

**PARA APRE(E)NDER O DESENHO TÉCNICO - REFLETINDO AS TÉCNICAS E
DIDÁTICA DE MODELOS E DE EXERCÍCIOS NO ENSINO DO DESIGN¹**

***TO LEARN AND APPREHEND TECHNICAL DRAWING - REFLECTING ON THE
TECHNIQUES AND DIDACTICS OF MODELS AND EXERCISES IN TEACHING
DESIGN***

Douglas Ladik Antunes²

Raquel de Quadros Weber³

Resumo

Este artigo traz a reflexão e algumas propostas sobre métodos relacionados ao ensino de design, com enfoque no desenho técnico. Observa-se que muitas metodologias de ensino ou materiais didáticos utilizados neste campo são desenvolvidos para outras áreas, que, somado à redução de conteúdos de desenho nos ensinos fundamental e médio, resulta em dificuldades na apreensão de fundamentos básicos da geometria e do desenho técnico. Desta forma, são apresentados alguns elementos históricos e uma proposta sobre possibilidades metodológicas para a disciplina de desenho técnico, com enfoque em exercícios sobre os fundamentos básicos que relacionam desenho e modelagem, na Universidade do Estado de Santa Catarina - Udesc. Os exercícios propostos foram sucedidos de uma avaliação por questionários com perguntas abertas, quando se verificou a melhoria nas condições de ensino-aprendizagem do desenho técnico, principalmente relacionada à compreensão sobre as vistas ortográficas e suas regras básicas de leitura e execução.

Palavras-chaves: ensino-aprendizagem; desenho técnico; design; metodologia.

Abstract

This article brings the reflection and some proposals about methods related to the teaching of design, with a focus on technical drawing. It is observed that many teaching methodologies or didactic materials used in this field of study are developed for other areas, which, added to the reduction of drawing contents in elementary and high schools, results in difficulties in the apprehension of basic fundamentals of geometry and technical drawing. Thus, some historical elements and a proposal about methodological possibilities for the course of technical drawing are presented, focusing on exercises about the basic fundamentals that relate drawing and modeling, at the Santa Catarina State University - Udesc. The proposed exercises were followed by an evaluation through questionnaires with open questions, when it was verified the improvement in the teaching-learning conditions of technical drawing, mainly related to the understanding about orthographic views and their basic reading and execution rules.

Keywords: teaching-learning; technical drawing; design; methodology.

¹ Artigo produzido a partir do projeto de ensino “Desenho e Modelagem: Didática, Aspectos Práticos e Metodológicos do Ensino em Design” do Programa de Apoio ao Ensino - PRAPEG, Centro de Artes, Design e Moda - Ceart, Universidade do Estado de Santa Catarina - Udesc.

² Professor Doutor, UDESC – CEART - Departamento de Design, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, douglasladik@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1270-0325

³ Graduanda em Design, UDESC – CEART - Departamento de Design, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, raquelquadrosweber@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4397-385X

1. Introdução

O processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Desenho Técnico nos cursos de Design traz, nos dias de hoje, um desafio significativo relacionado não somente à defasagem de formação em desenho nos ensinamentos fundamental (I e II) e médio, mas também ao nível de abstração exigido para a representação dos artefatos nesta disciplina. Sobre a formação básica em desenho, embora o tema demande pesquisas mais aprofundadas, pode-se expor as seguintes questões: a ausência de disciplina específica para os estudos de geometria, sendo trabalhada como conteúdo dentro da disciplina de matemática ou artes; a redução significativa da disciplina de Artes, que inclui do desenho artístico, com o advento da BNCC⁴; e a redução de carga horária e a informatização da disciplina de desenho técnico nos cursos técnicos⁵.

