizados nas etapas 2 e 3 desta pesquisa. A partir da implementação dos aprimoramentos sugeridos, constituiu-se a versão final do

³¹ Foram analisados planos de ensino e conteúdos programáticos de disciplinas de desenho técnico das seguintes instituições: Curso Técnico em Eletromecânica da Universidade de Santa Maria, Unidade de Ensino Médio e Técnico – Cetec/São Paulo, Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia da Bahia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Universidade de Rio Verde, Faculdade Machado Sobrinho, Centro Paulo Souza, SENAC/RS, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

³² Disciplina Tópicos Especiais em Design de Produto I - Design, Cultura e Inovação, da UFRGS, realizada em parceria com o projeto internacional e interinstitucional *Global Studio*. Nesta edição, foi constituído por estudantes de graduação em design de produto de cinco universidades de quatro países (Brasil, Itália, Japão e Turquia).

referido mapeamento das competências para o desenho técnico e da habilidade espacial.

5.2.5. Etapa 5: Identificação e seleção de estilos de atividades para o desenvolvimento da habilidade espacial

Primeiramente realizou-se, através da análise de referencial teórico, a identificação e exploração de diferentes testes e atividades envolvendo as habilidades espaciais e desenho técnico. Após, foram identificados estilos de exercícios que pudessem apoiar o desenvolvimento de cada habilidade espacial.

5.2.6. Etapa 6: Elaboração de um modelo para a avaliação e o desenvolvimento da habilidade espacial (MADHE) em desenho técnico

A partir do mapeamento das competências para o desenho técnico e da habilidade espacial, elaborado nas etapas 3 e 4, juntamente com as atividades selecionadas e criadas na etapa 5, construiu-se um modelo para avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial em desenho técnico (MADHE). Inicialmente organizou-se uma lista de atividades destinadas ao desenvolvimento de cada habilidade espacial específica. Após, criou-se um instrumento para a avaliação das habilidades espaciais. Na sequência, organizou-se o gabarito dos exercícios. Por fim, esses três materiais foram vinculados, constituindo a versão preliminar do MADHE.

5.2.7. Etapa 7: Análise do modelo para a avaliação e o desenvolvimento da habilidade espacial (MADHE)

Realizou-se um grupo focal composto por 5 professores de desenho técnico e 2 pesquisadores da área da educação. Através dele possibilitou-se a prática de análises e discussões sobre o MADHE, assim como a sua avaliação. A partir do *feedback* dos participantes foram realizados aprimoramentos, constituindo a versão final do modelo para avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial em desenho técnico.

Portanto, com base nessas etapas, foi possível construir o modelo MADHE. A seguir, são detalhados os processos de construção e avaliação dos mapeamentos

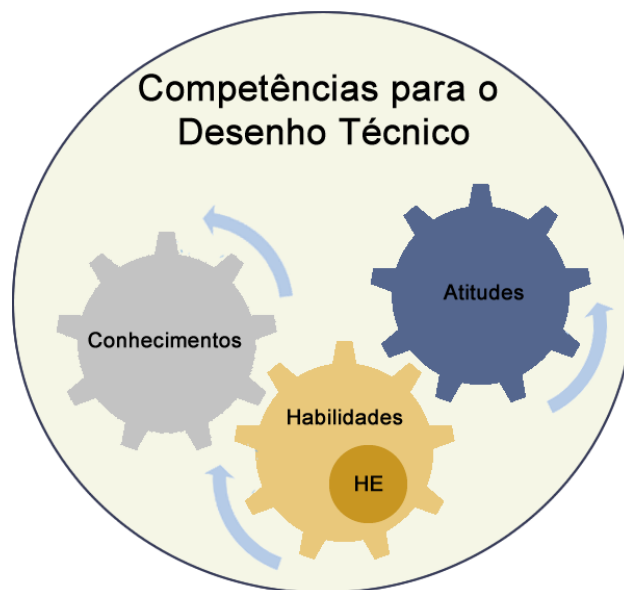
realizados, bem como do modelo para avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial em desenho técnico, resultados desta pesquisa.

6 MAPEAMENTO DOS ELEMENTOS CONSTITUINTES DA HABILIDADE ESPACIAL EM DESENHO TÉCNICO

A presente pesquisa teve como um dos seus maiores desafios a identificação científica dos elementos da habilidade espacial e a determinação da sua relação com os objetivos de desenho técnico. Nesse sentido, adotou-se o processo de mapeamento de competências para a busca desse objetivo.

No entanto, para mapear a referida habilidade, tornou-se necessário, primeiramente, situá-la em um determinado contexto (Figura 19), ou seja, verificar com quais conhecimentos e atitudes essa habilidade é normalmente articulada para a elaboração do desenho técnico. Essa prática mostrou-se ainda mais pertinente, uma vez que, como comentado em capítulos anteriores, a HE também costuma ser abordada por investigações na área da saúde.

Figura 19 – Esquema sobre o contexto da Habilidade Espacial em Desenho Técnico



Fonte: A autora (2019)

Dessa forma, inicialmente, definiu-se o cenário de atuação da HE neste estudo, através do mapeamento de competências para o desenho técnico. Após, foi possível analisar especificamente os elementos constituintes da habilidade espacial, através do seu mapeamento. Este processo é descrito nas seções a seguir.

6.1 MAPEAMENTO DAS COMPETÊNCIAS PARA O DESENHO TÉCNICO

6.1.1 Mapeamento Preliminar

A realização do mapeamento preliminar das competências para o desenho técnico envolveu as seguintes etapas: Análise documental e Exploração do Referencial Teórico, detalhadas a seguir.

Etapa 1: Análise Documental

O processo de análise documental envolveu duas fases: (1) análise de planos de aula e conteúdos programáticos de disciplinas de desenho técnico e (2) observação de desenhos realizados por alunos de uma disciplina de graduação em design.

Fase 1 – Exploração de planos de aula e conteúdos programáticos

Foram analisados planos de aula e conteúdos programáticos de disciplinas de desenho técnico e outras afins, relacionadas com a prática de desenho técnico. Verificou-se que a maioria dos materiais são compostos por objetivos e a listagem de conteúdos. Mesmo aqueles que mencionam o uso de competências, não distinguem os seus elementos (conhecimentos, habilidades e atitudes). Além disso, percebe-se que as competências especificadas retratam, na realidade, objetivos.

Dessa forma, os dados coletados foram convertidos na concepção de competências abordada por esta pesquisa e desmembrada em conhecimentos, habilidades e atitudes.

Fase 2 – Observação de desenhos realizados por alunos

Nesta fase do mapeamento, observou-se os desenhos elaborados por estudantes do curso de design que participaram do projeto Global Studio 2018, por intermédio do intercâmbio entre disciplinas de universidades do Brasil, Turquia e Japão. O objetivo foi identificar os elementos envolvidos na prática do desenho, em uma disciplina de desenvolvimento de projeto e não diretamente de desenho técnico.

Seguindo a metodologia da referida disciplina, os alunos trabalharam em grupos pareados: dois grupos Brasil-Turquia e um Brasil-Japão. Assim, atuaram

tanto como designers - propondo soluções para necessidades recebidas, quanto como clientes - expondo uma carência da sua cidade a ser suprida. O tema abordado foi transporte público. Participaram 23 alunos dos últimos semestres de graduação em Design, uma base de três componentes por grupo, com exceção do Japão que contou com 9 integrantes. As atividades foram realizadas em 10 semanas e postadas no blog do projeto.

Com o objetivo de não expor os alunos participantes deste estudo, os grupos são dispostos por país e identificados por números.

Quadro 18 – Grupos pareados

País	Grupo	Número de estudantes	País	Grupo	Número de estudantes
Brasil	Grupo 1	3	Turquia	Grupo 4	3
Brasil	Grupo 2	3	Turquia	Grupo 5	3
Brasil	Grupo 3	2	Japão	Grupo 6	9

Fonte: A autora (2019)

A) Grupos do Brasil

Grupo 1: criou um produto portátil para deslizar na neve na Turquia atendendo às necessidades do grupo 4.

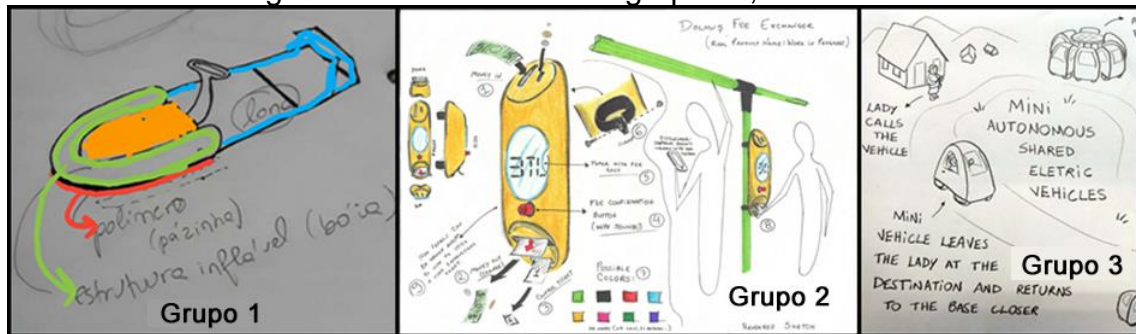
Grupo 2: projetou um dispositivo para efetuar pagamento em transporte público, também destinado à Turquia, atendendo às solicitações do grupo 5.

Grupo 3: idealizou um aplicativo para auxiliar no transporte público de idosos, destinado ao Japão, conforme a demanda do grupo 6.

Como resultado da análise realizada, verifica-se que nos grupos do Brasil há uma alternância mais homogênea entre o uso do desenho à mão (com ou sem instrumentos) e no computador. Visualiza-se o uso de perspectiva isométrica e vistas ortográficas comuns para a exposição das propostas. Um grupo, em especial, destaca-se pela qualidade do traçado e detalhamento do seu objeto, sendo o único a abordar a perspectiva explodida para mostrar encaixes e montagens. Alguns desenhos desses times podem ser observados na Figura³³ 20.

³³ Essas figuras podem ser melhor analisadas no Anexo X desta Tese.

Figura 20 - Desenhos dos grupos 1, 2 e 3 do Brasil



Fonte: Grupos 1, 2 e 3

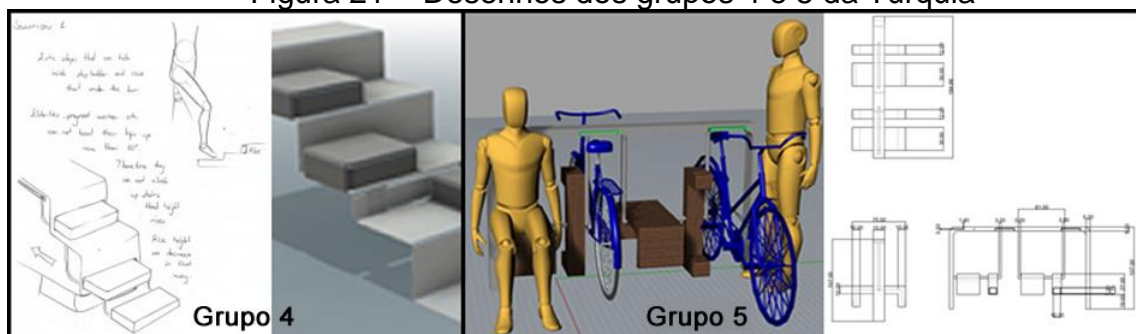
B) Grupos da Turquia

Grupo 4: elaborou um produto para auxiliar o acesso de idosos, gestantes e portadores de deficiência em ônibus no Brasil, atendendo às necessidades reportadas pelo grupo 1.

Grupo 5: planejou um produto para armazenar bicicletas em local público, também no Brasil, atendendo ao brief elaborado pelo grupo 2.

Realizando uma comparação entre esses dois grupos da Turquia, é possível verificar uma oposição na qualidade dos traçados e na predominância do desenho à mão ou informatizado. No entanto, ambos utilizam perspectivas e vistas ortográficas para representar a sua proposta. A seguir, na Figura³⁴ 21, é possível visualizar alguns desenhos desses dois times.

Figura 21 - Desenhos dos grupos 4 e 5 da Turquia



Fonte: Grupos 4 e 5

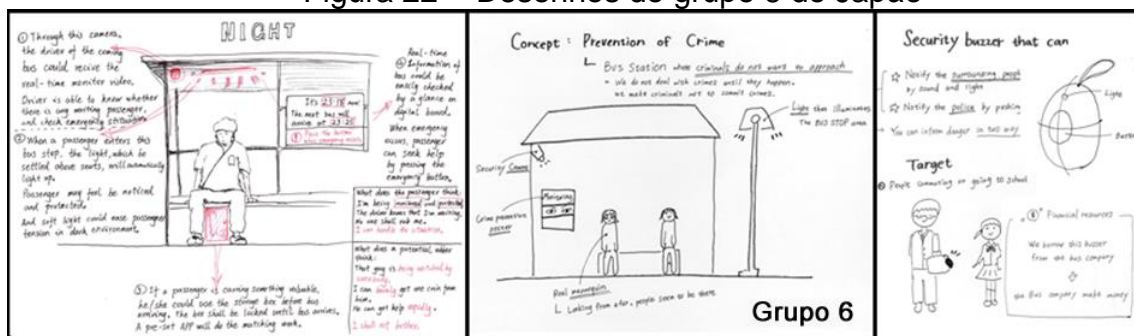
C) Grupos do Japão

Grupo 6: projetou um aplicativo para aumentar a segurança de usuários de ônibus no momento em que esperam próximo a uma parada de ônibus segura, para uso no Brasil, atendendo às necessidades do Grupo 3. Há a predominância do uso de vistas ortográficas à caneta e cores. Visualiza-se um traçado simplório e

³⁴ Essas figuras podem ser melhor analisadas no Anexo X desta Tese.

infantilizado, parece não aplicar conhecimento ou experiência em desenho técnico. Utiliza bastante informação textual, de modo ao desenho obter um caráter ilustrativo. Os desenhos são apresentados de forma isolada, como imagens, sem utilizar a referência da escala e proporção. Dessa forma, percebe-se que os desenhos (junto aos textos) explicam o conceito da proposta, mas há pouca informação a respeito da sua constituição. Essa análise é retratada por alguns desenhos dispostos na Figura³⁵ 22.

Figura 22 - Desenhos do grupo 6 do Japão



Fonte: Grupo 6

A partir da análise dos desenhos dos grupos participantes, verificou-se que, basicamente, independentemente do país, os grupos utilizaram como estratégia o uso de esboços em perspectiva durante o processo criativo e de “negociação” das ideias propostas com o seu cliente. Após definido, o conceito de design foi registrado em pranchas desenhadas em software CAD e com uma apresentação mais técnica (vistas ortográficas comuns, detalhamentos e cotas). Essa estratégia, em seu todo, demonstrou-se eficiente, pois originou boas propostas, expressadas graficamente de forma satisfatória. No entanto, de modo geral, com rara exceção, visualiza-se que a qualidade dos traçados e o domínio das técnicas de desenho e normas técnicas não são condizentes com o período avançado em que os alunos encontram-se no curso de design gráfico.

Portanto, a partir das observações³⁶ realizadas, foi possível identificar elementos de competência importantes na elaboração do desenho técnico: (1) Escolha do melhor tipo de representação para a apresentação de um determinado produto, (2) Qualidade do traçado (diferença de espessuras, paralelismo entre linhas, definição do traçado); (3) Escala (proporção em relação aos diferentes elementos do desenho); (4) Comunicação do desenho (compreensão da proposta

³⁵ Essas figuras podem ser melhor analisadas no Anexo X desta Tese.

³⁶ No Anexo X disponibiliza-se um acervo maior dos desenhos analisados.

elaborada, equilíbrio entre informações textuais e gráficas). Também foi possível concluir sobre a importância da existência de uma competência específica destinada à expressão gráfica e outra designada à gestão do processo de desenho, a partir das dificuldades encontradas pelos alunos no decorrer da elaboração dos projetos.

Etapa 2 – Referencial Teórico

A partir da análise do referencial teórico e dos trabalhos correlatos explorados pela presente pesquisa, foi possível adaptar e acrescentar, no presente mapeamento, elementos de competências já descritos por alguns estudos. Uma das contribuições destacadas é a adoção da legenda de MOUBDI et al (2018) no quadro de competências preliminar, como forma de informar o embasamento teórico que originou cada elemento identificado. Além disso, a estruturação do mapeamento e a constituição e organização dos seus elementos (conhecimentos, habilidades e atitudes) foram norteados pela experiência docente em disciplinas de desenho técnico da pesquisadora desta tese.

Como consequência dessas etapas de mapeamento, constituiu-se o quadro preliminar das competências mapeadas. Por esse motivo, ele encontra-se disposto no apêndice B deste trabalho. O exemplar final é construído após a sua avaliação em grupo focal por especialistas e exposto na seção 6.3.

6.2 MAPEAMENTO DA HABILIDADE ESPACIAL

O mapeamento da habilidade espacial foi realizado a partir da exploração do referencial teórico desta pesquisa, principalmente referente à análise sistemática.

Primeiramente foram analisados os diferentes conceitos relacionados à habilidade espacial. Após, selecionou-se aqueles que se relacionavam com os objetivos do desenho técnico (marcados com asterisco no quadro 19). Nos casos em que houve mais de uma conceituação para uma mesma habilidade, optou-se pela adoção da mais próxima ao contexto do DT, ou ainda, formulou-se uma nova definição a partir da união entre duas ou mais já existentes. O resultado dessa prática pode ser observado no quadro 19.

Quadro 19 – Habilidades espaciais específicas a partir da exploração do referencial teórico

Shah et al (2011)	Huang e Lin (2016), Carroll (1993), Linn e Petersen (1985), Lohman (1979) e McGee (1979)	Cho (2017)	Linn e Petersen (1985)	Voyer et al (1995)	Lohman (1996)	Maier (1994)	Titus(2009)	Site Visão na Infância	Torrezzan (2019)
* Memória visual	Visualização espacial	Visualização espacial	Visualização espacial	Rotação mental	Relações espaciais	*Relações espaciais	Relação espacial	Discriminação visual	Visualização espacial
Compreensão visual	Orientação espacial	Rotação mental	Rotação mental	Percepção espacial	Orientação Espacial	*Percepção espacial	Manipulação espacial	Relação espacial	Percepção Espacial
Transformação visual (imagem mental e manipulação)	Relação espacial ou rotação acelerada	Percepção espacial	* Percepção espacial	Visualização espacial	Visualização	* Visualizaçã o espacial	* Penetração visual	Memória sequencial	Raciocínio Espacial
* Raciocínio visual espacial	Rotação mental	Memória de trabalho				* Rotação mental		* Constância de forma	Rotação Mental
Síntese visual	Velocidade de fechamento							Figura-fundo	Relação Espacial
Expressão visual	Flexibilidade de fechamento							* Fechamento visual	Memória visual
	Velocidade perceptual								Fechamento visual
	Memória visual								Penetração visual Orientação espacial Constância de forma

*Conceitos incorporados ao mapeamento da habilidade espacial

Fonte: A autora (2019)

As conceituações apresentadas no quadro 19, assim como o estudo dos seus autores, são detalhadamente descritos no capítulo 4 “Trabalhos Correlatos” desta tese. Por esse motivo, retrata-se neste capítulo apenas as definições das habilidades espaciais mapeadas.

Através dessa prática, foram identificadas 9 habilidades espaciais específicas, compreendendo o quadro preliminar dessas habilidades, disposto no apêndice C deste trabalho. A versão final é apresentada na seção 6.3.

6.3 AVALIAÇÃO DOS MAPEAMENTOS PRELIMINARES

Os mapeamentos preliminares das competências para o desenho técnico e da habilidade espacial foram avaliados através da realização de um grupo focal. Ele foi realizado no dia 04 de julho de 2019, das 9h às 12h, na sala 802 da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Participaram dessa dinâmica professores de desenho técnico, especialistas em competências e pesquisadores na área de Design. Optou-se por essa prática devido a ela possibilitar uma análise e diálogo sobre o material exposto. Assim, foi possível a realização de uma discussão e avaliação mais aprofundada e qualitativa sobre os elementos identificados e a sua organização. Primeiramente foram expostos, pela pesquisadora desta tese, os principais conceitos envolvidos no estudo, seus objetivos, o procedimento dos mapeamentos e o seu resultado. Após, realizou-se, com os participantes, uma análise e discussão sobre os mapeamentos. Foram examinadas as seguintes questões:

Mapeamento das competências para o DT

- A elaboração do mapeamento demonstra-se relevante aos objetivos desta pesquisa?
- As competências mapeadas são pertinentes à prática do desenho técnico?
- Os conhecimentos, habilidades e atitudes identificados estão suficientes e coerentes em cada competência?
- Há alguma competência a ser eliminada?
- Sugere-se a inserção de novas competências?
- Algum elemento do CHA deve ser eliminado ou adicionado?

Mapeamento da Habilidade Espacial

- A elaboração do mapeamento demonstra-se relevante aos objetivos desta pesquisa?
- As Habilidades específicas mapeadas são pertinentes à habilidade espacial no contexto do desenho técnico?
- Há alguma habilidade específica a ser eliminada ou adicionada?

Os participantes consideraram os dois mapeamentos pertinentes aos objetivos desta Tese, realizando contribuições importantes e sugerindo os seguintes aprimoramentos (que foram implementados):

- 1) Adequação da forma escrita de algumas atitudes no mapeamento das competências para o DT, pois do modo como estavam descritas poderiam ser confundidas com habilidades;
- 2) A inserção dos conhecimentos e atitudes da competência “Representação Técnica de Objetos” no mapeamento da habilidade espacial, com o objetivo de deixar evidente o contexto em que essa habilidade está contida.
- 3) Recomendação da análise sobre a necessidade de adicionar ou remover alguma habilidade espacial específica no próximo grupo focal, momento em que poderá ser observada a lista de atividades por habilidade específica, tornando mais eficiente a avaliação deste item.

Dessa forma, a seguir, expõe-se a versão final dos mapeamentos realizados (Quadros 20 e 21):

A) Mapeamento das Competências para o Desenho Técnico

A partir da observação do quadro 20 é possível visualizar que os conhecimentos, habilidades e atitudes necessários para o desenho técnico foram organizados em três competências. A **Representação Técnica de Objetos** envolve a capacidade de representação de objetos. As suas habilidades foram agrupadas em diferentes níveis (N1, N2, N3 e N4), sendo N1 o mais simples e N4 o mais complexo. Dentre elas, destaca-se a habilidade espacial, que será posteriormente mapeada. A competência **Expressão gráfica**, por sua vez, aborda a qualidade do traçado (diferenças entre espessuras, simbologias, paralelismo entre as linhas, entre outros). Já a **Organização** corresponde à gestão do desenho, abrangendo *layout* da prancha, assim como o gerenciamento do tempo de elaboração e prioridades.

Legenda:

(EP): baseado na experiência docente da pesquisadora desta tese

(RT): fundamentado pelo referencial teórico abordado nesta pesquisa (artigos, livros e conteúdos programáticos, planos de ensino)

(CD): embasado nas etapas de coleta de dados deste trabalho (grupos focais e análise de trabalhos de DT)

Quadro 20 – Mapeamento das competências para o desenho técnico

Competência	Objetivo	Conhecimentos	Habilidades	Atitudes
Representação Técnica de Objetos (EP)	Desenhar as vistas ortográficas comuns, auxiliares, seccionais e a perspectiva de objetos tridimensionais (EP) (RT)	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de projeção - Projeção ortogonal - Vistas ortográficas - Modulação - Esboço - Perspectiva isométrica - Escala - Vistas Auxiliares - Cotagem - Desenho de detalhe - Desenho de conjunto - Desenho Simbólico (EP)(RT) <p>Normas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - NBR 10067: Representação em DT - NBR 8196: Emprego das escalas - NBR 10126: Cotagem de DT - NBR 8993: Representação de partes roscadas - NBR 5876: Representação de roscas - NBR 5875: Parafusos, porcas e acessórios 	<ul style="list-style-type: none"> -Relacionar forma e proporção (EP) - Elaborar esboço à mão-livre (EP) (RT) - Habilidade Espacial (EP) (RT) (CD) - Desenhar Vistas ortográficas comuns (EP) - Dispor as vistas ortográficas na sua posição padrão (método Americano ou Europeu) (EP) (RT) - Respeitar o alinhamento entre as vistas (EP) (RT) - Escolher a posição mais relevante do objeto para o desenho das suas vistas ortográficas ou perspectiva (EP) (RT) - Interpretar perspectivas para representar vistas ortográficas (EP)(CD) <p style="text-align: right;">N1</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ter capricho na elaboração dos desenhos (EP) - Possuir persistência e motivação perante a carga cognitiva envolvida nas representações (EP) - Ser responsável pela linguagem de representação e comunicação do desenho técnico (EP)(CD) - Ser crítico perante o desenho e soluções realizados (EP)(RT) - Ter iniciativa e criatividade nas soluções gráficas propostas (EP)(RT)(CD) - Possuir empatia, procurando entender a importância da representação técnica de objetos na sua futura profissão. (EP)(CD) - Ter confiança, enfrentando possíveis inconsistências ou imprevistos que possam ocorrer (EP)(CD)

Quadro 20 – Mapeamento das competências para o desenho técnico - continuação

Competência	Objetivo	Conhecimentos	Habilidades	Atitudes
Representação Técnica de Objetos (EP)	Desenhar as vistas ortográficas comuns, auxiliares, seccionais e a perspectiva de objetos tridimensionais (EP) (RT)	- NBR 6493: Emprego de cores em tubulações prediais - NBR 5444: Símbolos para instalações elétricas prediais - NBR 9580: Representação de rebites (EP)(RT)	- Interpretar vistas ortográficas para representar perspectivas (EP)(CD) - Desenhar objetos em perspectiva a partir de vistas ortográficas (EP) N2	- Ter atenção com a revisão dos desenhos elaborados e as soluções propostas (EP)(RT)(CD) - Ser autônomo na busca por soluções de desafios e dúvidas (EP)(RT)(CD)
			- Especificar todas as informações sobre o objeto, necessárias para a sua construção e interpretação (EP) - Cotar o desenho conforme norma (EP) - Definir a escala mais pertinente para representar cada desenho (EP) - Desenhar vistas ortográficas seccionais (EP) - Representar elementos de Fixação (EP) (RT) N3	
			- Analisar o objeto propondo intervenções ou a criação de novos elementos, sempre que necessário (EP) - Desenvolver soluções com clareza e concisão (EP) (RT) N4	
Organização (EP)(CD)	Planejar e gerenciar a elaboração, apresentação e armazenamento	- Formatos de papel - Margens e legenda - Layout de prancha - Dobragem da prancha (EP) (RT)	- Desenhar margens e legendas conforme norma técnica (EP) - Idealizar a disposição dos desenhos	- Ser cuidadoso com o armazenamento e transporte das folhas de desenho (EP)(CD) - Ser criterioso com a organização dos desenhos

Quadro 20 – Mapeamento das competências para o desenho técnico - conclusão

Competência	Objetivo	Conhecimentos	Habilidades	Atitudes
Organização (EP)(CD)	Planejar e gerenciar a elaboração, apresentação e armazenamento	Normas: - NBR 10068: Dimensões de folhas e <i>layout</i> - NBR 10582: Apresentação da folha para DT - NBR 13142: Dobramento de cópia (EP)(RT)	na(s) prancha(s) (EP) - Escolher o tamanho adequado de papel em relação aos desenhos representados (EP) - Dobrar a prancha segundo a norma (EP)(RT) - Gerenciar as prioridades (EP)(RT) - Administrar o tempo/prazo de elaboração dos desenhos (EP)(RT)	na prancha (EP)(CD) - Ter responsabilidade em salvar periodicamente os arquivos digitais (EP)(CD) - Possuir comprometimento com os prazos e funções desempenhadas (EP)(RT)(CD)
Expressão gráfica (EP)(RT)(CD)	Comunicar a forma e os demais elementos constituintes dos objetos, assim como as informações envolvidas, por exemplo, simbologias, texturas, espessuras, entre outros. (EP)	-Tipos e espessuras de linhas (EP)(RT) - Hachuras (EP)(RT) Normas: - NBR 8403: Tipos e espessuras de linhas - NBR 122.98: Representação geral de hachuras - NBR 6492: Representação de hachuras específicas	- Utilizar corretamente os instrumentos de desenho (EP)(CD) - Realizar traçados com precisão (EP) - Utilizar linguagem de representação técnica (EP)(RT) - Explicitar a hierarquia entre as diferentes linhas do desenho (espessuras) (EP)(RT)	- Ser cuidadoso com a limpeza dos instrumentos de desenho (EP)(CD) - Ter respeito às normas referentes à expressão gráfica e simbologias envolvidas no desenho (EP)(CD) - Ser responsável pela apresentação do desenho na prancha (EP)(CD)

Fonte: A autora (2019)

B) Mapeamento da Habilidade Espacial

Verifica-se, no quadro 21, que a habilidade espacial encontra-se organizada em três colunas. Na primeira são dispostas as habilidades específicas, na segunda exposto o seu propósito e, na terceira, apresenta-se as atividades de desenho técnico em que cada habilidade é predominantemente aplicada. Torna-se importante ressaltar que, na realidade, essas habilidades específicas atuam de

forma concomitante e integrada. Apenas foram separadas, nesta pesquisa, para melhor serem estudadas e, posteriormente, aplicadas no desenvolvimento pontual da habilidade espacial em desenho técnico. Apresenta-se também, no quadro do mapeamento da habilidade espacial, os elementos da competência “Representação Técnica de Objetos”. O objetivo é evidenciar que essa habilidade não atua sozinha, mas sim, no contexto de desenho técnico.

Quadro 21 – Mapeamento da Habilidade Espacial no contexto de desenho técnico

DESENHO TÉCNICO			
COMPETÊNCIA REPRESENTAÇÃO TÉCNICA DE OBJETOS			
Conhecimentos	Habilidade Espacial		Atitudes
<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de projeção - Projeção ortogonal - Vistas ortográficas - Modulação - Esboço - Perspectiva isométrica - Escala - Vistas Auxiliares - Cotagem - Desenho de detalhe - Desenho de conjunto - Desenho Simbólico (EP)(RT) 	Habilidade Geral	Objetivo Geral	Objetivo em DT
		Interpretar, representar, transformar, gerar, conservar e recordar informações visuais e mentais.	Criar, interpretar, representar e transformar objetos através de técnicas de representação e sistemas projetivos.
	Habilidades Específicas	Objetivo	Aplicação da HE no Desenho Técnico (indicadores da habilidade)	- Ter capricho na elaboração dos desenhos (EP) - Possuir persistência e motivação perante a carga cognitiva envolvida nas representações (EP) - Ser responsável pela linguagem de representação e comunicação do desenho técnico (EP)(CD)
Visualização Espacial	Codificar e decodificar a representação gráfica de objetos.	<ul style="list-style-type: none"> - Concepção mental de objetos através das suas representações bidimensionais - Atuação sobre imagens mentais de sólidos (rotações, secções,...) - Antecipação de representações de objetos - Conversões 2D \Leftrightarrow 3D - Realização de esboços 	

Quadro 21 – Mapeamento da Habilidade Espacial no contexto de desenho técnico
continuação

DESENHO TÉCNICO				
COMPETÊNCIA REPRESENTAÇÃO TÉCNICA DE OBJETOS				
Conhecimentos	Habilidade Espacial			Atitudes
	Habilidades Específicas	Objetivo	Aplicação da HE no Desenho Técnico (indicadores da habilidade)	
Normas: - NBR 10067: Representação em DT - NBR 8196: Emprego das escalas - NBR 10126: Cotagem de DT	Percepção Espacial	Perceber a posição de dois ou mais objetos em relação uns aos outros ou em relação ao seu próprio eu, sob diferentes pontos de vista e desprezando informações irrelevantes.	<ul style="list-style-type: none"> - Concepção de um conjunto de objetos - Representação e interpretação de objetos através de diferentes sistemas de projeção - Representação e interpretação de sólidos sob diferentes ângulos visuais - Desenho do encaixe e montagem de objetos - Realização de rotações mentais - Criação de objetos ou conjunto de sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Ser crítico perante o desenho e soluções realizados (EP)(RT) - Ter iniciativa e criatividade nas soluções gráficas propostas (EP)(RT)(CD)
	Raciocínio Espacial	Realizar simulações de movimento, empregar raciocínio analógico, efetuar induções, descobrir padrões e possíveis inconsistências.	<ul style="list-style-type: none"> - Adição ou remoção de componentes de peças ou partes de objetos - Concepção de sequências de montagem de objetos e peças - Organização de layout em espaço restrito 	

Quadro 21 – Mapeamento da Habilidade Espacial no contexto de desenho técnico
continuação

DESENHO TÉCNICO				
COMPETÊNCIA REPRESENTAÇÃO TÉCNICA DE OBJETOS				
Conhecimentos	Habilidade Espacial			Atitudes
	Habilidades Específicas	Objetivo	Aplicação da HE no Desenho Técnico (indicadores da habilidade)	
<p>- NBR 8993: Representação de partes roscadas</p> <p>- NBR 5876: Representação de roscas</p> <p>- NBR 5875: Parafusos, porcas e acessórios</p>	Rotação Mental	Rotacionar mentalmente imagens visuais, sejam bidimensionais ou tridimensionais.	- Realização de rotações mentais de objetos	<p>- Possuir empatia, procurando entender a importância da representação técnica de objetos na sua futura profissão. (EP)(CD)</p> <p>- Ter confiança, enfrentando possíveis inconsistências ou imprevistos que possam ocorrer (EP)(CD)</p>
	Relação Espacial	Perceber a posição de um objeto em relação a uma posição anterior, considerando volume, tamanho, distâncias e demais elementos envolvidos.	<p>- Representação de objetos no espaço</p> <p>- Utilização ou manutenção de proporções, modulações e escalas</p> <p>- Escolha da escala mais apropriada a cada representação</p>	
	Memória Visual	Recuperar formas de objetos, abrangendo atributos (cor, textura, entre outros), localização e relacionamentos.	<p>- Manutenção de representações mentais</p> <p>- Construção, interpretação ou transformação de objetos com base em sólidos conhecidos</p>	

Quadro 21 – Mapeamento da Habilidade Espacial no contexto de desenho técnico conclusão

DESENHO TÉCNICO				
COMPETÊNCIA REPRESENTAÇÃO TÉCNICA DE OBJETOS				
Conhecimentos	Habilidade Espacial			Atitudes
	Habilidades Específicas	Objetivo	Aplicação da HE no Desenho Técnico (indicadores da habilidade)	
- NBR 6493: Emprego de cores em tubulações prediais - NBR 5444: Símbolos para instalações elétricas prediais - NBR 9580: Representação de rebites (EP)(RT)	Fechamento Visual	Reconhecer algo no todo, ainda que esteja incompleto ou que lhe falte algumas partes.	Reconhecimento de formas ou padrões contidos em representações maiores - Junção de dois ou mais sólidos - constituição de objetos a partir das suas partes segmentadas	- Ter atenção com a revisão dos desenhos elaborados e as soluções propostas (EP)(RT)(CD) - Ser autônomo na busca por soluções de desafios e dúvidas (EP)(RT)(CD)
	Penetração Visual	Imaginar mentalmente o que há dentro de um objeto sólido.	- Representação de linhas não-visíveis de objetos - Interpretação e execução de cortes e seções	
	Constância de Forma	Reconhecer um objeto independentemente da forma, do tamanho e se está reto, virado ou invertido.	- Conversões 2D \Leftrightarrow 3D - Encaixe e montagem de objetos	

Fonte: A autora (2019)

Através do mapeamento da HE foi possível identificar os seus elementos constituintes. Eles foram aplicados na construção do Modelo para Avaliação e Desenvolvimento da Habilidade Espacial em Desenho Técnico (MADHE), exposto no capítulo a seguir.

7 MODELO PARA AVALIAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE ESPACIAL EM DESENHO TÉCNICO (MADHE)

O processo de ensino e aprendizagem do desenho técnico envolve certa complexidade. A partir da exploração do referencial teórico desta pesquisa, visualiza-se que esse fato ocorre, principalmente, devido à necessidade, em seus procedimentos, da constante conversão entre a representação em três dimensões (perspectiva) e a planificada (vistas ortográficas). Essa ação é mediada pela habilidade espacial, através do qual o aluno torna-se capaz de criar, manter e manipular imagens mentais, realizando as operações necessárias nos objetos representados. No entanto, por vezes, visualiza-se discentes com carências nessa habilidade, de modo a prejudicar a sua trajetória de aprendizagem nas disciplinas de desenho técnico.

Diante esse contexto, a presente pesquisa propõe a elaboração de um modelo para avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial em desenho técnico (MADHE). O objetivo é auxiliar a identificação de quais habilidades espaciais específicas cada aluno necessita desenvolver ou aprimorar e lhe fornecer atividades exclusivas para a construção de cada uma delas. O seu diferencial está em:

- A) Personalizar o processo de ensino e aprendizagem da habilidade espacial no contexto de desenho técnico;
- B) Fornecer, aos professores de desenho técnico, um conjunto de recursos educacionais voltados a apoiar o desenvolvimento da habilidade espacial dos alunos;
- C) Apresentar um plano de ação, sugerindo ao docente, uma forma de utilizar o MADHE em disciplinas de desenho técnico.

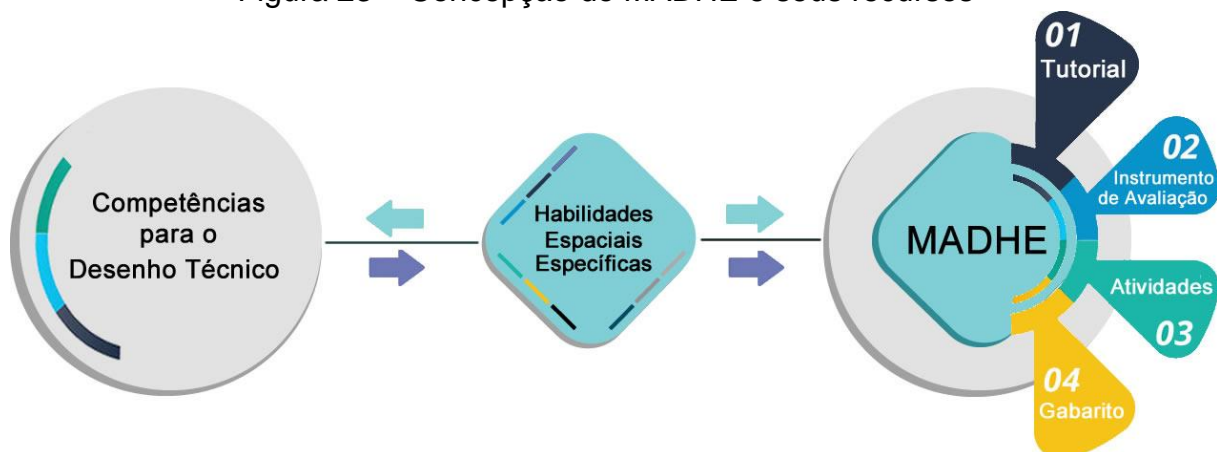
Nesse sentido, nas seções a seguir, são expostos os componentes do modelo construído, a sua possível forma de aplicação em sala de aula, o formato disponibilizado, bem como o seu processo de construção.

7.1 DESCRIÇÃO DO MADHE

O Modelo para Avaliação e Desenvolvimento da Habilidade Espacial em Desenho Técnico é constituído por 4 elementos: **Tutorial**, **Instrumento de**

Avaliação, Lista de Atividades e Gabarito. Utilizados de maneira integrada, visam apoiar o desenvolvimento das 9 habilidades espaciais específicas mapeadas por este estudo, no contexto do desenho técnico (Figura 23).

Figura 23 – Concepção do MADHE e seus recursos

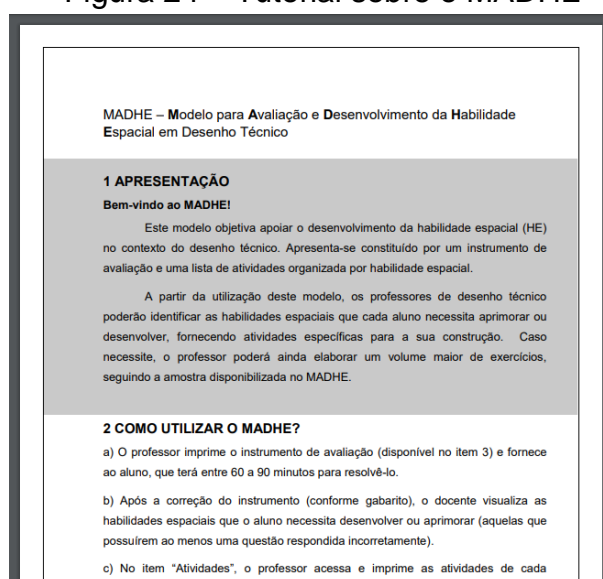


Fonte: A autora (2019)

Elementos Constituintes do MADHE

A) Tutorial: expõe o objetivo do MADHE, os recursos educacionais disponibilizados no modelo e instruções sobre como utilizá-los em sala de aula. O objetivo é apresentar o modelo ao professor e orientar a sua aplicação.

Figura 24 – Tutorial sobre o MADHE



Fonte: A autora (2019)

B) Instrumento de Avaliação: possui a função de identificar quais as habilidades espaciais específicas cada aluno necessita aprimorar. É composto por uma média de 3 atividades por HE. Algumas são subdivididas em duas ou mais questões, por esse motivo, encontra-se constituído por 22 exercícios³⁷. O tempo sugerido para a sua elaboração é de 60/90 minutos, com base na experiência docente da pesquisadora desta tese e em testes observados no referencial teórico deste estudo. Como resultado, considera-se que o aluno necessitará desenvolver aquelas habilidades em que responder, incorretamente, ao menos duas questões. Como as atividades são alternadas (evitando a sequência de exercícios correspondentes a uma mesma HE), dispõe-se, ao professor, um guia com a relação dos exercícios por HE. O instrumento de avaliação é fornecido ao aluno de forma impressa. Sugere-se que a realização das questões ocorra através do desenho à mão (com ou sem instrumento).

Figura 25 – Instrumento de Avaliação

habilidade espacial desejada, tornando-as ao aluno.

3 INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

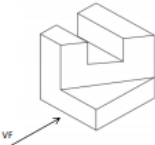
Este instrumento objetiva identificar as habilidades espaciais que um determinado sujeito necessita aprimorar ou desenvolver. É composto por 22 questões que devem ser realizadas entre 60 e 90 minutos.

Legenda utilizada:

Número das Questões	Habilidade Espacial Envolvida
1, 5, 11	Visualização Espacial
6, 12, 22	Percepção Espacial
2, 7, 20	Raciocínio Espacial
4, 15, 21	Rotação Mental
3, 8, 16	Relação Espacial
19, 14	Memória visual
10	Fechamento visual
17, 13	Penetração visual
18, 9	Constância de forma

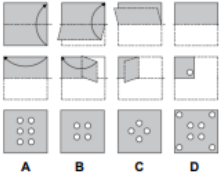
INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

1. Desenhe as vistas ortográficas do objeto representado em perspectiva.



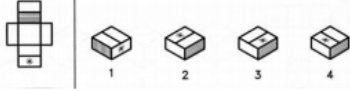
Fonte: Adaptado de Domelzi (2019)

2. A partir das dobras e do furo realizado na folha de papel, identifique qual será o resultado final ao reabrir a folha.



Fonte: Adaptado de Testingthem.com (2019)

3. Identifique o sólido que corresponde à montagem do esquema planejado



Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

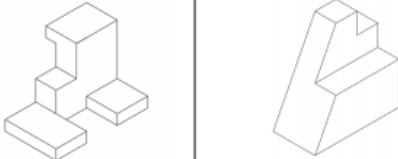







Fonte: A autora (2019)

³⁷ A relação entre as habilidades espaciais específicas e as atividades correspondentes é exposta na seção 7.3

C) Lista de Atividades: atua como um guia ao professor, indicando os estilos de exercícios que contribuem para o desenvolvimento de cada HE. Assim, o docente poderá fornecer atividades específicas para a necessidade de cada aluno, de acordo com o resultado evidenciado pelo instrumento de avaliação. Essas questões também são fornecidas ao docente de forma impressa. Sugere-se que sejam realizadas através do desenho à mão (com ou sem instrumento). Além disso, preocupou-se em disponibilizar um quadro com a lista das habilidades espaciais abordadas, descrevendo objetivo e as atividades abordadas para o desenvolvimento de cada uma delas.

Figura 26 – Atividades para o desenvolvimento das habilidades espaciais específicas

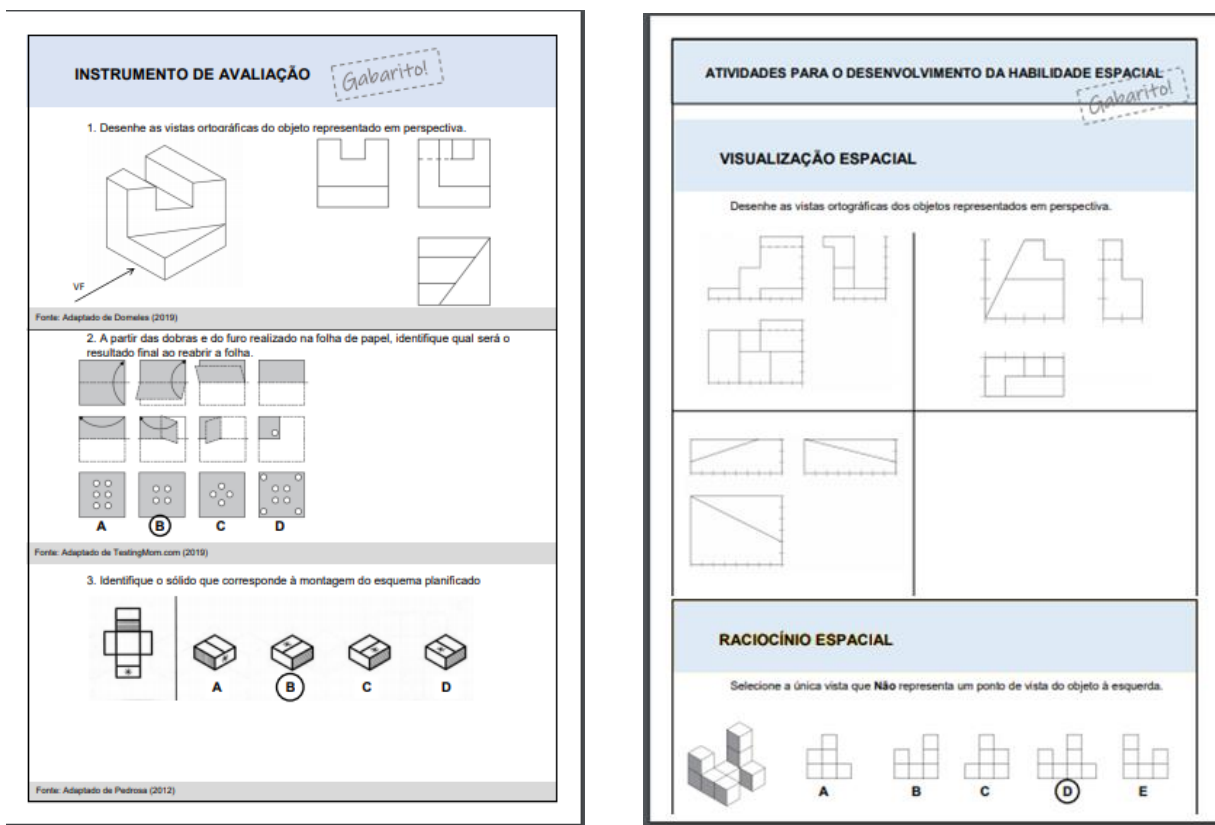
ATIVIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE ESPACIAL		
Os exercícios propostos, a seguir, possuem o objetivo de colaborar no desenvolvimento das habilidades espaciais, sendo elas:		
Habilidade Espacial		
Habilidades Específicas	Objetivo	Aplicação da HE no Desenho Técnico (indicadores da habilidade)
Visualização Espacial	Codificar e decodificar a representação gráfica de objetos.	<ul style="list-style-type: none"> - Concepção mental de objetos através das suas representações bidimensionais - Atuação sobre imagens mentais de sólidos (rotações, seções,...) - Antecipação de representações de objetos - Conversões 2D ↔ 3D - Realização de esboços - Exteriorização de ideias e imagens mentais através do desenho ou esboço
Percepção Espacial	Perceber a posição de dois ou mais objetos em relação uns aos outros ou em relação ao seu próprio eixo, sob diferentes pontos de vista e desprezando informações irrelevantes.	<ul style="list-style-type: none"> - Concepção de um conjunto de objetos - Representação e interpretação de objetos através de diferentes sistemas de projeção - Representação e interpretação de sólidos sob diferentes ângulos visuais - Desenho do encaixe e montagem de objetos - Realização de rotações mentais - Criação de objetos ou conjunto de sólidos
Raciocínio Espacial	Realizar simulações de movimento, empregar raciocínio analógico, efetuar induções, descobrir padrões e possíveis inconsistências.	<ul style="list-style-type: none"> - Adição ou remoção de componentes de peças ou partes de objetos - Concepção de sequências de montagem de objetos e peças - Organização de layout em espaço restrito

ATIVIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE ESPACIAL	
VISUALIZAÇÃO ESPACIAL	
Desenhe as vistas ortográficas dos objetos representados em perspectiva.	
	
RACIOCÍNIO ESPACIAL	
Selecione a única vista que não representa um ponto de vista do objeto à esquerda.	
	    

Fonte: A autora (2019)

D) Gabarito: disponibiliza a resolução dos exercícios contidos no MADHE, tanto referente ao instrumento de avaliação, quanto à lista de atividades. O intuito é possibilitar a rápida correção desses recursos, evitando que o professor precise depender tempo elaborando as respostas antes de corrigir as questões.

Figura 27 – Gabarito das Atividades MADHE



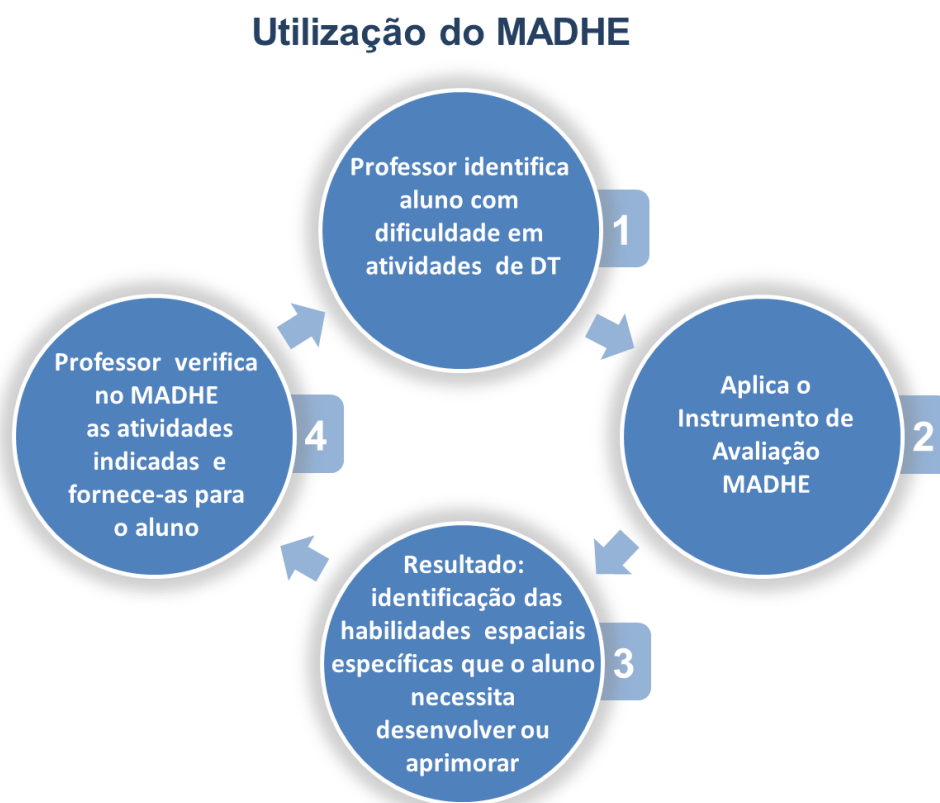
Fonte: A autora (2019)

7.2 PLANO DE AÇÃO

O MADHE configura-se como um recurso pedagógico, ou seja, um material didático a ser utilizado em sala de aula segundo objetivos educacionais. Por sua vez, para a sua efetiva aplicação, torna-se necessário a utilização de um plano de ação.

Foi possível visualizar, através da exploração do referencial teórico desta pesquisa, assim como da vivência docente da autora desta tese, que dificuldades na aprendizagem de desenho técnico são principalmente causadas por déficits na habilidade espacial. Nesse sentido, sugere-se, que o professor use o modelo MADHE com alunos que expressem carências no seu processo de aprendizagem sobre desenho técnico (Figura 28). O intuito é que o aprimoramento da HE auxilie o aluno a vencer os obstáculos encontrados nas operações de DT. No entanto, ressalta-se que outras dinâmicas podem ser idealizadas, conforme os objetivos pedagógico de cada professor.

Figura 28 – Plano de ação para a utilização do MADHE nas disciplinas de desenho técnico



Fonte: A autora (2019)

Dessa forma, como plano de ação, o professor imprime o instrumento de avaliação e o fornece àqueles alunos que esboçam alguma dificuldade na elaboração das atividades de desenho técnico. Após, realiza a correção, com o auxílio do gabarito. A partir do resultado e, analisando o índice das questões do instrumento (lista de questões por HE), verifica a(s) habilidade(s) espacial(is) específica(s) que cada discente necessita desenvolver (aquelas em que tiverem errado ao menos duas questões). Em seguida, visualiza, na lista de atividades do MADHE, os exercícios correspondentes à construção das habilidades determinadas, fornecendo-as a cada aluno, de forma personalizada. Ressalta-se o caráter cíclico do MADHE, uma vez que a prática retratada na figura 28 poderá ser realizada distintas vezes com o aluno, de acordo a necessidade de cada sujeito. Esses exercícios, portanto, são abordados como extra-classe, com o objetivo de apoiar a trajetória de aprendizagem do aluno em disciplinas de desenho técnico.

7.3 Disponibilização do MADHE

O Modelo para Avaliação e desenvolvimento da Habilidade Espacial em Desenho Técnico é disponibilizado através do endereço eletrônico <http://madhedt.weebly.com>. Nesse site, o professor pode acessar separadamente os recursos do modelo, distribuído ao longo das suas páginas.

A “**Página Inicial**” recepciona o usuário, contendo os links para os diferentes elementos do MADHE.

Figura 29 – Página inicial do MADHE Web



Fonte: <http://madhedt.weebly.com>

Em “**Sobre o MADHE**”, disponibiliza-se o tutorial do modelo, informando o seu objetivo, como acessar os seus recursos e o plano de ação sugerido. Também é disposto dados sobre a equipe de elaboração do site e endereço para contato.

Figura 30 – Página “Sobre o MADHE”



Fonte: <http://madhedt.weebly.com/sobre-o-madhe.html>

No link “**Instrumento para Avaliação**”, há um texto sobre o propósito do recurso, o índice das atividades por habilidade espacial específica e o seu link para download.

Figura 31 – Página “Instrumento de Avaliação”



Fonte: <http://madhdt.weebly.com/instrumento-de-avaliaccedilatildeo.html>

Figura 32 – Relação das atividades por habilidade espacial

se que as atividades sejam substituídas por outras do mesmo estilo. Elas poderão ser confeccionadas pelo próprio professor a partir do exemplar fornecido.

Número das Questões	Habilidade Espacial Envolvida
1, 5, 11	Visualização Espacial
6, 12, 22	Percepção Espacial
2, 7, 20	Raciocínio Espacial
4, 15, 21	Rotação Mental
3, 8, 16	Relação Espacial
19, 14	Memória visual
10	Fechamento visual
17, 13	Penetração visual
18, 9	Constância de forma

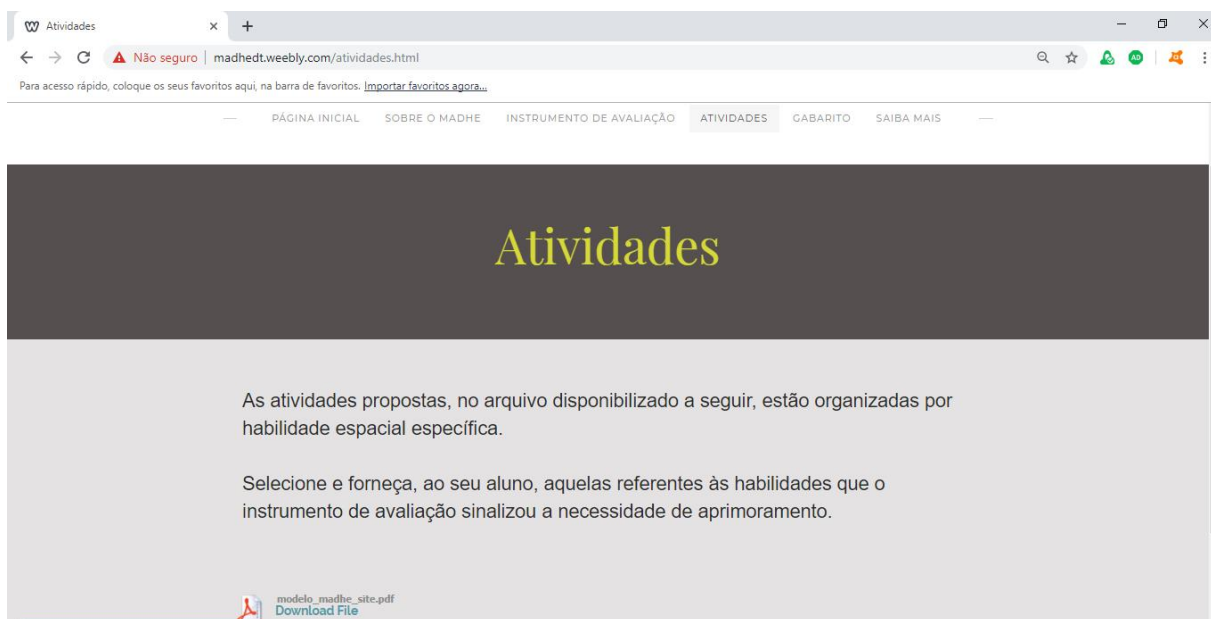
A seguir, confira o arquivo do Instrumento de Avaliação.

[instrumento_madhe_10_07.pdf](#)
Download File

Fonte: <http://madhdt.weebly.com/instrumento-de-avaliaccedilatildeo.html>

Já no item “**Atividades**” é apresentado o objetivo desses exercícios e disponibilizado o arquivo para a impressão da lista de atividades.

Figura 33 – Página “Atividades”



Fonte: <http://madhedt.weebly.com/atividades.html>

Em “**Gabarito**” expõe-se o resultado das atividades oferecidas pelo MADHE.

Figura 34 – Página “Gabarito”



Fonte: <http://madhedt.weebly.com/gabarito.html>

No link “**Saiba Mais**”, são dispostos o mapeamento de competências para o desenho técnico e da habilidade espacial. Comenta-se, ainda, sobre a possibilidade

deles serem utilizados como referência na criação de critérios de avaliação de provas e trabalhos de disciplinas de desenho técnico.

Figura 35 – Página “Saiba Mais”



Fonte: <http://madhedt.weebly.com/saiba-mais.html>

Através desse site objetiva-se disponibilizar o MADHE a professores de desenho técnico e à comunidade acadêmica em geral. Por sua vez, a versão completa do Modelo para Avaliação e Desenvolvimento da Habilidade Espacial em Desenho Técnico é exposta no Apêndice E desta Tese.

7.4 PROCESSO DE ELABORAÇÃO

O processo de construção do Modelo MADHE ocorreu através de 8 etapas (Figura 36). Primeiramente foram identificados os elementos abordados no desenvolvimento da habilidade espacial. Após, analisou-se os estilos de atividades relacionados a cada HE específica. Com base nesses indicadores, selecionou-se exercícios que contemplassem os requisitos apontados por esta pesquisa. Assim, elaborou-se o instrumento de avaliação, a lista de atividades e o gabarito, elementos constituintes do modelo para avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial em desenho técnico.

Figura 36 – Etapas de Elaboração do MADHE

Etapas de Elaboração do Modelo para Avaliação e Desenvolvimento da Habilidade Espacial em Desenho Técnico (MADHE)



Fonte: A autora (2019)

Etapa 1 – Estruturação do Modelo MADHE

O objetivo deste modelo é apoiar o desenvolvimento das 9 habilidades espaciais específicas mapeadas por esta pesquisa (capítulo 6), no âmbito do desenho técnico. Nesse sentido, na etapa 1, identificou-se os estilos de atividades

correspondentes à construção de cada uma dessas habilidades, conforme o quadro 22.

Quadro 22 – Especificação dos estilos de atividades utilizados para o desenvolvimento de cada habilidade espacial específica

Habilidade Espacial Específica	Objetivo	Aplicação da HE no Desenho Técnico (indicadores da habilidade)	Estilos de Atividades MADHE
Visualização Espacial	Codificar e decodificar a representação gráfica de objetos.	<ul style="list-style-type: none"> - Concepção mental de objetos através das suas representações bidimensionais - Atuação sobre imagens mentais de sólidos (rotações, secções,...) - Antecipação de representações de objetos - Conversões 2D \leftrightarrow 3D - Realização de esboços - Exteriorização de ideias e imagens mentais através do desenho ou esboço 	<ul style="list-style-type: none"> - Desenho das vistas ortográficas do objeto a partir da perspectiva - Representação da perspectiva do objeto a partir das vistas ortográficas - Comparação entre vistas ortográficas e o modelo sólido do objeto - Seleção da perspectiva correta a partir das vistas ortográficas - Identificação das vistas corretas a partir da perspectiva - Indicação das vistas ortográficas mínimas para representação de determinado objeto
Percepção Espacial	Perceber a posição de dois ou mais objetos em relação uns aos outros ou em relação ao seu próprio eu, sob diferentes pontos de vista e desprezando informações irrelevantes.	<ul style="list-style-type: none"> Concepção de um conjunto de objetos - Representação e interpretação de objetos através de diferentes sistemas de projeção - Desenho do encaixe e montagem de objetos 	<ul style="list-style-type: none"> - Seleção da perspectiva correta a partir das vistas ortográficas de um conjunto de sólidos - Identificação das vistas corretas a partir da perspectiva de um conjunto de sólidos

Quadro 22 – Especificação dos estilos de atividades utilizados para o desenvolvimento de cada habilidade espacial específica - continuação

Habilidade Espacial Específica	Objetivo	Aplicação da HE no Desenho Técnico (indicadores da habilidade)	Estilos de Atividades MADHE
Percepção Espacial	Perceber a posição de dois ou mais objetos em relação uns aos outros ou em relação ao seu próprio eu, sob diferentes pontos de vista e desprezando informações irrelevantes.	<ul style="list-style-type: none"> - Realização de rotações mentais - Criação de objetos ou conjunto de sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Indicação do número de sólidos que está encostado em cada prisma identificado com letras - Enumeração das faces de objetos
Raciocínio Espacial	Realizar simulações de movimento, empregar raciocínio analógico, efetuar induções, descobrir padrões e possíveis inconsistências.	<ul style="list-style-type: none"> - Adição ou remoção de componentes de peças ou partes de objetos - Concepção de sequências de montagem de objetos e peças - Organização de layout em espaço restrito 	<ul style="list-style-type: none"> - Seleção da vista ortográfica correspondente à representação de um determinado ponto de vista do objeto 3D. - Representação do sólido complementar - Criação (perspectiva isométrica) de um sólido que se encaixe no objeto fornecido, com posterior representação do objeto resultante da união entre os dois - Identificação do resultado, em folha aberta, da realização de furos em papéis dobrados
Rotação Mental	Rotacionar mentalmente imagens visuais, sejam bidimensionais ou tridimensionais.	<ul style="list-style-type: none"> - Realização de rotações mentais de objetos 	<ul style="list-style-type: none"> - Seleção da representação que indica o mesmo giro sofrido pelo sólido modelo

Quadro 22 – Especificação dos estilos de atividades utilizados para o desenvolvimento de cada habilidade espacial específica - continuação

Habilidade Espacial Específica	Objetivo	Aplicação da HE no Desenho Técnico (indicadores da habilidade)	Estilos de Atividades MADHE
Rotação Mental	Rotacionar mentalmente imagens visuais, sejam bidimensionais ou tridimensionais.	- Realização de rotações mentais de objetos	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação da posição correta de sólido após uma sequência de giros -Indicação das vistas ortográficas obtidas a partir da idealização de giros em objetos 3D
Relação Espacial	Perceber a posição de um objeto em relação a uma posição anterior, considerando volume, tamanho, distâncias e demais elementos envolvidos.	<ul style="list-style-type: none"> - Representação de objetos no espaço - Utilização ou manutenção de proporções, modulações e escalas - Escolha da escala mais apropriada a cada representação 	<ul style="list-style-type: none"> - Planificação de sólido - Localização, em vistas ortográficas, de faces de objetos em perspectiva - Identificação da opção correta referente à representação do objeto indicado sob um novo ponto de vista. -Indicação do ambiente 2D que está corretamente representado na imagem 3D. -Seleção do conjunto de sólidos que, integrados, conseguirão formar o objeto apresentado na perspectiva. - Criação de um objeto a partir da combinação entre os sólidos fornecidos. Importante: eles só podem se apoiar/encostar, não pode haver intersecção.

Quadro 22 – Especificação dos estilos de atividades utilizados para o desenvolvimento de cada habilidade espacial específica - continuação

Habilidade Espacial Específica	Objetivo	Aplicação da HE no Desenho Técnico (indicadores da habilidade)	Estilos de Atividades MADHE
Memória visual	Recuperar formas de objetos, abrangendo atributos (cor, textura, entre outros), localização e relacionamentos.	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção de representações mentais - Construção, interpretação ou transformação de objetos com base em sólidos conhecidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Representação de objeto explorado apenas através do tato, no interior de uma sacola. - Indicação da seção proveniente da interseção entre o plano de corte e o sólido indicado na perspectiva. - Identificação da vista resultante de cada giro do objeto 3D nos eixos a, b e c.
Fechamento visual	Reconhecer algo no todo, ainda que esteja incompleto ou que lhe falte algumas partes.	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecimento de formas ou padrões contidos em representações maiores - Junção de dois ou mais sólidos - constituição de objetos a partir das suas partes segmentadas 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinação das figuras planas que constituem as formas fornecidas.
Penetração visual	Imaginar mentalmente o que há dentro de um objeto sólido.	<ul style="list-style-type: none"> - Representação de linhas não-visíveis de objetos - Interpretação e execução de cortes e seções 	<ul style="list-style-type: none"> - Representação do interior de sólidos através da realização de cortes propostos - Elaboração de vistas ortográficas de objetos que possuem furos e outros elementos internos

Quadro 22 – Especificação dos estilos de atividades utilizados para o desenvolvimento de cada habilidade espacial específica - conclusão

Habilidade Espacial Específica	Objetivo	Aplicação da HE no Desenho Técnico (indicadores da habilidade)	Estilos de Atividades MADHE
Constância de forma	Reconhecer um objeto independentemente da forma, do tamanho e se está reto, virado ou invertido.	- Conversões 2D \Leftrightarrow 3D - Encaixe e montagem de objetos	- Construção das vistas ortográficas de faces ocultas de objetos em perspectiva - Concepção da perspectiva de objeto mostrando vista inferior, frontal e lateral

Fonte: A autora (2019)

A determinação do estilo das atividades baseou-se nos indicadores de cada habilidade específica, ou seja, procurou-se utilizar exercícios que envolvessem as ações descritas na quarta coluna do quadro 22. No entanto, na prática, essas habilidades não atuam separadamente, mas sim de forma integrada. Portanto, os exercícios propostos, inevitavelmente, sempre abordarão mais de uma HE específica. Desse modo, o ato de isolar cada habilidade e identificar distintas atividades, para cada uma delas, demonstrou-se complexo, uma vez que não atuam de forma individual. Por esse motivo, utilizou-se como princípio escolher, para cada situação, os exercícios em que se visualiza a **predominância** da habilidade em questão.

Etapa 2 - Seleção de Atividades para o Desenvolvimento da Habilidade Espacial

A partir da exploração do referencial teórico desta pesquisa, realizou-se uma busca por atividades já consagradas que contemplassem os requisitos identificados na etapa 1. O resultado pode ser visualizado no quadro 23.

Quadro 23 – Seleção de exercícios que contemplam os estilos de atividades MADHE

Habilidade Espacial	Estilos de Atividades MADHE	Atividades Selecionadas (Referencial Teórico)
Visualização Espacial	- Desenho das vistas ortográficas do objeto a partir da perspectiva	Objetos para elaboração desses exercícios Autores: Bornancini e Petzold (1987)

Quadro 23 – Seleção de exercícios que contemplam os estilos de atividades MADHE - continuação

Habilidade Espacial	Estilos de Atividades MADHE	Atividades Seleccionadas (Referencial Teórico)
Visualização Espacial	- Representação da perspectiva do objeto a partir das vistas ortográficas	Objetos para elaboração desses exercícios Autores: Bornancini e Petzold (1987)
	- Criação de objeto e sua posterior representação em vistas ortográficas. Modelagem, em sabão, do sólido criado. Comparação entre vistas ortográficas e o modelo sólido do objeto. Reflexão sobre possíveis inconsistências.	Montenegro (1991)
	- Seleção da perspectiva correta a partir das vistas ortográficas	Montenegro (1991)
	- Identificação das vistas corretas a partir da perspectiva	Montenegro (1991)
	- Indicação das vistas ortográficas mínimas para representação de determinado objeto	Dorneles (2019)
Percepção Espacial	- Seleção da perspectiva correta a partir das vistas ortográficas de um conjunto de sólidos	Montenegro (1991)
	- Seleção da perspectiva correta a partir das vistas ortográficas de um conjunto de sólidos	Montenegro (1991)
	- Identificação das vistas corretas a partir da perspectiva de um conjunto de sólidos	Montenegro (1991)
	- Indicação do número de sólidos que está encostado em cada prisma identificado com letras	Montenegro (1991)
	- Enumeração das faces de objetos	Montenegro (1991)

Quadro 23 – Seleção de exercícios que contemplam os estilos de atividades MADHE - continuação

Habilidade Espacial	Estilos de Atividades MADHE	Atividades Seleccionadas (Referencial Teórico)
Raciocínio Espacial	- Seleção da vista ortográfica correspondente à representação de um determinado ponto de vista do objeto 3D.	Teste de Lapan Autor: Lapan (1981)
	- Representação do sólido complementar	Não encontrado especificamente desta forma Foi elaborado pela autora desta pesquisa
	- Criação (perspectiva isométrica) de um sólido que se encaixe no objeto fornecido, com posterior representação do objeto resultante da união entre os dois	Não encontrado especificamente desta forma Foi elaborado pela autora desta pesquisa
	- Identificação do resultado, em folha aberta, da realização de furos em papéis dobrados	Teste de dobragem de papel Autor: site TestingMom.com (2019)
Rotação Mental	- Seleção da representação que indica o mesmo giro sofrido pelo sólido modelo	Bodner e Guay (1997)
	- Identificação da posição correta de sólido após uma sequência de giros	Site Educamais (2019)
	-Indicação das vistas ortográficas obtidas a partir da idealização de giros em objetos 3D	Pedrosa (2012)
Relação Espacial	- Planificação de sólido	Pedrosa (2012)
	- Localização, em vistas ortográficas, de faces de objetos em perspectiva	Pedrosa (2012)
	- Identificação da opção correta referente à representação do objeto indicado sob um novo ponto de vista.	Pedrosa (2012)

Quadro 23 – Seleção de exercícios que contemplam os estilos de atividades MADHE – conclusão

Habilidade Espacial	Estilos de Atividades MADHE	Atividades Seleccionadas (Referencial Teórico)
Relação Espacial	-Indicação do ambiente 2D que está corretamente representado na imagem 3D.	Cho (2017)
	-Seleção do conjunto de sólidos que, integrados, conseguirão formar o objeto apresentado na perspectiva.	Site 11 Plus of Parenty (2019)
	- Criação de um objeto a partir da combinação entre os sólidos fornecidos. Importante: eles só podem se apoiar/encostar, não pode haver intersecção.	Elaborado pela pesquisadora desta pesquisa, com base no exercício da 11 Plus of Parenty (2019)
Memória Visual	- Representação de objeto explorado apenas através do tato, no interior de uma sacola.	MILNE et al (2014)
	- Indicação da seção proveniente da interseção entre o plano de corte e o sólido indicado na perspectiva.	Teste MCT (<i>Mental Cutting Test</i>) Autor: CEEB (1939)
	- Identificação da vista resultante de cada giro do objeto 3D nos eixos x, y e z.	Pedrosa (2012)
Fechamento Visual	- Determinação das figuras planas que constituem formas fornecidas.	Montenegro (1991)
Penetração Visual	Representação do interior de sólidos através da realização de cortes propostos	Criado pela autora desta pesquisa
	- Elaboração de vistas ortográficas de objetos que possuem furos e outros elementos internos	Criado pela autora desta pesquisa
Constância de Forma	- Construção das vistas ortográficas de faces ocultas de objetos em perspectiva	Criado pela autora desta pesquisa
	- Concepção da perspectiva de objeto mostrando vista inferior, frontal e lateral	Criado pela autora desta pesquisa

Fonte: A autora (2019)

Torna-se importante ressaltar que nem todas as atividades selecionadas foram elaboradas, em sua origem, com o propósito de desenvolver a habilidade espacial. Porém, foram escolhidas por visualizar-se esse potencial, com base nos indicadores da HE e na experiência profissional da pesquisadora desta tese.

Etapa 3 – Criação de Lista de Atividades Organizada por Habilidades Espaciais Específicas

Nesta etapa elaborou-se as atividades referentes ao desenvolvimento de cada habilidade espacial específica, de modo a padronizar a sua forma de apresentação no modelo. Alguns exercícios foram utilizados conforme original, outros adaptados aos objetivos do modelo ou ainda serviram de base para a criação de novas dinâmicas. Optou-se por não incluir a utilização de *softwares*, evitando limitar esses exercícios a alunos que soubessem utilizar determinados programas informáticos. Desse modo, utilizou-se práticas analógicas para suprir os mesmos elementos que estariam contemplados na utilização de programas 2D e 3D.

Etapa 4 - Construção do Instrumento de Avaliação

O instrumento de avaliação possui o objetivo de identificar as HE específicas que o aluno necessita desenvolver ou aprimorar. Nesse sentido, foi idealizado de modo a conter uma média de 3 atividades de cada habilidade espacial específica, distribuídas de forma desordenada, ou seja, evitando a disposição de atividades de uma mesma habilidade em sequência. O intuito foi impedir que o aluno pudesse identificar, de forma mais aprofundada, os elementos envolvidos em cada grupo de exercícios. Desse modo, o teste poderia ficar mais fácil, burlando a existência de uma capacidade que o aluno, na realidade, não teria tão desenvolvida. Além disso, ele poderia tentar “adivinhar” a sua solução, mesmo que não fizesse sentido para si, apenas com o propósito de acertar a questão. Por outro lado, o espaçamento entre atividades do mesmo estilo pode propiciar ao sujeito uma nova chance de acerto, num momento posterior. Desse modo, o referido instrumento é constituído por 22 atividades, conforme quadro 24. A partir da sua realização, sugere-se que o aluno necessite aprimorar as habilidades em que tiver cometido ao menos dois erros.

Quadro 24 – Relação das atividades do instrumento de avaliação por habilidade espacial específica

Número das Questões	Habilidade Espacial Envolvida
1, 5, 11	Visualização Espacial
6, 12, 22	Percepção Espacial
2, 7, 20	Raciocínio Espacial
4, 15, 21	Rotação Mental
3, 8, 16	Relação Espacial
19, 14	Memória visual
10	Fechamento visual
17, 13	Penetração visual
18, 9	Constância de forma

Fonte: A autora (2019)

Etapa 5 – Elaboração do Gabarito das Atividades

Após a definição das atividades propostas, foi elaborado o gabarito. O intuito é que ele possa auxiliar os professores na correção rápida dos exercícios.

Etapa 6 – Concepção do MADHE

Nesta etapa, o instrumento de avaliação foi integrado à lista de atividades para o desenvolvimento de cada habilidade espacial específica e ao gabarito, concebendo o Modelo para avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial em desenho técnico – MADHE. Também foram incluídos textos de apresentação e orientações de uso. Compreende-se que o modelo elaborado neste momento constitui uma versão preliminar. Por esse motivo, ele encontra-se disposto no apêndice D deste trabalho. O exemplar final configurou-se após a sua avaliação em grupo focal por especialistas e encontra-se exposto na seção 7.3.

Etapa 7 - Avaliação do MADHE Através de Grupo Focal com Especialistas

Realizou-se um grupo focal para a realização da avaliação do modelo MADHE proposto por esta pesquisa. Adotou-se esse procedimento por ele possibilitar uma discussão dialogada sobre o modelo proposto. Acredita-se que essa

prática colabora para a realização de uma análise mais aprofundada e qualitativa sobre o resultado principal desta pesquisa. Ocorreu no dia 11 de julho de 2019, das 9h às 12h, na sala 405 da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Participaram sete especialistas, sendo quatro professores de desenho técnico da UFRGS, um professor de DT da Faculdade do SENAC/RS e duas pesquisadoras da área da educação. Foram analisadas as seguintes questões:

- A) A organização das atividades por HE específica está apropriada ?
- B) As atividades elaboradas são relevantes ao fim que se destinam ?
- C) Alguma atividade necessita ser adicionada, eliminada ou aprimorada ?
- D) O instrumento de avaliação corresponde ao seu objetivo ?
- E) É pertinente a utilização do modelo proposto para apoiar o desenvolvimento da habilidade espacial no contexto do desenho técnico ?

Também foi abordada a avaliação do mapeamento³⁸ da HE:

- F) A classificação e definição de cada habilidade espacial específica identificada é apropriada?
- G)Alguma HE específica necessita ser adicionada, eliminada ou aprimorada ?

Primeiramente a pesquisadora apresentou os objetivos da pesquisa de tese, o mapeamento da HE (havia ficado pendente no primeiro grupo focal), e o modelo para avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial. O MADHE foi considerado pertinente ao processo de ensino e aprendizagem de desenho técnico. Os avaliadores consideraram que a estruturação do modelo proposto, bem como o seu formato e conteúdo colaboram com o desenvolvimento da habilidade espacial. Sugeriram os seguintes aprimoramentos:

- 1) Padronizar as alternativas através da utilização de números ou letras;
- 2) Utilizar apenas perspectiva paralela nos exercícios (algumas são cônicas);
- 3) Nas perspectivas apresentadas, não colocar sombra nos planos horizontais;

³⁸ No grupo focal anterior, conforme explicado na seção xx desta tese, os participantes sugeriram avaliar a pertinência das habilidades espaciais mapeadas no próximo grupo focal, a partir da análise da lista de atividades por HE. Assim, seria possível avaliá-las com maior precisão.

- 4) Atividade sobre a HE “fechamento visual”: melhorar o enunciado, expressando melhor o objetivo da questão. Deixar formas e figuras com tamanho proporcional e considerar apenas a realização de giros para a construção das figuras (eliminando a necessidade de efetuar rotações e espelhamentos).
- 5) Quando pertinente, substituir a utilização de eixos x, y e Z, presentes em algumas atividades, por VS (vista superior), VF (vista frontal) e VLD ou VLE (vista lateral direita ou esquerda).
- 6) As habilidades espaciais mapeadas foram consideradas pertinentes e conclusivas.

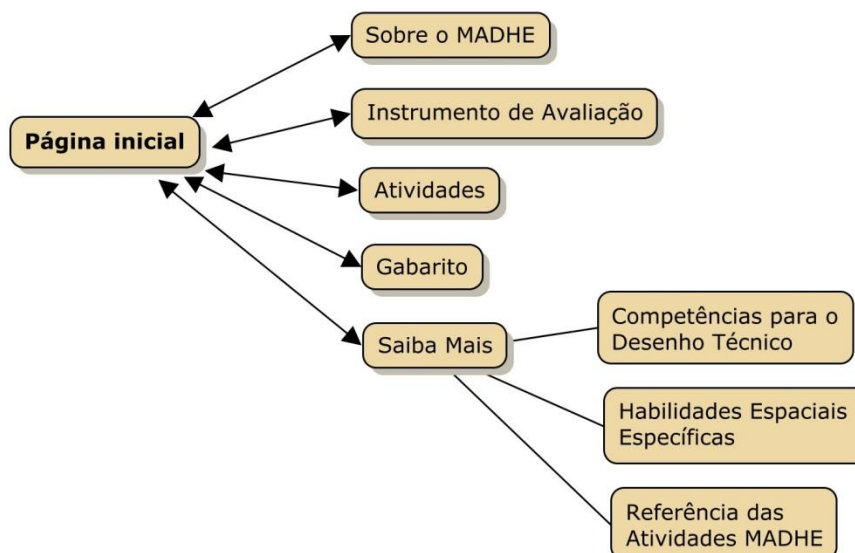
As sugestões realizadas pelos especialistas foram realizadas, com exceção do item 2, substituição das perspectivas cônicas por paralelas. Ao refazer as atividades nesse novo formato de desenho 3D, verificou-se que, na realidade, estava dificultando-se a interpretação dos objetos retratados. Por esse motivo, optou-se por manter as perspectivas cônicas que foram retiradas de testes de habilidade espacial já validados, substituindo por projeção paralela apenas as que se mostraram pertinentes.

Dessa forma, a partir da implementação dos aprimoramentos sugeridos, constituiu-se a versão “final” do Modelo para Avaliação e Desenvolvimento da Habilidade Espacial em Desenho Técnico (MADHE).

Etapa 8 – Elaboração da Versão *Web* do MADHE

Nesta etapa elaborou-se a versão *Web* do Modelo para Avaliação e Desenvolvimento da Habilidade Espacial em Desenho Técnico, disponibilizada no endereço eletrônico <http://madhedt.weebly.com/>. Para a sua implementação utilizou-se a ferramenta digital *weebly*, gratuitamente disponibilizada em <https://www.weebly.com/br>. Primeiramente elaborou-se o mapa conceitual do recurso digital (Figura 37). Após, realizou-se o planejamento da estrutura do site e definiu-se o design de interface. Optou-se por um estilo visual simples e contemporâneo, contemplado através das cores e estrutura adotadas. Preocupou-se ainda com questões de usabilidade, por esse motivo dispôs-se o link de acesso para todos os itens do modelo na página inicial. Assim, o usuário consegue visualizar facilmente os elementos disponibilizados pelo site, auxiliando a sua orientação, exploração e compreensão do conteúdo disponibilizado.

Figura 37 – Mapa de navegação do MADHE Web

Mapa de Navegação do MADHE Web

Fonte: A autora (2019)

Além disso, o MADHE Web também é compatível com dispositivos móveis como *smartphone* e *tablet*. Dessa forma, objetiva-se disponibilizá-lo a professores de desenho técnico de uma forma mais aberta, acessível e abrangente.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As disciplinas de Desenho Técnico abordam, basicamente, a graficação técnica de objetos. Possuem como objetivo, apoiar o desenvolvimento da capacidade de criar, representar e projetar artefatos. Nesse sentido, envolvem a aplicação de normas e padrões, pois, ao contrário do desenho artístico, necessitam expressar, com precisão, o produto idealizado pelo projetista. Além disso, a referida disciplina é considerada formativa, ou seja, além de ser responsável pela abordagem de determinado conteúdo específico, também aborda o desenvolvimento de competências responsáveis pela formação intelectual do discente.

No entanto, o processo de ensino e aprendizagem do DT envolve certa complexidade. A partir da exploração do referencial teórico desta pesquisa, foi possível visualizar que uma das principais dificuldades dos alunos, no âmbito do desenho técnico, está na realização da conversão do desenho em 3D para a sua representação planificada e vice-versa. Esse fato ocorre porque essa ação envolve a criação e manutenção de imagens mentais. Por sua vez, o elemento responsável por esse procedimento é a habilidade espacial, conceituada neste estudo como a capacidade de interpretar, representar, transformar, gerar, conservar e recordar informações visuais e mentais. Logo, é a HE que media a relação entre o ver/imaginar e desenhar, identificada por Park e Kim (2007). Através dela, o aluno visualiza a representação planificada (vistas ortográficas), constrói a imagem mental do objeto, imagina as operações solicitadas e as desenha. Por esse motivo, muitas vezes, a dificuldade do sujeito na elaboração dos exercícios de DT ocorre devido a carências nessa habilidade e não em conteúdos abordados. Frente a esse cenário, esta tese apresentou a proposição de um modelo para avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial em desenho técnico. O objetivo foi possibilitar, através da sua utilização, a identificação das HE específicas que determinado aluno necessita aprimorar, propiciando a ele, atividades exclusivas para o desenvolvimento daquelas que se demonstram necessárias.

Assim, nas subseções a seguir, abordam-se os caminhos trilhados, outras contribuições, os desafios e as limitações da pesquisa, assim como a perspectiva de novas investigações.

8.1 CAMINHOS TRILHADOS

No início deste estudo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica envolvendo: a relação entre o design e o desenho técnico, o ensino e a aprendizagem de desenho técnico, o conceito de habilidade espacial e competências na educação. Também foi realizada uma revisão das produções existentes em torno dos temas abordados por esta pesquisa, através de análise sistemática, no intuito de investigar contribuições, pontos de interesse e certificar-se do caráter inédito deste estudo. Os trabalhos encontrados demonstraram-se úteis, envolvendo conceituações e parâmetros que foram incorporados ao desenvolvimento desta pesquisa.

Em um momento posterior, foram identificadas as competências necessárias para a elaboração do desenho técnico, a partir de análise documental, exploração do referencial teórico desta pesquisa e a experiência docente da autora desta tese. Na sequência, investigou-se os elementos constituintes da Habilidade espacial no contexto do DT, a partir de referencial teórico, determinando-se 9 habilidades específicas. Esses materiais foram avaliados por meio da realização de um grupo focal com professores de desenho técnico, especialistas em competências e pesquisadores na área da educação. A partir da implementação dos aprimoramentos sugeridos, concebeu-se a versão final desses mapeamentos.

Tendo como base os objetivos e indicadores de cada habilidade espacial específica, determinou-se os estilos de atividades necessários para o desenvolvimento de cada uma delas. Após, realizou-se uma investigação sobre a existência desses estilos de exercícios na literatura, adotando-se aqueles já consagrados e idealizando-se os restantes. Com base nesse material, elaborou-se uma lista de atividades organizada por habilidade espacial específica. Logo em seguida, construiu-se o instrumento de avaliação do modelo MADHE, constituído por 22 atividades. Na sequência, elaborou-se o gabarito das questões. Desse modo, a partir da integração do instrumento de avaliação, a lista de atividades por HE específica e o gabarito, concebeu-se o Modelo para Avaliação e Desenvolvimento da Habilidade Espacial em Desenho Técnico (MADHE). Além disso, com o propósito de disponibilizar o referido modelo à comunidade acadêmica em geral, assim como a professores e alunos envolvidos com disciplinas de desenho técnico, elaborou-se

a versão web do MADHE, disponível no endereço eletrônico <http://madhedt.weebly.com/>.

Dessa forma, a partir desta pesquisa e de seus resultados, objetiva-se:

- A) **Apoiar a construção da habilidade espacial no âmbito do desenho técnico**, através da realização das atividades disponibilizadas pelo modelo proposto;
- B) **Colaborar com a personalização do processo de ensino e aprendizagem da HE**, a partir da identificação das habilidades específicas que cada aluno necessita desenvolver, através da aplicação do instrumento de avaliação fornecido, oportunizando a realização de exercícios exclusivos para cada necessidade;
- C) **Contribuir com o processo de ensino e aprendizagem de desenho técnico**, auxiliando os alunos a desenvolver a capacidade de converter representações 3D em vistas ortográficas e vice-versa, diminuindo a complexidade envolvida nas operações de desenho técnico.

8.2 OUTRAS CONTRIBUIÇÕES

O resultado principal desta pesquisa é o modelo MADHE. No âmbito deste estudo, sugere-se que ele seja aplicado para auxiliar alunos com dificuldades na elaboração de exercícios de desenho técnico. No entanto, ressalta-se que ele poderá ser utilizado em disciplinas de desenho técnico de diferentes formas, a partir de estratégias pedagógicas planejadas pelo professor, segundo seus objetivos educacionais.

Outros dois produtos desta tese são os mapeamentos realizados. Tanto o quadro de competências para o desenho técnico, quanto das habilidades espaciais específicas, poderão auxiliar professores e alunos na gestão das atividades de desenho técnico. Eles poderão ser empregados na avaliação de trabalhos e provas, uma vez utilizando os seus elementos (conhecimentos, habilidades e atitudes), como critérios avaliativos. Assim, o docente poderá adotar um processo de avaliação sem subjetividades, por vezes tão questionado pelos alunos. Já os discentes, poderão ter acesso prévio a esses critérios, dedicando-se à contemplação desses itens e possivelmente construindo uma trajetória de

aprendizagem mais focada.

Além disso, também são possibilitadas discussões e reflexões a respeito dos temas e conceitos envolvidos nesta pesquisa através das publicações científicas (Apêndice F) realizadas durante a realização desta tese.

8.3 DESAFIOS DO ESTUDO

Um dos maiores desafios desta pesquisa foi identificar, cientificamente, os elementos envolvidos no desenvolvimento da habilidade espacial. Na prática docente, em sala de aula, era possível verificar que alguns elementos deveriam influenciar a capacidade de visualização dos objetos representados. Porém, imperava a dúvida sobre como apontá-los e classificá-los. Nesse sentido, utilizou-se como estratégia o processo de mapeamento. Primeiramente das competências de DT, delimitando o contexto de aplicação da HE. Após, concentrando a análise na identificação dos elementos constituintes dessa habilidade em estudo.

8.4 PERSPECTIVA DE NOVAS INVESTIGAÇÕES

No intuito de dar segmento a esta pesquisa, será realizado o processo de validação do Modelo para Avaliação e Desenvolvimento da Habilidade Espacial em Desenho Técnico em turmas de disciplinas de DT. Além disso, o MADHE *Web* será submetido ao LUME - Repositório Digital da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), de modo a disponibilizá-lo de forma mais eficiente no meio acadêmico.

Pretende-se ainda digitalizar o instrumento de avaliação, possibilitando que ele seja resolvido através de formulário eletrônico. O objetivo é realizar a inserção do MADHE no RecOAComp³⁹ (Sistema de Recomendação de Objetos de Aprendizagem baseado em Competências). Assim, os alunos de DT poderão acessar o referido sistema, realizar as questões do instrumento de avaliação e, automaticamente, receber a indicação das atividades para o desenvolvimento da habilidade espacial mais relevantes às suas necessidades.

Dessa forma, objetiva-se continuar contribuindo com o processo de ensino e aprendizagem da habilidade espacial, bem como do desenho técnico.

³⁹ O sistema RecOAComp foi abordado e conceituado na seção 3.4 desta tese.

REFERÊNCIAS

- ADANEZ, G. P.; VELASCO, A. D. (2002). **Construção de um teste** de visualização a partir da Psicologia cognitiva. *Avaliação Psicológica*, 1(1), 39-47.
- AMORIM, Arivaldo. **Tecnologias CAD no ensino de Arquitetura e Engenharia**. São Paulo 1997. 215 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- ALBERS A.; BURKARDT N.; DEIGENDESCH T.; MEBOLDT M. Enabling Key Competencies by Educational Project Work Exemplified by Teamwork and Cooperation. **Proceedings of the 11th International Conference on Engineering and Product Design Education E&PDE 2008**, Barcelona, Spain
- ALBERS, Albert; TURKI, Tarak; LOHMEYER, Quentin. Assessment of design competencies by a Five level model of expertise. **E&PDE12: Proceedings of the 14th International Conference on Engineering & Product Design Education**. Bélgica, 2012. P. 305-310, ISBN: 978-1-904670-36-0
- ALISEDA, A. **Mathematical reasoning vs. abductive reasoning: A structural approach**. Synthese, Netherlands, n. 134, p. 25-44, 2003.
- ANDRADE, Laert dos Santos; GOULART, Shane Aparecida Soares; DE LA CRUZ, Paul Carlos Huari. O USO DA REALIDADE AUMENTADA COMO FERRAMENTA DE ENSINO EM EXPRESSÃO GRÁFICA. In **XII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN**. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/50796.pdf>. Acesso em 09 junho 2019.
- ARNHEIM, R. (1986). **A plea for visual thinking**. In U. o. C. Press (Ed.), *New essays on the psychology of art* (pp. 132-152). Berkeley and Los Angeles, California.
- BARISON, Maria Bernadete. **Desenvolvimento da percepção espacial expressão gráfica**. Semina: Ci. Soc./Hum. Londrina, v. 19/20, n. 3, p. 9-22, set/1999.
- BATTISTA, M. T. (2007). The Development of Geometric and Spatial Thinking. In F. K. Lester (Ed.), **Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning** (pp. 843-908). (pp. 843-908). NY, United States: NCTM.
- BENÍCIO, Andréa. **Exercícios de Desenho Técnico**. Escola Politécnica de Pernambuco. 2017.
- BEHAR, Patricia. **Competências em EAD**. Porto Alegre: Penso, 2013.
- BEHAR, Patricia Alejandra; MACHADO, Leticia Rocha; TORREZZAN, Cristina Alba Wildt; LONGHI, Magali. (2019-a) Recomendação pedagógica em educação a distância: conceitos e elementos. P. 1-18 In: **BEHAR, Patricia e col. Recomendação pedagógica em educação a distância**. Porto Alegre: Penso, 2019
- BEHAR, Patricia Alejandra; TORREZZAN, Cristina Alba Wildt; SCHNEIDER, Daisy; SILVA, Ketia Kellen Araújo da. (2019-b) Recomendação de objetos de aprendizagem baseada em competências. P. 86-104 In: **BEHAR, Patricia e col.**

Recomendação pedagógica em educação a distância. Porto Alegre: Penso, 2019.

BISMARCK, Mário. **Desenhar é o Desenho.** 2000. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/19089..> Acesso em 30 de jul. 2017.

BODNER, G. M.; GUAY, R. B. (1997). The Purdue Visualization of Rotations Test. *The Chemical Educator*, 2(4).

BORNANCINI, J. C.; PETZOLD, N.; ORLANDI Júnior, H. **Desenho técnico básico: Fundamentos teóricos e exercícios a mão livre.** 4ª ed. Porto Alegre: Sulina, 1987

BOOTH, Joran W. ; TABORDA, Elkin A. ; RAMANI, Karthik ; REID, Tahira. Interventions for teaching sketching skills and reducing inhibition for novice engineering Designers. In **Design Studies**. Vol. 43, P. 1-23, Mar. 2016.