Para além das questões curriculares relacionadas ao desenho técnico, seus conteúdos e processos de ensino-aprendizagem, o campo do Design atualmente está imerso, no cenário mundial, em discussões de cunho ético que demandam a contextualização histórica e sociológica da técnica, bem como o desafio da formação relacionada à reflexão crítica. Diversos processos de reformas curriculares nos cursos de Design, não somente no Brasil⁶, vêm apontando para esta orientação de conteúdos relacionados às questões éticas, sobre a crise ambiental, as questões sócio-culturais etc. E, neste sentido, defende-se aqui que o desenho técnico, apesar de técnico, não deve se furtar de discussões mais amplas com ênfase na consciência material e histórica (FREIRE, 1996) relacionada à esta área.

Desta forma, o presente artigo, traz a reflexão sobre um conjunto de experiências que relacionaram a percepção e estudo entre a modelagem física e o desenho técnico (e geométrico), porém, faz-se inicialmente uma contextualização sobre a história do desenho técnico, buscando entender sua origem e seu desenvolvimento como uma técnica/ciência, ou simplesmente como tecnologia. Posteriormente o artigo se adentra no contexto universitário, analisando possíveis conteúdos nas disciplinas de desenho ministradas nos cursos de Design. Por fim, apresenta-se as propostas testadas e as principais conclusões, bem como novas possibilidades.

Conceitualmente, “O desenho técnico constitui-se num veículo de expressão extremamente poderoso que faz a vinculação entre as ideias do projetista e sua concretização através da representação dos objetos imaginados.” (ULBRICHT, 1998, p.25). Esta representação, se dá por meio gráfico visual, ou seja, caracteriza-se como uma linguagem técnica que busca não somente expressar visualmente informações precisas acerca de um projeto, mas também remete ao próprio processo de percepção e estudo da forma, ou seja, à criação.

O domínio da competência do desenho técnico é explicitamente necessário para a formação do profissional designer, incluindo projetistas do âmbito gráfico e industrial, e

⁴ A Base Nacional Comum Curricular impôs uma série de mudanças curriculares, para maiores informações sobre o ensino das Artes consultar Peres (2017).

⁵ A exemplo deste tema, sobre redução de carga horária e informatização, sugere-se a leitura de Vasconcellos & Rangel (2007).

⁶ No Brasil as reformas curriculares nos cursos de graduação estão ocorrendo em função da curricularização da extensão, determinada pela Resolução nº. 07/2018 (CNE/MEC). O tema da curricularização define a composição curricular da extensão universitária e, portanto, tratará da inserção de estudantes em diferentes contextos sociais.

pensando o processo de formação deste sujeito na perspectiva do sociólogo Mills (2009), amplia-se os desafios na perspectiva de uma formação crítica.

2. Remontando o Processo Histórico: A Origem e os Caminhos do Desenho Técnico

O desenho como registro, transmissão de informação e representação gráfica já existe há muitos anos, desde a pré-história quando eram feitas as pinturas nas cavernas fazia-se o uso deste método. Sua evolução deu origem à umas das primeiras formas de língua escrita, ou melhor dizendo, desenhada, os hieróglifos, presentes na cultura egípcia. Para Schmitt, Spengel e Weinand (1977) para além dos hieróglifos o desenvolvimento do desenho no Egito se deu também em função das avançadas técnicas de construção civil, onde foram encontrados gravados em papiros representações de vista frontal, projeções laterais e plantas-baixas que forneciam detalhes de projetos. Para os autores, os egípcios "(...) Sabiam elaborar reproduções reduzidas, mas não conheciam a perspectiva" (SCHMITT; SPENGLER; WEINAND, 1977, p. 8).

A geometria "aplicada" em diferentes culturas, deu origem aos grafismos corporais, à representação artesanal e os artefatos em diversos povos indígenas pelo mundo. Porém, a concepção da Geometria (*geo* = terra + *metria* = medida, do grego, "medir terra") com base na matemática (SERRA, 2008), foi outro fator marcante no desenvolvimento do desenho. Para alguns autores, "a Geometria é a mais antiga a manifestação da atividade matemática conhecida" (SERRA, 2008, P.3-4) e outros autores corroboram com este apontamento, como será visto mais adiante. Os autores Bachmann & Forberg explicam que:

O Início do desenho técnico deve remontar aos tempos primitivos, pois os grandes monumentos da Antiguidade já se baseavam em projetos cuidadosamente traçados. Na Idade Média, as Escolas monásticas eram os centros onde se cultivava o desenho técnico, se bem que também se confeccionassem desenhos nas associações e se executassem outras realizações, de maior importância, nas lojas maçônicas. Mas o desenho técnico somente recebeu realmente seu grande impulso com o desenvolvimento alcançado pela indústria nos tempos modernos (BACHMANN & FORBERG, 1979, p.2)

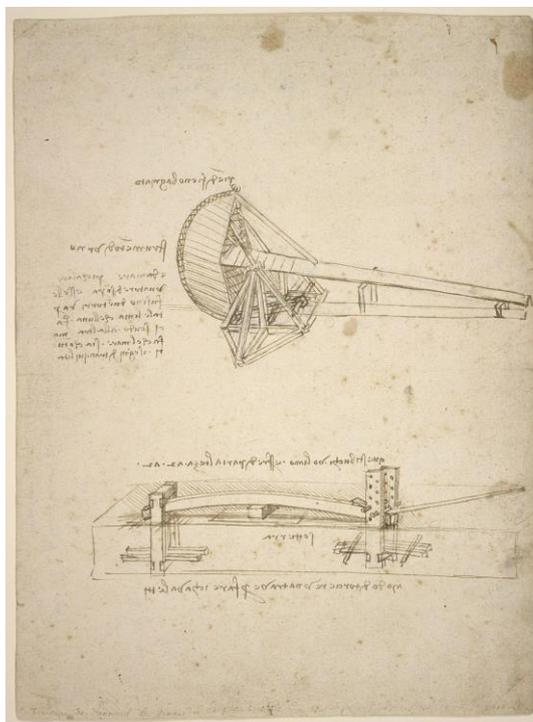
Embora os registros arqueológicos remontem a tempos anteriores, um exemplo relevante é Leonardo da Vinci, que no século XV utilizava desenhos como um instrumento de estudo e compreensão da realidade. Ele foi artista, escultor, arquiteto, engenheiro, cientista e músico do Renascimento Italiano e seu método mais comum de representar seus inventos era através dos seus desenhos que expressavam suas ideias graficamente (SERRA, 2008). Assim como é possível ver na Figura 1, seus desenhos eram de alta complexidade técnica, buscavam representar a mecânica dos objetos e muitas vezes eram construídos de acordo com vistas ortogonais, embora o período seja marcado pelo aprimoramento dos desenhos em perspectiva.

A difusão do desenho técnico como uma tecnologia, que ampliou os métodos introduzidos no Renascimento (e mesmo antes), vem do matemático francês Gaspard Monge (1746-1818), que elaborou as regras da Geometria Descritiva no século XVIII. Gaspard Monge em *Geometrie Descriptive* (1799) "apresentou de forma sistematizada e rigorosa, os diversos métodos de representação no plano do desenho que tinham sido abordados de forma dispersa

até então” (COSTA apud SERRA, 2008, p. 5). O pesquisador Sérgio Ulbricht, com base em estudos de Yves Deforge⁷, afirma que

É importante observar que o método de Monge teve seus críticos na França, pois segundo estes, as construções das grandes catedrais foram feitas na Idade Média, bem antes do aparecimento do método. La Gouinière, sustenta mesmo, que a difusão deste método corresponde a uma decadência relativa a arte de construir (...)/ Na realidade os construtores dispunham de métodos eficazes baseados principalmente na geometria euclidiana. Por vezes bastante complexos como o de Bosse, mas mesmo assim eficaz. Outros métodos eram mais rudimentares como dos construtores de cascos de navio em madeira, porém feitos com perfeição (ULBRICHT, 1998, p. 21)

Figura 1: Dois Desenhos para Máquinas: Um Mecanismo de Assalto Marítimo e um Dispositivo para Vigas de Flexão, ca. 1487-1490.