BRASIL, Resolução nº5: Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Design. Brasília: DF, 2004.

BROUSSEAU, G.; GIBEL, P. Didactical handling of students' reasoning processes in **problem solving situations. Educational Studies in Mathematics**, Netherlands, n. 59, p. 13-58, 2005.

CARROLL, J.B., 1993. **Human Cognitive Abilities.** Cambridge University Press, New York.

CBI 2009 —Future Fit: Preparing graduates for the world of workll, CBI. Disponível em: <https://www.universitiesuk.ac.uk/policy-and-analysis/reports/Documents/2009/future-fit-preparing-graduates-for-the-world-of-work.PDF>>. Acesso em 02 Maio 2019

CEEB. (1939). Special Aptitude Test in Spatial Relations. USA: Developed by the College Entrance Examination Board.

CHICA, E. (2011). Una propuesta de evaluación para el trabajo en grupo mediante rúbrica. *Escuela abierta: Revista de Investigación Educativa*,14, 67-82.

CHO, Ji Young. An investigation of design studio performance in relation to creativity, spatial ability, and visual cognitive style. In **Thinking Skills and Creativity**. Vol. 23, P. 67-78, Março, 2017.

CHOI, J. **Sex Differences in Spatial Abilities in Humans: Two Levels of Explanation.** In: Vokey, J. R.; Allen, S. W. *Psychological Sketches*, Department of Psychology and Neuroscience, University of Lethbridge, 5ª ed., 2001.

CONNELL, M. W.; Stevens, D. A. (2002, June 12 - 15). A Computer-Based Tutoring System for Visual- Spatial Skills: Dynamically Adapting to the User's Developmental Range. Paper presented at the **2nd International Conference on Development and Learning (ICDL)**, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts USA.

CRAWFORD, L., 1998. Project management for strategy realisation. In: Hauc, A., Kovac, R., Rozman, B., Semolic, A., Skarabot, A. (Eds.), **Proceedings 14th World Congress on Project Management**. International Project Management Association and

CROSS, Nigel. (2011). **Design thinking**. London: Bloomsbury Academic.

CUNHA, Luis Veiga da. **Desenho Técnico**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2010. ISBN 978-972-31-1066-1.

DE VERE, Ian; MELLES, Gavin; KAPOOR, Ajay. Sketchfest: emphasising sketching skills In engineering learning. **E&PDE12: Proceedings of the 14th International Conference on Engineering & Product Design Education**. Bélgica, 2012. P. 443-448, ISBN: 978-1-904670-36-0

DEBASTIANI, Carlos Alberto . **Definindo Escopo em Projetos de Software**. São Paulo: Novatec. 2015. ISBN 978-85-7522-429-8

Design Council, Designing the Future Economy. Design Skills for Productivity and Innovation. Methodology, 2017. Design Council by Ortus Economic Research Ltd. Disponível em: https://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/Design%20a%20future%20economy_methodology%2001.12.17.pdf . Acesso em 11 jun 2019.

Dibujo Tecnico. Site sobre desenho técnico. Disponível em: <http://www.dibujotecnico.com/>. Acesso em 09 jun 2019.

DORNELES, Viviane. **Caderno de Exercícios Desenho Técnico 1**. 51 p., SENAI, 2019. Disponível em: <https://mecanicadeprecisao.files.wordpress.com/2009/09/apostila-de-desenho-tecnico-1.pdf>. Acesso em 07 Jul. 2019

Slovenian Project Management Association, Ljubljana, Slovenia, pp. 10–21.

DREYFUS H.L.; DREYFUS S.E. **A Five-Stage Model of the Mental Activities Involved in Directed Skill Acquisition**, 1980 (University of California, Berkeley).

Educamais. Exercícios de raciocínio. Disponível em: <https://educamais.com/>. Acesso em 07 Jul. 2019.

ELLEMERS, N.; HASLAM, S. A. (2011). **Social Identity Theory**. Handbook of Theories of Social Psychology, 2, 379-398.

ELIOT, J. C.; SMITH, I. M. (1983). **An international directory of spatial tests**. Windsor, England: NFER-Nelson.

ESHUN, E. F. ; OSEI-POKU, P. (2013), **Design Students Perspectives on Assessment Rubric** in Studio-Based Learning. Journal of University Teaching and Learning Practice, 10(1), 1-8

FERGUSON, Eugene S. (1999). **Engineering and the Mind's Eye**.

FLEISIG, R. V., ROBERTSON, A., SPENCE, A. D. (2004). Improving the Spatial Visualization Skills of First Year Engineering Students. **Paper presented at the First Inaugural CDEN Conference.**

FLEURY, A. C. C.; FLEURY, M. T. **Construindo o conceito de competências.** Revista de Administração Contemporânea. Edição especial, 2001, p. 183-196.

GABRIELE, Sandra. Design Inquiry Through Making. **ICDC: Proceedings of The Fifth International Conference on Design Creativity.** Reino Unido, 2018. P 362-368. ISBN: 978-1-904670-97-1

GADAMER, G. G. (1988). **Istina i metod** [Truth and Method]. Moscow: Progress Publishers

GALTON, F. (1883). **Inquiries into human faculty and its development.** London: MacMillan and CO.

GARDNER, H., 2011. **Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences.** Basic Books, New York

GOEL, Vinod. (1995). **Sketches of thought.** Cambridge MA: MIT Press

GRAY P.J. Student Learning Assessment. In **Rethinking Engineering Education – The CDIO Approach**, 2007, pp.152-165 (Springer, New York).

GRAVINA, M. A. **Os ambientes de Geometria Dinâmica e o Pensamento Hipotético Dedutivo.** 2001. 262f. Tese (Doutorado em Informática na Educação). UFRGS. Porto Alegre, 2001.

HARLE, M.; TOWNS, M. (2010). **A Review of Spatial Ability Literature**, Its Connection to Chemistry, and Implications for Instruction. *Journal of Chemical Education*, 88(3), 351-360

HARTMAN, N. W.; BERTOLINE, G. R. (2005, Jul 06-08). Spatial Abilities and Virtual Technologies: Examining the Computer Graphics Learning Environment. Paper presented at the **Ninth International Conference on Information Visualisation (IV'05).**

HASLAM, S. A. ; ELLEMERS, N., (2011). **Social Identity Theory.** *Handbook of Theories of Social Psychology*, 2, 379-398.

HEGARTY, M.; WALLER, D. (2004). **A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities.** *Intelligence*, 32, 175-191.

HERNANDEZ R. J., Cooper R., and Jung J. **The understanding and use of design in the UK industry: reflecting on the future of design and designing in industry and beyond.** *The Design Journal*, pp. 2823-2836, 2017.

HORVÁTH, I. (2006), **Design Competence Development in an Academic Virtual Enterprise.** Volume 3: 26th Computers and Information in Engineering Conference, Philadelphia, USA, September 10-13, 2006, ASME, pp. 383–392. <https://doi.org/10.1115/DETC2006-99162>

HUANG , Tien-Chi; LIN , Chun-Yu. **From 3D modeling to 3D printing: development of a Differentiated spatial ability teaching model.** In Telematics and Informatics. Vol. 34, P. 604-613, Maio, 2017.

ITO. Paulo. **Leitura e Interpretação de Desenhos Técnicos.** Disponível em: https://pauloito.blogspot.com/2016/08/leitura-e-interpretacao-de-desenhos_24.html. Acesso em 07 jul. 2019

Kaufmann, H.; Schmalstieg, D. (2003). **Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality.** Computers & Graphics, 27(3), 339–345.

KAWANO, Alexandre. **Só o computador não basta.** CADESIGN, p. 66 s. n. t. Ano 3 v. 25

KELLEN, K. ; BEHAR, P. A. ; SCHNEIDER, D. ; CAZELLA, S. C. ; TORREZZAN, C. A. W. . Development and System Assessment of Learning Object Recommendation based on Competency.. In: **7th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management**, 2015, Lisboa. Proceedings of the 7th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management, 2015. v. 3. p. 274-280.

KETTLES Yard (2006). —**Lines of Enquiry:thinking through drawingll.** 15 July - 17 September 2006 (from www.kettlesyard.co.uk/exhibitions/archive/linesofenq.html)

KHAIRUL A. S.; AZNIAH, I. (2004). **The improvement of mental rotation through computer-based multimedia tutor.** Malaysian Online Journal of Instructional Technology, 1(2). Retrieved March 11, 2005, from <http://pppjj.usm.my/mojit/articles/V1N2-final/MOJIT-Khairul.htm>

KORNIENKO, MIKHAIL; KUKHTA, Maria; FOFANOV, Oleg; KUKHTA, Evgeniy. **Experience of visual perception in the design education.** In Procedia - Social and Behavioral Sciences. Vol. 206, P. 365-368, Outubro, 2015.

KOSSLYN, S. M., **Mental imagery**, in Kosslyn, S. M. and Osherson, D. N. (eds) An Invitation to Cognitive Science: Visual Cognition, 2nd edition, MIT Press, Cambridge, MA, pp 267–296, 1995.

KOSTOFF, Ronald N.; SCHALLER, Robert R. Science and Technology Roadmaps. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 48, n. 2, may 2001.

KRIMBERG, Laura. **Diretrizes para o desenvolvimento de aplicativos educacionais: um foco no sujeito mobile.** Porto Alegre, 2018. 100 p. Projeto de Dissertação (Mestrado) – Pós-graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

KUKHTA, M. S. (2013). Semantic capacity of an object in design. **Proceedings of the Academy of technical aesthetics and design**, 1, 31- 33

KUNRATH, K.; CASH, P.; Li-Ying, J. Designers' identity: skills' self-perception and expectation in design students. **Proceedings of the 15th International Design**

Conference. Croácia, 2018. P. 2045-2054. Doi: <https://doi.org/10.21278/idc.2018.0116>

LANNIN, J.; ELLIS A. B.; ELLIOT, R. **Developing essential understanding of mathematics reasoning for teaching Mathematics** in prekindergarten-grade 8. Reston, VA: NCTM, 2011.

Lappan G. Middle grades mathematics project. **Spatial visualization test**, 1081, Michigan State University, USA

LATERZA, Luiz B. de M. O Impacto da Computação Gráfica no Ensino de Desenho. **SIMPÓSIO DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA, ARQUITETURA, ENGENHARIA, ÁREAS AFINS 1.**, Salvador, 1991. Anais. s., 1991, p.

LINN, M.C., PETERSEN, A.C., 1985. **Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: a meta-analysis.** Child Dev. 56 (6), 1479.

LE BOTERF, G., 2004. **Construir as competências - individuais e coletivas**, Éditions d'Organization, 3ª edição.

LOHMAN, D.F., 1979. **Spatial Ability: A Review and Reanalysis of the Correlational Literature.** Stanford University School of Education, California.

LUCIA A. D. ; LEPSINGER R. **Art & science of competency models**, 1999 (Jossey-Bass San Francisco, CA). national Journal of Art & Design Education, 2017, 36(1), 106-117.

MADHE. Disponível em <http://madhedt.weebly.com/>. Acesso em 26 jul. 2019.

MANRÍQUEZ, L. (2012). **¿Evaluación en competencias?**. Estudios pedagógicos (Valdivia), 38(1), 353-366.

MARQUES , Janaina Carneiro; CHISTÉ , Priscila de Souza. O Ensino do Desenho Técnico: uma Proposta Interdisciplinar. **Anais do CIAIQ2016: 5º Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa em Educação.** Vol. 1, P. 1178-1187, Portugal, 2016. Disponível em:

MARTÍNEZ , Leticia C. VELASCO; BARRIGA, Frida Díaz; HURTADO, Juan Carlos Tójar. Acquisition and evaluation of competencies by the use of rubrics. Qualitative study on university faculty perceptions in Mexico. **In Procedia - Social and Behavioral Sciences.** Vol.237, P. 869-874, Fev. 2017

METRAGLIA, Riccardo; BARONIO, Gabriele; VILLA, Valerio. Learning levels in technical drawing Education: proposal for an assessment Grid based on the european qualifications Framework (EQF). ICED 11: **Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design.** Dinamarca, 2011. Vol. 8, P. 161-172.

MCFADZEAN, J. and CROSS, N. **Notation and Cognition in Conceptual Sketching: an Analysis of the Graphical Notation of Visual Reasoning in Design?** in Gero, J. S. and Tversky, B. (eds), Visual and Spatial Reasoning in Design, Key Centre of Design Computing and Cognition, Sydney, Australia, 1999

MCGEE, M.G., 1979. **Human spatial abilities: psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences.** *Psychol. Bull.* 86 (5), 889–918.

MCLENING, Christian; BURGESS, Jonathan. Engineering and design student projects - The impact of team based final major Projects on graduate employability. **E&PDE :Proceedings of the 20th International Conference on Engineering and Product Design Education.** Londres, 2018.P. 706-713. ISBN: 978-1-912254-02-6

METRAGLIA, Riccardo; BARONIO, Gabriele; VILLA, Valerio. Issues in learning engineering graphics fundamentals: shall we blame CAD? **ICED 15: Proceedings of the 20th International Conference on Engineering Design.** Milão, 2015. P. 31-40. ISBN: 978-1-904670-73-5

MILLER, C. L.; Bertoline, G. R. (1991). **Spatial Visualization Research and Theories: Their Importance in the Development of an Engineering and Technical Design Graphics Curriculum Model.** *Engineering Design GraphicsJournal*, 55(3), 5-14.

MILNE, Mark; MORRIS, Richard; KATZ, Tim; COVILL, Derek; ELTON, Eddy. Culturally influenced learning: why do Some students have difficulties Visualising in 3D? **E&PDE14: Proceedings of the 16th International conference on Engineering and Product Design Education.** Holanda, 2014, P. 255-262, ISBN: 978-1-904670-56-8.

MOHLER, J. L. (2006). **Examining the spatial ability phenomenon from the student's perspective.** Purdue University, West Lafayette, Indiana.

MONTENEGRO, Gildo A. *Geometria descritiva.* São Paulo: Edgard Blücher, 1991

MORAES, Andréa Benício de ; CHENG, Liang-Yee. O ESTADO DA ARTE DAS DISCIPLINAS DE DESENHO PARA CURSOS DE ENGENHARIA NO BRASIL. **Anais do COBENGE 2018: XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia e 1º Simpósio Internacional de Educação em Engenharia.** P. 1-19, Bahia, 2018. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/19/artigos/286.PDF>. Acesso em 30 mai. 2019.

MOUBDI, Diya; YANNOU, Bernard; CLUZEL, François; GHAFARI, Asma; VÈNE-RAUTUREAU, Caroline; JAMMES, Pierre. Competency framework to support need Seeker innovation training. **E&PDE: Proceedings of the 20th International Conference on Engineering and Product Design Education.** Londres, 2018.P. 448-455. ISBN: 978-1-912254-02-6

MICHAEL, W. B., ZIMMERMAN, W. S., & Guilford, J. P. (1950). **An investigation of two hypotheses regarding the nature of the spatial-relations and visualization factors.** *Educational and Psychological Measurement*, 10(2), 187-213

OLIVEIRA, P. **O raciocínio matemático à luz de uma epistemologia.** *Educação e Matemática*, Lisboa, n. 100, p. 3-9, 2008.

PAULA, Bárbara Arantes de; MIRANDA, Carlos Alberto Silva de. **NOVAS TECNOLOGIAS APLICÁVEIS NO ENSINO DO DESENHO TÉCNICO: POSSIBILIDADES DE OTIMIZAÇÃO DO APRENDIZADO NOS CURSOS DE DESIGN DE PRODUTO. Anais do 12º P&D 2016: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design.** P. 2153-2164, Belo Horizonte, 2016.

PAES, Daniel; ARANTES, Eduardo; IRIZARRY, Javier. **Immersive environment for improving the understanding of architectural 3D Models: comparing user spatial perception between immersive and Traditional virtual reality systems.** In Automation in Construction. Vol. 84, P. 292-303, Dezembro, 2017.

PANADERO, E. ; Jonsson, A. (2013). **The use of scoring rubrics for formative assessment purposes revisited: A review.** Educational Research Review, 9, 129–144

PANISSON, E. **Gaspard Monge e a sistematização da representação na arquitetura.** Porto Alegre: Tese (doutorado em arquitetura). Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura. UFRGS, 2007.

PARK, J. A., KIM, Y. S.; CHO, J. Y., **Visual Reasoning as a Critical Attribute in Design Creativity,** Proc. International Design Research Symposium, November, Korea, 2006

PARK, Jung Ae; KIM, Yong Se. Visual reasoning and design processes. **ICED 2007: Proceedings of the 16th International Conference on Engineering Design.** Paris, 2007. P. 333-334.

PEDROSA, Carlos Melgosa. **DISEÑO Y EFICACIA DE UN GESTOR WEB INTERACTIVO DE APRENDIZAJE EN INGENIERÍA GRÁFICA PARA EL DESARROLLO DE LA CAPACIDAD DE VISIÓN ESPACIAL.** Burgos, 2012. 323 p. Tese (Doutorado) - Escuela Politécnica Superior, Universidade de Burgos.

PEGG A.; WALDOCK J.; HENDY-Isaac S.; LAWTON R. **Pedagogy for employability.** The Higher Education Academy, 2012.

PEIXOTO, Virgílio Vieira. **ESTIMULANDO A VISÃO ESPACIAL EM DESENHO TÉCNICO.** 2004. 93 f. Projeto de Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

Perrenoud, P. 1999. **Construir as competências desde a escola.** Artmed, 1ª edição.

PIAGET, Jean. **O nascimento da inteligência na criança.** 4. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

PIAGET, Jean; INHELDER, Bärbel. **A psicologia da criança.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1993.

11 plus for parente. Disponível em: <http://www.11plusforparents.co.uk/>. Acesso em 07 jul. 2019.

PÓLYA, G. **Mathematics and plausible reasoning: Induction and analogy in mathematics**. Princeton, NJ: Princeton University Press. Vol. 1. 1954.

POLTROCK, S. E., ; BROWN, P. (1984). **Individual Differences in Visual Imagery and Spatial Ability**. *Intelligence*, 8, 93-138

POTTER, C., ; MERWE, E. v. d. (2003). **Perception, imagery, visualization and engineering graphics**. *European Journal of Engineering Education*, 28(1), 117-133

PRIETO Adánez, G., ; DIAS VELASCO, A. (2002). **Predicting Academic Success of Engineering Students in Technical Drawing from Visualization Test Scores**. *Journal for Geometry and Graphics*, 6(1).

QUEIROZ, Lilian Quelle Santos de. Ensino de desenho e habilidade espacial no conceito de Gildo Montenegro. **REVISTA GEOMETRIA GRÁFICA**. Vol. 1: P35-P45, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/geometriagrafica/article/view/236124>. Acesso em 09 maio 2019.

RIVERA, F; BECKER, J. **Algebraic reasoning through patterns**. *Mathematics Teacher in the Middle School*, Reston, VA, v. 15, n. 4, p. 213-221, 2009.

ROBINSON, M. A.; SPARROW, P. R.; CLEGG, C. ; BIRDI, K., **Design engineering competencies: future requirements and predicted changes in the forthcoming decade**. *Design Studies*, 2005, 26(2), 123-153.

RUAS, R. **Observações acerca do Conceito, Natureza e Aplicação da Noção de Competências nas Empresas**. Parte 1 – Competências Organizacionais. Texto elaborado para uso básico, abr./2009.

RUSSEL, S. Mathematical reasoning in the elementary grades. In: **STIFF, L. V.; CURCIO, F. R. Developing mathematical reasoning in grades K-12**. Reston, V.A.: NCTM, 1999. p. 1-12.

SARAMA, 1., ; CLEMENTS, D. H. (2009). **Early childhood mathematics education research: learning trajectories for young children**. New York: Routledge.

SAORÍN Pérez, J. L. (2006). **Estudio del efecto de la aplicación de tecnologías multimedia y del modelado basado en bocetos en el desarrollo de las habilidades espaciales**., Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

SEPPÄNEN, V., 2002. **Evolution of competence in software contracting projects**. *Int. J. Proj. Manag.* 20 (2), 155–164.

SHAH, Jami; WOODWARD, Jay; SMITH, SM. Applied tests of engineering design skills: Visual thinking characterization, test Development and validation. **ICED 11: Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design**. Dinamarca, 2011, Vol. 7, P. 127-139.

SJÖLINDER, M. (1998). **Spatial cognition and environmental descriptions [Electronic Version]**. Towards a Framework for Design and Evaluation of Navigation in Electronic Spaces / SICS, 45-58. Disponível em:

<http://www.sics.se/humle/projects/persona/web/littsurvey/abstracts.html>. Acesso em 09 jun 2019.

SILVA, A.; RIBEIRO, C.; DIAS, J.; SOUZA, L. **Desenho técnico moderno**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

SOARES, C. C. P. Computação gráfica: uma mudança nos paradigmas das técnicas de representação? In: **XVII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e VI Internacional Conference on Graphics Engineering for Arts and Design**. 2005, Recife. Anais eletrônicos... 2005, Recife. Anais eletrônicos. Recife: FASA. 2005.

SOUZA, Gilson Jandir de. **A PERCEPÇÃO ESPACIAL E O ENSINO DE DESENHO TÉCNICO**. Disponível em: <https://www.ebah.com.br/content/ABAAAAGE4AC/a-percepcao-espacial-ensino-desenho-tecnico>. Acesso em 10 jun. 2019.

SUWA, M.; PURCELL, T.; GERO, J. S., **Macroscopic Analysis of Design Processes Based on a Scheme for Coding Designers' Cognitive Actions**, Design Studies, Vol 19, No 4, pp 455–483, 1998

TAKEY, Sílvia Mayumi ; CARVALHO, Marly Monteiro de Carvalho. Competency mapping in project management: An action research study in an engineering company. In **International Journal of Project Management**. Vol.33, P. 784-796, Maio 2015.

TestingMom.com. Disponível em: <https://www.testingmom.com/>. Acesso em 21 jul 2019.

THOMAS F. Walton (1965). **Technical Data Requirements for Systems Engineering and Support**. Prentice-Hall. p.170

THORNDIKE, E. L. **The new methods in Arithmetic**. New York: Chicago: San Francisco: Rand McNally & Company, 1921.

THURSTONE, L. L. (1938). **Primary mental abilities**. Chicago: University of Chicago Press.

ULLMAN, D.G.; WOOD, S. ; CRAIG, D., **The Importance of Drawing in the Mechanical Design process**. Computing and Graphics, 1990, 14(2), pp263-274

VELASCO, Angela. **A informática no ensino de desenho técnico**. Trabalho acadêmico, São Paulo, 1998.

VELASCO, A. D., e KAWANO, A. **Avaliação da aptidão espacial em estudantes de engenharia como instrumento de diagnóstico do desempenho em desenho técnico**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo: EPUSP, 2002.

VALENTINE, Rod. An E-Assessment For Engineering Drawing. **E&PDE 2018: Proceedings of the 20th International Conference on Engineering and Product Design Education** . Londres, 2018. P. 358-362, ISBN: 978-1-912254-02-6

VÉLEZ, M. C.; SILVER, D., ; TREMAINE, M. (2005, October 23-October 28). Understanding Visualization through Spatial Ability Differences. Paper presented at **the 16th IEEE Visualization 2005 (VIS 2005)**, Minneapolis, Minnesota (EEUU).

VILLAGRASA, Beatriz Martínez; ESPARZA, Danae; CORTIÑAS, Sergi. The creative competencies dictionary, Between design practice and education in 21st century. **E&PDE :Proceedings of the 20th International Conference on Engineering and Product Design Education**. Londres, 2018.P. 300-305. ISBN: 978-1-912254-02-6

VOYER, D.; VOYER, S., & Bryden, M. P. (1995). **Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables**. Psychological Bulletin, 117, 250–270. doi:10.1037/0033-2909.117.2.250

YÁNIZ C .**Las competencias en el currículo universitario: implicaciones para diseñar el aprendizaje y para la formación del profesorado**. Red. U. Revista de Docência Universitária 2008; 1:1-13.

YUS, R., **Competence-based education: between the rhetoric and the reality**. A proposal for a curricular solution. Publicaciones, 2011, 41, 141-159.

WILSON, S. E. ; ZAMBERLAN, L., Design Pedagogy for an Unknown Future: A View from the Expanding Field of Design Scholarship and Professional Practice. **The International Journal of Art & Design Education**,2017, 36(1), 106-117.

WYSOCKI A. F. ; SORBY S.A. **Introduction to 3D Spatial Visualisation: an active approach**, 2003 (Delmar CENGAGE Learning,)

ZABALA, Antoni; ARNAU, Laia. **Como aprender e ensinar competências**. Artmed: Porto Alegre, 2010.

ZIMMERMANN, Anelise; COUTINHO Solange. Teaching drawing based on the design Process – exploring creativity. **ICDC 2018: Proceedings of The Fifth International Conference on Design Creativity**. Londres, 2018. P. 306-313, ISBN: 978-1-904670-97-1

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Apresentação da Pesquisa

Prezado(a) Participante,

A pesquisadora Cristina Alba Wildt Torrezan, aluna do Curso de Doutorado em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), está realizando uma pesquisa sobre o desenvolvimento da habilidade espacial em desenho técnico. No presente evento, serão coletados dados que por sua vez serão descritos e analisados pela pesquisa de doutorado intitulada **“Avaliação e Desenvolvimento da Habilidade Espacial em Desenho Técnico (MADHE)”**, orientada pelo professor doutor Maurício Moreira e Silva Bernardes.

Serão analisados, neste evento, os fundamentos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem da habilidade espacial e do desenho técnico. Durante o decorrer desses procedimentos serão coletados dados referentes às práticas e discussões realizadas.

Sobre os cuidados éticos:

- Os dados e os resultados desta pesquisa estarão sob sigilo ético, não sendo mencionado o nome verdadeiro dos participantes em nenhuma apresentação oral ou em trabalho escrito que venha a ser publicado;
- A participação nesta pesquisa não oferece nenhum prejuízo ou risco à pessoa que realizar esta disciplina, a não ser eventual desconforto na elaboração de atividades, preenchimento de questionários e relatos de experiência.
- Benefícios da participação desta pesquisa: ser colaborador no processo investigativo deste estudo e, conseqüentemente, na elaboração e aprimoramento de práticas que auxiliem o desenvolvimento da habilidade espacial no contexto do desenho técnico.

A pessoa responsável por esta pesquisa é a doutoranda em Design (PGDesign/UFRGS) Cristina Alba Wildt Torrezan. A referida pesquisadora compromete-se em atender devida e adequadamente qualquer dúvida ou qualquer necessidade de esclarecimento que eventualmente o/a participante venha a ter, através do telefone (51) 996103951 ou pelo e-mail crisawt@gmail.com. Também disponibiliza-se o telefone do Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS: (51) 33083738.

Obrigada,

Cristina Torrezan

.....

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Após ter sido devidamente informado de todos os aspectos desta pesquisa e ter sido esclarecido de todas as dúvidas você aceita participar desta pesquisa, autorizando a publicação dos dados coletados nas atividades realizadas por você (neste evento) na pesquisa de doutorado intitulada **“Avaliação e Desenvolvimento da Habilidade Espacial em Desenho Técnico (MADHE)”** e em outras possíveis publicações referentes a esta pesquisa?

Sim Não

Caso sua resposta à pergunta anterior seja positiva, insira abaixo a sua assinatura para assim confirmar a sua participação nesta pesquisa.

APÊNDICE B – MAPEAMENTO DE COMPETÊNCIAS PARA O DESENHO TÉCNICO (VERSÃO PRELIMINAR)

Competência	Objetivo	Conhecimentos	Habilidades	Atitudes
Representação Técnica de Objetos (EP)	Desenhar as vistas ortográficas comuns, auxiliares, seccionais e a perspectiva de objetos tridimensionais (EP) (RT)	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de projeção - Projeção ortogonal - Vistas ortográficas - Modulação - Esboço - Perspectiva isométrica - Escala - Vistas Auxiliares - Cotagem - Desenho de detalhe - Desenho de conjunto - Desenho Simbólico (EP)(RT) <p>Normas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - NBR 10067: Representação em DT - NBR 8196: Emprego das escalas - NBR 10126: Cotagem de DT - NBR 8993: Representação de partes roscadas - NBR 5876: Representação de roscas - NBR 5875: Parafusos, porcas e acessórios 	<ul style="list-style-type: none"> -Relacionar forma e proporção (EP) - Elaborar esboço à mão-livre (EP) (RT) <li style="border: 2px solid red;">- Habilidade Espacial (EP) (RT) (CD) - Desenhar Vistas ortográficas comuns (EP) - Dispor as vistas ortográficas na sua posição padrão (método Americano ou Europeu) (EP) (RT) - Respeitar o alinhamento entre as vistas (EP) (RT) - Escolher a posição mais relevante do objeto para o desenho das suas vistas ortográficas ou perspectiva (EP) (RT) - Interpretar perspectivas para representar vistas ortográficas (EP)(CD) <p style="text-align: right;">N1</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ter capricho na elaboração dos desenhos (EP) - Possuir persistência e motivação perante a carga cognitiva envolvida nas representações (EP) - Considerar o Desenho Técnico como linguagem de representação e comunicação (EP) - Ser crítico perante o desenho e soluções realizados (EP) (RT) - Dispor iniciativa e criatividade nas soluções gráficas propostas (EP) (RT) - Ter empatia, procurando entender a importância da representação técnica de objetos na sua futura profissão. (EP) - Agir com confiança, enfrentando possíveis inconsistências ou imprevistos que possam ocorrer (EP)

Mapeamento das competências para o desenho técnico (versão preliminar)-
continuação

Competência	Objetivo	Conhecimentos	Habilidades	Atitudes
Representação Técnica de Objetos (EP)	Desenhar as vistas ortográficas comuns, auxiliares, seccionais e a perspectiva de objetos tridimensionais (EP) (RT)	- NBR 6493: Emprego de cores em tubulações prediais - NBR 5444: Símbolos para instalações elétricas prediais - NBR 9580: Representação de rebites (EP)(RT)	- Interpretar vistas ortográficas para representar perspectivas (EP)(CD) - Desenhar objetos em perspectiva a partir de vistas ortográficas (EP) N2	- Revisar os desenhos elaborados e as soluções propostas (EP) (RT) - Agir com autonomia na busca por soluções de desafios e dúvidas (EP) (RT)
			- Especificar todas as informações sobre o objeto, necessárias para a sua construção e interpretação (EP) - Cotar o desenho conforme norma (EP) - Definir a escala mais pertinente para representar cada desenho (EP) - Desenhar vistas ortográficas seccionais (EP) - Representar elementos de Fixação (EP) (RT) N3	
			- Analisar o objeto propondo intervenções ou a criação de novos elementos, sempre que necessário (EP) - Desenvolver soluções com clareza e concisão (EP) (RT) N4	
Organização (EP)(CD)	Planejar e gerenciar a elaboração, apresentação e armazenamento	- Formatos de papel - Margens e legenda - Layout de prancha - Dobragem da prancha (EP) (RT)	- Desenhar margens e legendas conforme norma técnica (EP) - Idealizar a disposição dos desenhos	- Armazenar e transportar corretamente as folhas de desenho (EP)(CD) - Ser criterioso com a organização dos desenhos

Mapeamento das competências para o desenho técnico (versão preliminar) - conclusão

Competência	Objetivo	Conhecimentos	Habilidades	Atitudes
Organização (EP)(CD)	Planejar e gerenciar a elaboração, apresentação e armazenamento	<p>Normas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - NBR 10068: Dimensões de folhas e <i>layout</i> - NBR 10582: Apresentação da folha para DT - NBR 13142: Dobramento de cópia (EP)(RT) 	<p>na(s) prancha(s) (EP)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Escolher o tamanho adequado de papel em relação aos desenhos representados (EP) - Dobrar a prancha segundo a norma (EP)(RT) - Gerenciar as prioridades (EP)(RT) - Administrar o tempo/prazo de elaboração dos desenhos (EP)(RT) 	<p>na prancha (EP)(CD)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ter responsabilidade em salvar periodicamente os arquivos digitais (EP)(CD) - Possuir comprometimento com os prazos e funções desempenhadas (EP)(RT)(CD)
Expressão gráfica (EP)(RT)(CD)	Comunicar a forma e os demais elementos constituintes dos objetos, assim como as informações envolvidas, por exemplo, simbologias, texturas, espessuras, entre outros. (EP)	<ul style="list-style-type: none"> -Tipos e espessuras de linhas (EP)(RT) - Hachuras (EP)(RT) <p>Normas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - NBR 8403: Tipos e espessuras de linhas - NBR 122.98: Representação geral de hachuras - NBR 6492: Representação de hachuras específicas 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar corretamente os instrumentos de desenho (EP)(CD) - Realizar traçados com precisão (EP) - Utilizar linguagem de representação técnica (EP)(RT) - Explicitar a hierarquia entre as diferentes linhas do desenho (espessuras) (EP)(RT) 	<ul style="list-style-type: none"> - Manter limpos os instrumentos de desenho (EP)(CD) - Ter respeito às normas referentes à expressão gráfica e simbologias envolvidas no desenho (EP)(CD) - Preocupar-se com a apresentação do desenho (EP)(CD)

Fonte: A autora (2019)

Legenda:

(EP): baseado na experiência docente da pesquisadora desta tese

(RT): fundamentado pelo referencial teórico abordado nesta pesquisa (artigos, livros e conteúdos programáticos, planos de ensino)

(CD): embasado nas etapas de coleta de dados deste trabalho (grupos focais e análise de trabalhos de DT)

**APÊNDICE C – MAPEAMENTO DA HABILIDADE ESPACIAL
(VERSÃO PRELIMINAR)**

Habilidade Geral	Objetivo	
Habilidade Espacial	Objetivo Geral	Objetivo em DT
	Capacidade de interpretar, representar, transformar, gerar, conservar e recordar informações visuais e mentais.	Apoiar criações, interpretações, representações e transformações de objetos através de técnicas de representação e sistemas projetivos.
Habilidades Específicas	Objetivo	Aplicação no Desenho Técnico (indicadores da habilidade)
Visualização Espacial	Codificar e decodificar a representação gráfica de objetos.	<ul style="list-style-type: none"> - Conceção mental de objetos através das suas representações bidimensionais - Atuação sobre imagens mentais de sólidos (rotações, secções,...) - Antecipação de representações de objetos - Conversões 2D \Leftrightarrow 3D - Realização de esboços - Exteriorização de ideias e imagens mentais através do desenho ou esboço
Percepção Espacial	Perceber a posição de dois ou mais objetos em relação uns aos outros ou em relação ao seu próprio eu, desprezando informações irrelevantes.	<ul style="list-style-type: none"> - Representação e interpretação do encaixe e montagem de objetos - Conceção de um conjunto de objetos
Raciocínio Espacial	Realizar simulações de movimento, empregar raciocínio analógico, efetuar induções, descobrir padrões e possíveis inconsistências.	<ul style="list-style-type: none"> - Adição ou remoção de componentes de peças ou partes de objetos - Conceção de sequências de montagem de objetos e peças - Organização de layout em espaço restrito
Rotação Mental	Rotacionar mentalmente imagens visuais, sejam bidimensionais ou tridimensionais.	<ul style="list-style-type: none"> - Realização de rotações mentais de objetos

Mapeamento da Habilidade Espacial (versão preliminar) - continuação

Habilidade Geral	Objetivo	
Habilidades Específicas	Objetivo	Aplicação no Desenho Técnico (indicadores da habilidade)
Relação Espacial	Perceber a posição de um objeto em relação a uma posição anterior, considerando volume, tamanho, distâncias e demais elementos envolvidos.	<ul style="list-style-type: none"> - Representação de objetos no espaço - Utilização ou manutenção de proporções, modulações e escalas - Escolha da escala mais apropriada a cada representação
Memória visual	Recuperar formas de objetos, abrangendo atributos (cor, textura, entre outros), localização e relacionamentos.	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção de representações mentais - Construção, interpretação ou transformação de objetos com base em sólidos conhecidos
Fechamento visual	Reconhecer algo no todo, ainda que esteja incompleto ou que lhe falte algumas partes.	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecimento de formas ou padrões contidos em representações maiores - Junção de dois ou mais sólidos - constituição de objetos a partir das suas partes segmentadas
Penetração visual	Imaginar mentalmente o que há dentro de um objeto sólido.	<ul style="list-style-type: none"> - Representação de linhas não-visíveis de objetos - Interpretação e execução de cortes e seções
Orientação Espacial	Imaginar a visualização de um ou vários objetos sob diferentes pontos de vista.	<ul style="list-style-type: none"> - Representação e interpretação de objetos através de diferentes sistemas de projeção - Representação e interpretação de sólidos sob diferentes ângulos visuais - Desenho do encaixe e montagem de objetos - Realização de rotações mentais - Criação de objetos ou conjunto de sólidos

Mapeamento da Habilidade Espacial (versão preliminar) - continuação

Habilidade Geral	Objetivo	
Habilidades Específicas	Objetivo	Aplicação no Desenho Técnico (indicadores da habilidade)
Constância de forma	Reconhecer um objeto independentemente da forma, do tamanho e se está reto, virado ou invertido.	- Conversões 2D \leftrightarrow 3D - Encaixe e montagem de objetos

Fonte: A autora (2019)

**APÊNDICE D – MODELO PARA AVALIAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA
HABILIDADE ESPACIAL EM DESENHO TÉCNICO (MADHE)
(VERSÃO PRELIMINAR)**

MADHE – Modelo para Avaliação e Desenvolvimento da Habilidade Espacial em Desenho Técnico

1 APRESENTAÇÃO

Bem-vindo ao MADHE!

Este modelo objetiva apoiar o desenvolvimento da habilidade espacial (HE) no contexto do desenho técnico. Apresenta-se constituído por um instrumento de avaliação e uma lista de atividades organizada por habilidade espacial.

A partir da utilização deste modelo, os professores de desenho técnico poderão identificar as habilidades espaciais que cada aluno necessita aprimorar ou desenvolver, fornecendo atividades específicas para a sua construção. Caso necessite, o professor poderá ainda elaborar um volume maior de exercícios, seguindo a amostra disponibilizada no MADHE.

2 COMO UTILIZAR O MADHE?

- a) O professor imprime o instrumento de avaliação (disponível no item 3) e fornece ao aluno, que terá entre 60 a 90 minutos para resolvê-lo.
- b) Após a correção do instrumento (conforme gabarito), o docente visualiza as habilidades espaciais que o aluno necessita desenvolver ou aprimorar (aquelas que possuírem ao menos duas questões respondidas incorretamente).
- c) No item “Atividades”, o professor acessa e imprime as atividades de cada habilidade espacial desejada, fornecendo-as ao aluno.

3 INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

Este instrumento objetiva identificar as habilidades espaciais que um determinado sujeito necessita aprimorar ou desenvolver. É composto por 22 questões que devem ser realizadas entre 60 e 90 minutos.

Legenda utilizada:

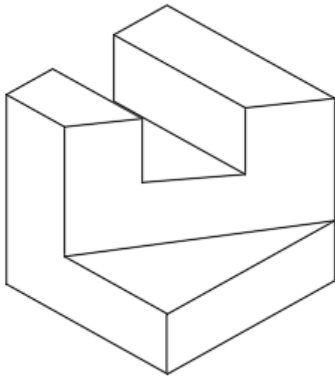
Número das Questões	Habilidade Espacial Envolvida
1, 5, 11	Visualização Espacial
6, 12, 22	Percepção Espacial
2, 7, 20	Raciocínio Espacial
4, 15, 21	Rotação Mental
3, 8, 16	Relação Espacial
19, 14	Memória visual
10	Fechamento visual
17, 13	Penetração visual
18, 9	Constância de forma

O aluno necessitará desenvolver ou aprimorar as habilidades que possuírem ao menos duas questões respondidas incorretamente.

No caso da reavaliação do instrumento de avaliação com um mesmo aluno, sugere-se que as atividades sejam substituídas por outras do mesmo estilo. Elas poderão ser confeccionadas pelo próprio professor a partir do exemplar fornecido.

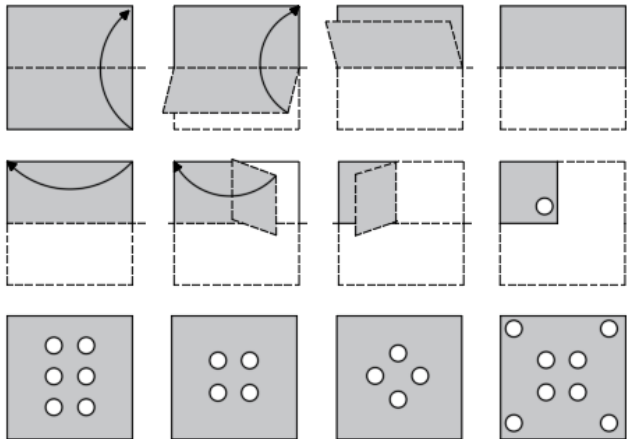
INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

1. Desenhe as vistas ortográficas do objeto representado em perspectiva.



Fonte: Adaptado de Dorneles (2019)

2. A partir das dobras e do furo realizado na folha de papel, identifique qual será o resultado final ao reabrir a folha.



A

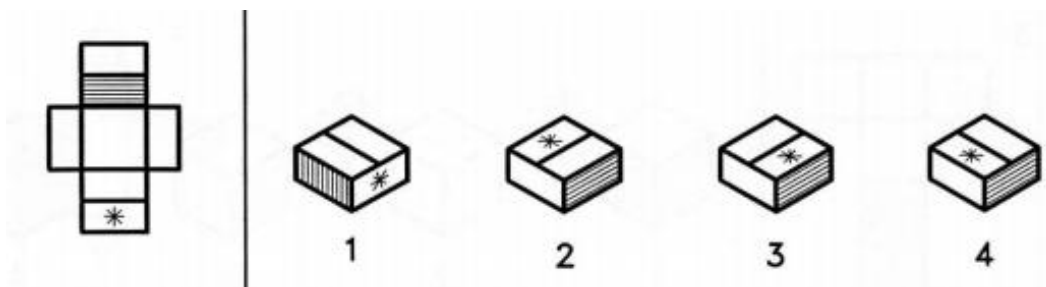
B

C

D

Fonte: Adaptado de TestingMom.com (2019)

3. Identifique o sólido que corresponde à montagem do esquema planificado



1

2

3

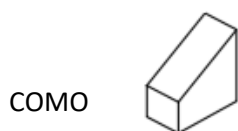
4

Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

4. Selecione a representação que indica o mesmo giro sofrido pelo sólido modelo.



É ROTACIONADO PARA



COMO

É ROTACIONADO PARA



A



B



C



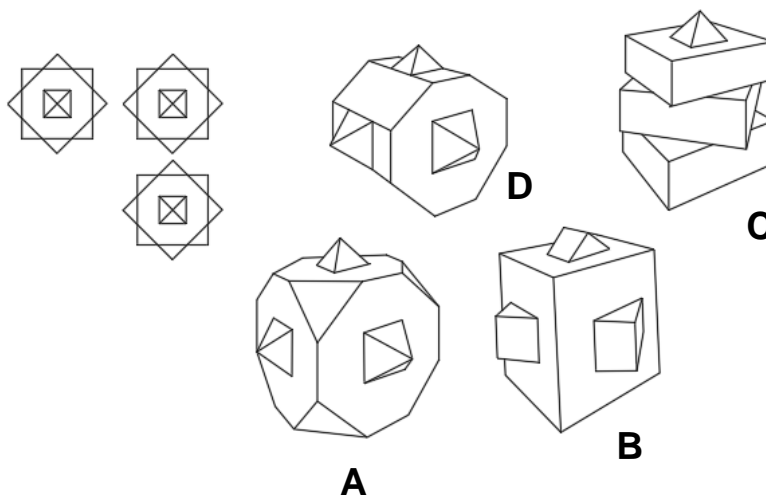
D



E

Fonte: Adaptado de Bodner (1997)

5. Indique a perspectiva correspondente ao objeto representado pelas vistas ortográficas.



A

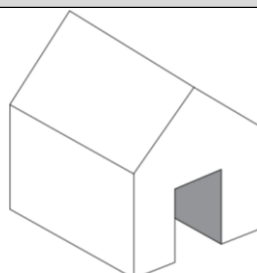
B

C

D

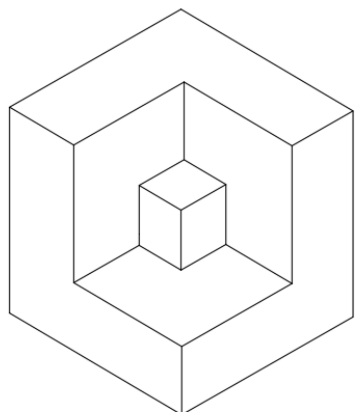
Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

6. Escreva quantas faces há neste objeto.



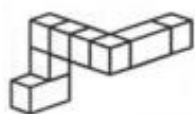
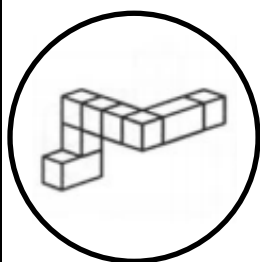
Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

7. Crie (perspectiva isométrica) um sólido que se encaixe no objeto fornecido. Após, desenhe o objeto resultante da união entre os dois.

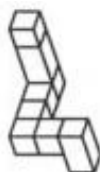


Fonte: A autora (2019)

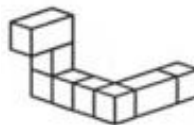
8. Selecione a opção correta referente à representação do objeto indicado à esquerda sob um novo ponto de vista.



A



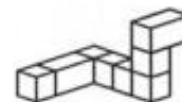
B



C



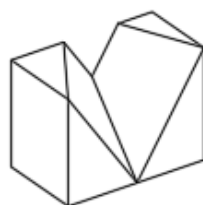
D



E

Fonte: Pedrosa (2012)

9. Aponte as representações referentes às vistas posterior, inferior e lateral direita do objeto em perspectiva.



←
Vista
Frontal



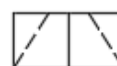
A



B



C



D



E



F



G



H



I



J



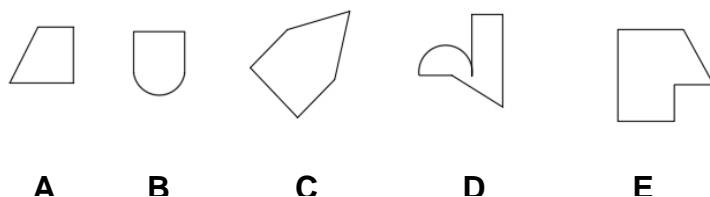
K



L

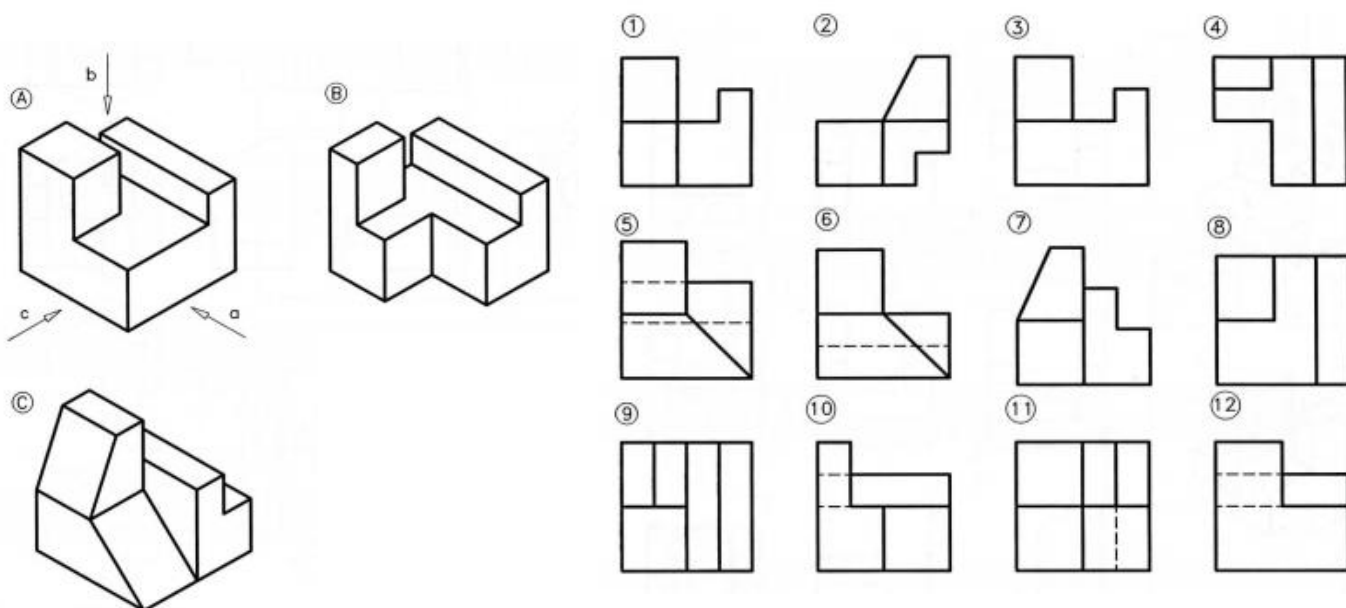
Fonte: Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)

10. Identifique quais são as formas (1 a 7) responsáveis pela constituição dos objetos



Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

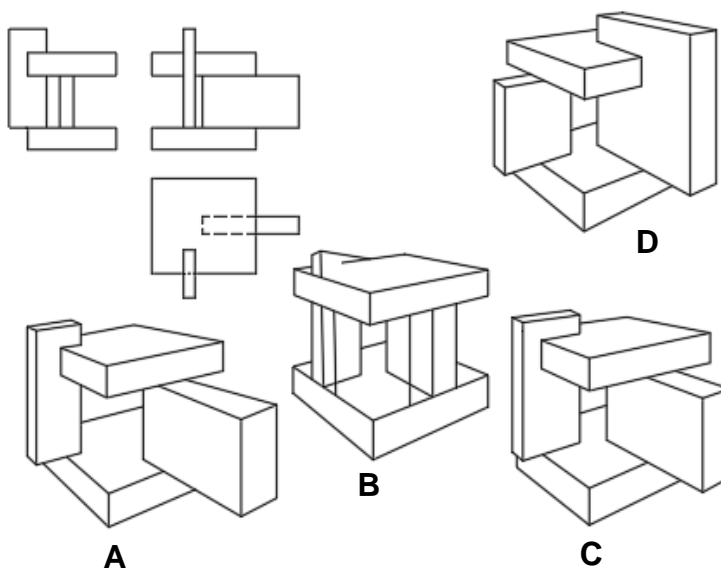
11. Informe quais são as representações correspondentes às vistas superior, frontal e lateral esquerda de cada perspectiva apresentada.



PEÇAS		A	B	C
VISTAS	a			
	b			
	c			

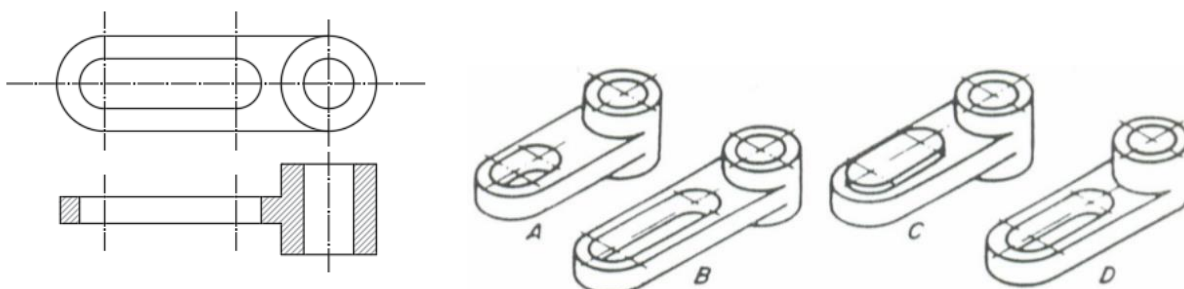
Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

12. Escolha o conjunto de vistas ortográficas que representa corretamente o sólido em perspectiva.



Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

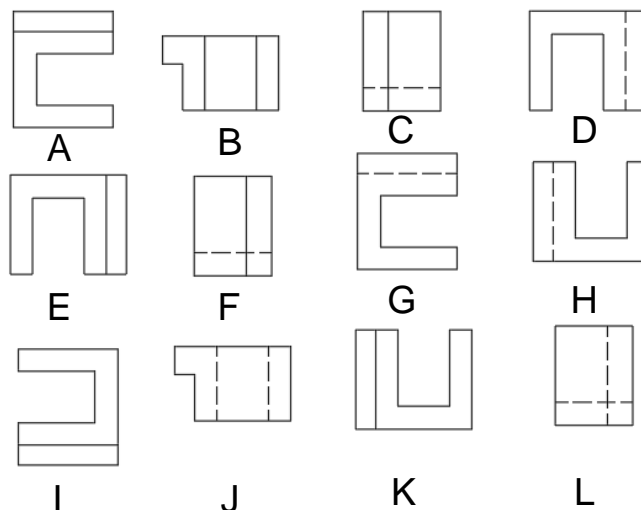
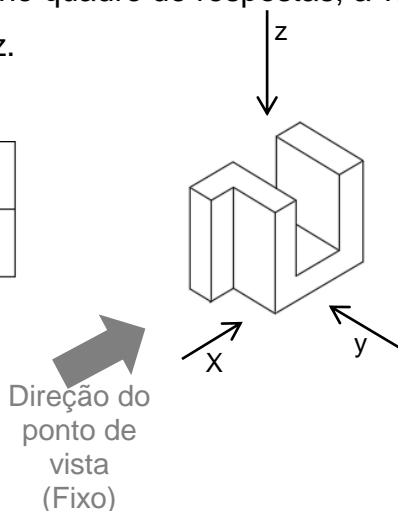
13. Selecione o volume correspondente ao objeto representado pelo corte longitudinal.



Fonte: Adaptado de Lappan (1981)

14. Indique, no quadro de respostas, a vista resultante de cada giro do objeto 3D nos eixos x, y e z.

Ângulo	x	y	z
180°	1	2	3

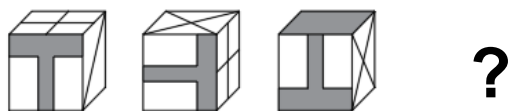


Quadro de Respostas:

1	2	3

Fonte: Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)

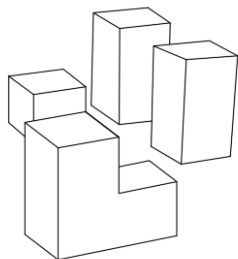
15. Analise as rotações sofridas pela primeira linha de cubos. Seguindo a lógica, qual será a próxima posição?



A **B** **C** **D** **E**

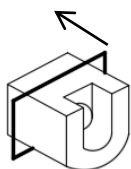
Fonte: Adaptado de EducaMais (2013)

16. Crie um objeto a partir da combinação entre os sólidos fornecidos. Importante: eles só podem se apoiar/encostar, não pode haver intersecção.



Fonte: Adaptado de 11 Plus of Parenty (2019)

17. Selecione o conjunto de vistas correspondente ao resultado do corte indicado no sólido em perspectiva.



A

B

C



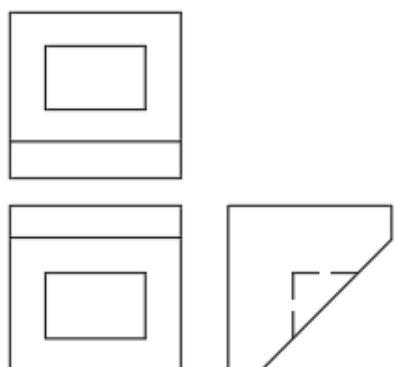
D

E

F

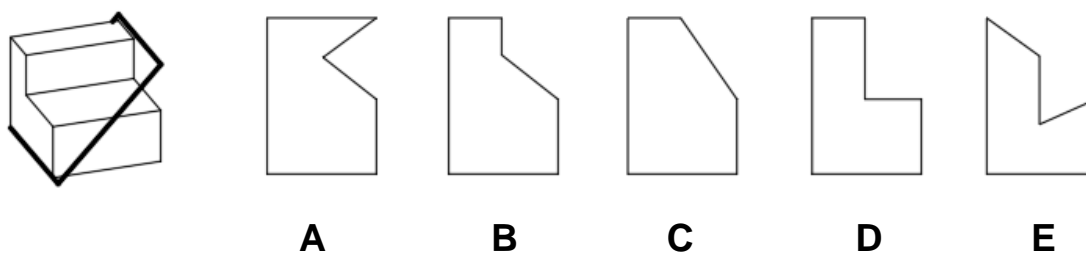
Fonte: Adaptado de Dorneles (2019)

18. Desenhe a perspectiva do objeto representado a seguir. Importante: Escolha um ponto de vista que mostre as vistas fornecidas.



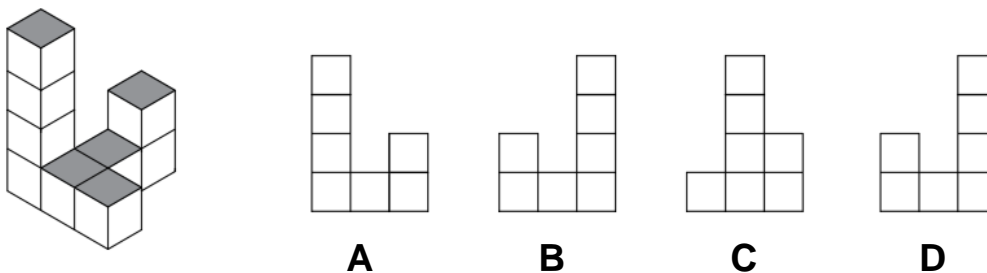
Fonte: Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)

19. Aponte a seção resultante do corte indicado na perspectiva.



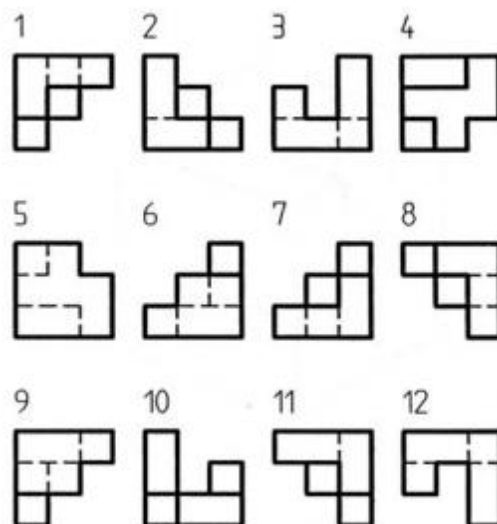
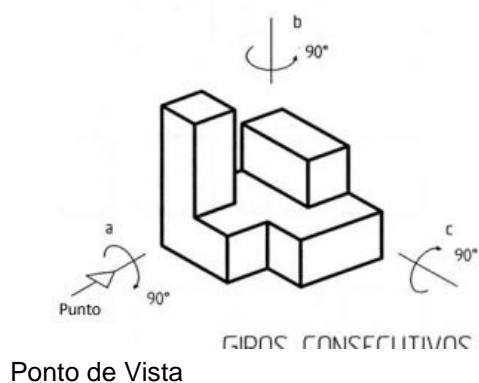
Fonte: Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)

20. Selecione a vista ortográfica que corresponde a um determinado ponto de vista do objeto 3D.



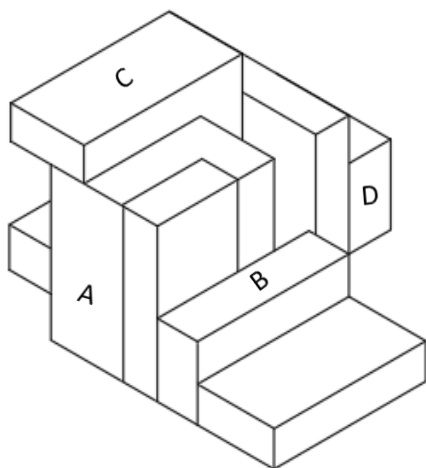
Fonte: Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)

21. Especifique as vistas obtidas a partir do giro e sentido indicado pelos eixos a, b e c.



Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

22. Informe o número de sólidos que está em contato com cada um dos prismas identificados com letras.



Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

ATIVIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE ESPACIAL EM DESENHO TÉCNICO

Os exercícios propostos, a seguir, possuem o objetivo de colaborar no desenvolvimento das habilidades espaciais, sendo elas:

Habilidade Espacial		
Habilidades Específicas	Objetivo	Aplicação da HE no Desenho Técnico (indicadores da habilidade)
Visualização Espacial	Codificar e decodificar a representação gráfica de objetos.	<ul style="list-style-type: none"> - Conceção mental de objetos através das suas representações bidimensionais - Atuação sobre imagens mentais de sólidos (rotações, secções,...) - Antecipação de representações de objetos - Conversões 2D \leftrightarrow 3D - Realização de esboços - Exteriorização de ideias e imagens mentais através do desenho ou esboço
Percepção Espacial	Perceber a posição de dois ou mais objetos em relação uns aos outros ou em relação ao seu próprio eu, sob diferentes pontos de vista e desprezando informações irrelevantes.	<ul style="list-style-type: none"> - Conceção de um conjunto de objetos - Representação e interpretação de objetos através de diferentes sistemas de projeção - Representação e interpretação de sólidos sob diferentes ângulos visuais - Desenho do encaixe e montagem de objetos - Realização de rotações mentais - Criação de objetos ou conjunto de sólidos
Raciocínio Espacial	Realizar simulações de movimento, empregar raciocínio analógico, efetuar induções, descobrir padrões e possíveis inconsistências.	<ul style="list-style-type: none"> - Adição ou remoção de componentes de peças ou partes de objetos - Conceção de sequências de montagem de objetos e peças - Organização de layout em espaço restrito

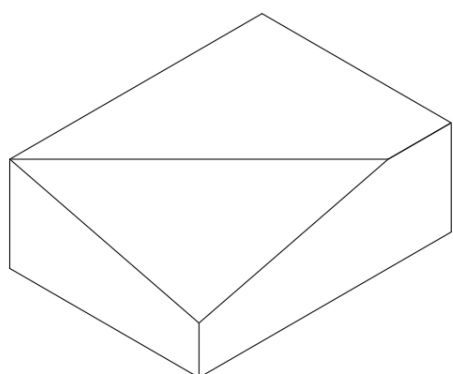
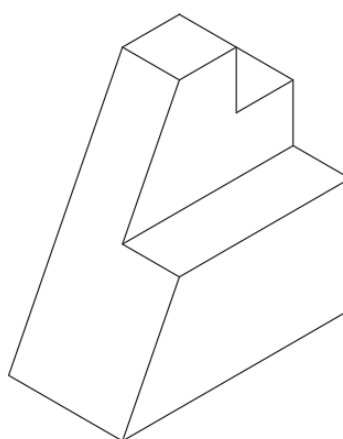
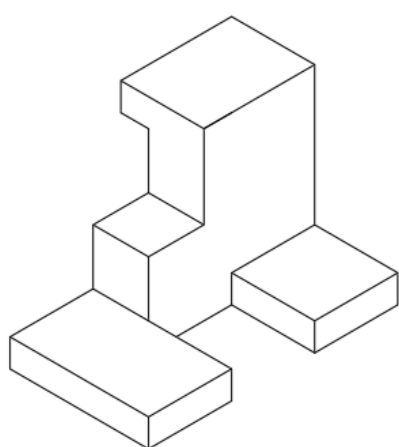
Rotação Mental	Rotacionar mentalmente imagens visuais, sejam bidimensionais ou tridimensionais.	- Realização de rotações mentais de objetos
Relação Espacial	Perceber a posição de um objeto em relação a uma posição anterior, considerando volume, tamanho, distâncias e demais elementos envolvidos.	- Representação de objetos no espaço - Utilização ou manutenção de proporções, modulações e escalas - Escolha da escala mais apropriada a cada representação
Memória visual	Recuperar formas de objetos, abrangendo atributos (cor, textura, entre outros), localização e relacionamentos.	- Manutenção de representações mentais - Construção, interpretação ou transformação de objetos com base em sólidos conhecidos
Fechamento visual	Reconhecer algo no todo, ainda que esteja incompleto ou que lhe falte algumas partes.	- Reconhecimento de formas ou padrões contidos em representações maiores - Junção de dois ou mais sólidos - constituição de objetos a partir das suas partes segmentadas
Penetração visual	Imaginar mentalmente o que há dentro de um objeto sólido.	- Representação de linhas não-visíveis de objetos - Interpretação e execução de cortes e seções
Constância de forma	Reconhecer um objeto independentemente da forma, do tamanho e se está reto, virado ou invertido.	- Conversões 2D \Leftrightarrow 3D - Encaixe e montagem de objetos

Caso o professor necessite de um número maior de exercícios (para não repeti-los com um mesmo discente), poderá elaborá-los utilizando, como referência, a amostra fornecida.

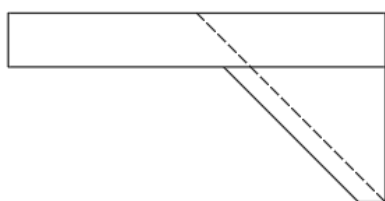
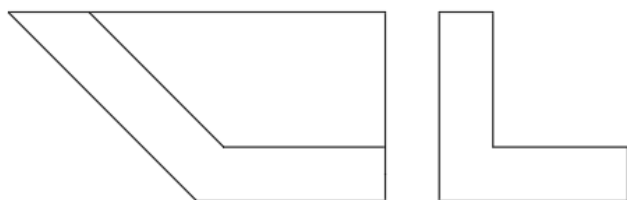
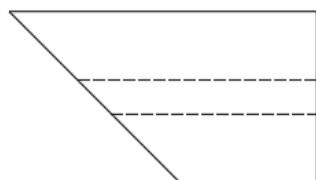
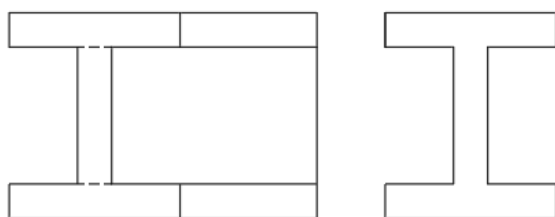
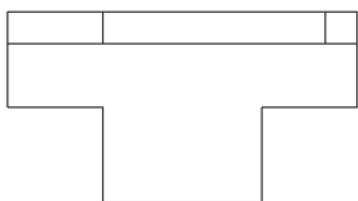
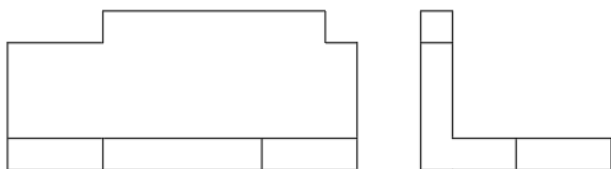
ATIVIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE ESPACIAL

VISUALIZAÇÃO ESPACIAL

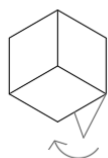
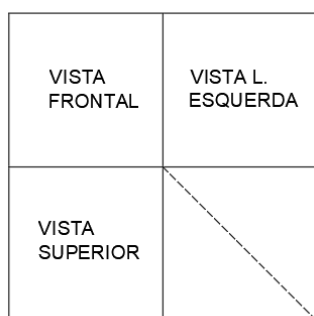
Desenhe as vistas ortográficas dos objetos representados em perspectiva.



Represente a perspectiva isométrica do sólido representado por suas vistas ortográficas.



Recorte um quadrado de 22 cm de lado e dividi-lo em 4 partes iguais, conforme ilustração a seguir. Utilize um papel grosso.



Crie um objeto e representar a sua vista superior, frontal e lateral esquerda em cada retângulo formado através de suas vistas ortográficas.

Elabore, em sabão, o sólido criado.

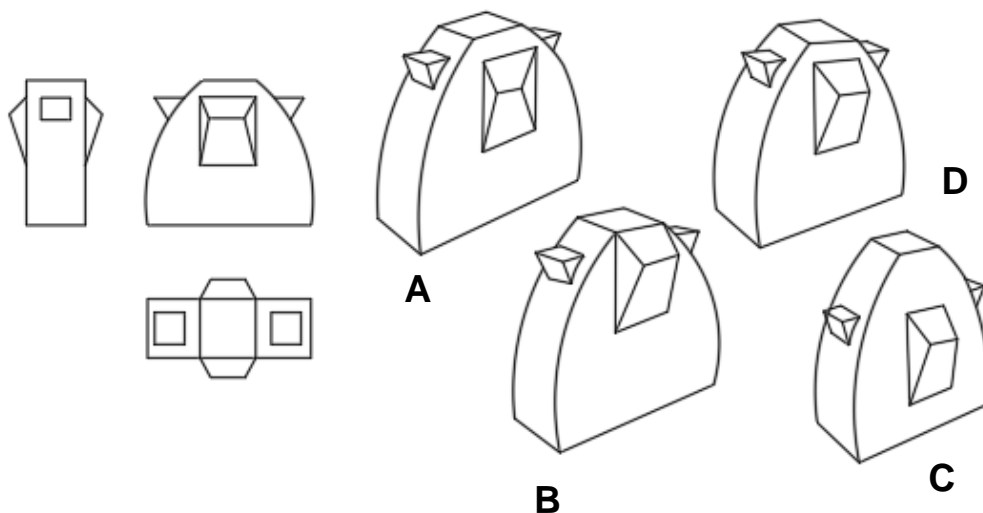
Dobre o papel com as vistas conforme indicado na figura, formando um diedro.

Insira no meio do diedro o modelo em sabão.

Visualize o protótipo elaborado e compará-lo com as vistas desenhadas. Reflita sobre a causa de possíveis inconsistências. Realize os aprimoramentos que se mostrarem necessários.

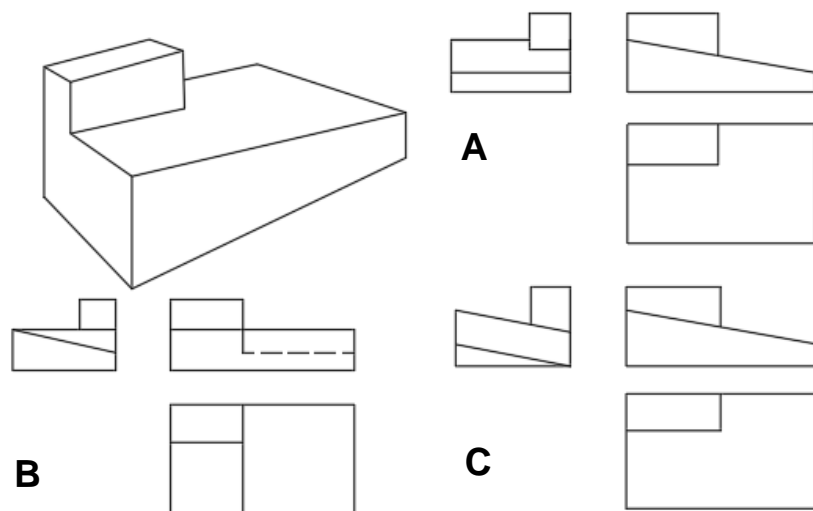
Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

Selecione a perspectiva correspondente ao objeto representado pelas vistas ortográficas.



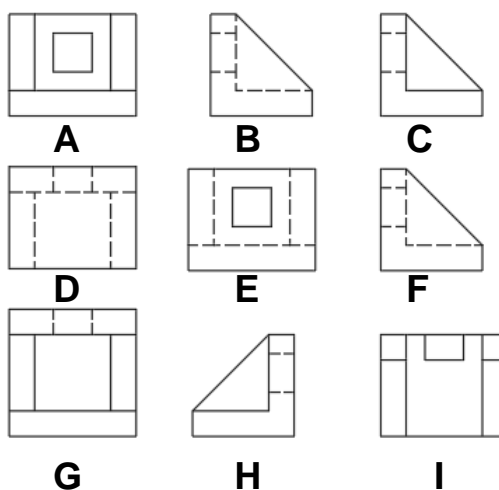
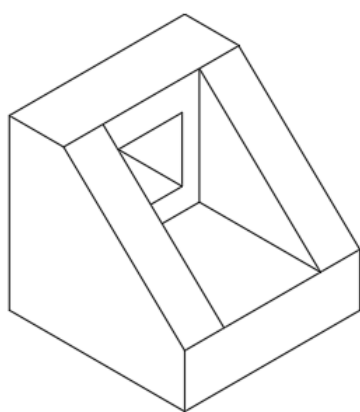
Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

Indique o conjunto de vistas ortográficas correspondente ao objeto representado em perspectiva.



Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

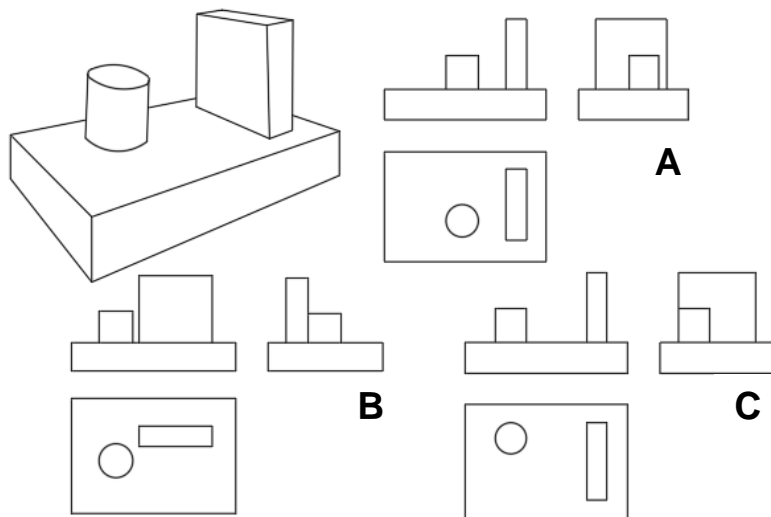
Identifique as vistas ortográficas mínimas necessárias para a representação do objeto.



Fonte: Adaptado de Dorneles (2019)

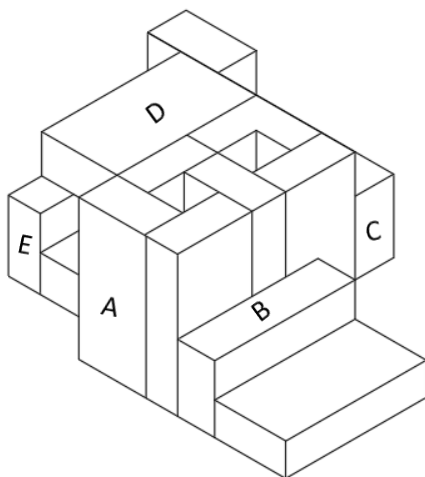
PERCEÇÃO ESPACIAL

Escolha o conjunto de vistas ortográficas que representa corretamente o sólido em perspectiva.



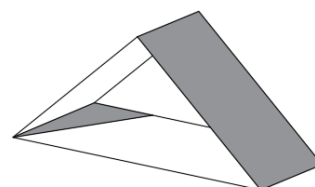
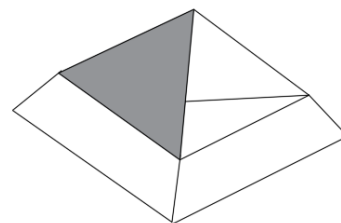
Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

Informe o número de sólidos que está em contato com cada um dos prismas identificados com letras.



Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

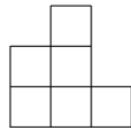
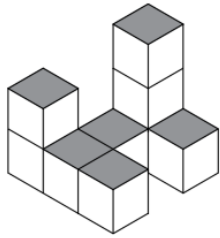
Informe quantas faces há nestes objetos.



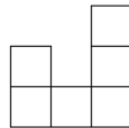
Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

RACIOCÍNIO ESPACIAL

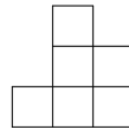
Selecione a opção correta referente à representação do objeto sob o ponto de vista indicado pela seta.



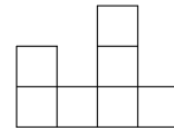
A



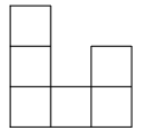
B



C



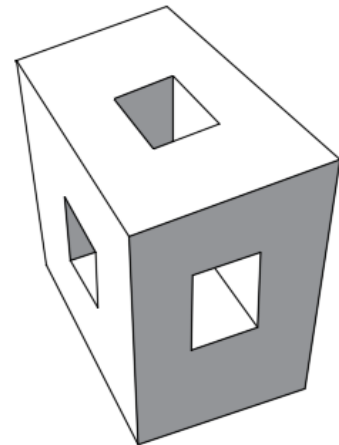
D



E

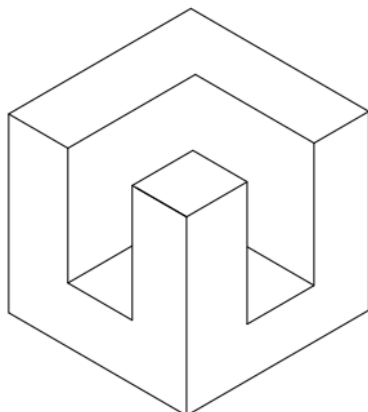
Fonte: Adaptado de Lappan (1981)

Desenhe a perspectiva do inverso deste sólido

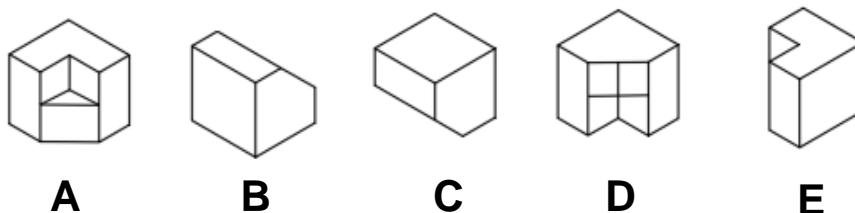
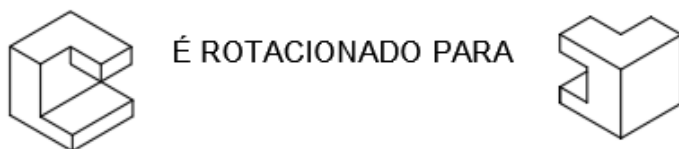


Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

Crie (perspectiva isométrica) um sólido que se encaixe no objeto fornecido. Após, desenhe o objeto resultante da união entre os dois.

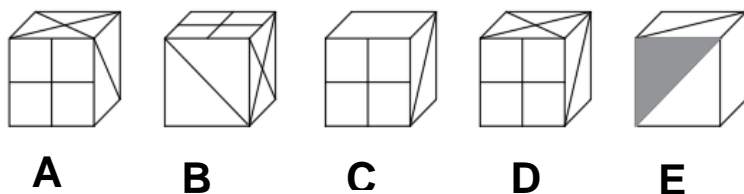


ROTAÇÃO MENTAL



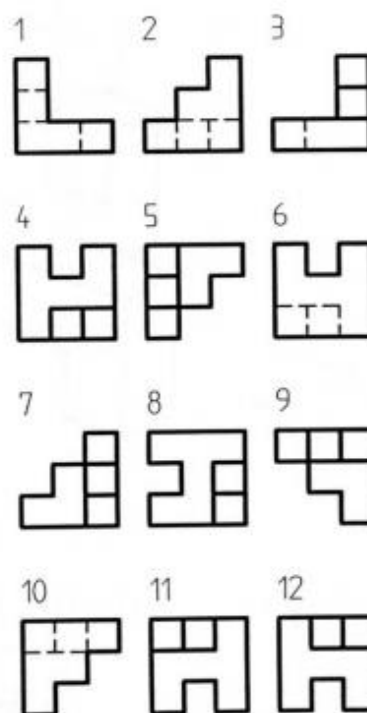
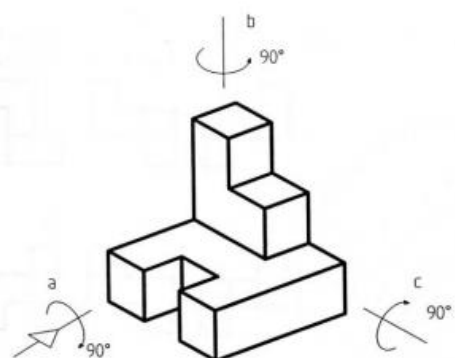
Fonte: Adaptado de Bodner (1997)

Analise as rotações sofridas pela primeira linha de cubos. Seguindo a lógica, qual será a próxima posição?



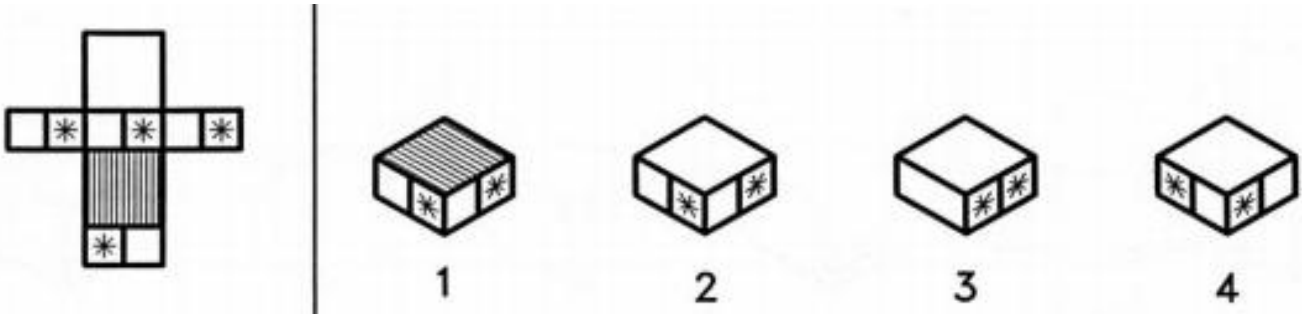
Fonte: Adaptado de EducaMais (2013)

Especifique as vistas obtidas a partir do giro e sentido indicado pelos eixos a, b e c.



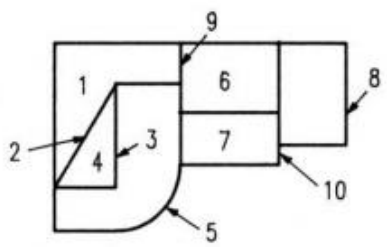
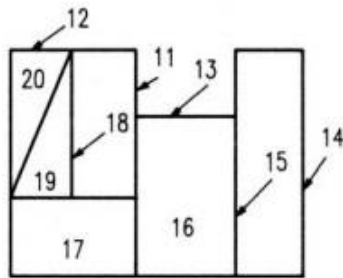
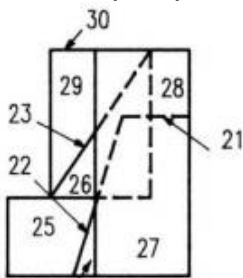
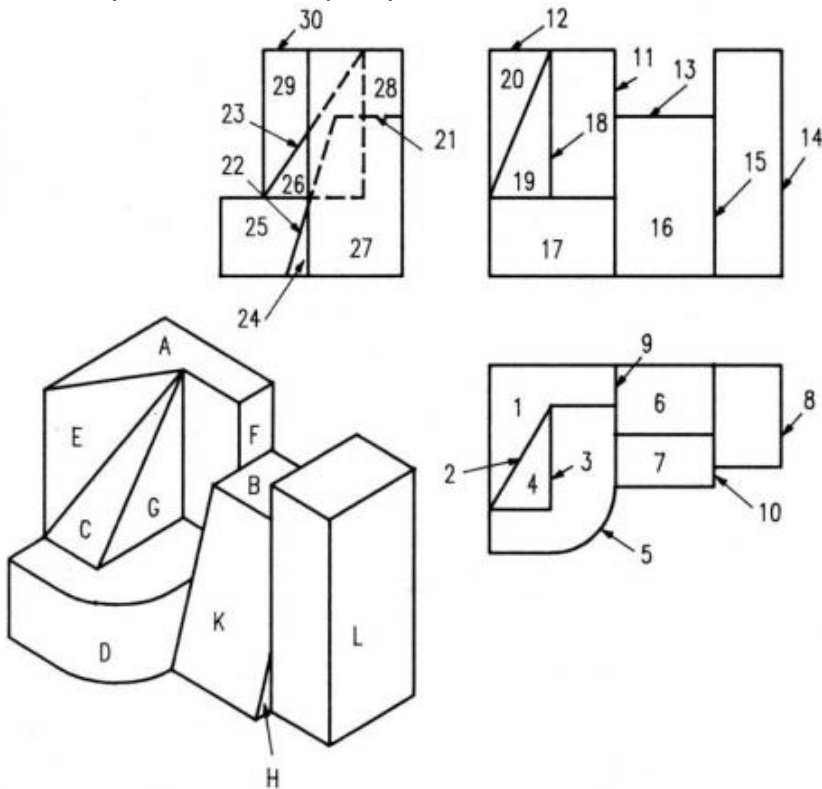
RELAÇÃO ESPACIAL

Indique o sólido que corresponde à montagem do esquema planificado.



Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

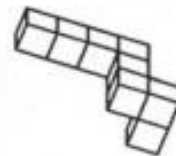
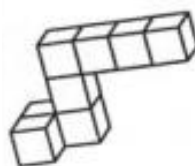
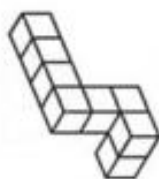
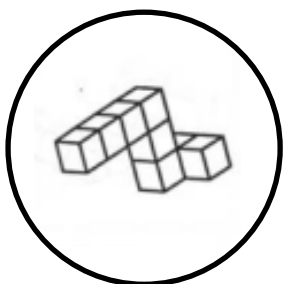
Identifique, nas vistas ortográficas, a localização de cada face do objeto representado na perspectiva.



Faces	VS	VF	VLD
A			
B			
C			
D			
E			
F			
G			
H			
I			
J			

Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

Selecione a opção correta referente à representação do objeto indicado à esquerda sob um novo ponto de vista.



A

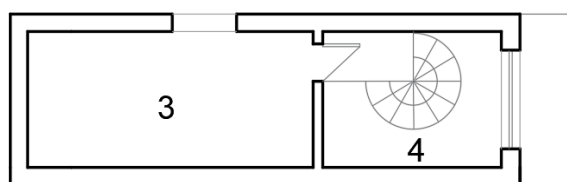
B

C

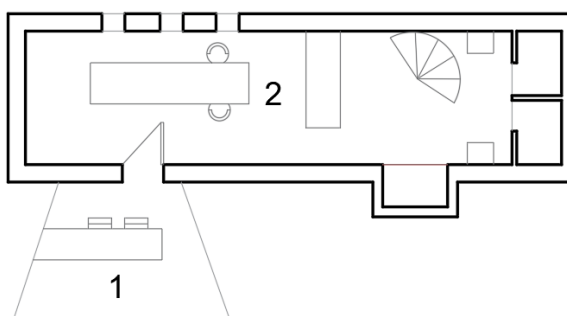
D

Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

Aponte o ambiente que está corretamente representado na imagem 3D.



SEGUNDO PAVIMENTO

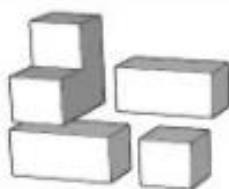
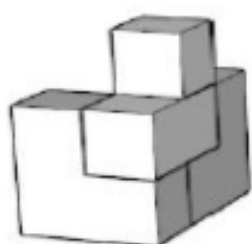


PRIMEIRO PAVIMENTO

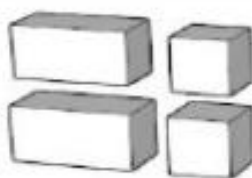


Fonte: Adaptado de Cho (2017)

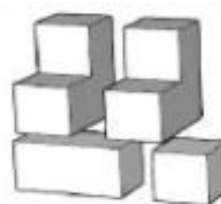
Escolha o conjunto de sólidos que, integrados, conseguirão formar o objeto apresentado na perspectiva.



A



B



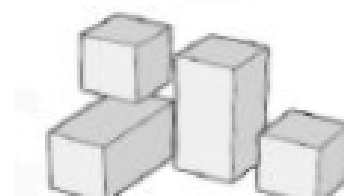
C



D

Fonte: Adaptado de 11 Plus of Parenty (2019)

Crie um objeto a partir da combinação entre os sólidos fornecidos. Importante: eles só podem se apoiar/encostar, não pode haver intersecção.



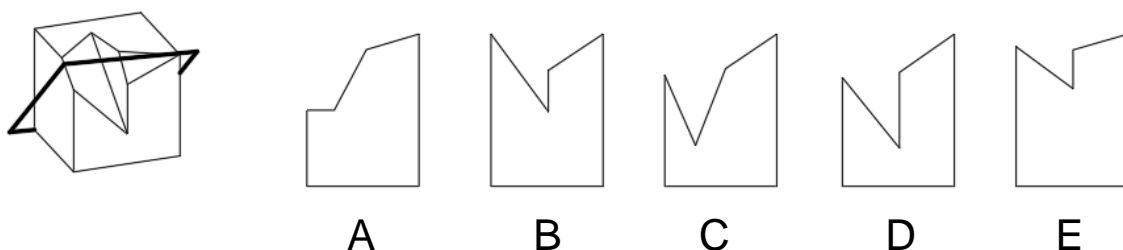
Fonte: Adaptado de 11 Plus of Parenty (2019)

MEMÓRIA VISUAL

Em uma sacola, explore um objeto através do tato e imagine a sua forma. Registre o formato imaginado através de uma perspectiva e de vistas ortográficas. Após, resgate o modelo na sacola e o compare com as suas representações.

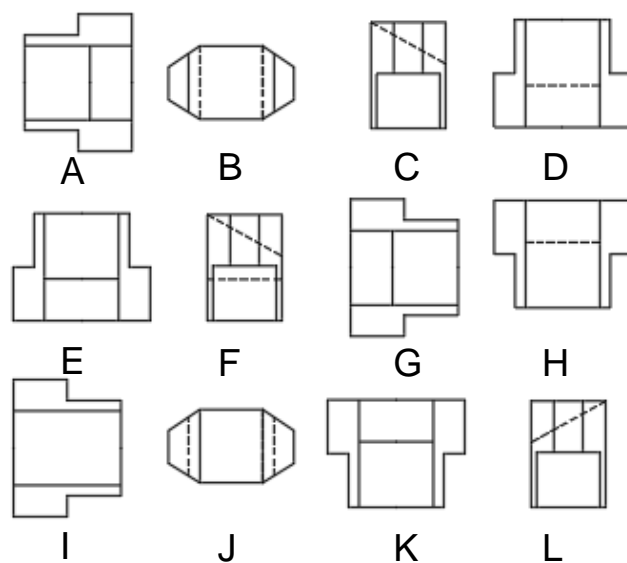
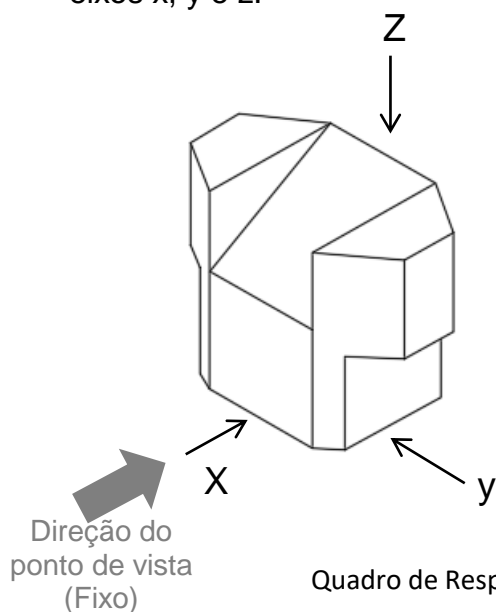
Fonte: Adaptado de MILNE et al (2014)

Indique a seção resultante do corte indicado na perspectiva.



Fonte: Adaptado de CEEB (1939)

Identifique, no quadro de respostas, a vista resultante de cada giro do objeto 3D nos eixos x, y e z.



Quadro de Respostas:

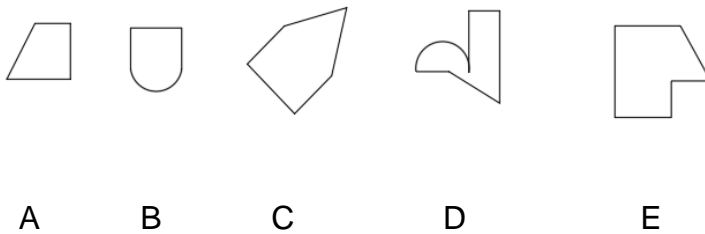
	x	y	z
90°	1	2	3
180°	4	5	6
270°	7	8	9

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

FECHAMENTO VISUAL

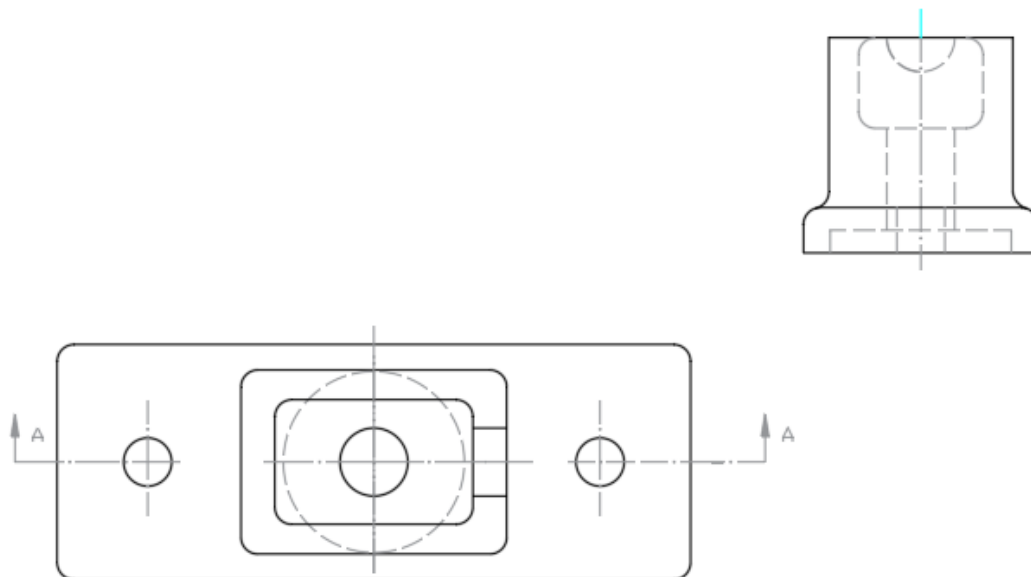
Aponte quais são as formas (1 a 7) responsáveis pela constituição dos objetos (A a E)



Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

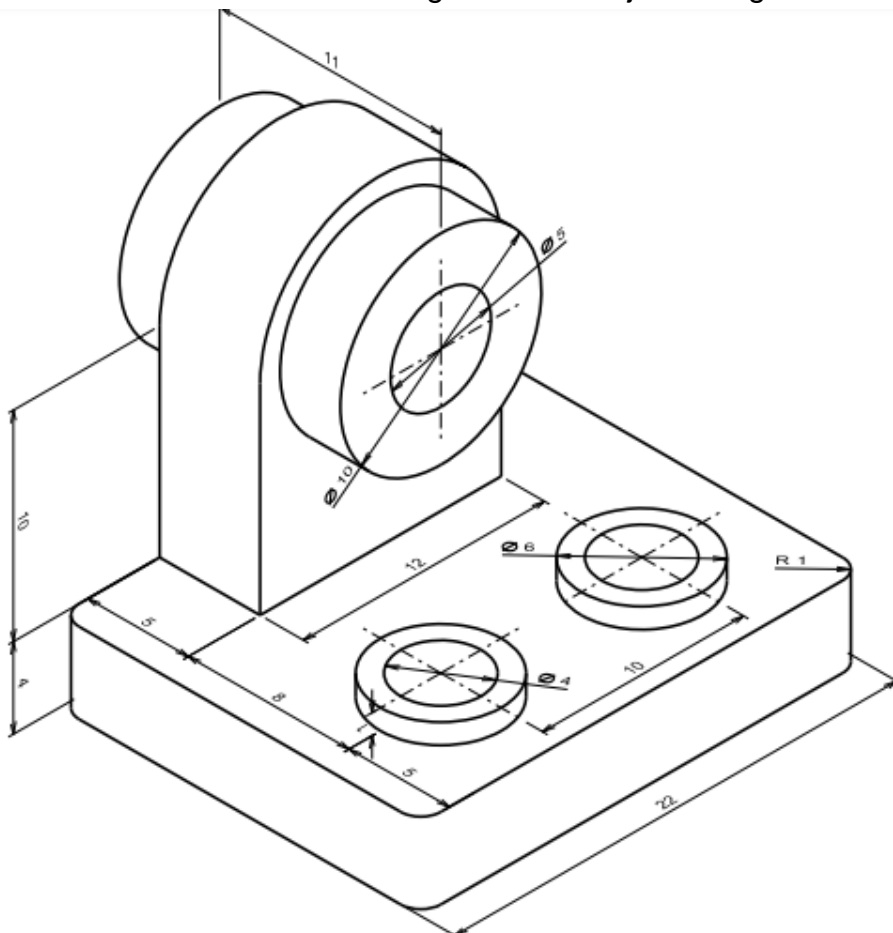
PENETRAÇÃO VISUAL

Represente o corte indicado no sólido apresentado.