Fonte: <https://www.themorgan.org/drawings/item/142016>

Uma grande difusão de máquinas do século XIX só foi possível devido a geometria descritiva, já “simplificada” na forma do desenho técnico, utilizada na engenharia militar e em determinados setores da indústria. E, neste sentido, novamente Ulbricht explica a partir de estudo da tese de Yves Cartonnet⁸ que:

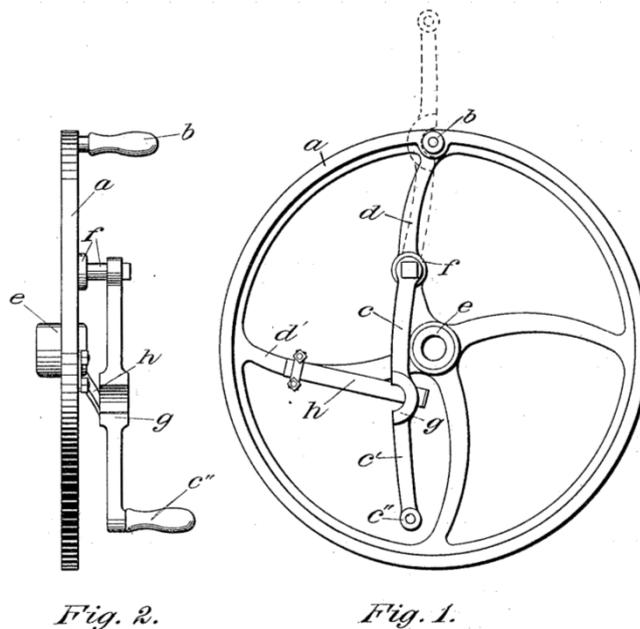
⁷ Uma das obras estudadas em profundidade por Sérgio Ulbricht é *Le Graphisme technique. Son histoire et son enseignement*, de Yves Deforge, publicado em 1981. O professor Ulbricht, que faz ampla revisão bibliográfica sobre o tema, com importantes materiais publicados na década de 1990, diz que “(...) A França é o país que tem produzido o maior número de publicações com relação aos aspectos cognitivos de ensino desta disciplina [de desenho técnico] (...)” (pag. 11).

⁸ A tese de Cartonnet é intitulada *Recherche expérimentale sur les relations entre la vision stéréoscopique et les activités cognitives de conception en bureau d’études mécaniques*, publicada em 1992.

Ao passo que a geometria precedeu o desenho técnico há centenas de anos, este como conhecemos hoje, no sentido da representação de objetos técnicos em projeção ortogonal ou em perspectiva, surgiu a partir dos anos 1850. Apesar de se tornar um veículo de importância capital no universo industrial, transformou-se num fenômeno massivo somente no início do século XX com a introdução dos métodos de Ford (...) (ULBRICHT, 1998, p. 26)

A Figura 2 representa um desenho de conjunto que remonta ao período histórico um pouco posterior ao citado por Ulbricht, sendo um sistema manivela - volante em duas vistas no terceiro diedro. Na análise desta figura⁹, pode-se observar que são duas vistas ortográficas do mesmo conjunto no terceiro diedro, sendo que os desenhos correspondem a posições diferentes de visualização deste conjunto, sendo uma vista frontal (Fig. 1.) do objeto e uma vista lateral esquerda (Fig. 2.).

Figura 2: Desenho da US Patent (1913) com as vistas frontal e lateral esquerda do conjunto manivela - volante.



Fonte: US Patent 1,054,412, a "Mechanical Power Apparatus", 1913

Este desenho ainda traz antigas técnicas de representação, como o sombreado de peças - não mais utilizados em vistas ortográficas no desenho técnico, que repercute em uma maior abstração do desenho, visto que, sem a noção de volume (traduzida no sombreado) a interpretação de vistas se resume à "leitura" de pontos, linhas e planos analisadas, como sugerem Bornancini, Petzold e Orlandi (1987), a partir das regras do alinhamento, da configuração e das figuras contíguas. A mesma Figura 2 traz também a representação da simulação de movimento do subconjunto C, representada em linhas tracejadas, técnica ainda utilizada na atualidade.