Fonte: Adaptado de Ito (2019)

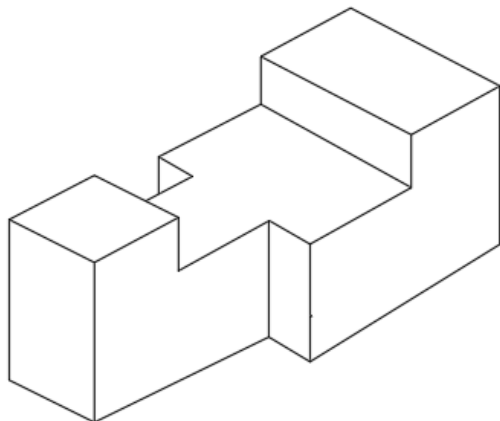
Desenhe as vistas ortográficas do objeto a seguir.



Fonte: Adaptado de Benício (2017)

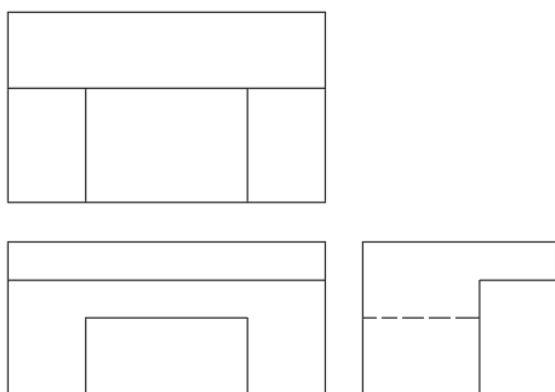
CONSTÂNCIA DE FORMA

Realize o desenho das vistas inferior, posterior e lateral direita do sólido representado na perspectiva.



Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)

Represente a perspectiva isométrica do objeto a seguir, de modo que o ponto de vista escolhido mostre as vistas ortográficas fornecidas.



Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)

(VERSÃO FINAL)

MADHE – Modelo para Avaliação e Desenvolvimento da Habilidade Espacial em Desenho Técnico

1 APRESENTAÇÃO

Bem-vindo ao MADHE!

Este modelo objetiva apoiar o desenvolvimento da habilidade espacial (HE) no contexto do desenho técnico. Apresenta-se constituído por um instrumento de avaliação e uma lista de atividades organizada por habilidade espacial.

A partir da utilização deste modelo, os professores de desenho técnico poderão identificar as habilidades espaciais que cada aluno necessita aprimorar ou desenvolver, fornecendo atividades específicas para a sua construção. Caso necessite, o professor poderá ainda elaborar um volume maior de exercícios, seguindo a amostra disponibilizada no MADHE.

2 COMO UTILIZAR O MADHE?

- a) O professor imprime o instrumento de avaliação (disponível no item 3) e fornece ao aluno, que terá entre 60 a 90 minutos para resolvê-lo.
- b) Após a correção do instrumento (conforme gabarito), o docente visualiza as habilidades espaciais que o aluno necessita desenvolver ou aprimorar (aquelas que possuírem ao menos duas questões respondidas incorretamente).
- c) No item “Atividades”, o professor acessa e imprime as atividades de cada habilidade espacial desejada, fornecendo-as ao aluno.

3 INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

Este instrumento objetiva identificar as habilidades espaciais que um determinado sujeito necessita aprimorar ou desenvolver. É composto por 22 questões que devem ser realizadas entre 60 e 90 minutos.

Legenda utilizada:

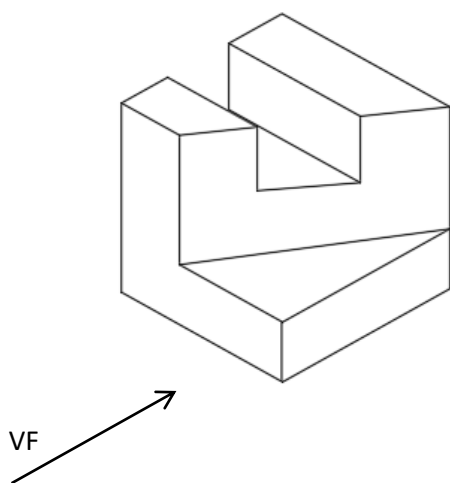
Número das Questões	Habilidade Espacial Envolvida
1, 5, 11	Visualização Espacial
6, 12, 22	Percepção Espacial
2, 7, 20	Raciocínio Espacial
4, 15, 21	Rotação Mental
3, 8, 16	Relação Espacial
19, 14	Memória visual
10	Fechamento visual
17, 13	Penetração visual
18, 9	Constância de forma

O aluno necessitará desenvolver ou aprimorar as habilidades que possuírem ao menos duas questões respondidas incorretamente.

No caso da reaplicação do instrumento de avaliação com um mesmo aluno, sugere-se que as atividades sejam substituídas por outras do mesmo estilo. Elas poderão ser confeccionadas pelo próprio professor a partir do exemplar fornecido.

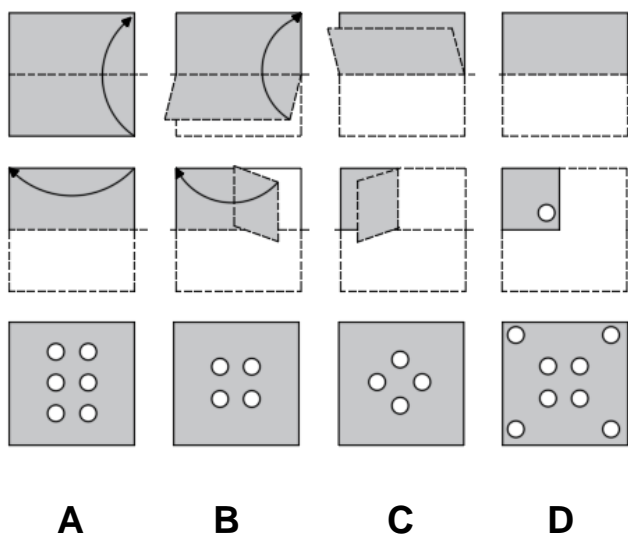
INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

1. Desenhe as vistas ortográficas do objeto representado em perspectiva.



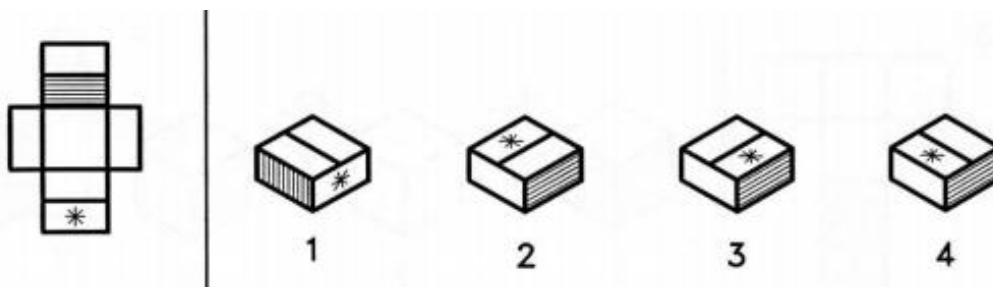
Fonte: Adaptado de Dorneles (2019)

2. A partir das dobras e do furo realizado na folha de papel, identifique qual será o resultado final ao reabrir a folha.



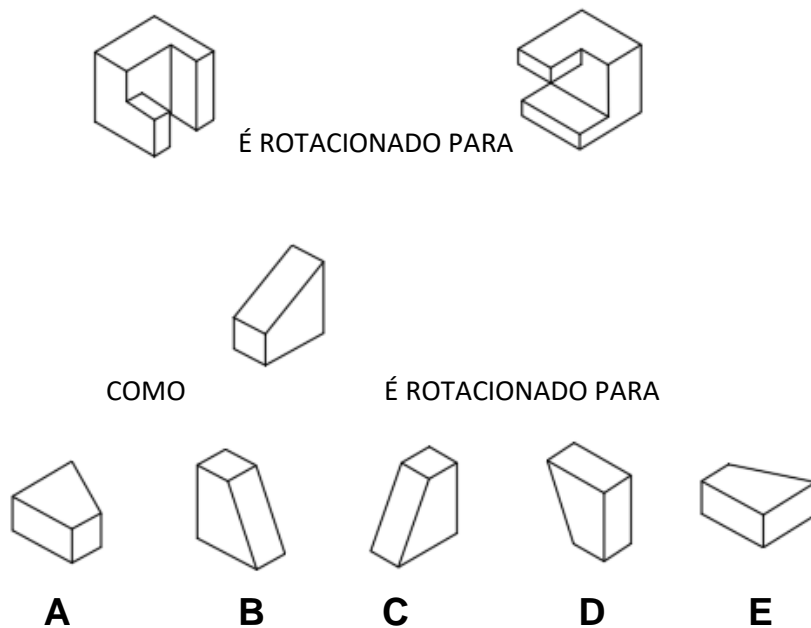
Fonte: Adaptado de TestingMom.com (2019)

3. Identifique o sólido que corresponde à montagem do esquema planificado



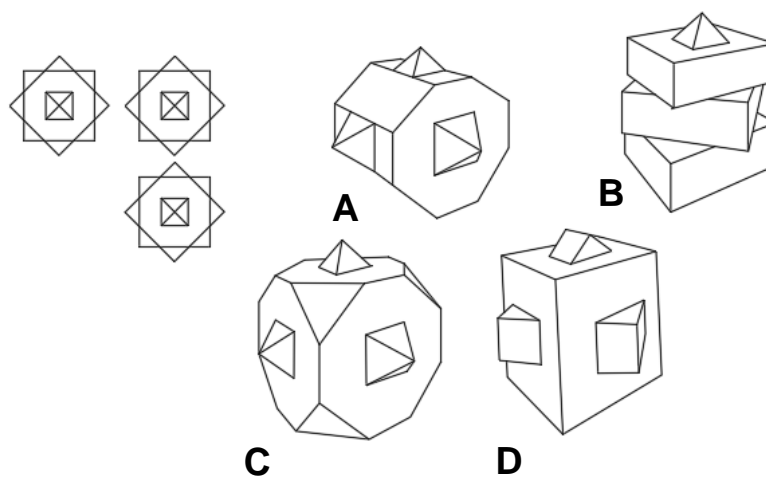
Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

4. Selecione a representação que indica o mesmo giro sofrido pelo sólido modelo.



Fonte: Adaptado de Bodner e Guay (1997)

5. Indique a perspectiva correspondente ao objeto representado pelas vistas ortográficas.



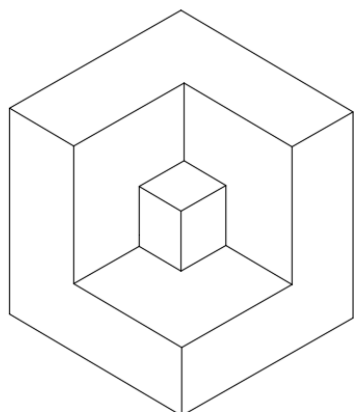
Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

6. Escreva quantas faces há neste objeto.



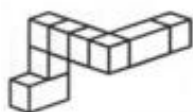
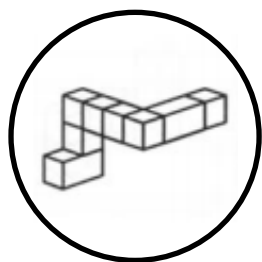
Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

7. Desenhe a perspectiva do sólido complementar do objeto representado a seguir.



Fonte: A autora (2019)

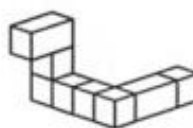
8. Selecione a opção correta referente à representação do objeto indicado à esquerda sob um novo ponto de vista.



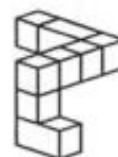
A



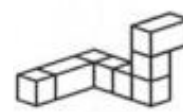
B



C



D

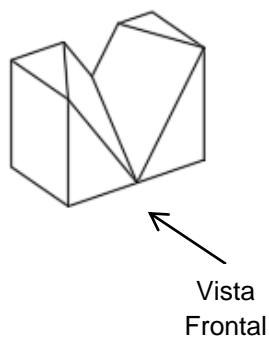


E

Fonte: Pedrosa (2012)

9. Identifique as representações referentes às vistas posterior, inferior e lateral direita do objeto em perspectiva.

VP	VI	VLD



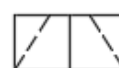
A



B



C



D



E



F



G



H



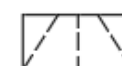
I



J



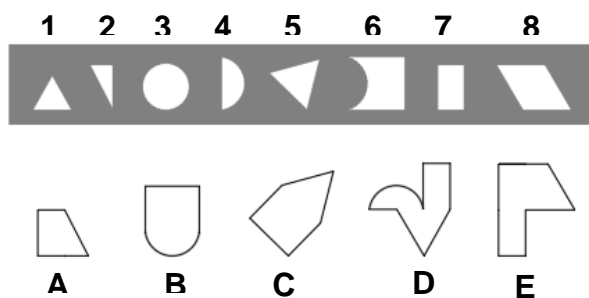
K



L

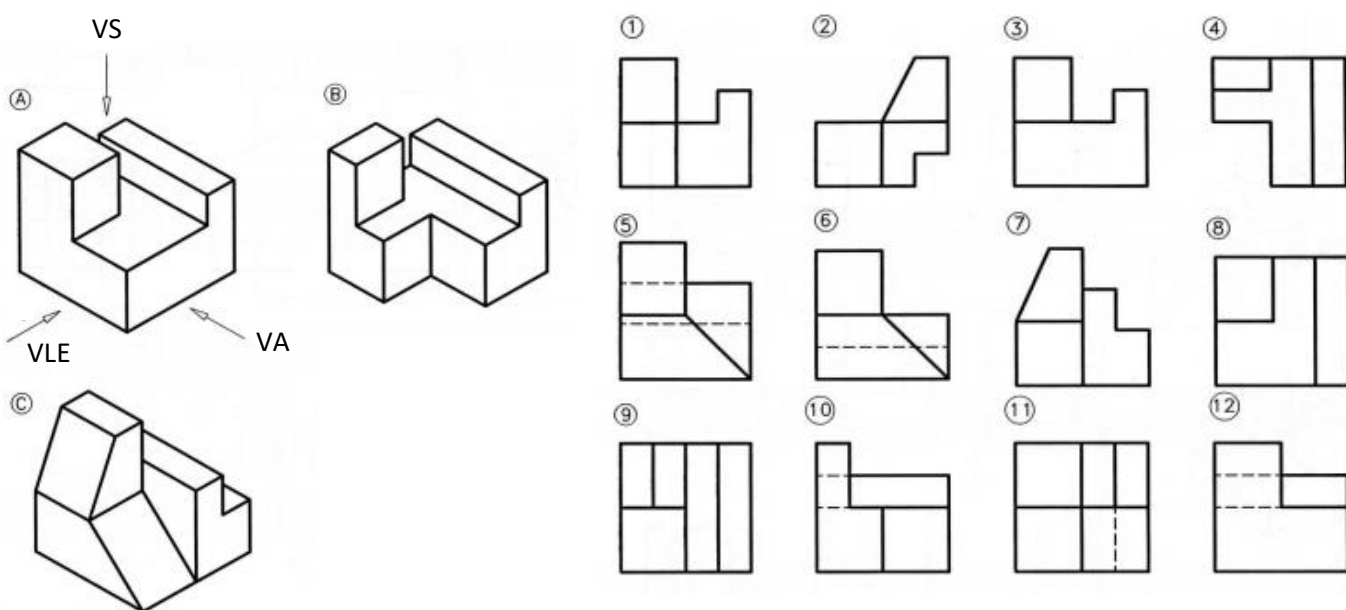
Fonte do Objeto: Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)
Atividade elaborada pela autora (2019)

10. Aponte as figuras (de 1 a 8) que foram utilizadas para gerar as formas de A até E



Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

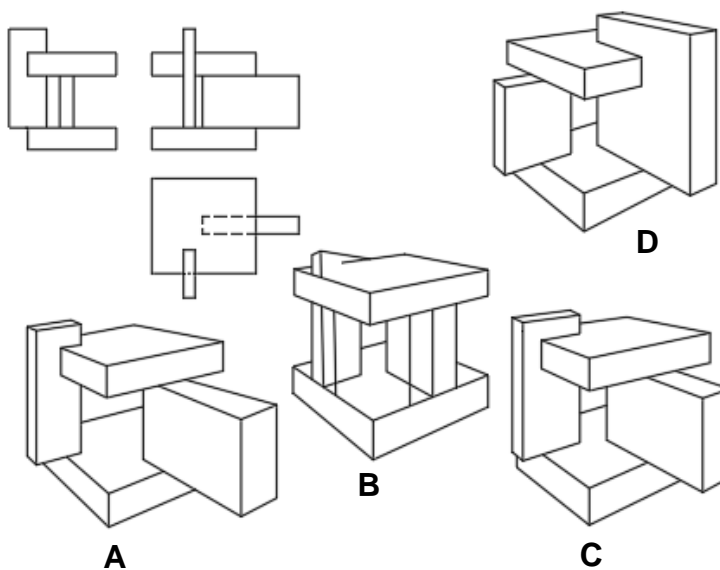
11. Informe quais são as representações correspondentes às vistas superior, frontal e lateral esquerda de cada perspectiva apresentada.



PEÇAS		A	B	C
VISTAS	VA			
	VS			
	VLE			

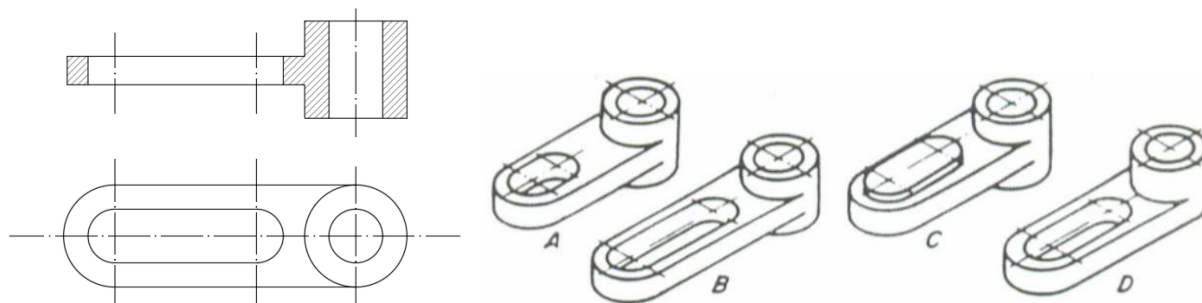
Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

12. Escolha o conjunto de vistas ortográficas que representa corretamente o sólido em perspectiva.



Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

13. Selecione o volume correspondente ao objeto representado pelo corte longitudinal.



Fonte: Adaptado de Lappan (1981)

14. Indique, no quadro de respostas, a vista resultante de cada giro do objeto 3D nos eixos x, y e z.

Ângulo	a	b	c
180°			
90°			

Direção do ponto de vista (Fixo)

A	B	C	D
E	F	G	H
I	J	K	L

Fonte da figura: Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)
 Fonte da Atividade: Adaptado de Pedrosa (2012)

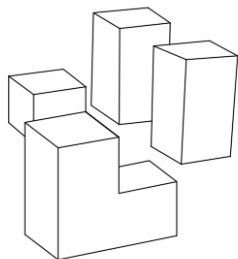
15. Analise as rotações sofridas pela primeira linha de cubos. Seguindo a lógica, qual será a próxima posição?



A **B** **C** **D** **E**

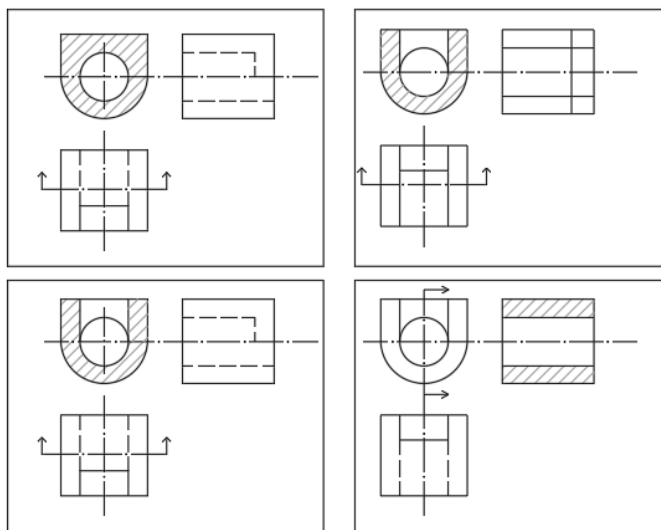
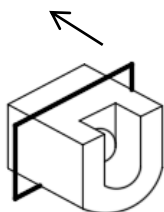
Fonte: Adaptado de EducaMais (2013)

16. Crie um objeto a partir da combinação entre os sólidos fornecidos. Importante: eles só podem se apoiar/encostar, não pode haver intersecção.



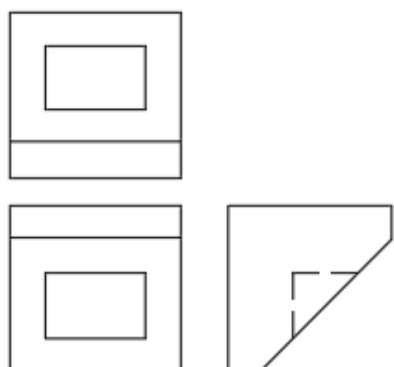
Fonte: Adaptado de 11 Plus of Parenty (2019)

17. Selecione o conjunto de vistas correspondente ao resultado do corte indicado no sólido em perspectiva.



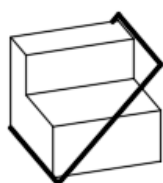
Fonte: Adaptado de Dorneles (2019)

18. Desenhe a perspectiva do objeto representado a seguir. Importante: Escolha um ponto de vista que mostre as vistas fornecidas.

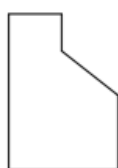


Fonte: Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)

19. Aponte a seção resultante do corte indicado na perspectiva.



A



B



C



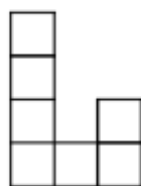
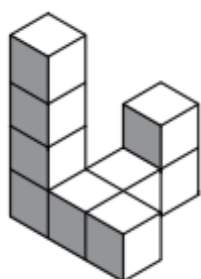
D



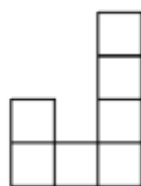
E

Fonte: Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)

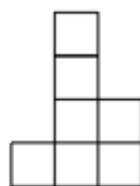
20. Selecione a vista ortográfica que corresponde a um determinado ponto de vista do objeto 3D.



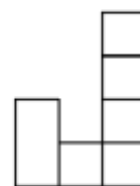
A



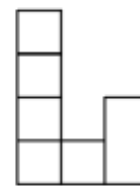
B



C



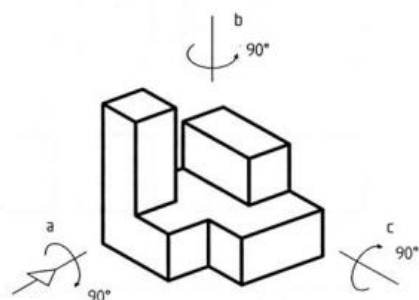
D



E

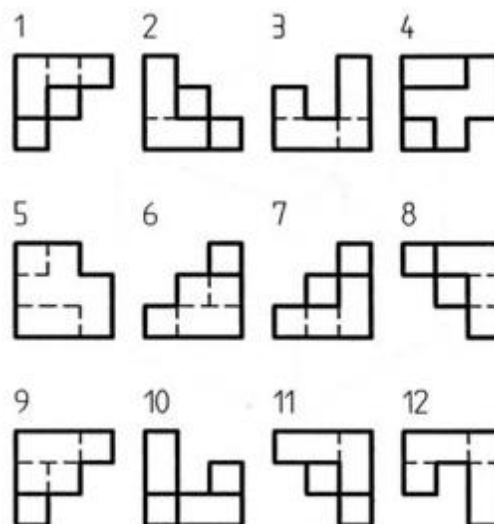
Fonte: Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)

21. Especifique as vistas obtidas a partir do giro e sentido indicado pelos eixos a, b e c.



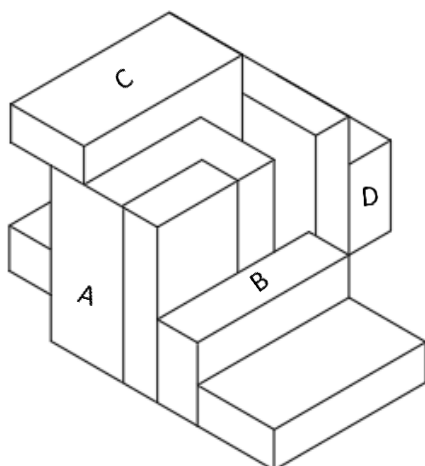
Manter este
Ponto de Vista

a	b	c



Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

22. Na representação a seguir, visualiza-se vários sólidos encostados uns nos outros. Informe o número de objetos que está em contato com cada um dos prismas identificados com letras.



Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

ATIVIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE ESPACIAL EM DESENHO TÉCNICO

Os exercícios propostos, a seguir, possuem o objetivo de colaborar no desenvolvimento das habilidades espaciais, sendo elas:

Habilidade Espacial Específica	Objetivo	Estilos de Atividades MADHE
Visualização Espacial	Codificar e decodificar a representação gráfica de objetos.	<ul style="list-style-type: none"> - Desenho das vistas ortográficas do objeto a partir da perspectiva - Representação da perspectiva do objeto a partir das vistas ortográficas - Comparação entre vistas ortográficas e o modelo sólido do objeto - Seleção da perspectiva correta a partir das vistas ortográficas - Identificação das vistas corretas a partir da perspectiva - Indicação das vistas ortográficas mínimas para representação de determinado objeto
Percepção Espacial	Perceber a posição de dois ou mais objetos em relação uns aos outros ou em relação ao seu próprio eu, sob diferentes pontos de vista e desprezando informações irrelevantes.	<ul style="list-style-type: none"> - Seleção da perspectiva correta a partir das vistas ortográficas de um conjunto de sólidos - Identificação das vistas corretas a partir da perspectiva de um conjunto de sólidos - Indicação do número de sólidos que está encostado em cada prisma identificado com letras - Enumeração das faces de objetos
Raciocínio Espacial	Realizar simulações de movimento, empregar raciocínio analógico, efetuar induções, descobrir padrões e possíveis inconsistências.	<ul style="list-style-type: none"> - Seleção da vista ortográfica correspondente à representação de um determinado ponto de vista do objeto 3D. - Representação do sólido complementar - Criação (perspectiva isométrica) de um sólido que se encaixe no objeto fornecido, com posterior representação do objeto resultante da união entre os dois - Identificação do resultado, em folha

		aberta, da realização de furos em papéis dobrados
Rotação Mental	Rotacionar mentalmente imagens visuais, sejam bidimensionais ou tridimensionais.	<ul style="list-style-type: none"> - Seleção da representação que indica o mesmo giro sofrido pelo sólido modelo - Identificação da posição correta de sólido após uma sequência de giros -Indicação das vistas ortográficas obtidas a partir da idealização de giros em objetos 3D
Relação Espacial	Perceber a posição de um objeto em relação a uma posição anterior, considerando volume, tamanho, distâncias e demais elementos envolvidos.	<ul style="list-style-type: none"> - Planificação de sólido - Localização, em vistas ortográficas, de faces de objetos em perspectiva - Identificação da opção correta referente à representação do objeto indicado sob um novo ponto de vista. -Indicação do ambiente 2D que está corretamente representado na imagem 3D. -Seleção do conjunto de sólidos que, integrados, conseguirão formar o objeto apresentado na perspectiva. - Criação de um objeto a partir da combinação entre os sólidos fornecidos. Importante: eles só podem se apoiar/encostar, não pode haver intersecção.
Memória visual	Recuperar formas de objetos, abrangendo atributos (cor, textura, entre outros), localização e relacionamentos.	<ul style="list-style-type: none"> - Representação de objeto explorado apenas através do tato, no interior de uma sacola. - Indicação da seção proveniente da interseção entre o plano de corte e o sólido indicado na perspectiva. - Identificação da vista resultante de cada giro do objeto 3D nos eixos a, b e c.

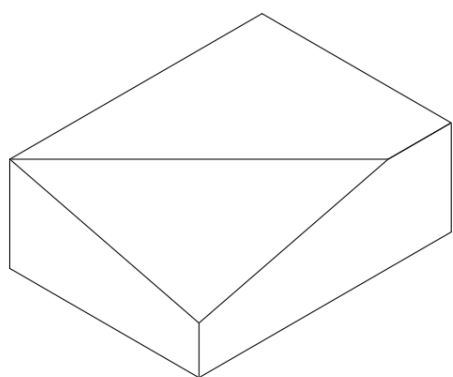
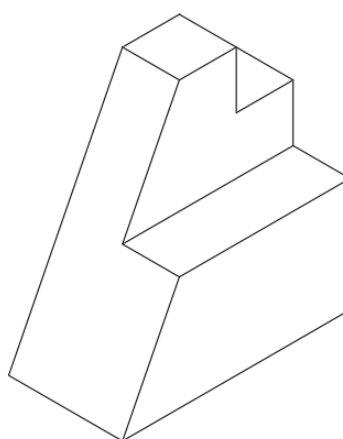
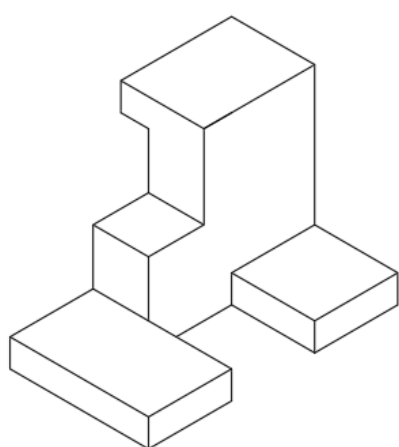
Fechamento visual	Reconhecer algo no todo, ainda que esteja incompleto ou que lhe falte algumas partes.	- Determinação das figuras planas que constituem as formas fornecidas.
Penetração visual	Imaginar mentalmente o que há dentro de um objeto sólido.	- Representação do interior de sólidos através da realização de cortes propostos - Elaboração de vistas ortográficas de objetos que possuem furos e outros elementos internos
Constância de forma	Reconhecer um objeto independentemente da forma, do tamanho e se está reto, virado ou invertido.	- Construção das vistas ortográficas de faces ocultas de objetos em perspectiva - Concepção da perspectiva de objeto mostrando vista inferior, frontal e lateral

Caso o professor necessite de um número maior de exercícios (para não repeti-los com um mesmo discente), poderá elaborá-los utilizando, como referência, a amostra fornecida.

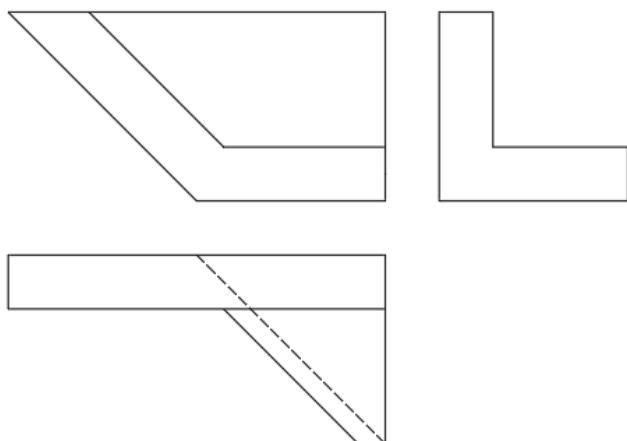
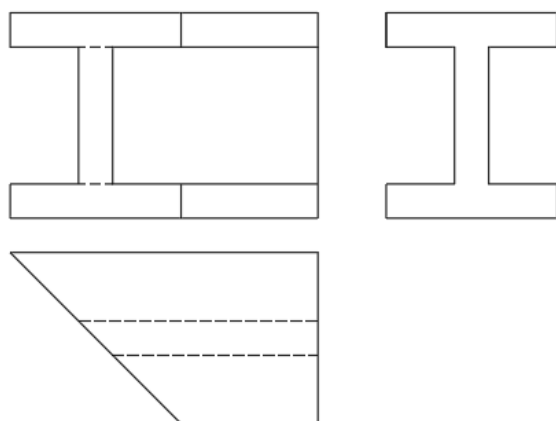
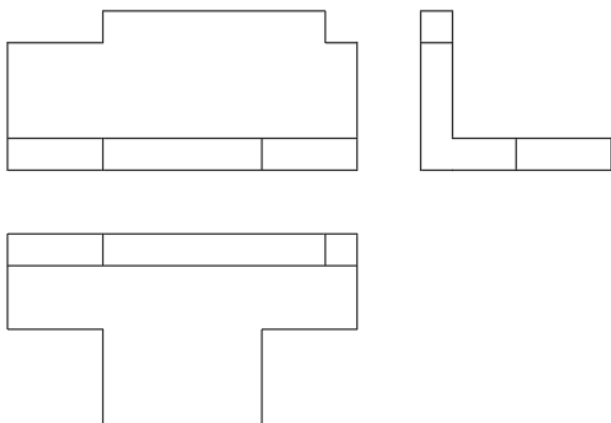
ATIVIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE ESPACIAL

VISUALIZAÇÃO ESPACIAL

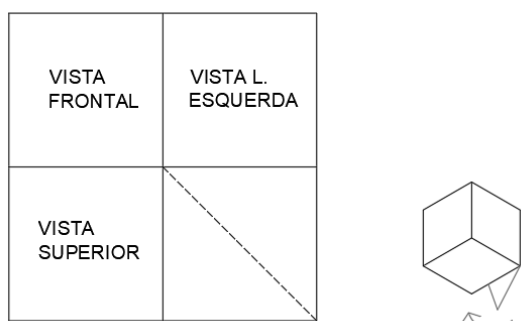
Desenhe as vistas ortográficas dos objetos representados em perspectiva.



Represente a perspectiva isométrica do sólido representado por suas vistas ortográficas.



Recorte um quadrado de 22 cm de lado e dividi-lo em 4 partes iguais, conforme ilustração a seguir. Utilize um papel grosso.



Crie um objeto e representar a sua vista superior, frontal e lateral esquerda em cada retângulo formado através de suas vistas ortográficas.

Elabore, em sabão, o sólido criado.

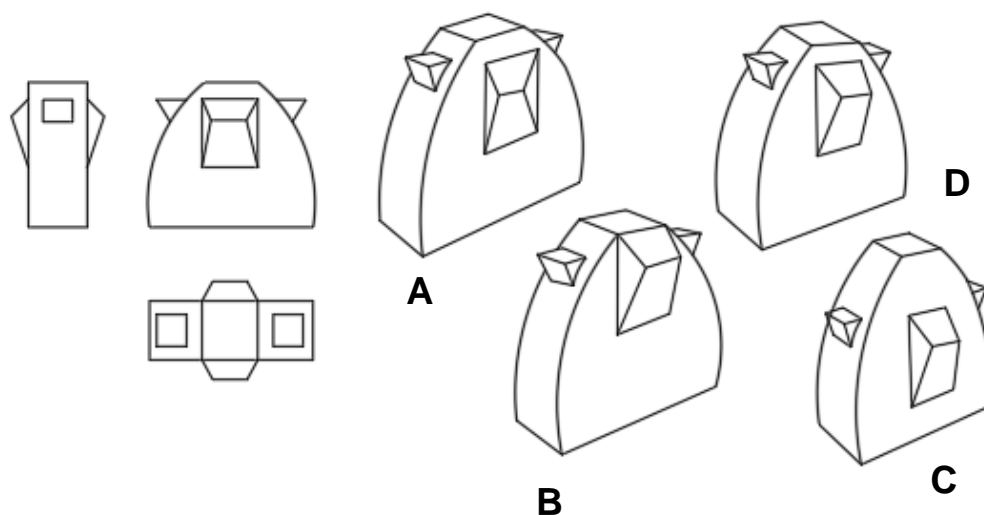
Dobre o papel com as vistas conforme indicado na figura, formando um diedro.

Insira no meio do diedro o modelo em sabão.

Visualize o protótipo elaborado e compará-lo com as vistas desenhadas. Reflita sobre a causa de possíveis inconsistências. Realize os aprimoramentos que se mostrarem necessários.

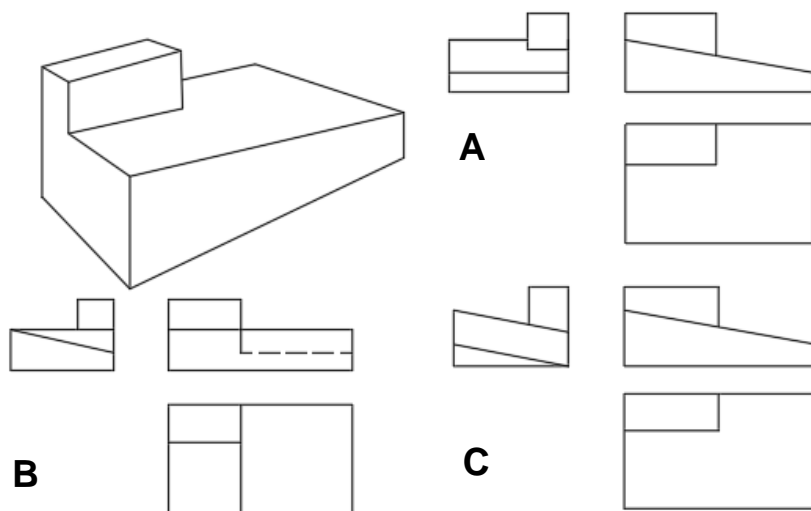
Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

Selecione a perspectiva correspondente ao objeto representado pelas vistas ortográficas.



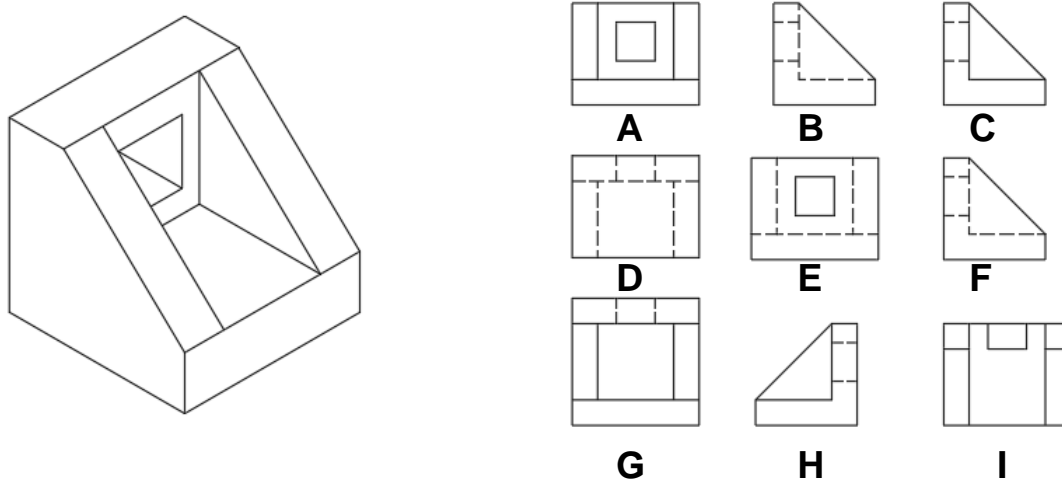
Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

Indique o conjunto de vistas ortográficas correspondente ao objeto representado em perspectiva.



Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

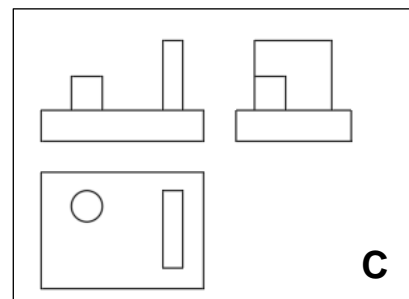
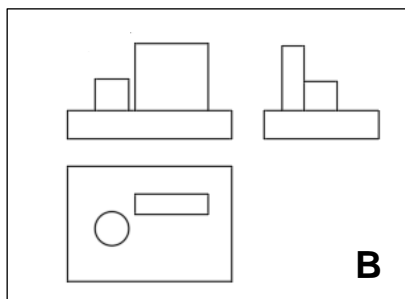
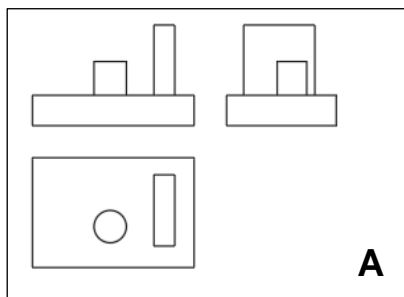
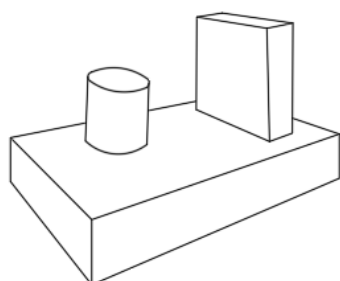
Identifique as vistas ortográficas mínimas necessárias para a representação do objeto.



Fonte: Adaptado de Dorneles (2019)

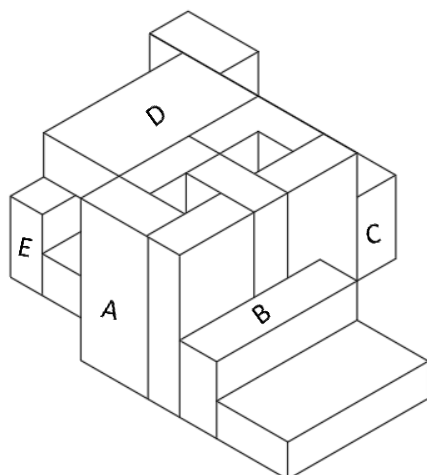
PERCEÇÃO ESPACIAL

Escolha o conjunto de vistas ortográficas que representa corretamente o sólido em perspectiva.

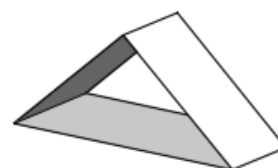
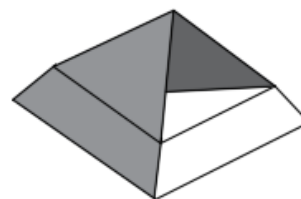


Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

Na representação a seguir, visualiza-se vários sólidos encostados uns nos outros. Informe o número de objetos que está em contato com cada um dos prismas identificados com letras.



Informe quantas faces há nestes objetos.

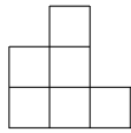
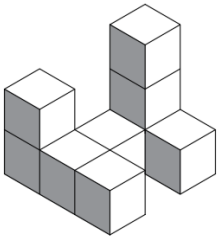


Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

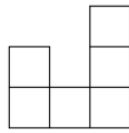
Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

RACIOCÍNIO ESPACIAL

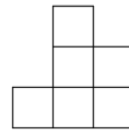
Selecione a única vista que não representa um ponto de vista do objeto à esquerda.



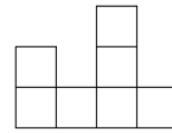
A



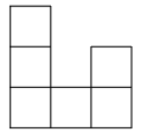
B



C



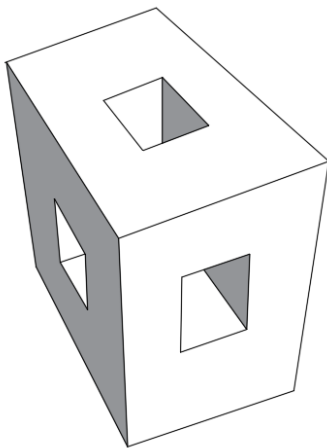
D



E

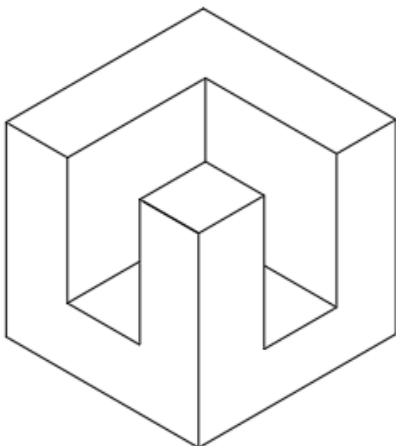
Fonte: Adaptado de Lappan (1981)

Desenhe a perspectiva do sólido complementar do objeto representado a seguir.



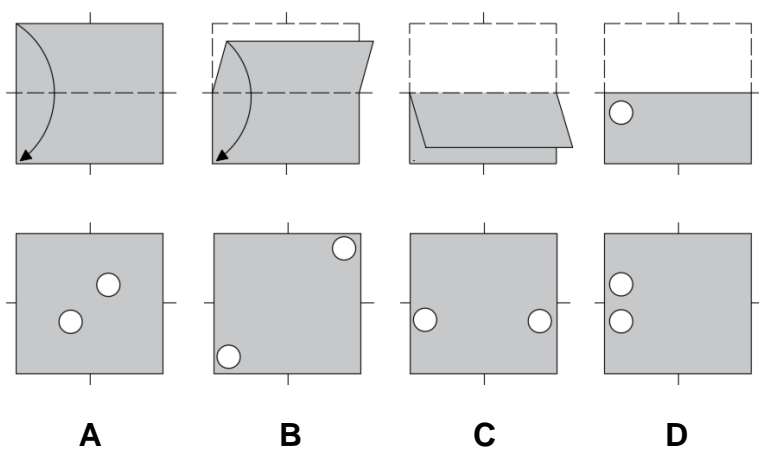
Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

Crie (perspectiva isométrica) um sólido que se encaixe no objeto fornecido. Após, desenhe o objeto resultante da união entre os dois.