⁹ A mesma figura é analisada na apostila da professora Sheyla Mara Baptista Serra (2008), onde pode-se encontrar outros registros históricos da atividade de desenho.

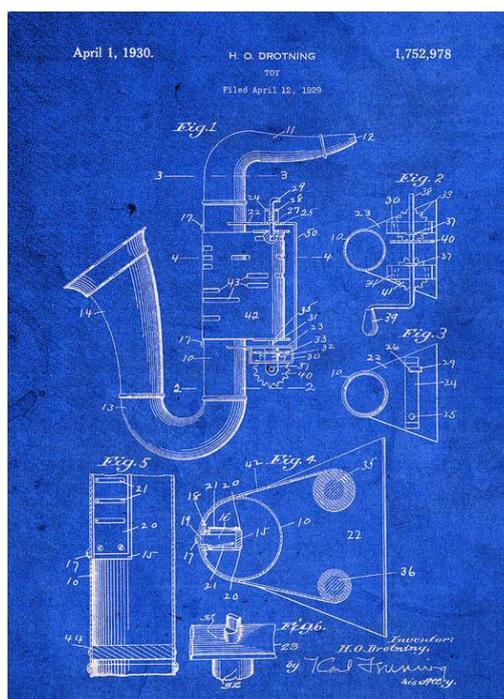
Bornancini, Petzold e Orlandi (1987) salientam o fato de que os efeitos de luz e sombra favorecem notavelmente a percepção visual dos objetos, e que nossa familiaridade com este efeito estabelece como que um código de leitura do relevo da superfície do mesmo, e que a simples inversão da representação da posição do sombreado de uma mesma área pode mudar a percepção de uma concavidade para uma convexidade. Os autores também explicam que o sombreado em desenho técnico não é mais utilizado, porém pode ser empregado em desenhos destinados ao público em geral, como catálogos, manuais etc.

No livro *Desenho Técnico Moderno*, Silva et al. esclarecem que:

Em 1876, foi inventada a cópia heliográfica. Até então, a execução de desenhos técnicos era mais ou menos considerada uma arte, caracterizada pelas linhas muito finas e pelo uso de sombras. A cópia e reprodução destes desenhos eram extremamente difíceis. A introdução da cópia heliográfica, de execução fácil e rápida, veio a aligeirar um pouco o desenho técnico como até então era entendido, eliminando o uso de sombras e carregando mais os traços, para melhorar a reprodução. (2011, p. 5)

Conclui-se, portanto, que alguns elementos determinantes do desenho técnico como o conhecemos atualmente sucedem das tecnologias gráficas do século XIX e XX. As primeiras cópias heliográficas foram resultantes da descoberta do cianótipo por John Frederick William Herschel, em 1842. Neste processo baseado na fotossensibilidade (mediante a reação de ferricianeto de potássio e citrato de ferro (III) amoniacal) a superfície de suporte, molhada com a mistura, produz uma gravação em negativo ao grafismo (em papel vegetal) em que for exposta (aos raios UV). Segundo Assis (2018) esta técnica foi utilizada como processo de baixo custo para reproduzir desenhos, diagramas, fotografias e projetos de engenharia (estes últimos conhecidos como *blueprints*, conforme Figura 3).

Figura 3: Exemplo de desenho em *blueprint*: antigo saxofone de brinquedo, de 1930.



Fonte: fineartamerica.com

Posteriormente as cópias heliográficas foram substituídas pelas cópias em microfilmagem¹⁰, sendo que neste caso, a necessidade em reproduzir os desenhos em tamanhos diferentes do original trouxe a urgência da revisão das espessuras de linha dos desenhos técnicos. Assim, as normas alemãs DIN (*Deutsche Industrie Normen*) definiram, em 1968, novas larguras de traçado através da norma 6775 (MANFÉ; POZZA; SACARTO, 2004).