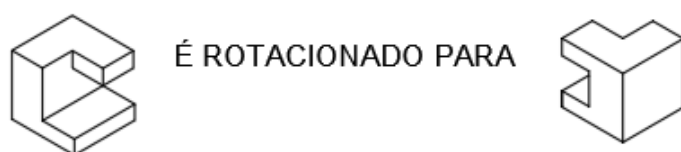
Fonte: A autora (2019)

A partir das dobras e do furo realizado na folha de papel, identifique qual será o resultado final ao reabrir a folha.



ROTAÇÃO MENTAL

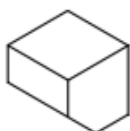
Selecione a representação que indica o mesmo giro sofrido pelo sólido modelo.



A



B



C



D



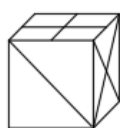
E

Fonte: Adaptado de Bodner (1997)

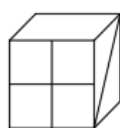
Analise as rotações sofridas pela primeira linha de cubos. Seguindo a lógica, qual será a próxima posição?



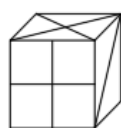
A



B



C



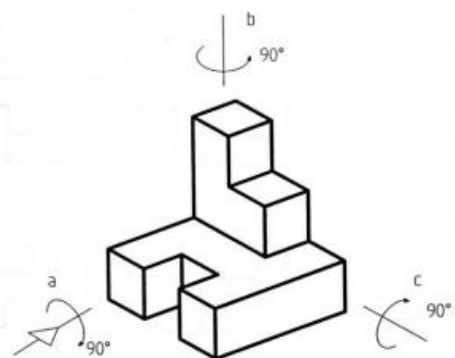
D



E

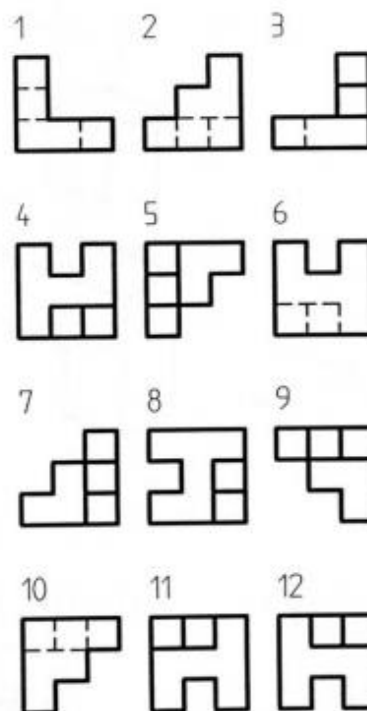
Fonte: Adaptado de EducaMais (2013)

Especifique as vistas obtidas a partir do giro e sentido indicado pelos eixos a, b e c.



Manter este
Ponto de Vista

a	b	c



RELAÇÃO ESPACIAL

Indique o sólido que corresponde à montagem do esquema planificado.



A



B



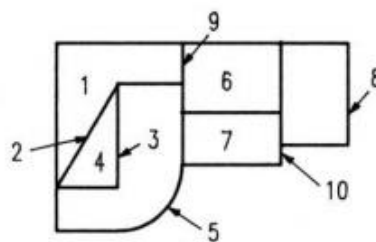
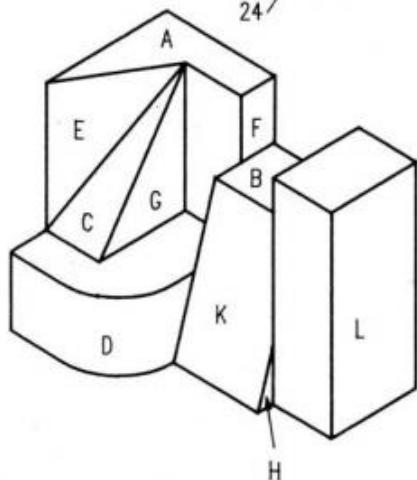
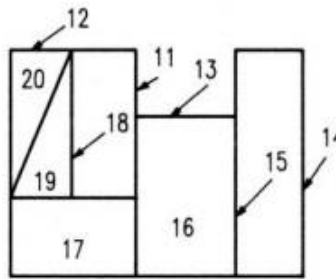
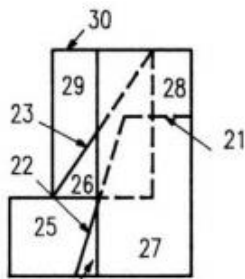
C



D

Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

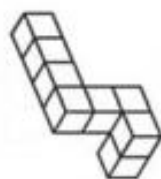
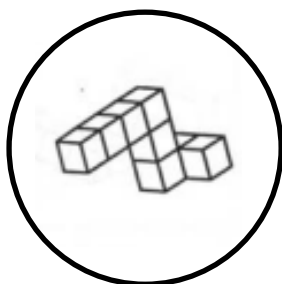
Identifique, nas vistas ortográficas, a localização de cada face do sólido, solicitada na tabela.



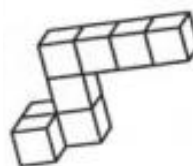
Faces	VS	VF	VLD
A			
B			
C			
D			
E			
F			
G			
H			
K			

Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

Selecione a opção correta referente à representação do objeto indicado à esquerda sob um novo ponto de vista.



A



B



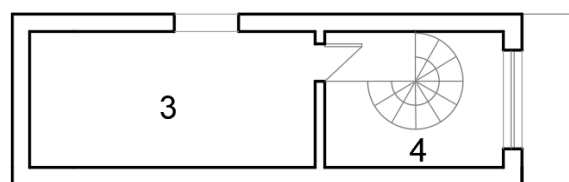
C



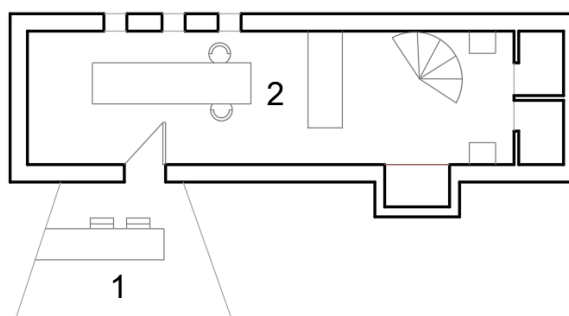
D

Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

Aponte o ambiente 2D que está corretamente representado na imagem 3D.



SEGUNDO PAVIMENTO

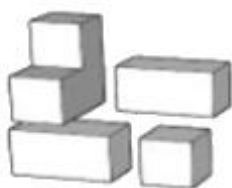
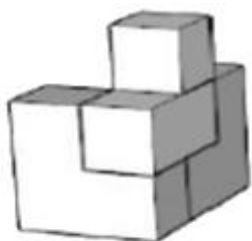


PRIMEIRO PAVIMENTO

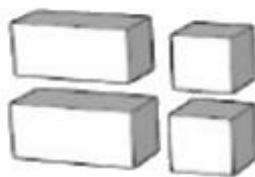


Fonte: Adaptado de Cho (2017)

Escolha o conjunto de sólidos que, integrados, conseguirão formar o objeto apresentado na perspectiva.



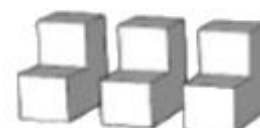
A



B



C



D

Fonte: Adaptado de 11 Plus of Parenty (2019)

Crie um objeto a partir da combinação entre os sólidos fornecidos. Importante: eles só podem se apoiar/encostar, não pode haver intersecção.



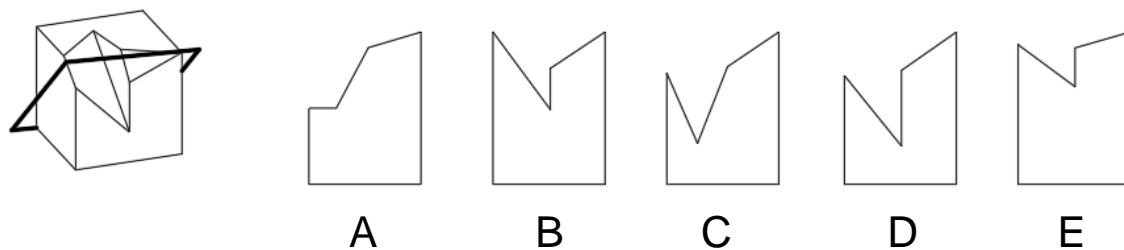
Fonte: Adaptado de 11 Plus of Parenty (2019)

MEMÓRIA VISUAL

Em uma sacola, explore um objeto através do tato e imagine a sua forma. Registre o formato imaginado através de uma perspectiva e de vistas ortográficas. Após, resgate o modelo na sacola e o compare com as suas representações.

Fonte: Adaptado de MILNE et al (2014)

Indique a seção resultante da interseção entre o plano de corte e o sólido indicado na perspectiva.



Fonte: Adaptado de CEEB (1939)

Identifique, no quadro de respostas, a vista resultante de cada giro do objeto 3D nos eixos x, y e z.

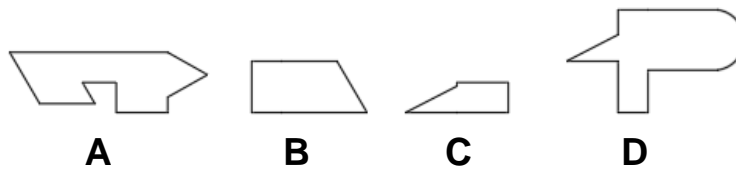
Direção do ponto de vista (Fixo)

	a	b	c
90°			
180°			

Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

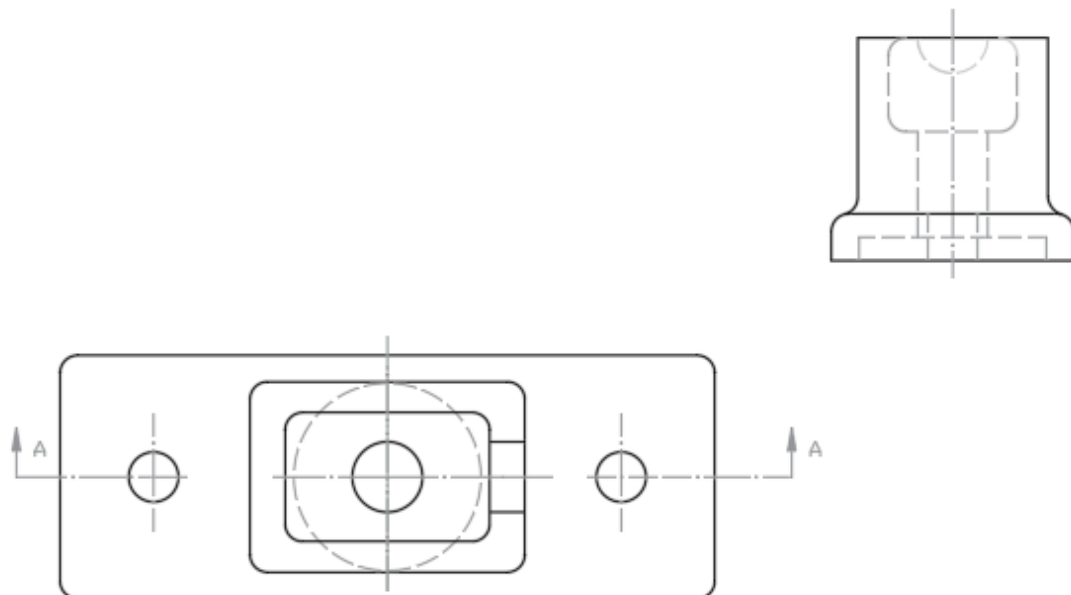
FECHAMENTO VISUAL

Aponte as figuras (de 1 a 8) que foram utilizadas para gerar as formas de A até E.



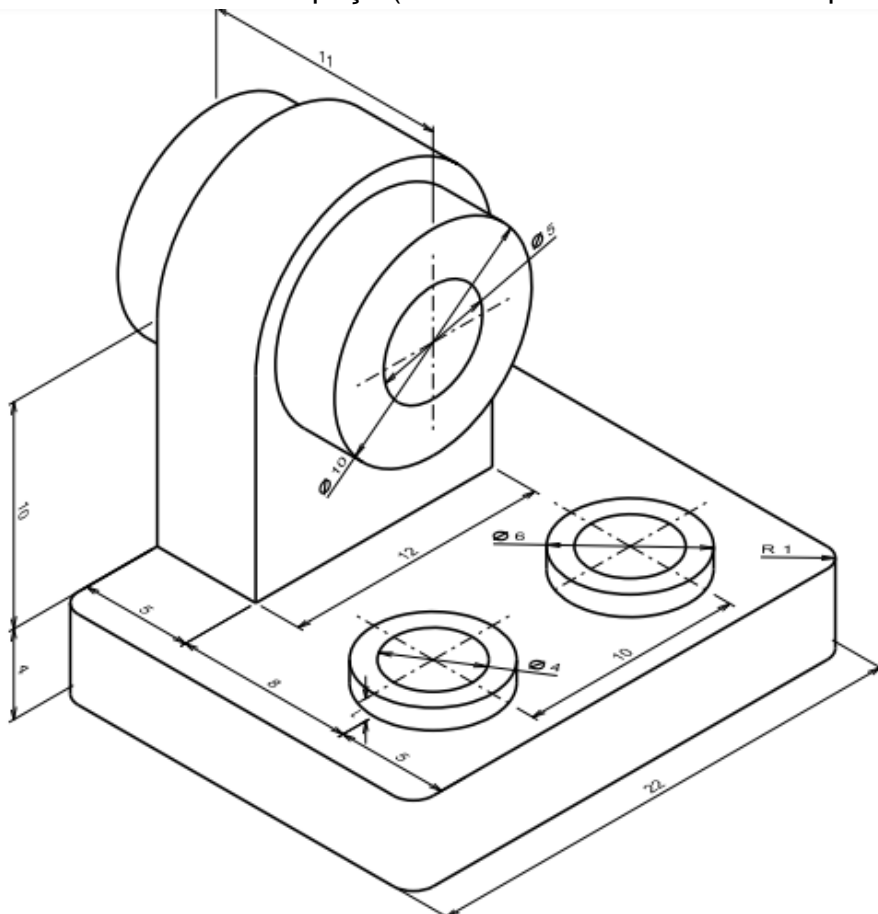
PENETRAÇÃO VISUAL

Represente o corte indicado no sólido apresentado.



Fonte: Adaptado de Ito (2019)

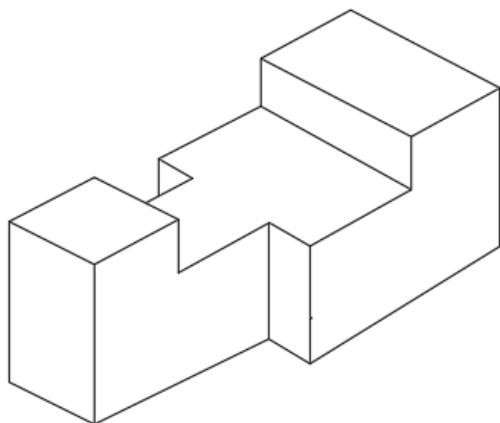
Desenhe as vistas superior e frontal do objeto a seguir. Após, realize o corte transversal da peça (visualizado na vista lateral esquerda).



Fonte: Adaptado de Benício (2017)

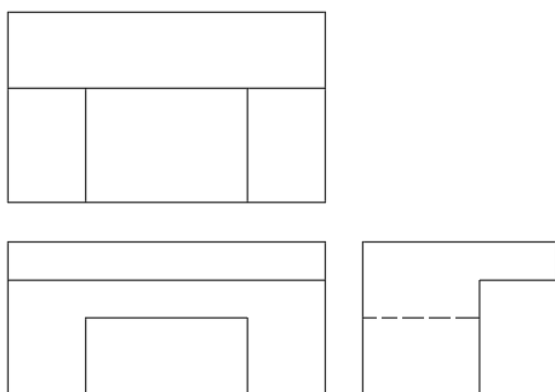
CONSTÂNCIA DE FORMA

Realize o desenho das vistas inferior, posterior e lateral direita do sólido representado na perspectiva.



Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)

Represente a perspectiva isométrica do objeto a seguir, de modo que o ponto de vista escolhido mostre as vistas ortográficas fornecidas.



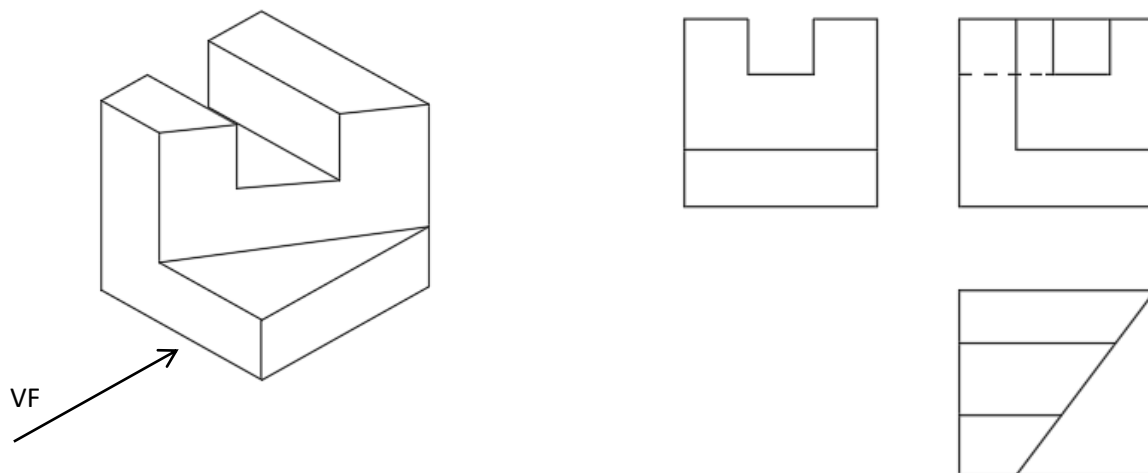
Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)

**5 GABARITO DO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO E DAS
ATIVIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE
ESPACIAL EM DESENHO TÉCNICO**

INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

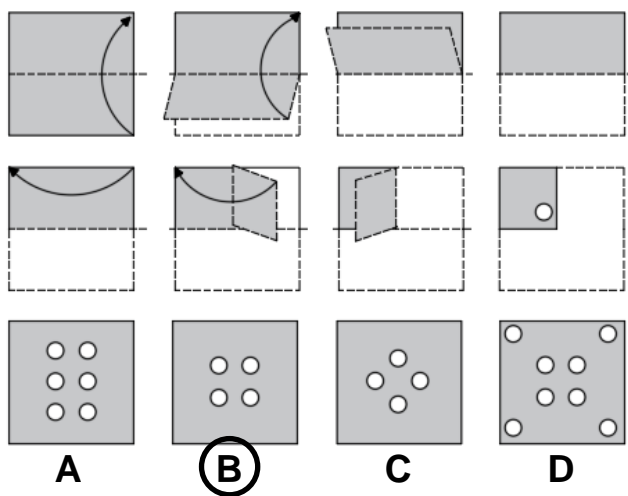
Gabarito!

1. Desenhe as vistas ortográficas do objeto representado em perspectiva.



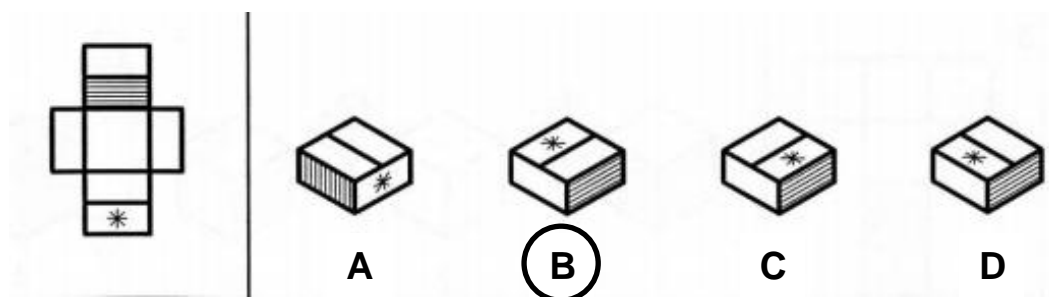
Fonte: Adaptado de Dorneles (2019)

2. A partir das dobras e do furo realizado na folha de papel, identifique qual será o resultado final ao reabrir a folha.



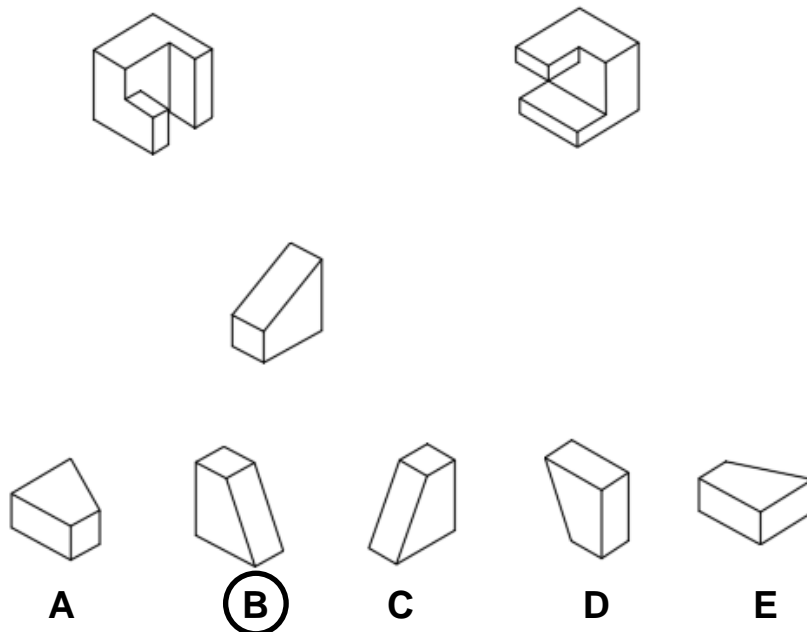
Fonte: Adaptado de TestingMom.com (2019)

3. Identifique o sólido que corresponde à montagem do esquema planificado



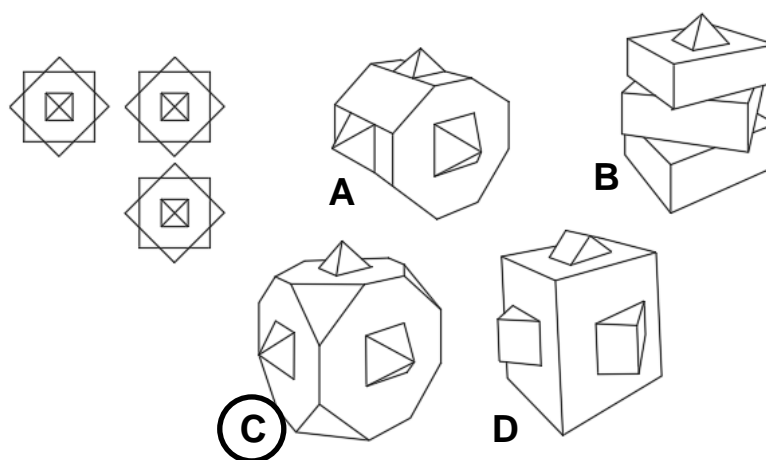
Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

4. Selecione a representação que indica o mesmo giro sofrido pelo sólido modelo.



Fonte: Adaptado de Bodner e Guay (1997)

5. Indique a perspectiva correspondente ao objeto representado pelas vistas ortográficas.



Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

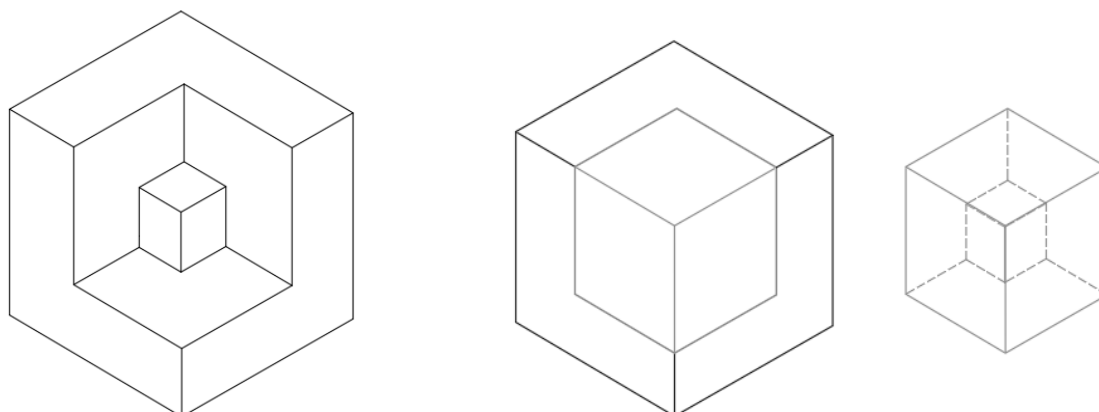
6. Escreva quantas faces há neste objeto.

Há 11 Faces



Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

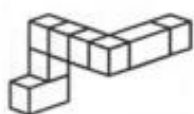
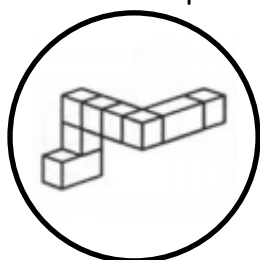
7. Crie (perspectiva isométrica) um sólido que se encaixe no objeto fornecido. Após, desenhe o objeto resultante da união entre os dois.



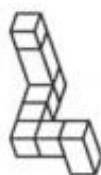
Poderão ocorrer soluções variáveis!

Fonte: A autora (2019)

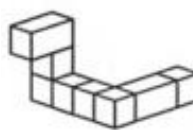
8. Selecione a opção correta referente à representação do objeto indicado à esquerda sob um novo ponto de vista.



A



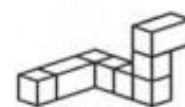
B



C



D

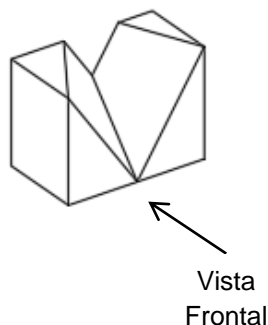


E

Fonte: Pedrosa (2012)

9. Identifique as representações referentes às vistas posterior, inferior e lateral direita do objeto em perspectiva.

VP	VI	VLD
E	L	G



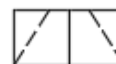
A



B



C



D



E



F



G



H



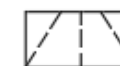
I



J



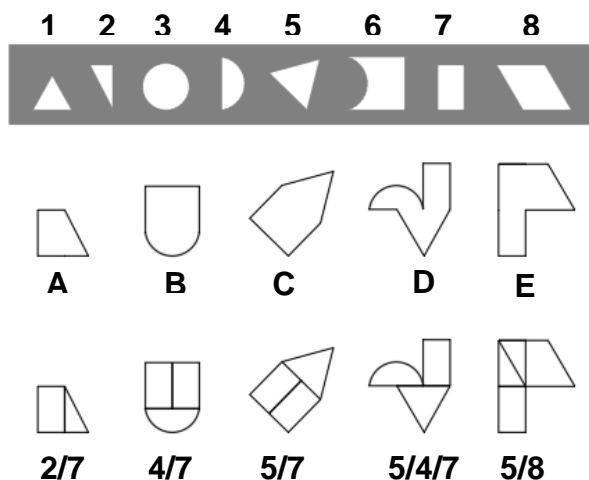
K



L

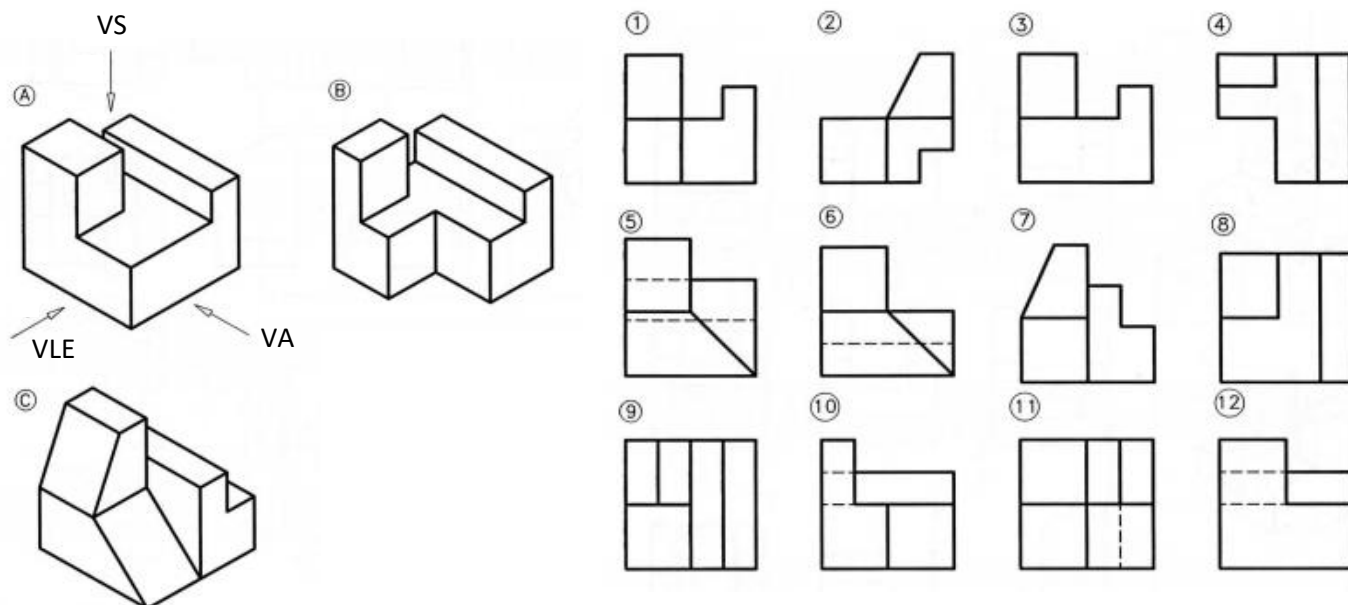
Fonte do objeto: Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)
Atividade elaborada pela autora (2019)

10. Aponte as figuras (de 1 a 8) que foram utilizadas para gerar as formas de A até E.



Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

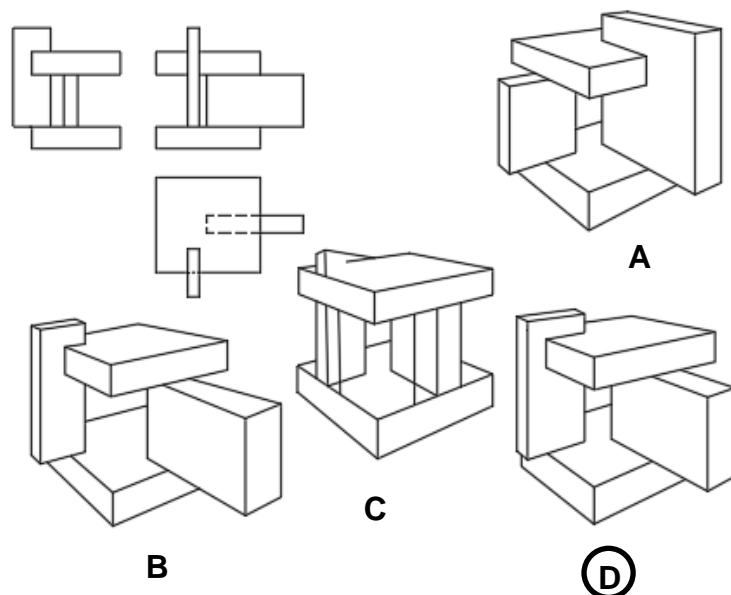
11. Informe quais são as representações correspondentes às vistas superior, frontal e lateral esquerda de cada perspectiva apresentada.



PEÇAS		A	B	C
VISTAS	VA	3	1	7
	VS	8	4	9
	VLE	12	10	5

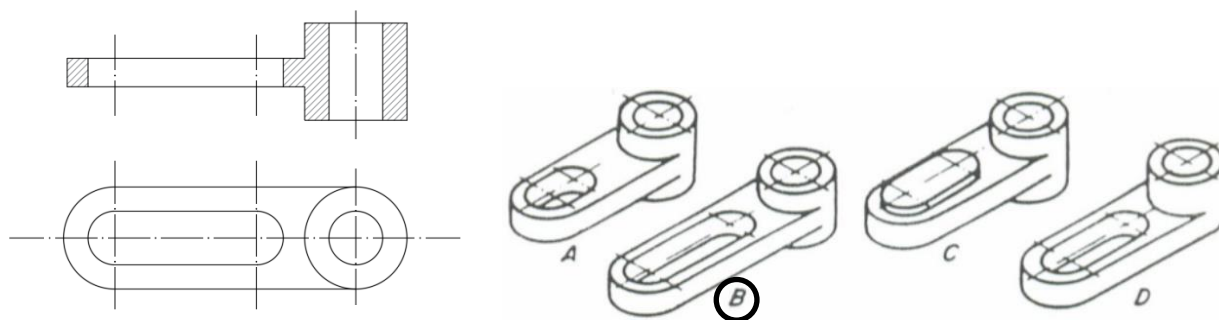
Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

12. Escolha o conjunto de vistas ortográficas que representa corretamente o sólido em perspectiva.



Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

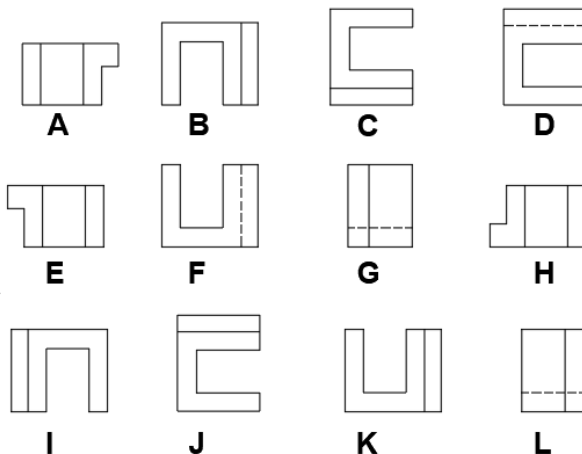
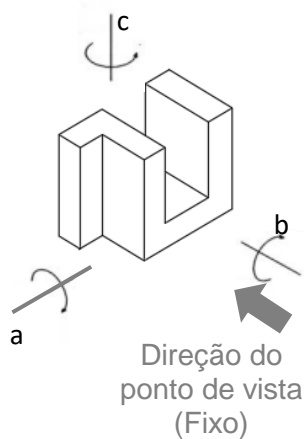
13. Selecione o volume correspondente ao objeto representado pelo corte longitudinal.



Fonte: Adaptado de Lappan (1981)

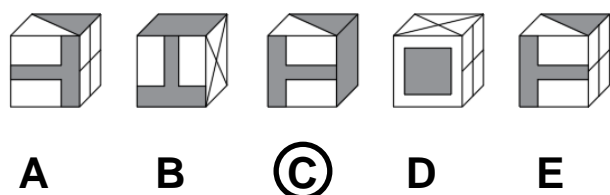
14. Indique, no quadro de respostas, a vista resultante de cada giro do objeto 3D nos eixos a, b e c.

Ângulo	a	b	c
180°	I	B	K
90°	E	J	G



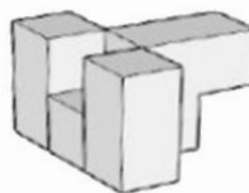
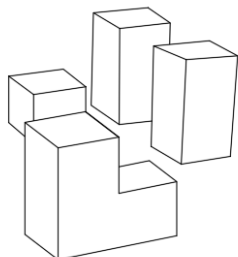
Fonte da figura: Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)
 Fonte da Atividade: Adaptado de Pedrosa (2012)

15. Analise as rotações sofridas pela primeira linha de cubos. Seguindo a lógica, qual será a próxima posição?



Fonte: Adaptado de EducaMais (2013)

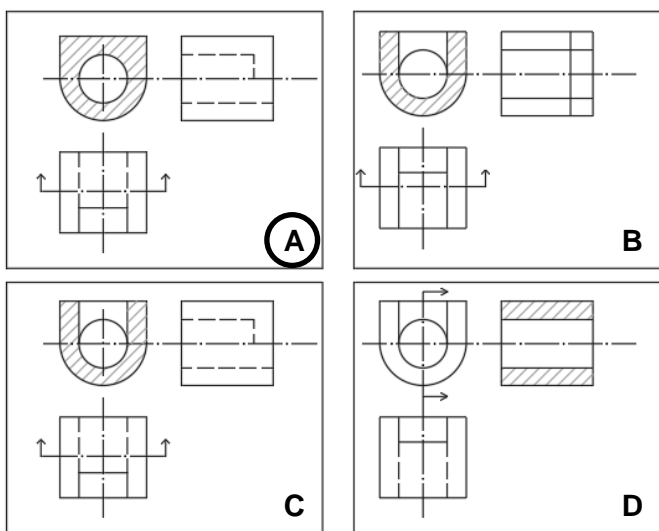
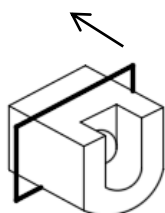
16. Crie um objeto a partir da combinação entre os sólidos fornecidos. Importante: eles só podem se apoiar/encostar, não pode haver intersecção.



Poderá haver outras soluções corretas

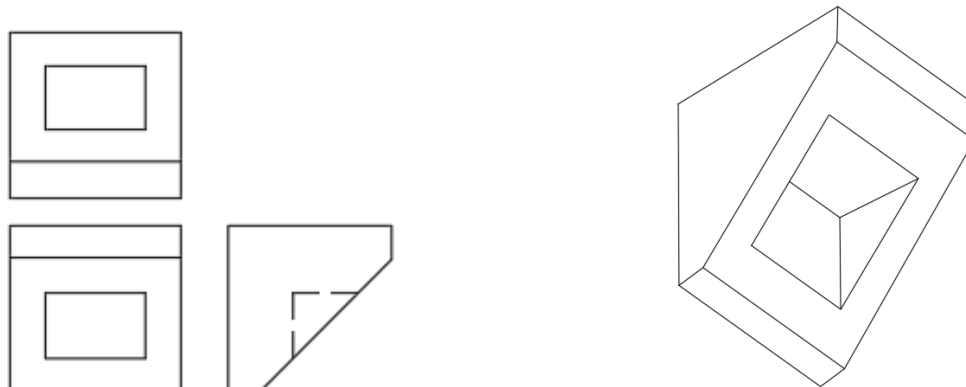
Fonte: Adaptado de 11 Plus of Parenty (2019)

17. Selecione o conjunto de vistas correspondente ao resultado do corte indicado no sólido em perspectiva.



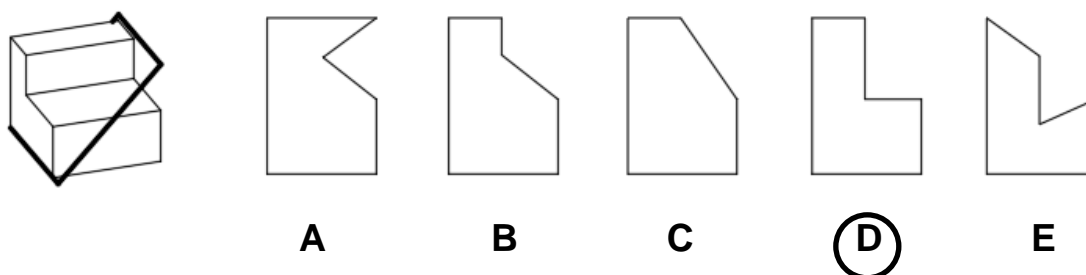
Fonte: Adaptado de Dorneles (2019)

18. Desenhe a perspectiva do objeto representado a seguir. Importante: Escolha um ponto de vista que mostre as vistas fornecidas.



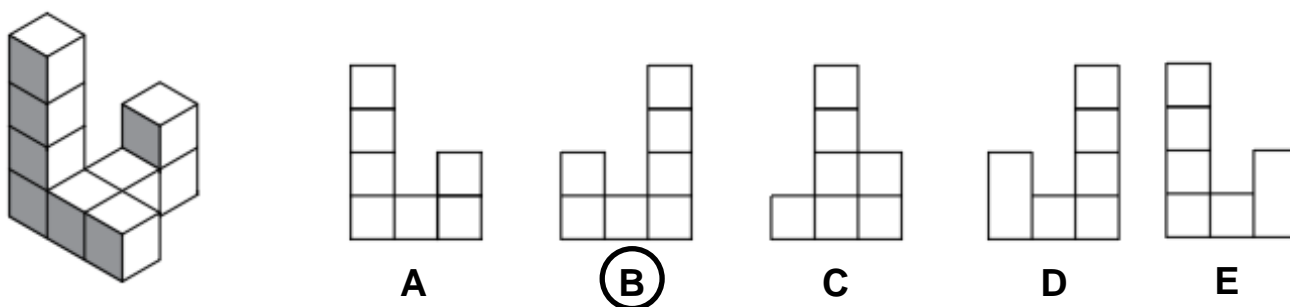
Fonte: Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)

19. Aponte a seção resultante do corte indicado na perspectiva.



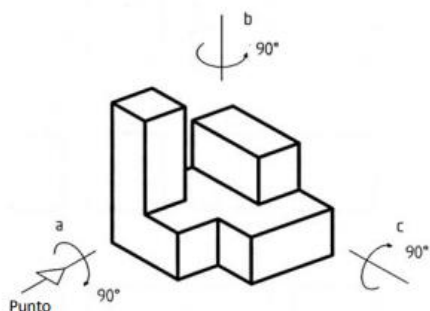
Fonte: Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)

20. Selecione a vista ortográfica que corresponde a um determinado ponto de vista do objeto 3D.

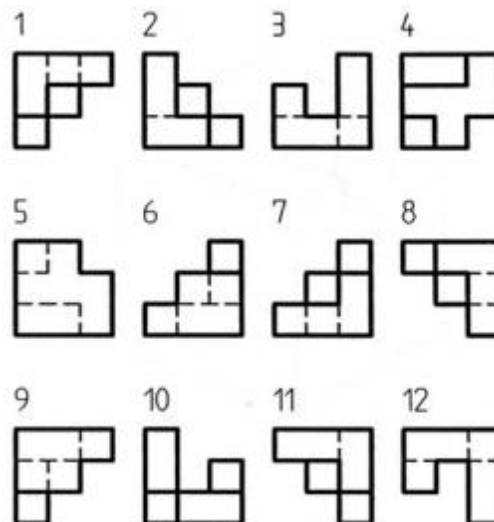


Fonte: Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)

21. Especifique as vistas obtidas a partir do giro e sentido indicado pelos eixos a, b e c.



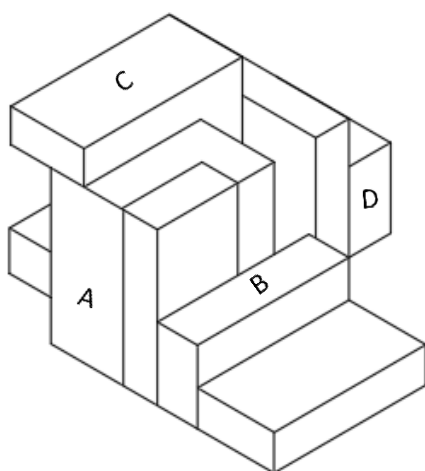
Manter este
Ponto de Vista



a	b	c
12	3	5

Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

22. Na representação a seguir, visualiza-se vários sólidos encostados uns nos outros. Informe o número de objetos que está em contato com cada um dos prismas identificados com letras.



Prisma A – 3 objetos

Prisma B – 4 objetos

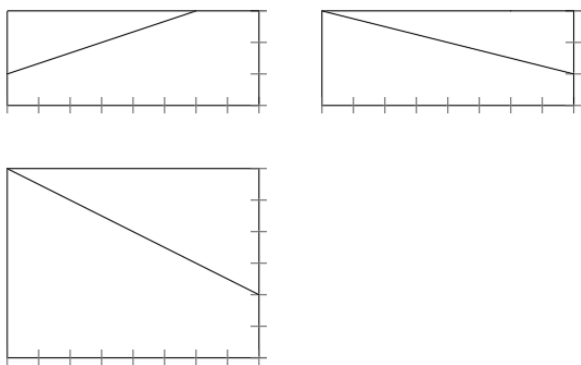
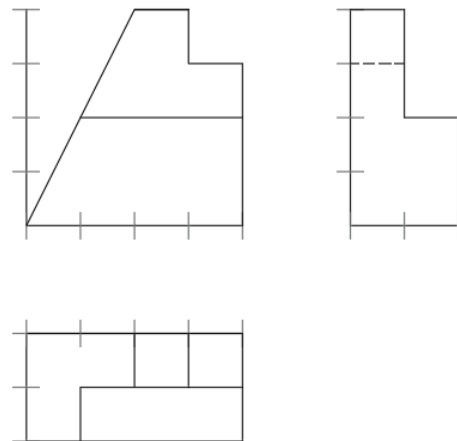
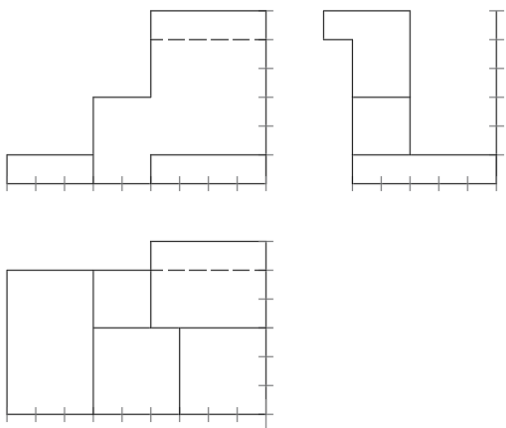
Prisma C – 3 objetos

Prisma D – 1 objeto

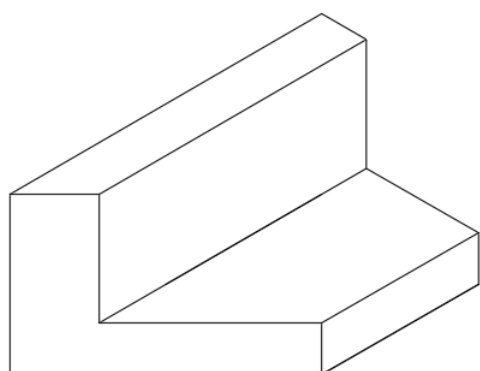
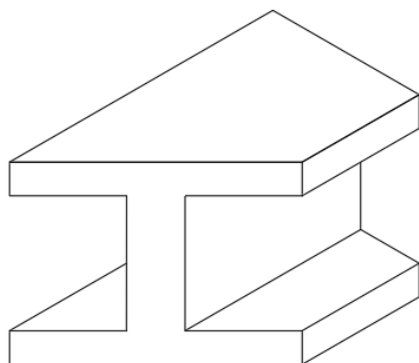
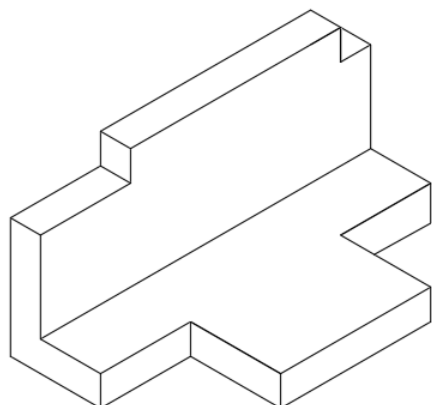
Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

VISUALIZAÇÃO ESPACIAL

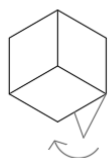
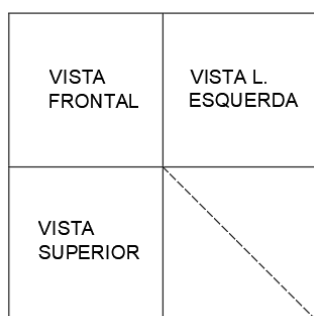
Desenhe as vistas ortográficas dos objetos representados em perspectiva.