Remontar e compreender o processo histórico do desenho técnico permite a compreensão sobre as origens desta técnica trabalhada atualmente, e também como esta história influenciou a própria estruturação da técnica e das tecnologias relacionadas à disciplina. A aprendizagem deste tipo de desenho não se resume à simples representação de objetos, mas também, em seu corpo didático-pedagógico no campo do Design, se relaciona ao próprio processo de criação - da gênese dos artefatos. Desta forma, sua importância na formação de estudantes estará imbricada com todo ferramental envolvido no processo criativo - na percepção de formas, na representação, na criação, na modelagem, e na retroalimentação deste processo com as novas possibilidades de criação. Pensar o desenho técnico no campo do Design está além da disciplina do próprio desenho.

3. O Desenho Disciplinar e a Indisciplina do Desenho

Os materiais apresentados nos livros convencionais tratam do tema de maneira a exemplificar o conteúdo de forma extremamente técnica, com aplicações em engenharia e que dificultam a visualização do exemplo pelos estudantes de design, e conseqüentemente geram desinteresse, uma falta de predisposição. Os modelos dos livros não são vistos como exemplos claros com aplicações no design e, por isso, a assimilação por estudantes dentro deste campo de estudo se torna “menos interessante”.

A primeira indisciplina aqui sugerida logo ao subtítulo se refere a esses questionamentos feitos por estudantes e da própria estrutura cronológica do livro didático e seu uso em sala de aula. Em desenho técnico o trabalho da teoria anterior à prática de desenho abre ao cenário da abstração, fica evidente que, em sala de aula é mais profícuo trabalhar com as mãos - desenhar - para depois trazer os principais fundamentos teóricos, suas aplicações, suas particularidades, suas normas (que são muitas). E neste sentido cabe a ideia de uma práxis de desenho, composta por: primeiro a prática, depois a teoria. Esta “indisciplina” segue a lógica da experimentação, da experiência, do laboratório de formas e desenho, do jogo das formas e do “livre desenho” como fundamentam Moreira & Ripper (2014).

O olhar sobre o processo pedagógico do desenho técnico nos dias de hoje nos remete ao entendimento sobre a seguinte questão: “como ensinar o desenho técnico, aos estudantes de design, que chegam com uma formação cada vez mais esvaziada em Geometria?”. Um passo interessante se dá ao observar as pesquisas sobre a aprendizagem do desenho técnico. As pesquisas psicopedagógicas sobre o desenho técnico, segundo Ulbricht (1998), “(...) verificaram em que medida a aprendizagem de elaborar um desenho favorece a aprendizagem de leitura [do desenho técnico]”, e podem ser divididas em fases cronológicas conforme as etapas e desafios sobre a aprendizagem da matéria, que é gradativa:

¹⁰ Segundo Assis, 2018, a microfilmagem foi criada na França por Louis-Jaques-Mandé Daguerre, em meados do século XIX, e patenteada em 1860 por René Dragon. Mas somente com a produção em série das microfilmadoras, em 1920, deu-se sua difusão após a compra da patente da máquina *Check-o-Graph* por Eastman Kodak.

1) Em uma primeira fase destas pesquisas procurou-se controlar a tarefa de leitura do desenho, a existência de dificuldades e o controle sobre os erros. O autor aponta, com base em estudos de Fassina e Petit, que usaram a teoria da informação como quadro interpretativo, de que há a necessidade de um treinamento específico para a leitura de desenho.

2) Posteriormente, a segunda fase foi focada na experimentação de material para treinamento da leitura do desenho. Nesta fase concluíram que as dificuldades e erros constatados eram bastante variados segundo exercícios que podem ser agrupados em:

- desenho de vistas a partir de perspectiva;
- desenho de uma terceira vista faltante de um objeto; e
- desenho da perspectiva a partir das vistas (ULBRICHT, 1998).