Represente a perspectiva isométrica do sólido representado por suas vistas ortográficas.



Recorte um quadrado de 22 cm de lado e dividi-lo em 4 partes iguais, conforme ilustração a seguir. Utilize um papel grosso.



Esta atividade não possui gabarito, o propósito é possibilitar ao aluno uma autoavaliação.

Crie um objeto e representar a sua vista superior, frontal e lateral esquerda em cada retângulo formado através de suas vistas ortográficas.

Elabore, em sabão, o sólido criado.

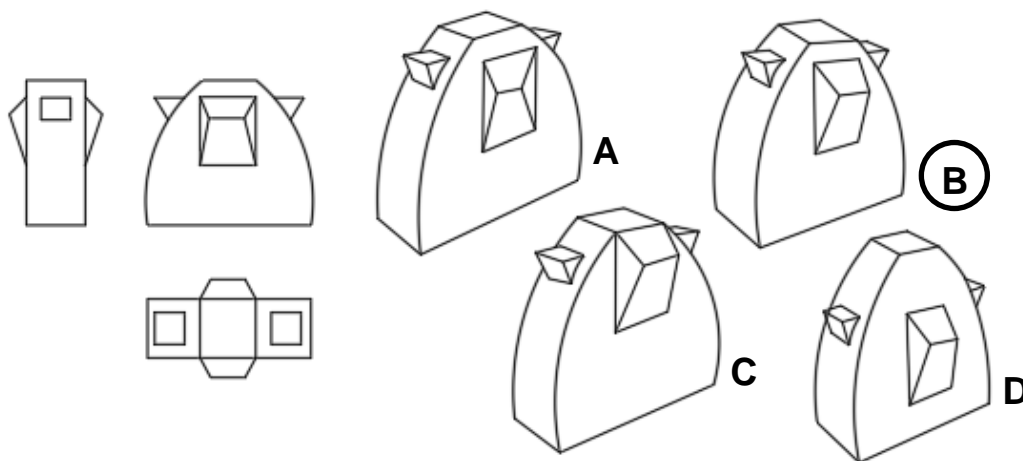
Dobre o papel com as vistas conforme indicado na figura, formando um diedro.

Insira no meio do diedro o modelo em sabão.

Visualize o protótipo elaborado e compará-lo com as vistas desenhadas. Reflita sobre a causa de possíveis inconsistências. Realize os aprimoramentos que se mostrarem necessários.

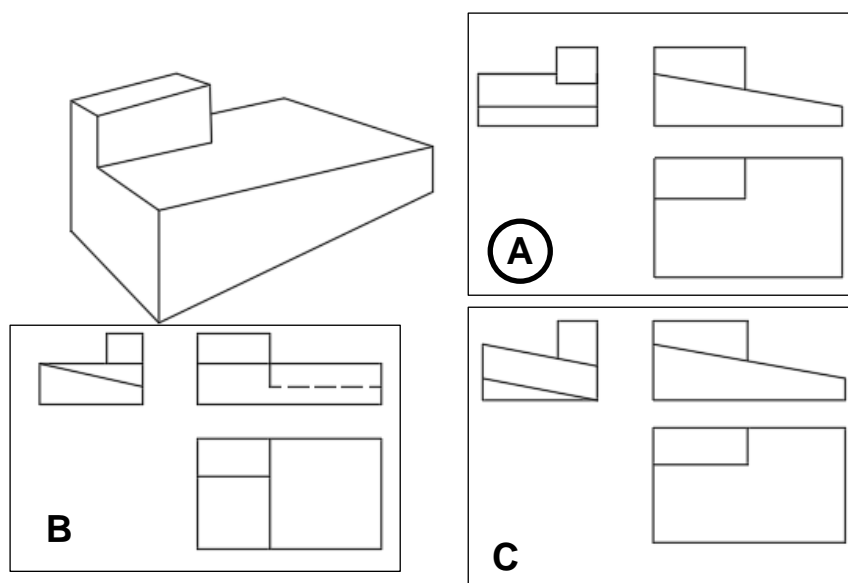
Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

Selecione a perspectiva correspondente ao objeto representado pelas vistas ortográficas.



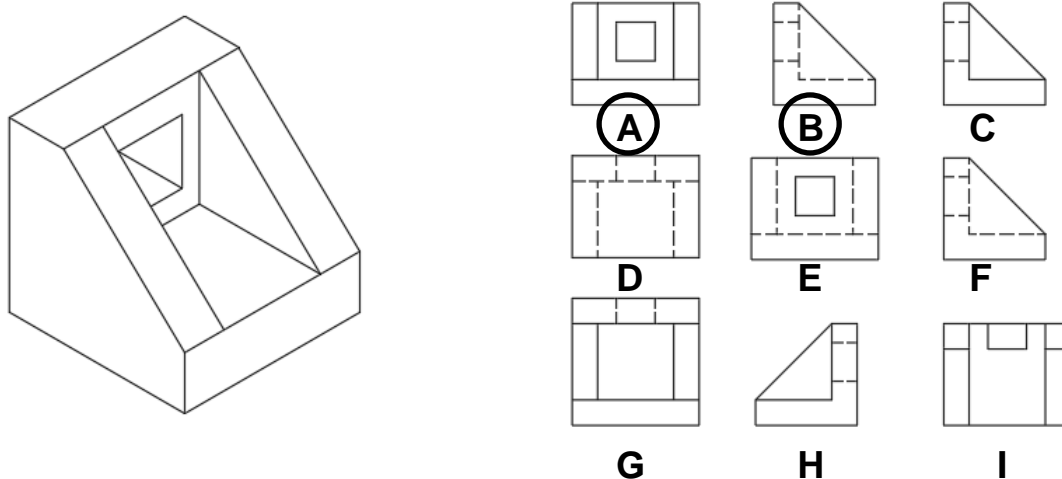
Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

Indique o conjunto de vistas ortográficas correspondente ao objeto representado em perspectiva.



Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

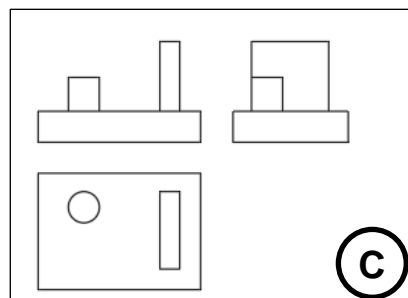
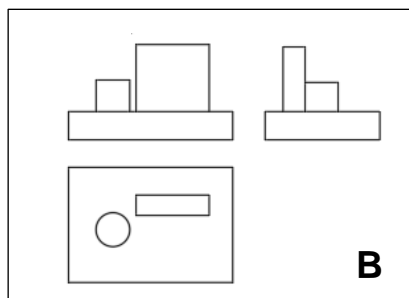
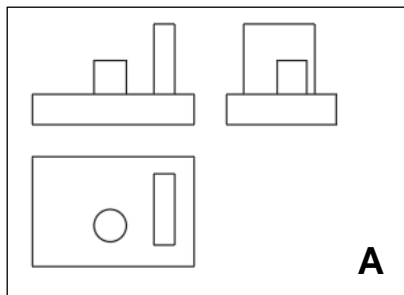
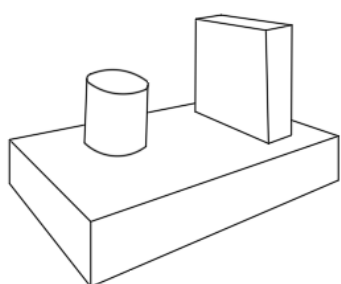
Identifique as vistas ortográficas mínimas necessárias para a representação do objeto.



Fonte: Adaptado de Dorneles (2019)

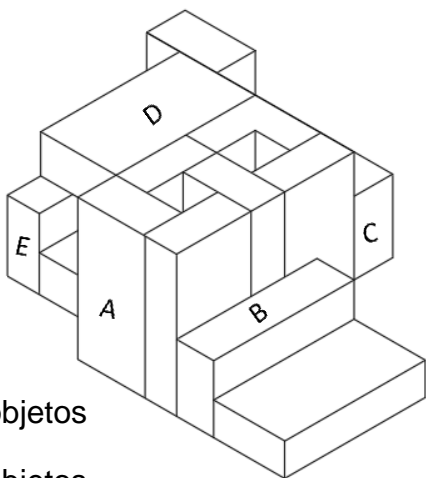
PERCEÇÃO ESPACIAL

Escolha o conjunto de vistas ortográficas que representa corretamente o sólido em perspectiva.



Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

Na representação a seguir, visualiza-se vários sólidos encostados uns nos outros. Informe o número de objetos que está em contato com cada um dos prismas identificados com letras.



Prisma A - 4 objetos

Prisma B - 4 objetos

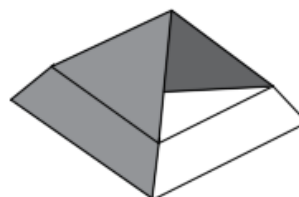
Prisma C - 4 objetos

Prisma D - 7 objetos

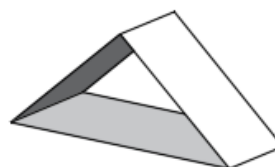
Prisma E - 2 objetos

Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

Informe quantas faces há nestes objetos.



10 Faces

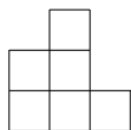
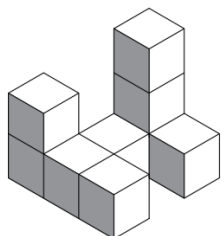


6 Faces

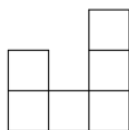
Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

RACIOCÍNIO ESPACIAL

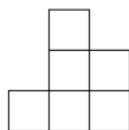
Selecione a única vista que **Não** representa um ponto de vista do objeto à esquerda.



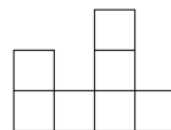
A



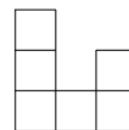
B



C



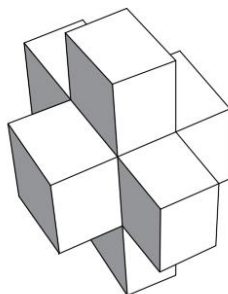
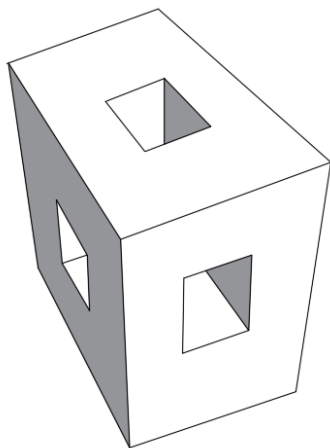
D



E

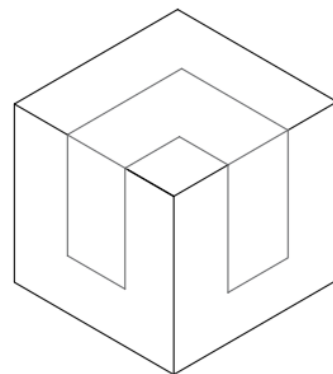
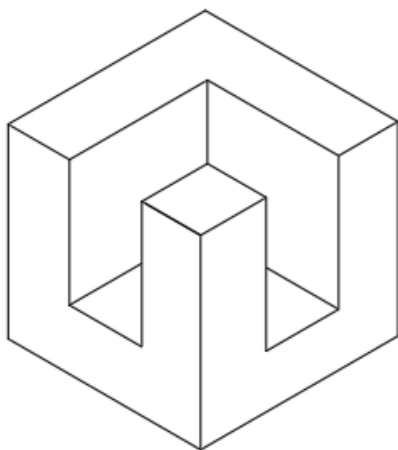
Fonte: Adaptado de Lappan (1981)

Desenhe a perspectiva do sólido complementar do objeto representado a seguir.



Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

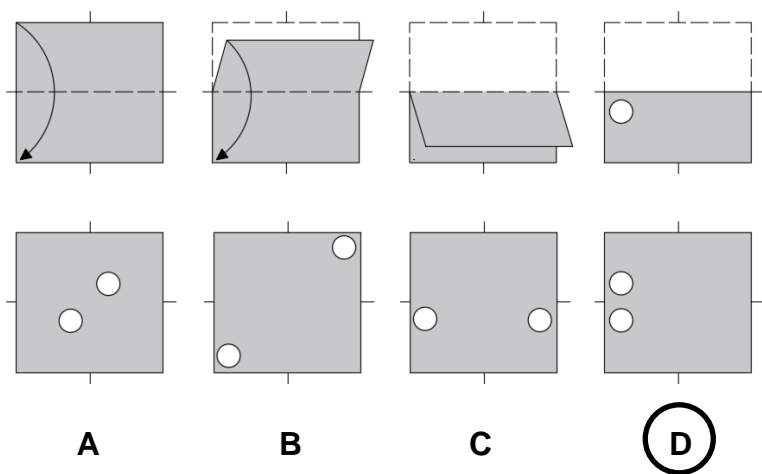
Crie (perspectiva isométrica) um sólido que se encaixe no objeto fornecido. Após, desenhe o objeto resultante da união entre os dois.



Esta atividade poderá ter soluções diferenciadas.

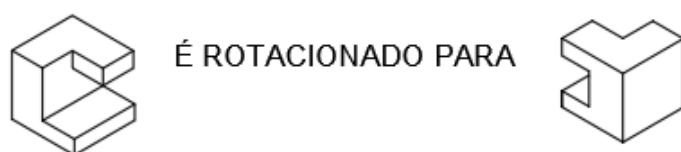
Fonte: A autora (2019)

A partir das dobras e do furo realizado na folha de papel, identifique qual será o resultado final ao reabrir a folha.



ROTAÇÃO MENTAL

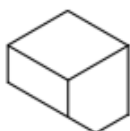
Selecione a representação que indica o mesmo giro sofrido pelo sólido modelo.



A



(B)



C



D



E

Fonte: Adaptado de Bodner e Guay (1997)

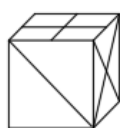
Analise as rotações sofridas pela primeira linha de cubos. Seguindo a lógica, qual será a próxima posição?



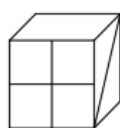
?



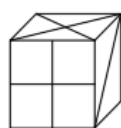
A



B



C



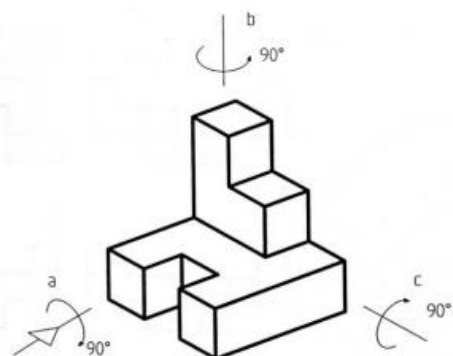
(D)



E

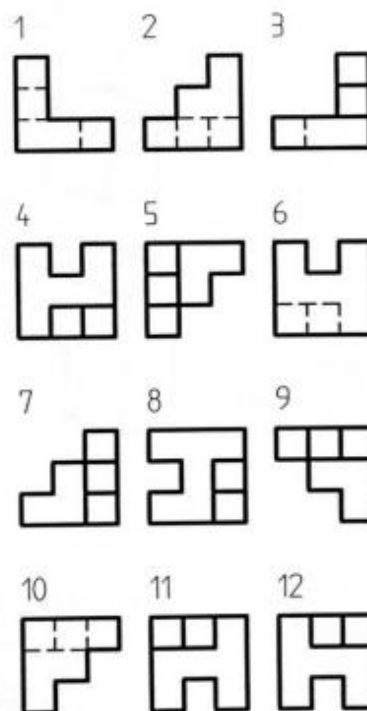
Fonte: Adaptado de EducaMais (2013)

Especifique as vistas obtidas a partir do giro e sentido indicado pelos eixos a, b e c.



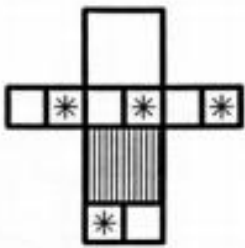
Manter este
Ponto de Vista

a	b	c
5	1	6



RELAÇÃO ESPACIAL

Indique o sólido que corresponde à montagem do esquema planificado.



A



B



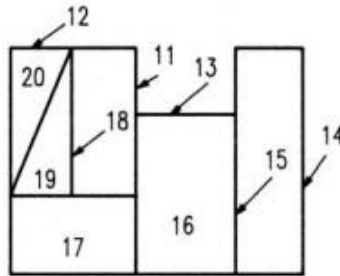
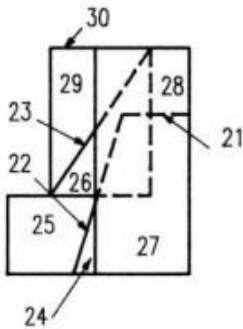
C



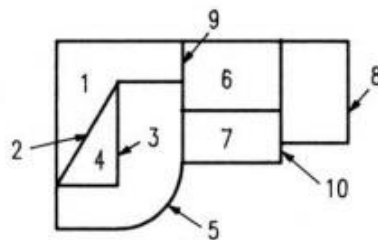
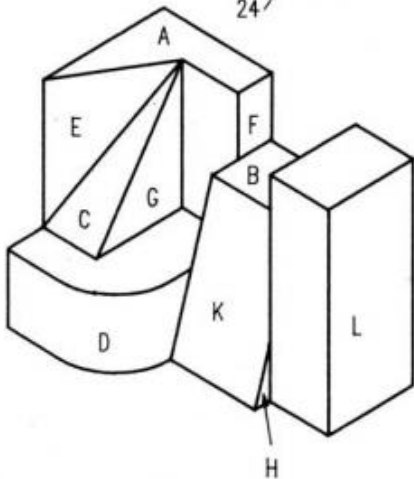
D

Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

Identifique, nas vistas ortográficas, a localização de cada face do sólido, solicitada na tabela.

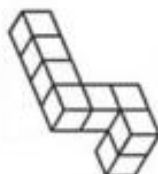
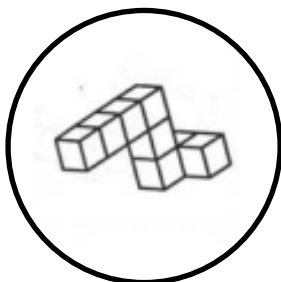


Faces	VS	VF	VLD
A	1	12	30
B	6	13	21
C	4	19	23
D	5	17	25
E	2	20	29
F	9	11	28
G	3	18	26
H	10	15	24
K	7	16	22

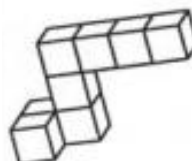


Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

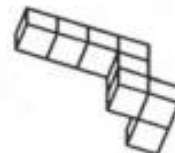
Selecione a opção correta referente à representação do objeto indicado à esquerda sob um novo ponto de vista.



A



B



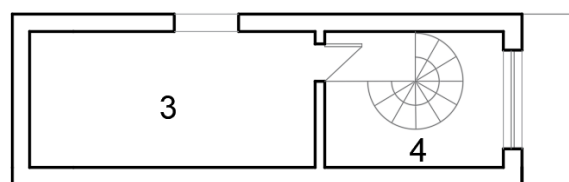
C



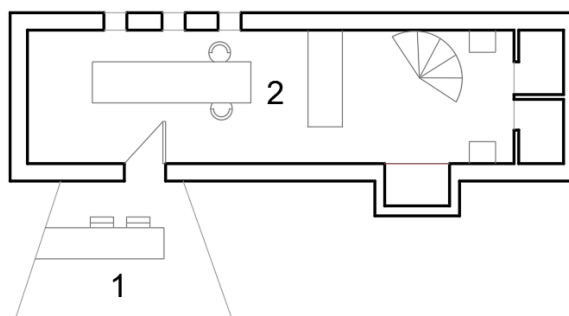
D

Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

Aponte o ambiente 2D que está corretamente representado na imagem 3D.



SEGUNDO PAVIMENTO

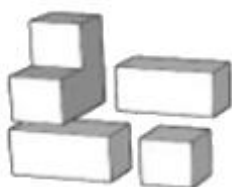
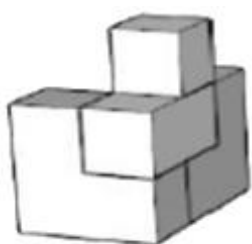


PRIMEIRO PAVIMENTO

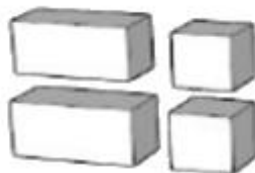


Fonte: Adaptado de Cho (2017)

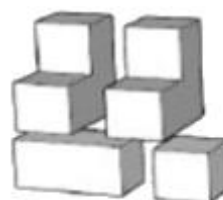
Escolha o conjunto de sólidos que, integrados, conseguirão formar o objeto apresentado na perspectiva.



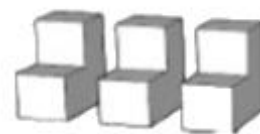
A



B



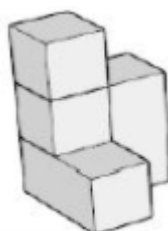
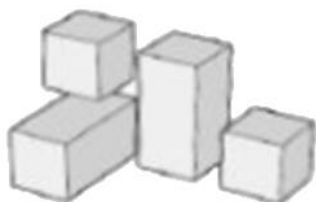
C



D

Fonte: Adaptado de 11 Plus of Parenty (2019)

Crie um objeto a partir da combinação entre os sólidos fornecidos. Importante: eles só podem se apoiar/encostar, não pode haver intersecção.



Esta atividade poderá obter soluções diferenciadas.

Fonte: Adaptado de 11 Plus of Parenty (2019)

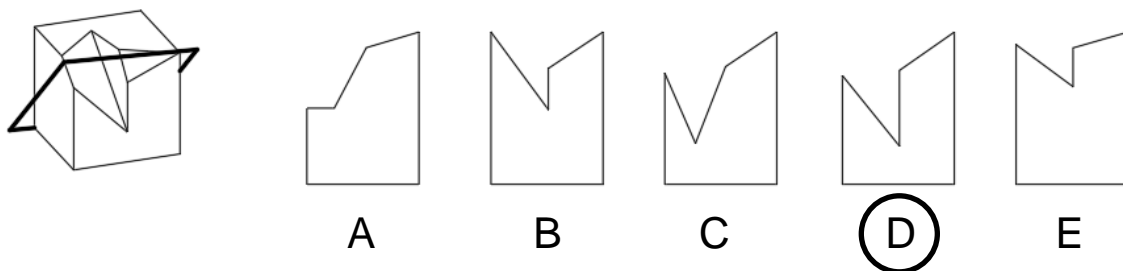
MEMÓRIA VISUAL

Em uma sacola, explore um objeto através do tato e imagine a sua forma. Registre o formato imaginado através de uma perspectiva e de vistas ortográficas. Após, resgate o modelo na sacola e o compare com as suas representações.

Esta atividade não possui gabarito, o propósito é possibilitar ao aluno uma autoavaliação.

Fonte: Adaptado de MILNE et al (2014)

Indique a seção resultante da interseção entre o plano de corte e o sólido indicado na perspectiva.

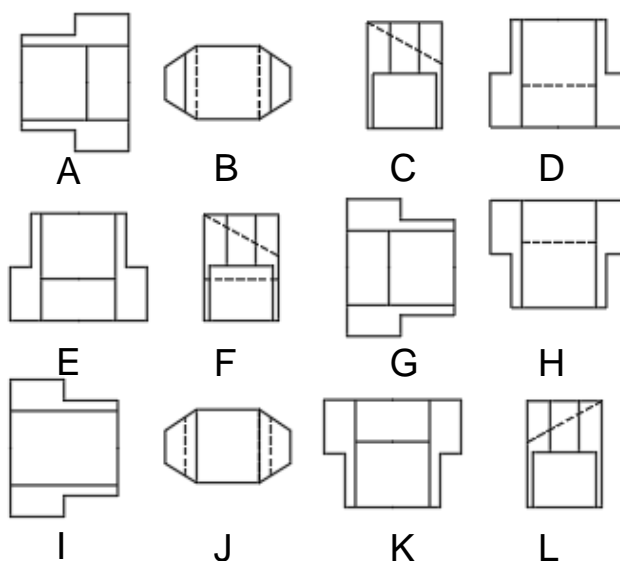


Fonte: Adaptado de CEEB (1939)

Identifique, no quadro de resposta, os

Direção do ponto de vista (Fixo)

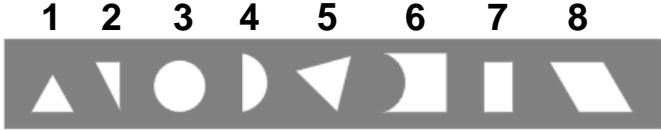
	a	b	c
90°	A	C	B
180°	E	H	D



Fonte: Adaptado de Pedrosa (2012)

FECHAMENTO VISUAL

Aponte as figuras (de 1 a 8) que foram utilizadas para gerar as formas de A até E.

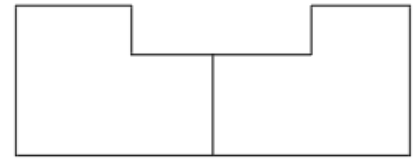
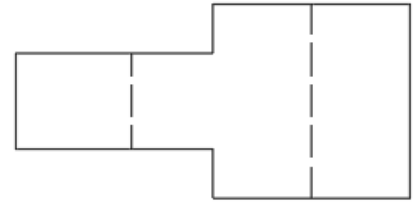
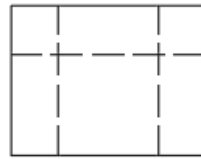
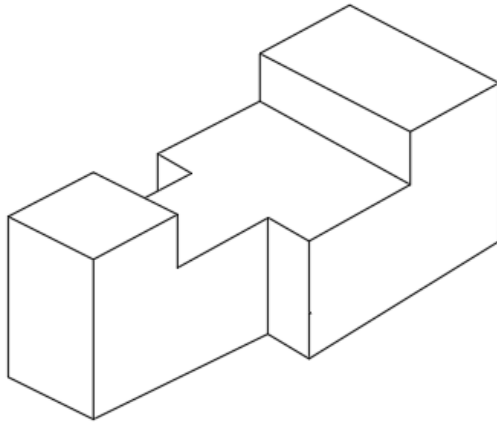


A	B	C	D
8/7/1	7/8	2/7	2/7/6/4

Fonte: Adaptado de Montenegro (1991)

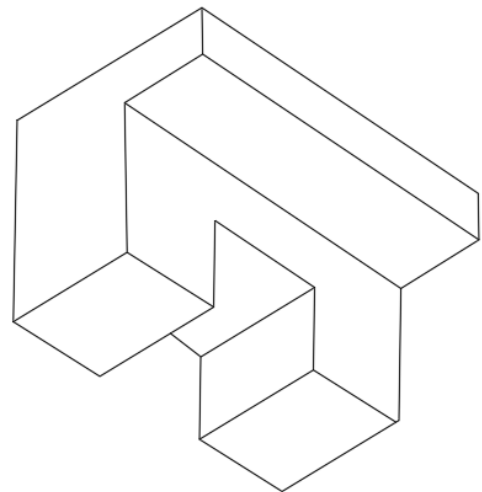
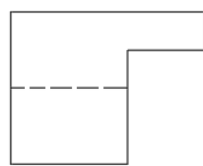
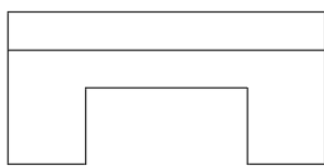
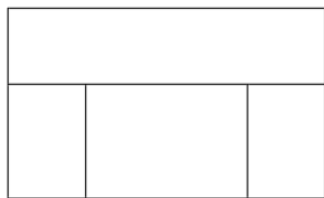
CONSTÂNCIA DE FORMA

Realize o desenho das vistas inferior, posterior e lateral direita do sólido representado na perspectiva.



Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)

Represente a perspectiva isométrica do objeto a seguir, de modo que o ponto de vista escolhido mostre as vistas ortográficas fornecidas.



Adaptado de Bornancini e Petzold (1987)

APÊNDICE F – PUBLICAÇÕES 2018-2019

Capítulos de Livro Publicado

1. BEHAR, P. A. ; MACHADO, Leticia Rocha ; **TORREZZAN, Cristina A. W.** ; Longhi, Magali Alejandra Behar. Teresinha . Recomendação pedagógica em educação a distância: conceitos e elementos. In: Patricia (Org.). Recomendação pedagógica em educação a distância. 1ed. Porto Alegre: Penso, 2019, v. 1, p. 1-18.

2. BEHAR, P.A; CAZELLA, Silvio César, SCHNEIDER, Daisy; SILVA, Ketia Kellen Araújo da; **TORREZZAN, Cristina A. W.** Recomendação de Objetos de Aprendizagem por Competências. In: Patricia Alejandra Behar. (Org.). Recomendação Pedagógica em Educação a Distância. 1ed. Porto Alegre: Penso, 2019, v. 1, p. 86-104.

3. BEHAR, P. A. ; MACHADO, Leticia Rocha ; RIBEIRO, A. C. R. ; Longhi, Magali Teresinha ; FERREIRA, G. ; AMARAL, C. B. ; **TORREZZAN, Cristina A. W.** ; ROSAS, F. W. Recomendação pedagógica a partir dos aspectos sociais. In: Patricia Alejandra Behar. (Org.). Recomendação Pedagógica em Educação a Distância. 1ed. Porto Alegre: Penso, 2019, v. 1, p. 70-85.

4. SONEGO, Anna Helena Silveira ; MACHADO, Leticia Rocha ; **TORREZZAN, Cristina Alba Wildt** ; BEHAR, Patricia Alejandra . Teaching Practices with Mobile in Different Contexts. Advances in Intelligent Systems and Computing. 1ed. Suíça: Springer International Publishing, 2019, v. 1, p. 982-991

Artigos completos publicados em periódicos

1. SIMON, Augusto; BEHAR, Patricia .A.; **TORREZZAN, Cristina A. W.**; SCHNEIDER D.; CAZELLA, Silvio C; SLODKOWSKI, Bruna; FERREIRA, Daniele M. Competencies Domain Ontology for Recommender Systems in Education. Revista IEEE América Latina, 2019.

Artigo completo publicado em evento internacional

1. **TORREZZAN, Cristina A. W.**; BERNARDES, Maurício Moreira e Silva; VAN DER LINDEN, Julio Carlos de Souza. Drawing techniques on the design concept phase: an Analysis of Brazilian, Japanese and Turkish Students' Strategies. In E&PDE 2019: 21st International Conference on Engineering & Product Design Education. 12-13 SEPTEMBER 2019, Department of Design, Manufacturing and Engineering Management, University of Strathclyde, United Kingdom. (Aceito)

ANEXO A – FIGURA ORIGINAL DAS 30 HABILIDADES ELENCADAS COMO AS MAIS IMPORTANTES

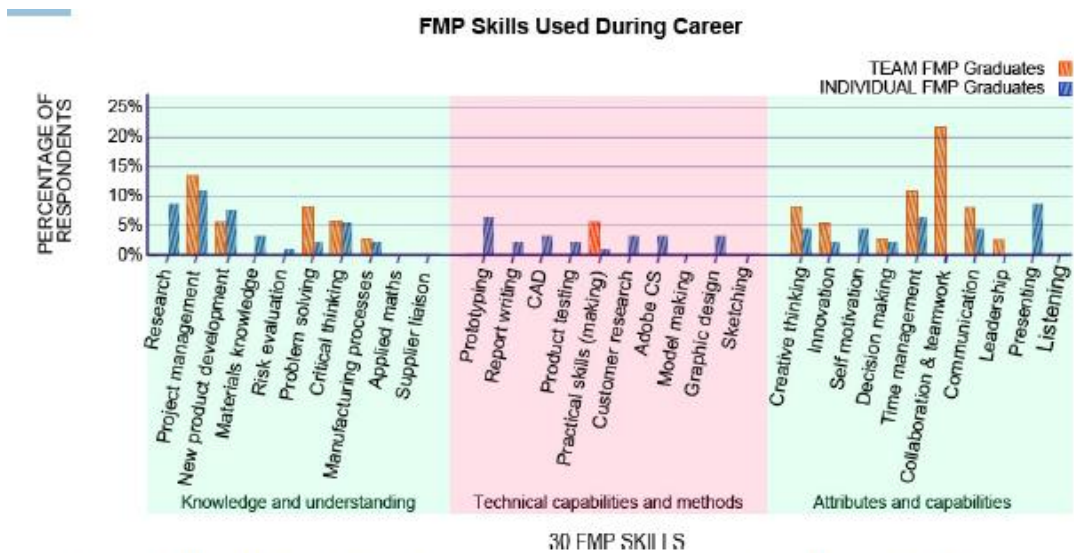


Figure 4. '30 FMP skills' used during early career as described by graduates surveyed

Fonte: McLening e Burgess (2018, p. 3)

ANEXO B – QUADRO ORIGINAL DE ATIVIDADES SOBRE DESIGN THINKING E COMUNICAÇÃO VISUAL

Table 1: Description of Exercises in Design Thinking and Visual Communication

Exercise 1: One Size Fits All		
Description	Objective	Results
Individually, participants are asked to find one solution to a specific problem for which there is only one known solution. The challenge is situated in a person's capacity to visually imagine a solution. Total time for the exercise: execution: 20-25 minutes; discussion 30-45 minutes.	Visually imagining solutions is an invaluable yet atypical creative skill. By the time we reach the age of twenty our perception of the material world has been conditioned by many factors some of which place real limitations on visual thinking as an important skill.	The very nature of the problem makes it almost mandatory to visualise a solution; moreover, the challenge is too complex for most people to solve in their heads, so to speak. To be successful, the participant must combine logical thinking (mental capacity) with visual exploration (visual thinking).
Exercise 2: View from the Top		
Description	Objective	Results
This exercise is an individual exercise and continues the potential implicit in visual imaging introduced in Exercise 1. It is based on the logic of the orthographic view, on the one hand, and the numerous possibilities for interpretation if only the top view is provided, on the other. Total time for the exercise: execution: 3-4 hours; discussion 1 hour.	The exercise raises and addresses the issue of predictability, which often comes from expectations based on stereotypes. Known expectations are challenged, resulting in images never imagined to be possible. In great part, such images are made possible because of visual thinking skills.	When first presented with the exercise the participants are more often than not inclined to develop predictable ideas. Soon thereafter comes the inevitable creative leap. From observation it appears that this leap is in great part fostered by strong visual thinking skills.
Exercise 3: Mix 'n' Match		
Description	Objective	Results
Predictability is the bane of creativity. To break the predictability pattern teams of participants are asked to design a known product but for a totally unfamiliar user. Total time for the exercise: execution: 12 hours; discussion 2 hours.	The exercise deals with innovation because specific constraints are introduced. Teams select a familiar everyday object from a list. This heightens their expectations about the design exercise. However, their expectations are immediately shattered because the user of the everyday object is totally unexpected. This combination of familiar object and unexpected user places the teams in a design conundrum. Our observations show that design thinking and visual communication skills clearly enhance the exploration of ideas.	Participants realize that innovative solutions are more likely if criteria are challenged in their entirety. The unexpected user achieves this end because it does not allow for stereotypical design solutions. Innovative solutions and strong presentations are usually those that incorporate visual communication skills to both explore their design solutions and to explicate them.
Exercise 4: Dropping an Egg		
Description	Objective	Results
There are many sources for creative and innovative solutions. In this egg-dropping exercise, a classic one in design education, teams of participants are asked to look at how nature can be a source for creative and innovative thinking. Total time for the exercise: execution: 2 days; testing and discussion: 3 hours.	There is nothing new with the egg-drop exercise. It has been offered in many guises over many decades. What makes this version of the exercise different is that the solution must originate with nature in a way that is more commonly known as biomimicry. Biomimicry provides a kind of design-thinking model, one that provides a direction for solutions.	Our observations have shown that design thinking is invaluable in reconciling the many facets of the design problem and that visual thinking skills greatly assists in the development of innovative solutions.

ANEXO C – QUADRO ORIGINAL DA VERSÃO CONDENSADA DA SEMANA DA INOVAÇÃO

Table 2: Condensed version of Innovation Week

10 minutes ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Form a team with 4/5 other participants 2. In your team, <i>identify an animal to act as your team mascot.</i> 3. In your team, think of a number of everyday products which you commonly use in the workplace, home or garden. Focus on products with some user interaction and elements of user control. 4. Pick one. Note: we are going to ask you to think about the object's purpose, function and how you use the object.
15 minutes ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elect a scribe for this section. 2. Discuss your user – <i>Your team mascot!</i> 3. Visualise your thoughts using drawings or notes <ul style="list-style-type: none"> • What are your users' particular needs? • Why may they want or own the product? • What user interaction issues are there with the product?
15 minutes ...	<p>Development of your product</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discuss and make individual drawings. How will your user interact with the product? Are there safety issues? Where will the product be used and when? • Use drawings to express your ideas and discuss with your team. • Use visual thinking to develop your ideas together. • Propose one design on the large sheet provided.
10 minutes ...	<p>△ (Triangle) What are three things that stood out for me in the material presented today? Why?</p> <p>□ (Square) What squared or resonated with me in the material presented today? Why?</p> <p>○ (Circle) What is still circling in my mind and not yet resolved about the material? Why?</p>

Fonte: Trowsdale et al (2012, p. 120)

ANEXO D – QUADRO ORIGINAL DE ESTRUTURAÇÃO DO MAPEAMENTO

Table 2
Structured approach.

Objective	Main references	Research method	Data collection method
Competence definition	Rose et al. (2007), Dainty et al. (2005), and Campion et al. (2011)	Panel of experts	Documentary analysis of the organisation; semi-structured interviews; focus groups with key stakeholders
Competence assessment methods	IPMA (2006), PMI (2007) and AIPM (2008)	Panel of experts	Documentary analysis of the organisation; semi-structured interviews; focus groups with key stakeholders
Proficiency levels	Dainty et al. (2005), Campion et al. (2011)	Survey	Self-assessment questionnaire
Competence development	PMI (2007), Edum-Fotwe and McCaffer (2000), Grant, Baumgardner and Shane (1997), and Rose et al. (2007)	Panel of experts	Causal map between experiences and competences; self-assessment questionnaire (characterisation)

Fonte: Takey e Carvalho (2014, p. 787)

ANEXO E – QUADRO ORIGINAL DE FRAMEWORK DE COMPETÊNCIAS DE LIDERANÇA QUE APOIAM O PROCESSO DE INOVAÇÃO

(See Legend of Figure 1 for the signification of R, O, I and Ri)

	ANALYSING PHASE (PROBLEM DISCOVERY PHASE)	IDEA GENERATION PHASE (PROBLEM SYNTHESIS PHASE)	IDEA EVALUATION PHASE (SOLUTION FINDING AND TESTING PHASE)	NEW BUSINESS DEVELOPMENT PHASE
ABILITY TO EXERCISE A KNOWLEDGE	ability to tackle ill structured problem (O, Ri) [24]	synthesising skills (R, O, I)	ability to grasp aspects of intellectual property (R, I)	opportunity recognising skills (I, O, Ri) [25]
	empathy skills (R, O)	knowledge management skills (R, O, I)	experimenting and prototyping skills (R, O, I)	system thinking skills (I, O, Ri)
	analytical skills (R, O, I)	project portfolio management skills (I, Ri)	problem-solution pairing (R, O, I)	project time management skills (R, O, I)
ATTITUDES BEHAVIORAL COMPETENCIES	curiosity (R, O, I)	networking (R, O, I)	'idea association' skills (R, O, I)	assertiveness (O, I, Ri)
	perseverance (R, O, I)	creativity (R, O, I)	independent thinking (O, I, Ri)	responsibility (R, O, I)
	communication Skills (R, O, I)		priority management skills (R, O, I)	
COLLECTIVE COMPETENCIES	collective motivation by the strategic intent of the project (O, I, Ri)	mutual trust (R, O, I)	collective learning (R, O, I)	team focused effort (O, I, Ri)
	openness (R, O, I)	collective knowledge sharing (R, O, I)	collective intelligence (R, O, I)	team networking (O, I, Ri)

Fonte: MOUBDI et al, 2018, p. 6

ANEXO F – QUADRO ORIGINAL DE ESQUEMA DE AVALIAÇÃO ADAPTADO

Table 1. Adapted evaluation scheme

Level of design expertise	How design knowledge is disposed?	Detection of the relevance for the design task?	How design problems are solved?	How decisions are made, when designing?
Novice	Without context	None	Analytically	Rational
Advanced beginner	In context			
Competent		Present	Holistically	
Proficient				
Expert	Intuitive			

Fonte: Albers et al (2012, p. 5)

ANEXO G – QUADRO ORIGINAL DA GRADE DE AVALIAÇÃO DE DESENHO TÉCNICO: NÍVEIS 1-4; 5-8

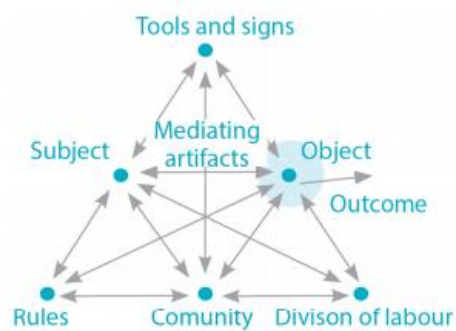
Table 1. Technical Drawing Evaluation Grid: Levels 1-4

	Knowledge (STANDARDS)	Skills (to ...)	Competence (to be able to ...)	
Level 1	General principles of representation (UNI EN ISO 3098-0/2, UNI EN ISO 128-20/24, UNI EN ISO 5455, UNI EN ISO 5457, UNI 8187, UNI 938); Projection methods, representations and orthographic views (UNI EN ISO 5456-2, ISO 128-30/34); Cuts and sections (ISO 128-40/44/50, UNI 3972)	Carry out a "Wizard" (following indications provided by thirds parties) representation in views and sections of a part by following these basic rules: - Lines of text and characters, dimensional scales, sizes and folding of sheets, specification box; - Orthographic views and representations in sections and cuts in industrial and mechanical design.	Interpret the morphology of a part through its representation in views and sections	1-A
		Know by heart how to select appropriate views and sections needed to represent a part, autonomously applying relating standards	Independently carry out the representation in views and sections of a part	1-B
Level 2	Dimensioning (UNI 3973, UNI 3974, UNI 3975, UNI 4820, UNI ISO 3040, UNI 8822-1/2); Draw of parts and assembly (UNI EN ISO 128-22, ISO 7573, UNI EN ISO 6433); Notes on machining	Enter any single dimension of a part according to the dimensioning standards; Interpret the information contained in an assembly draw (specification box, parts list, identification of the single parts).	Interpret the dimensioned drawing of a part and / or the main elements of an assembly drawing	2-A
		Organically enter, by independently applying the related standards, all dimension of a part, taking into account the possible machining; Enter the information about the specification box and part list of an assembly drawing; Add dimensions regarding encumbrance and mechanical interfaces to an assembly drawing.	Realize the dimensioned drawing of a single part and know by heart how to extract the parts from an assembly drawing	2-B
Level 3	Threads (UNI 4535, and similar, UNI 2709, UNI ISO 228 and similar...); Threaded connections	Represent a threaded feature referring to threads standards; Recognize a threaded connection (screws, nuts, ...) its characteristics, methods of representation and designation.	Recognize the threaded parts represented in a drawing and interpret the thread designation	3-A
		Be able to choose the type and characteristics of a threaded element according to its use in accordance with the regulations	Realize the dimensioned drawing of a part containing threaded parts and to complete with thread designation	3-B
Level 4	Tolerances (UNI EN 20286-1/2, EN 22768-1, UNI 3976); Roughness and surfaces finishing (UNI EN ISO 1302)	Enter a single dimension with dimensional tolerance or a single indication of surface finishing respecting the related standards	Interpret a complete picture of dimensional tolerances and surface finishes	4-A
		Enter dimension with dimensional tolerance and surfaces finishing once you know the type of coupling and / or functionality of the part	Realize the dimensioned drawing of a part complete of dimensional tolerances and surfaces finishing	4-B

Table 2. Technical Drawing Evaluation Grid: Levels 5-8

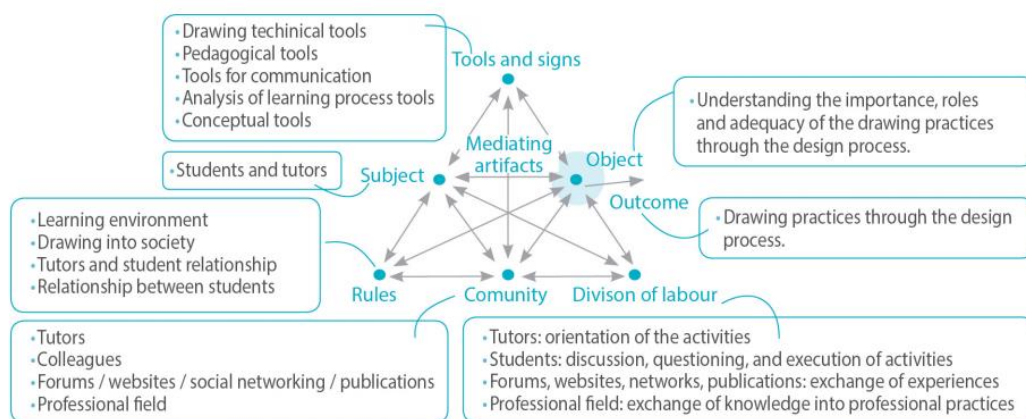
	Knowledge (STANDARDS)	Skills (to ...)	Competence (to be able to ...)	
Level 5	Removable unthreaded connection: - Keys and keyways (UNI 6604, UNI 6607, and similar) - Pins & Plugs (UNI EN 22340, UNI EN ISO 2238 and similar) - Spline profiles (UNI EN ISO 6413 and similar) - Rings (UNI 7435 and similar)	Be able to represent a removable unthreaded connection within a drawing; Recognize the designation of a removable unthreaded connection.	Recognize the housing of a removable unthreaded connection in a part drawing or its presence within an assembly drawing, and interpret their designation	5-A
		Be able to choose type and characteristics of a removable unthreaded connection according to its use and in accordance with standards	Perform a part drawing complete with indication for housing of removable unthreaded connections	5-B
Level 6	Machine component representation: - Powertrain (UNI EN ISO 2203 and similar) - Bearings (UNI EN ISO 8826 and similar) - Seals (UNI EN ISO 9222 and similar) - Springs (UNI EN ISO 2162 and similar)	Be able to represent the main machine components within a drawing	Recognize the representation of a machine component within an assembly drawing	6-A
		Be aware about the implication of the presence of a machine component in a part and be able to insert the appropriate tolerances for housings of machine components	Perform a part drawing complete with housings for machine components	6-B
Level 7	Permanent connection: - Welding (UNI EN 22553 and similar) - Rivet - ...	Be able to represent a permanent connection within a drawing; Recognize the designation of a permanent connection.	Recognize the work of preparing a permanent link in the design of a particular; Recognize the presence of a permanent connection within an assembly, and interpret their designation.	7-A
		Be able to choose the type and characteristics of a permanent connection as a function of its use in accordance with the regulations	Perform the drawing of a complete piece of information for chambers of permanent links	7-B
Level 8	Geometric Dimensioning and Tolerancing (GD&T) (UNI 7226 / ISO 1101 and similar, ASME Y 14.5-2009)	Recognize the indication of a geometric tolerance	Interpret a drawing complete of geometric tolerances	8-A
		Be able to enter geometric tolerances according to standard	Perform a part drawing complete of geometric tolerances	8-B

Fonte: Metraglia (2011, p. 8)

ANEXO H – FIGURA ORIGINAL DE MODELO SISTÊMICO DE ATIVIDADE

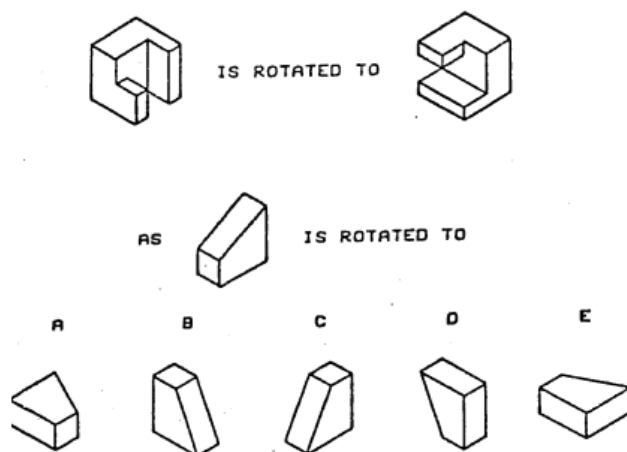
Fonte: Adaptado de Zimmermann e Coutinho (2018, P. 4)

ANEXO I – ORIGINAL DA FIGURA SISTEMA DE ATIVIDADE PROPOSTA PARA CURSOS DE DESENHO



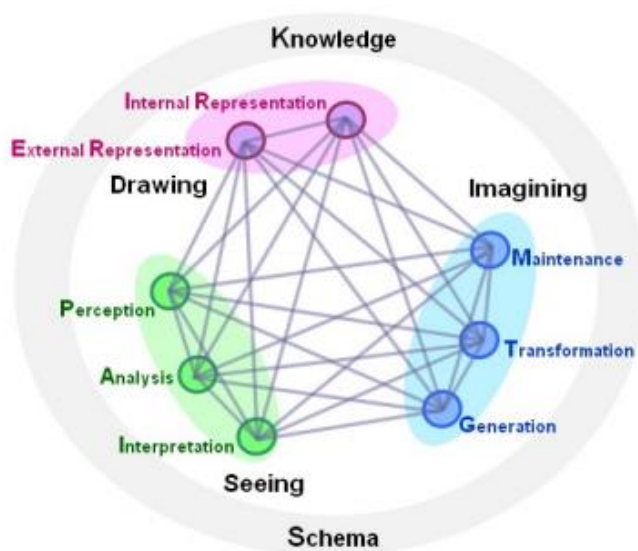
Fonte: Zimmermann e Coutinho (2018, P. 5)

**ANEXO J – FIGURA ORIGINAL DE EXEMPLO DAS QUESTÕES ABORDADAS
NO TESTE PURDUE: VISUALIZAÇÃO DE ROTAÇÕES**



Fonte: MILNE et al, (2014, p. 6)

ANEXO K – FIGURA ORIGINAL DE MODELO DO RACIOCÍNIO VISUAL



Fonte: Park e Kim (2007, p. 3)

ANEXO L – QUADRO ORIGINAL DE ESQUEMA DE CÓDIGOS PARA O PROCESSO DE VISUALIZAR

Table 2. Coding Scheme for Imagining process

Component	Definition of Component	Coding Scheme	Explanation of Coding by Suwa et al. (1998)
Generation	Generation from perceptual input online Generation from activated visual information stored in long term memory (LTM)	Prf	Remember a feature of a depiction
		Prr	Remember a spatial or organizational relation
		Prsg	Remember a space as ground
		Fnp	Think of a function independently of depictions
		Fr	Remember a function
		Frp	Remember a function independently of depictions
Transformation	Congruent transformation 2D <-> 3D transformation pattern change transformation	Tc	
		Td	
		Tp	
		Fn	Associate a new depiction, feature or relation with a new function
		Fre-i	Re-interpretation
Maintenance	Thinking about the generated image or idea continually	M	
		Fcp	Continually think of a function independently of depictions
		Fc	Continually think of a function

Fonte: Park e Kim (2007, p. 5)

ANEXO M – QUADRO ORIGINAL DE ESQUEMA DE CÓDIGOS PARA O PROCESSO DE IMAGINAR

Table 3. Coding Scheme for Drawing process

Component	Definition of Component	Coding Scheme	Explanation of Coding by Suwa et al. (1998)
Internal Representation	Confirmation about the transformed image or idea	IR	
External Representation	Serving as an external memory	Drf De Dc Dts Dtd Dsy Dwo Pipsr Fi	Revise the shape, size or texture of a depiction Create a new depiction Trace over a depiction on the same sheet of paper Trace over a depiction on a new sheet of paper Depict a symbol that represents a relation Write sentences or words that express ideas Implement a previously mentioned relation by giving new depictions or feature Implement a previously explored function by creating a new depiction, feature or relation

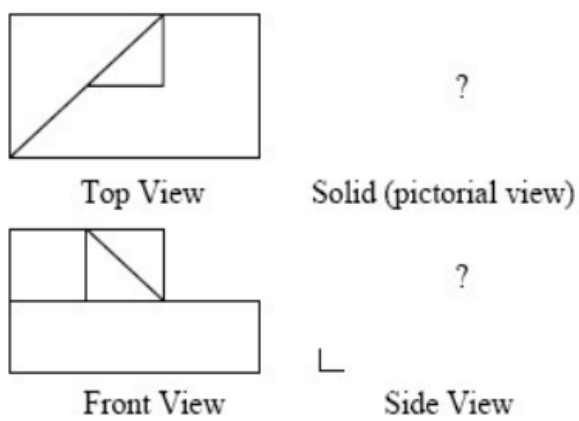
Fonte: Park e Kim (2007, p. 5)

ANEXO N – QUADRO ORIGINAL DE ESQUEMA DE CÓDIGOS PARA O PROCESSO DE DESENHAR

Table 3. Coding Scheme for Drawing process

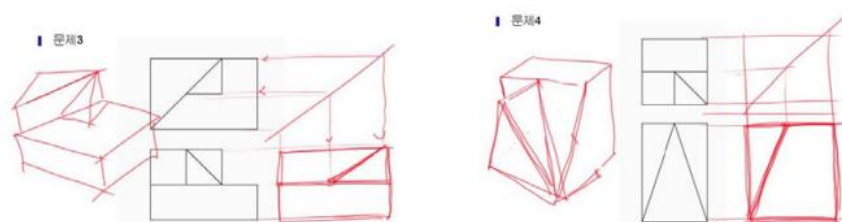
Component	Definition of Component	Coding Scheme	Explanation of Coding by Suwa et al. (1998)
Internal Representation	Confirmation about the transformed image or idea	IR	
External Representation	Serving as an external memory	Drf	Revise the shape, size or texture of a depiction
		De	
		Dc	Create a new depiction
		Dts	Trace over a depiction on the same sheet of paper
		Dtd	Trace over a depiction on a new sheet of paper
		Dsy	Depict a symbol that represents a relation
		Dwo	Write sentences or words that express ideas
		Pipsr	Implement a previously mentioned relation by giving new depictions or feature
Fi	Implement a previously explored function by creating a new depiction, feature or relation		

Fonte: Park e Kim (2007, p. 6)

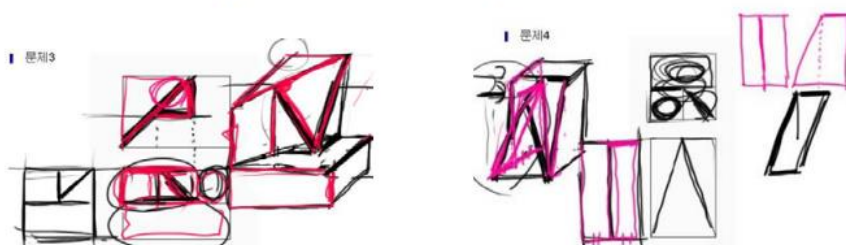
ANEXO O – FIGURA ORIGINAL DE EXEMPLO DE EXERCÍCIO

Fonte: Park e Kim (2007, p. 7)

ANEXO P – FIGURA ORIGINAL DE SOLUÇÃO DO DESIGNER *EXPERTE* E DO ESTUDANTE



(1) *Solution of Expert Designer in MV task*



(2) *Solution of Student in MV task*

Figure 4 Solution of Expert Designer and Student in MV task

Fonte: Park e Kim (2007, p. 9)

ANEXO Q – QUADRO ORIGINAL DE PARTE DA ANÁLISE DE PROTOCOLO DO DESIGNER *EXPERT*

Table 4. A Part of Protocol Analysis of Expert Designer in MV 2

	Connected Sequence	Protocol	Explanation	Coding Scheme
①	ER→P		He drew extended line from top view and front view. We assume that because he could not find relation between top view and front view, he could not go to image generation so that he tried to externalize for finding solution.	Dc
②	P→A	This line comes straightly. Here is the line.	He was thinking about relation of lines between sketch and top view	Pfn, Prnp
③	A→I→G	The line is here. Here... there is line from here to there...	Continually, he attended his own sketch with comparing front view and he interpreted lines of right view.	Prnp, Prp
④	G→ER		With generating image, he drew extended lines from sketch.	G, Dc
⑤	ER→A→T		He drew lines over his sketch and attended his sketch comparing front view.	Dts, Prnp
⑥	T→IR		We assume that he transformed image from 2D to 3D because he had drawn 2D sketch, and he would evaluate 3D sketch in next segment.	Td
⑦	IR→ER	If so, actually...	We assume that he confirmed the transformed image in internal representation because he would revise his sketch in next segment.	IR
⑧	ER→A	It does not exist. Here, this shape...	He erased the line which was wrong in his sketch.	De
⑨	A ↔ IR	.....Right?	We assume that he evaluated generated image in internal representation because he mentioned "...right?"	Prnp, IR
⑩	A↔M↔IR	..... Right.	We assume that he continually evaluated the image with maintaining the image.	Prnp, M, IR
⑪	IR→P→I	.....Um.....	He looked his sketch and right view alternatively and attended relation between top view and right view and found out wrong parts of 3D shape.	Prn, Pfp, Prp
⑫	I→T→ER	This line comes like this.	He transformed 2D to 3D and draw the 3D shape. Because he found solution from 2D he should revise his first 3D sketch.	Td, Dc
⑬	ER→A↔IR	.... This face...If so, that's right.	He evaluated transformed image of 3D sketch with comparing 2D sketch.	Prnp, IR
⑭	IR→ER	Erase... This line is wrong.	He erased wrong line of 3D sketch. We assume that he externalized the internal representation which was in before segment.	De

Fonte: Park e Kim (2007, p. 8)

ANEXO R – FIGURA ORIGINAL DE PROCEDIMENTOS DO EXPERIMENTO

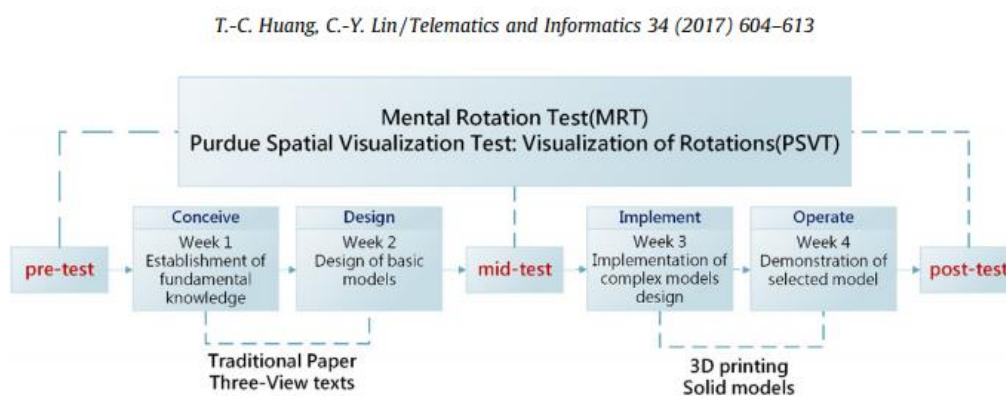


Fig. 2. Experimental procedures.

Ativ

Fonte: Huang e Lin (2016, p. 607)

ANEXO S – FIGURA ORIGINAL DE *FRAMEWORK* DO ESTUDO ATUAL

J.Y. Cho / Thinking Skills and Creativity 23 (2017) 67–78

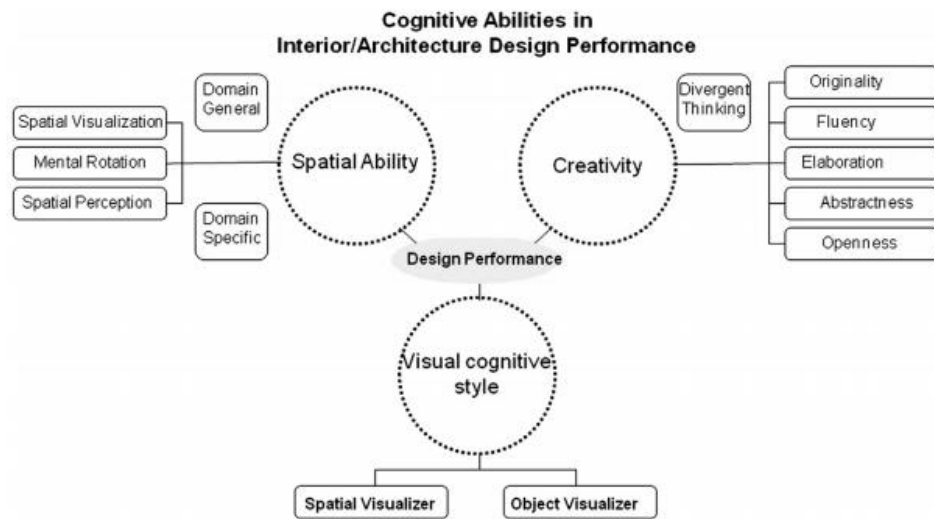


Fig. 1. Overarching framework of the current study.

Fonte: Adaptado de Cho (2017, p. 70)

ANEXO T – QUADRO ORIGINAL DE CLASSIFICAÇÃO E DEFINIÇÃO DE INDICADORES PARA MEDIR O PENSAMENTO VISUAL

Table 1: classification, definitions and indicators for measuring VT

VT Criteria	INDICATORS
Visual memory	Recalling object shapes, relationships, location, object attributes (color, texture, etc)
Visual comprehension	Object/feature recognition; understanding semantic relations; categorization; perceptual speed; image completion
Visual Transformation (mental image manipulation)	Affine transformations (rotation, reflection, scaling, etc); view transformation; color, texture, attribute transformation; cross-sections; 2D \leftrightarrow 3D Transformation ; orthographic projection; layout re-arrangement
Visual, spatial reasoning	Motion simulation; analogical reasoning; induction; discovering patterns; foldouts; discovering inconsistencies; Part removal from assembly, Layout/arrangement in constrained space, Assembly/disassembly sequence
Visual synthesis	Generation of new objects; creating images from verbal description; synthesis of 3D object from 2D views; intersections
Visual expression	Drawing skills; quality of sketching; proportions; clarity of expression; embellishments such as shading

Fonte: Shah et al (2011, p. 4)

**ANEXO U – QUADRO ORIGINAL DE PESQUISA SOBRE TESTES JÁ
EXISTENTES DE HABILIDADES VISUAIS E ESPACIAIS**

Table 2: Survey of existing Visual/Spatial Tests

Test surveyed	MCT	RCFT	VKR	Purdue	Cube	Arabic	DvpVP	Kit factor ref tasks					
								CFI	MV	P	S	VZ	XF
Visual memory		X							X				
Visual comp							X*	X		X			X
Image Transfrm	X		X	X	X	X					X	X	X
Spatial reasoning	X												
Visual synthesis												X	
Visual expression													
Dimensionality	3D	2D	3D	3D	3D	2-3D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D

* perceptual speed measured by response time

Fonte: Shah et al (2011, p.6)

ANEXO V – TABELA ORIGINAL DE RESUMO DO TESTE DE PV: VERSÃO ALPHA

Table 3: SUMMARY of VT Test: alpha version

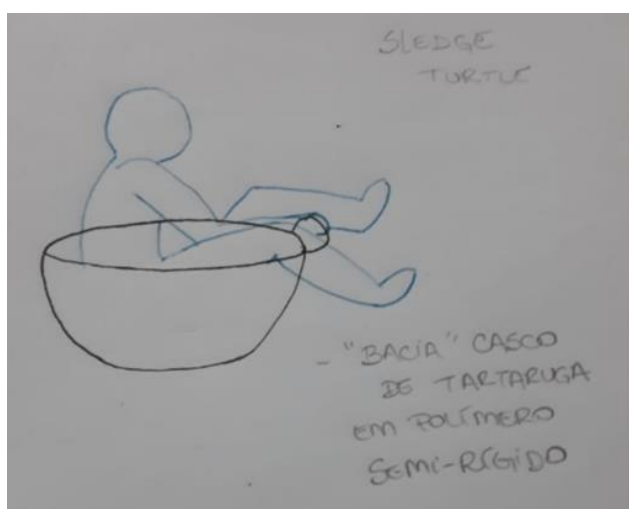
Module # >	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Content >	image manip	Analogy	Inter-secn	Shadow	Affne trnsf	Motion sim	Xsec	Txt-to-image	2D-3D	Fold-out	Drg	Recall	
#Exercises >	2	4	4	3	3	3	2	3	3	3	1	3	34
Time allocation (min) >	3	3	3	3	3	5	4	6	6	5	10	10	62
Category													
Visual memory												X	3
Visual comp		X							x			X	9
Image Trnsf.				X	X	x	x						11
Spatial reasoning	X	x	x			X	X		X	X			17
Visual synthesis			X					X	X				10
Visual expression				x			X	x	x		X	x	13
<i>Dimensionality</i>	2,3D	2D	3D	3D	2D-3D	3D	3D	3D	3D	3D			

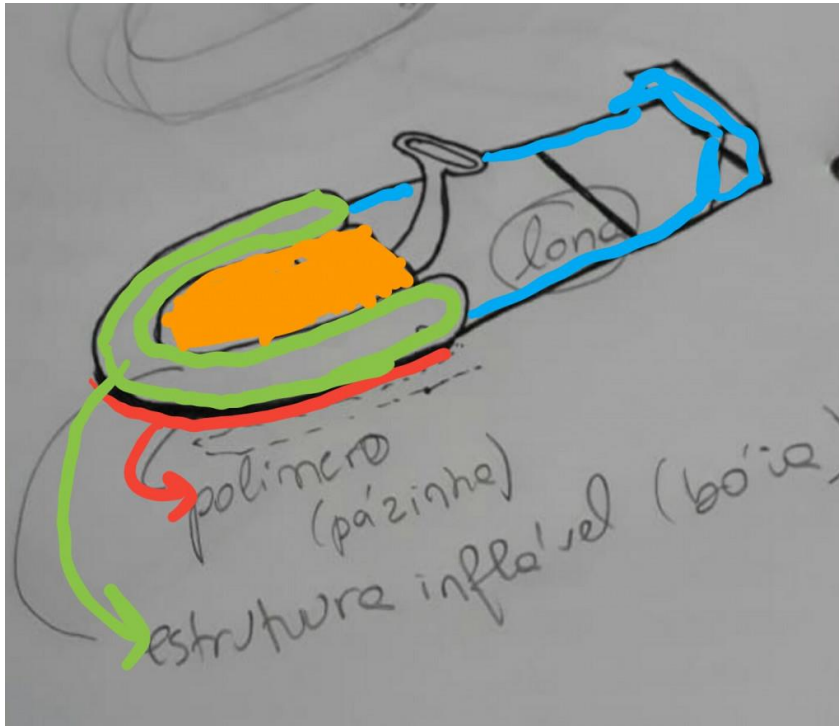
Fonte: Shah et al (2011, p.7)

ANEXO X – DESENHOS ANALISADOS

Grupos do Brasil

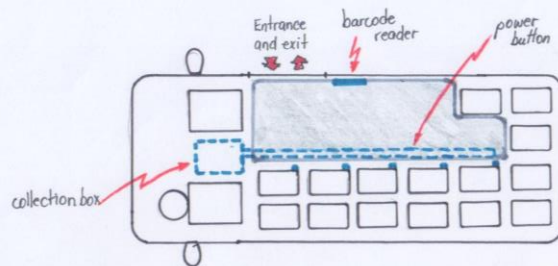
Grupo 1





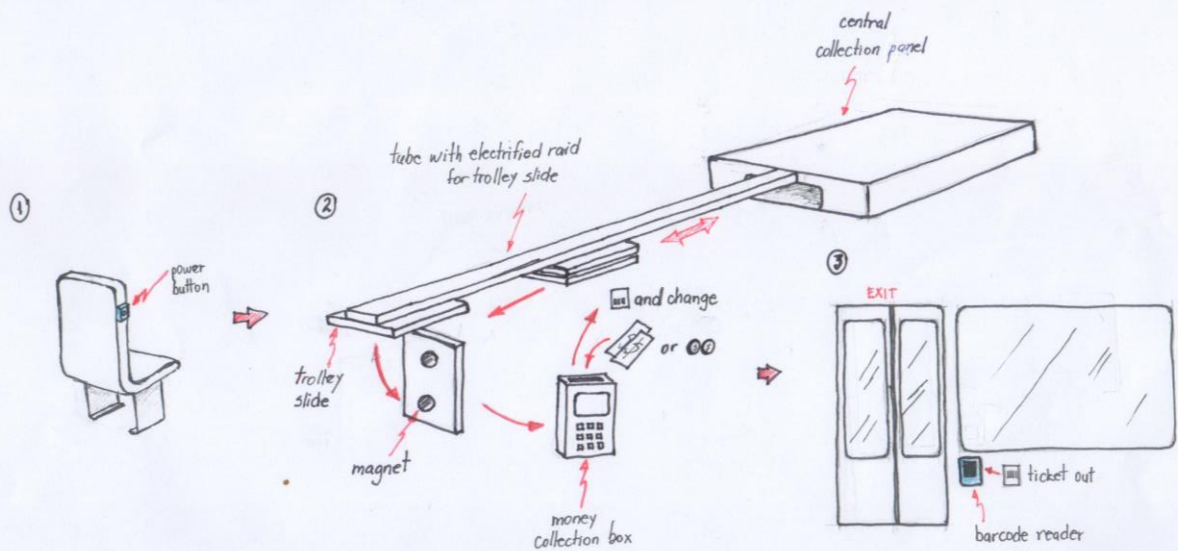
Grupo 2

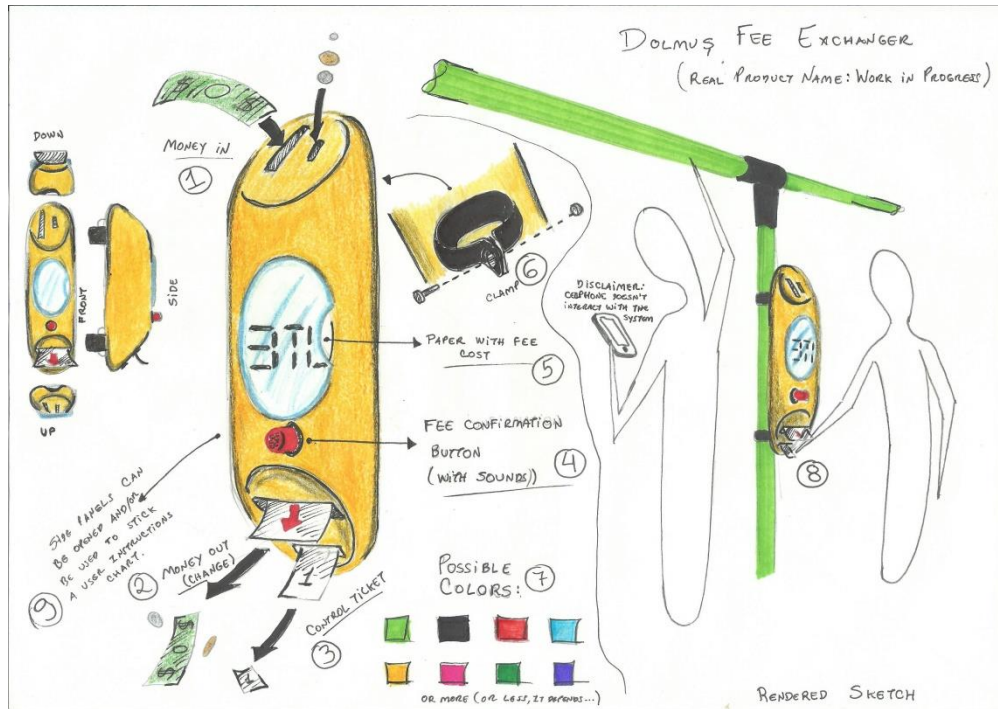
2nd alternative



Payment of the Dolmus ticket

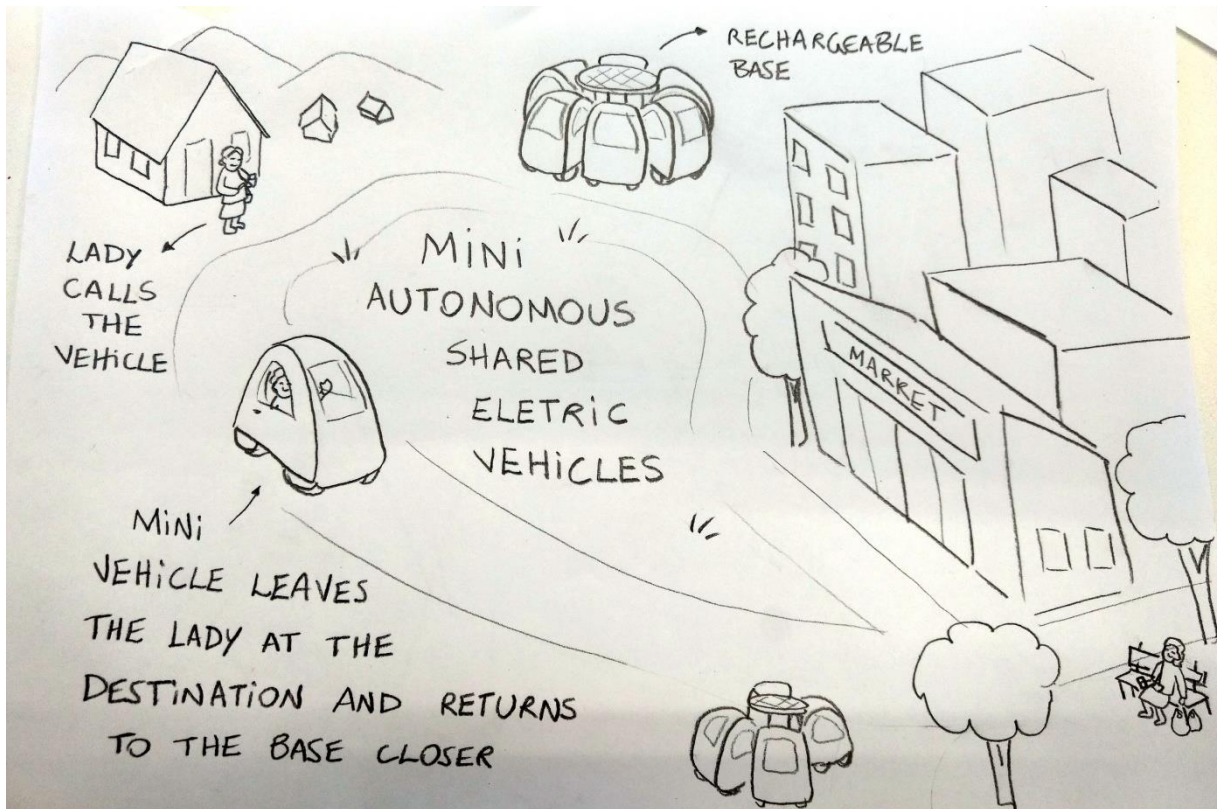
- ① Sitting or standing, passenger touches the button by triggering the system to pay passage;
- ② Cart leaves the center panel, slides on the electrified rail to the point where the passenger is, this removes the cash collection box, type value entered and number of tickets. Put the box in the cart and this returns to the central panel makes the exchange of money by the change and ticket of the Dolmus users;
- ③ The passenger on the way out opens the door by passing the ticket on the barcode reader.





Grupo 3





Grupos da Turquia

Grupo 4

SOLUTION 1

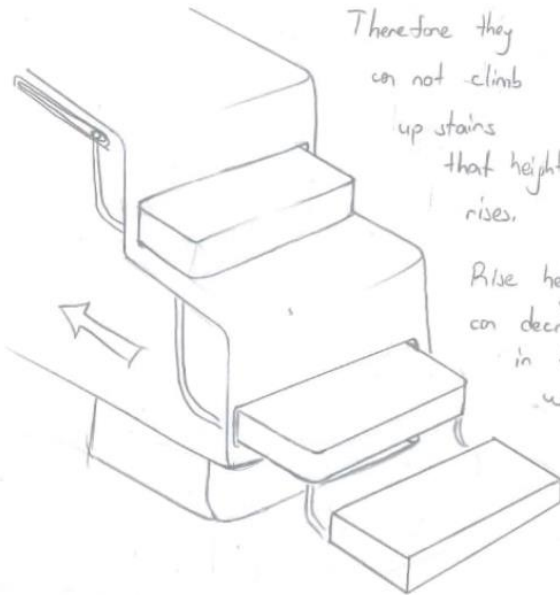
Extra steps that can hide
inside step ladder and case
that under the bus.

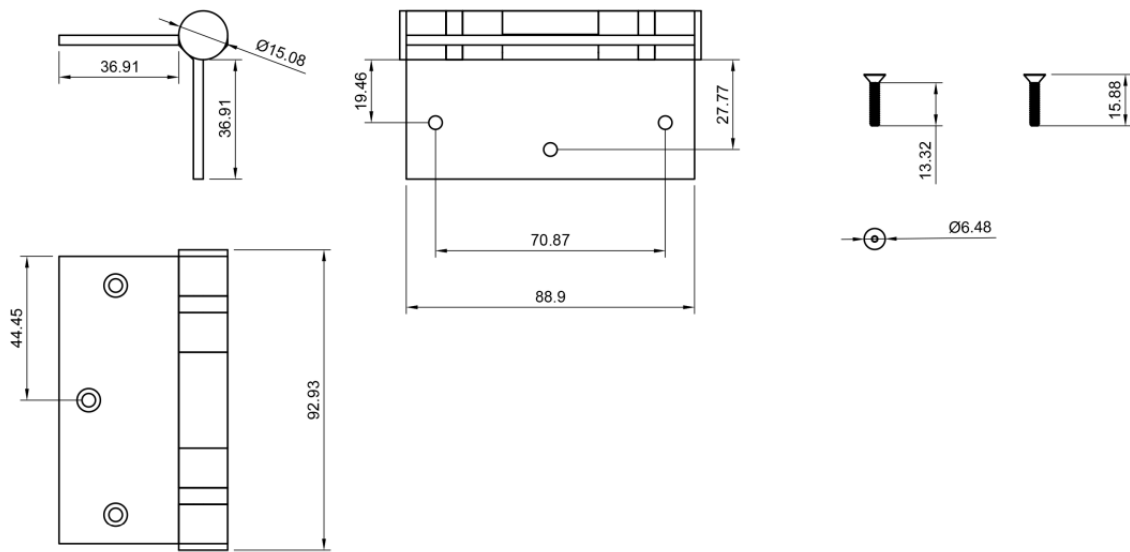
Elderlies, pregnant women etc.
can not bend their hips up
more than 60° .



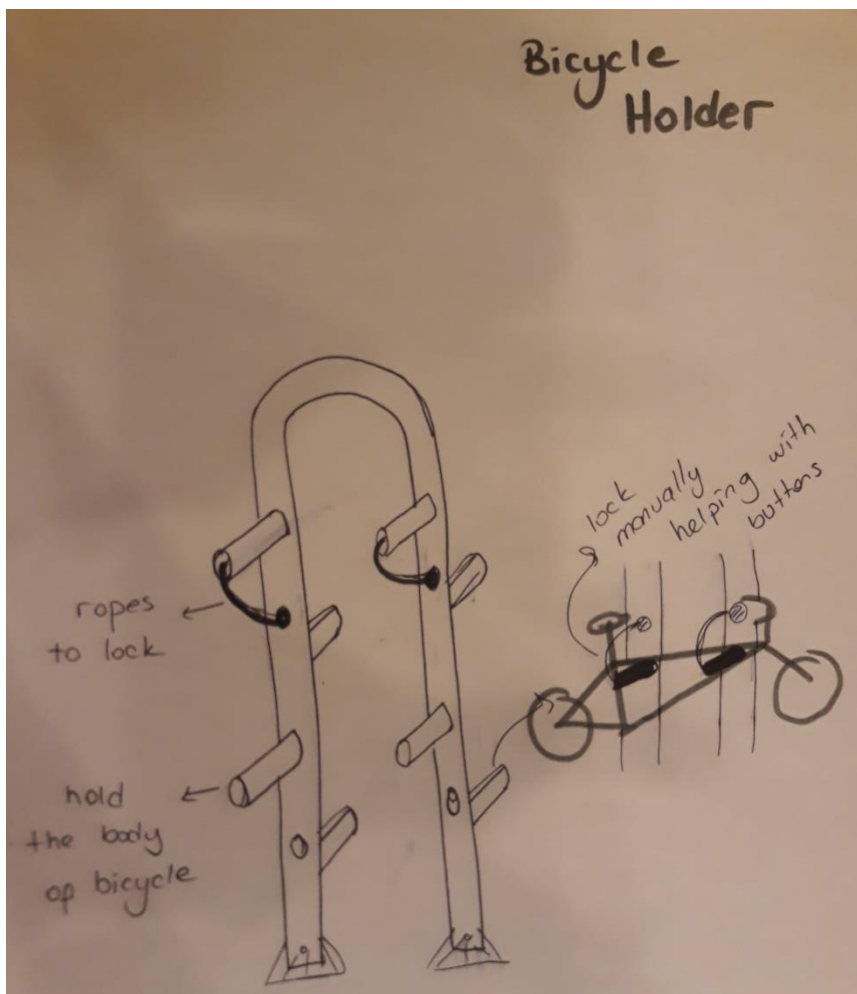
Therefore they
can not climb
up stairs
that height
rises.

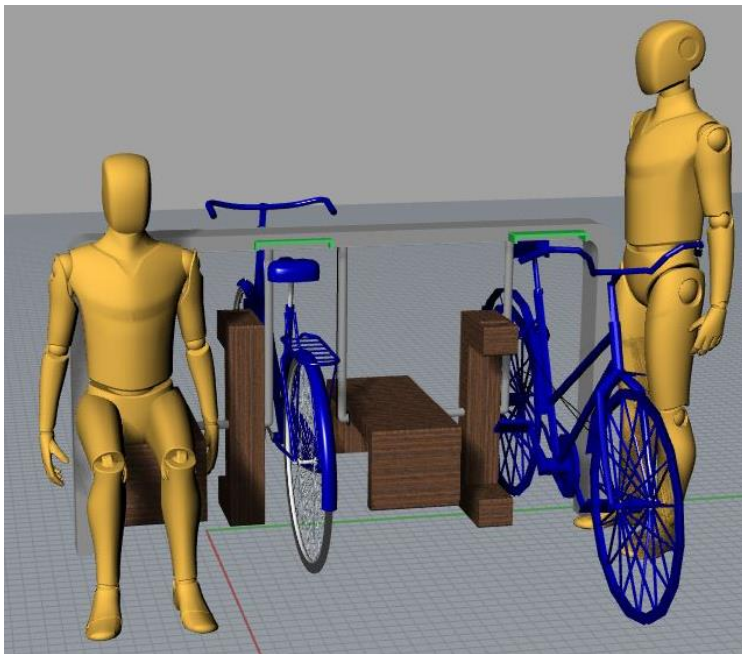
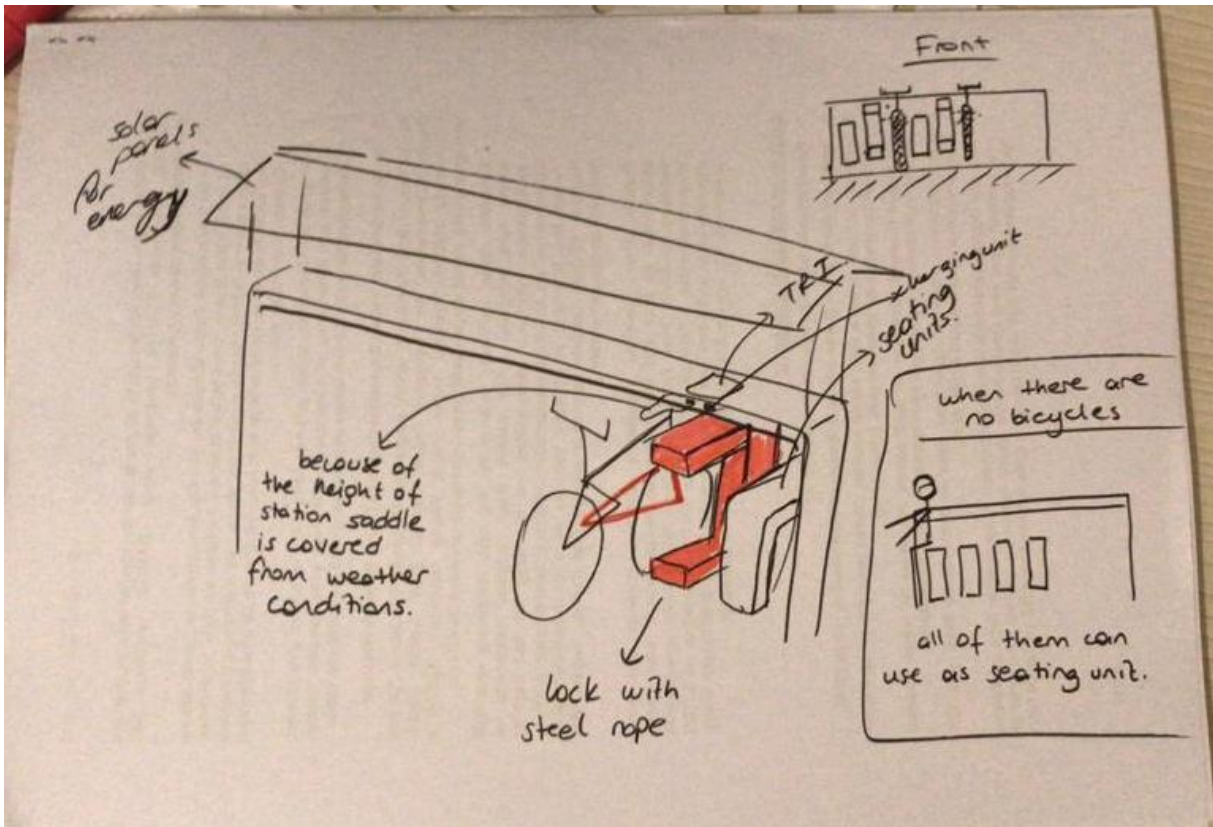
Rise height
can decrease
in that
way.

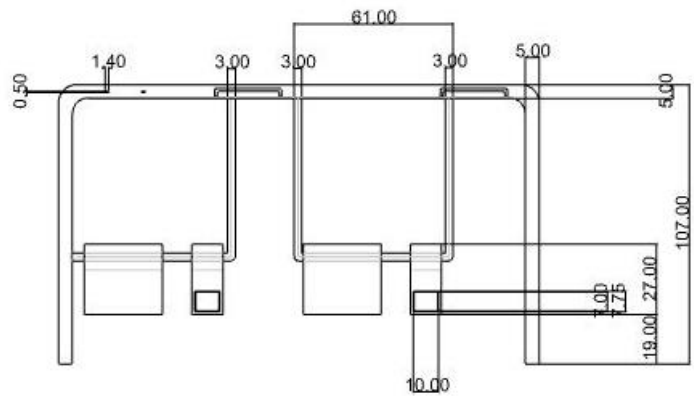
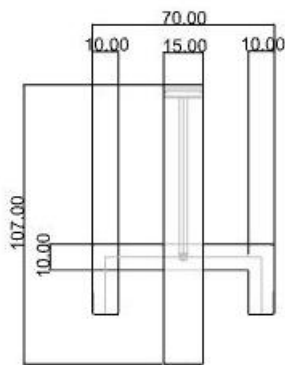




Grupo 5







Grupo do Japão

Grupo 6

① Through this camera, the driver of the coming bus could receive the real-time monitor video.
Driver is able to know whether there is any waiting passenger, and check emergency situation.

② When a passenger enters this bus stop, the light, which be settled above seats, will automatically light up.
Passenger may feel be noticed and protected.
And soft light could ease passengers' tension in dark environment.

③ If a passenger is carrying something valuable, he/she could use the storage box before bus arriving. The box shall be locked until bus arrives. A pre-set APP will do the matching work.

NIGHT



Real-time
④ Information of bus could be easily checked by a glance on digital board.

When emergency occurs, passenger can seek help by pressing the emergency button.

What does the passenger think:
I'm being monitored and protected.
The driver knows that I'm waiting.
No one shall rob me.
I can handle the situation.

What does a potential robber think:
That guy is being watched by somebody.
I can barely get one coin from him.
He can get help rapidly.
I shall not bother.

Concept: Wait in a safe place.

(App)

Registration.

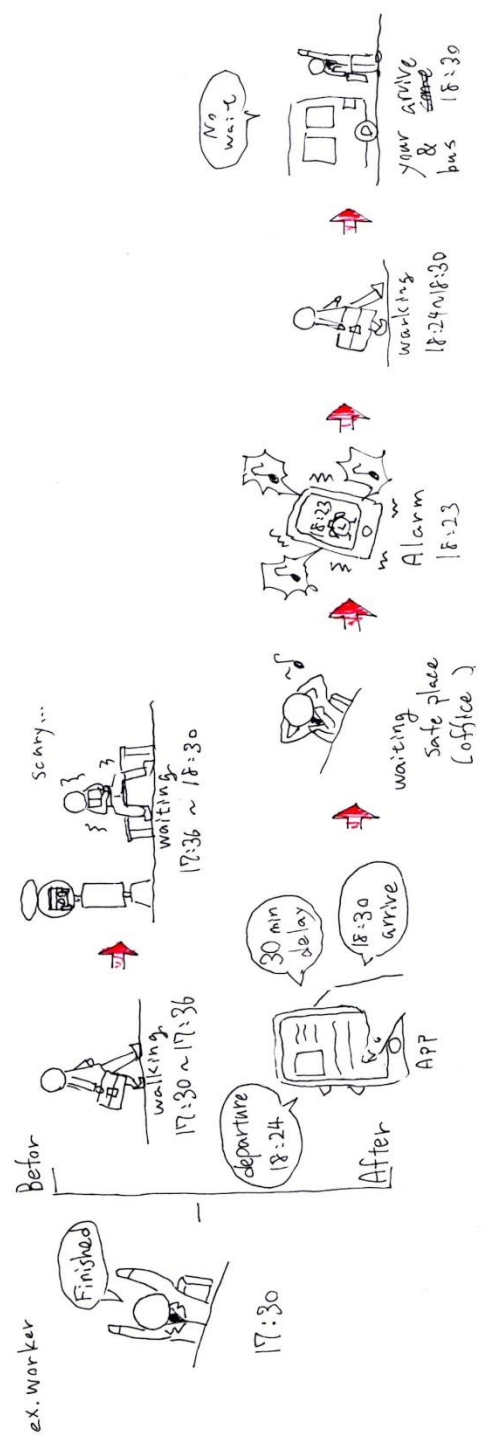
ex.



info

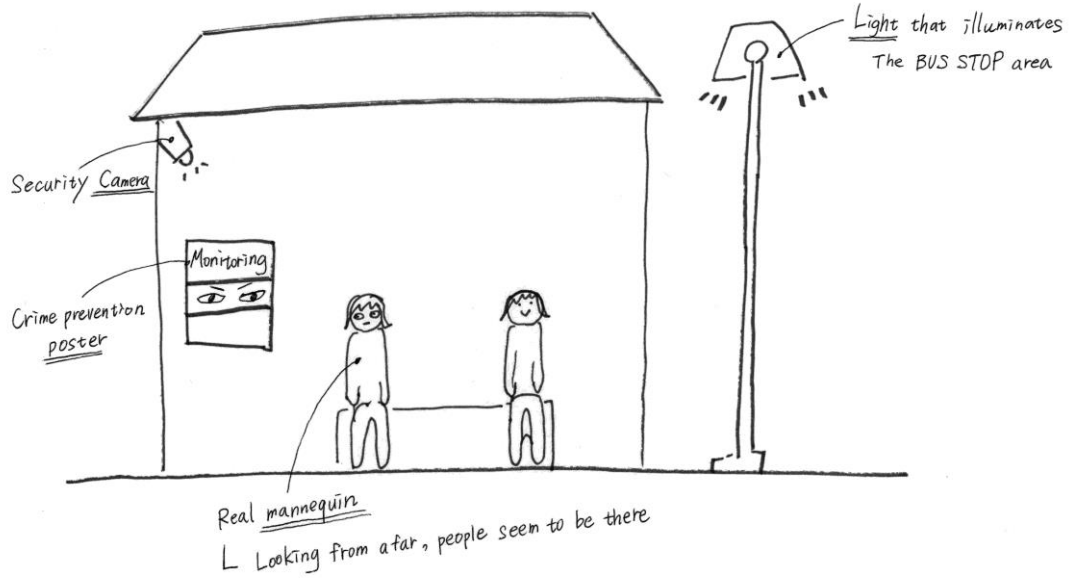
- Ⓐ: I want to go home. [17:30]
- Ⓑ: Arrival time [~~18:30~~]
- ↓ 30 minutes delay
- Arrival time [18:30]
- Ⓐ: Waiting safe place. [17:30 ~ 18:24]
- Ⓐ: Walking... [18:24 ~ 18:30]
- ↳ arrive at the bus stop.

(Story)



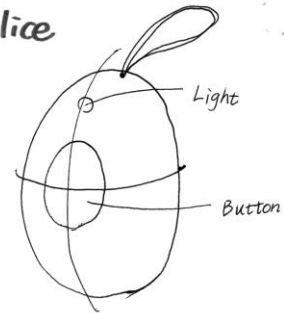
Concept : Prevention of Crime

↳ Bus Station where criminals do not want to approach
 = We do not deal with crimes until they happen,
 we make criminals not to commit crimes.



Security buzzer that can inform the police

- ☆ Notify the surrounding people of the danger by sound and light
 - ☆ Notify the police by pushing the button
- ↳ You can inform danger in two ways!



Target

⊙ People commuting or going to school



⊙ Traveler