3) Na terceira, e última fase, o quadro anterior foi reinterpretado segundo outro quadro teórico, o Piagetiano. Na nova análise, sobre materiais e tarefas que foram descritas por Piaget e Inhelder, a autora Anne Weill-Fassina, em *Lecture du dessin industriel, perspectives d'étude* (1973), aponta que:

a. as tarefas de reconhecimento da leitura na ação de articular vistas podem ser resolvidas dentro de um quadro topológico, entendendo a vizinhança de elementos, rebatimentos e rotações;

b. que as tarefas de identificação dos sólidos e de desenhos devem ser resolvidas dentro de um espaço projetivo, ou seja, coordenando os diferentes pontos de vistas aos quais são representados os objetos, ou melhor, suas vistas; e que,

c. no desenho a mão livre as dificuldades variam conforme o tipo de problema segundo a mesma ordem de erros apontada na fase dois, sobre os grupos de exercícios (ULBRICHT, 1998).

Segundo Weill-Fassina, o adulto confrontado com um material projetivo complexo e novo, volta às etapas análogas quando criança; o adulto que já adquiriu, durante sua infância, o espaço topológico, projetivo e métrico, reconstruirá este espaço para o conteúdo do desenho industrial. (ULBRICHT, 1998, p. 40)

Para a mesma autora, enfatiza Ulbricht (1998), os resultados de pesquisa sobre a análise e interpretação de desenhos aponta para duas estratégias de ensino do desenho técnico: a. a “figurativa” que consiste em justapor diferentes vistas ortogonais (em um bloco perspectivo) para a dedução do “conjunto” destas vistas - nesta estratégia se favorece a leitura a partir das topologias dos elementos; b. a “operatória” que consiste na execução de transformações (ainda que, como operações mentais) para coordenar diferentes pontos de vista.

As pesquisas sobre a didática do desenho técnico (ULBRICHT, 1998) indicam dois enfoques principais. Um primeiro enfoque se debruça sobre o desenho de execução, o autor aponta no sentido de execução propriamente dito, porém, fundamentado na necessidade de leitura do desenho. Neste primeiro enfoque três campos conceituais se articulam: da tecnologia (com conhecimentos sobre sistemas técnicos e dispositivos relacionados à produção); do espaço que podemos substituir aqui pelo termo Geometria (que rege as relações do objeto com os planos de projeção) e, por fim, do código (gráfico, como o conjunto de significantes/ significados e suas relações, assim como o conjunto de regras do desenho). O

segundo enfoque sobre a didática, digamos aqui operacionais sobre a prática do ensino-aprendizagem são apresentadas por Ulbricht (1998) três direções: 1. do contorno de dificuldades: onde se busca incessantemente resolver no espaço gráfico o problema da coordenação de vistas; 2. do desenvolvimento de operações prévias à formação em desenho: onde os estudantes são postos face à uma situação problema (inspiradas na pesquisa de Piaget); 3. da melhoria das condições de aprendizagem: por uma apresentação estruturada e exaustiva de suas características ao nível tridimensional e ao nível das relações entre espaço tridimensional e o espaço gráfico. (...) “Os pesquisadores propuseram tarefas que relacionam o espaço gráfico e o espaço tridimensional (DOLLE et al, apud UBRICHT, 1998, p. 42).

Weill-Fassina (1969), mostra que diversas estratégias de leitura existem em função do nível de formação dos sujeitos, o que traduz diretamente na elaboração do desenho. A atividade perceptiva e o desenhar estão estreitamente ligados e o nível de conhecimento técnico influi sobre a leitura e a elaboração do desenho (ULBRICHT, 1998, p. 36).

As disciplinas de desenho podem ser entendidas como base do raciocínio lógico espacial ou exercício prático e mental de projetar e planejar no design, na arquitetura, engenharia etc. Especialmente no campo do Design, onde se trabalha desde a execução de produtos até o projeto gráfico, e se tem a necessidade de compreender o espaço tridimensional de aplicação de um projeto, precisa-se desenvolver as habilidades técnicas de visualização espacial e desenho. Para que as ideias possam se transformar em projetos é necessário que projetistas tenham uma certa habilidade e destreza para representar suas ideias com fidelidade no desenho. Fazendo-se o uso da linguagem universal do desenho técnico, principalmente quando os recursos de computação não estiverem disponíveis, o projeto será transmitido do imaginário para o físico.

Atualmente a informática é o meio mais utilizado profissionalmente para a representação de projetos de design, arquitetura e engenharia. Entretanto, a leitura e interpretação do projeto pressupõem um conhecimento teórico-prático das formas e meios de se representar um objeto sólido no papel e de se passar as informações para a execução. Para representar projetos no papel de forma manual com exímia fidelidade faz se o uso de instrumentos de desenho. O desenho técnico é uma matéria que é comumente ensinada nos cursos anteriormente citados, porém, grande parte do material didático é voltado para o público dos cursos de engenharia. O que pode dificultar o processo de aprendizagem do designer. Historicamente, os cursos de design gráfico e industrial surgiram muito mais recentemente em comparação com arquitetura e engenharia.

O fato de a abundância de material didático ser voltado para as engenharias, é observável nos exemplos aplicados e nos exercícios propostos em uma ampla variedade de livros nacionais¹¹, muitos de alta qualidade didático-pedagógica, mas que geram perguntas recorrentes entre discentes, como: “Que peça é essa?”, “Para que serve isso?”, “Não tem uma peça ‘de design’ para fazermos?”, “Eu não consigo entender o que é esta peça, o que é isso que está desenhado?”. Ao ouvir estes questionamentos foi formulado o projeto que se desdobrou na presente escrita.

A proposta pedagógica aqui apresentada permitiu organizar as dúvidas de discentes em dois enfoques de análise: 1. Sobre os métodos mais adequados para o ensino do desenho

¹¹ Como pode ser observado, por exemplo, em: Speck & Peixoto (2016); Manfé, Pozza e Scarato (2004); Dias & Ribeiro (2006).

técnico bidimensional, de forma a melhorar a percepção da forma com maior concretude e, portanto, menor abstração dos desenhos bidimensionais; 2. Sobre os exercícios em etapa posterior que trouxessem condições estruturais de forma mais relacionadas aos “objetos de design”¹². A análise mais pormenorizada no presente trabalho reside no primeiro destes dois enfoques.

4. Proposta de Apre(e)ndizagem Aplicada

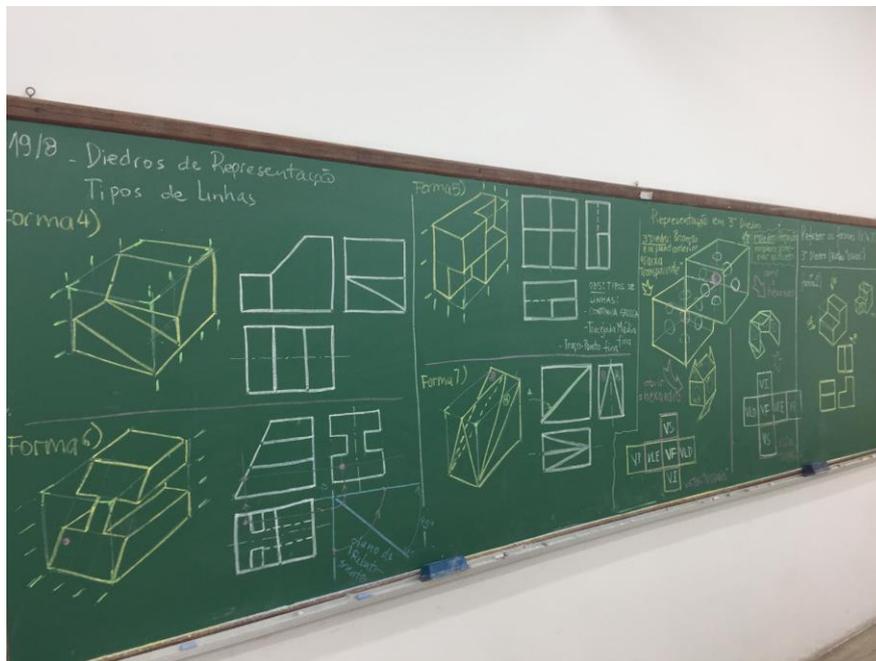
Como proposta de um método de ensino mais adequado para o curso de design, apresentamos as técnicas didáticas e modelos de exercícios aplicados nas disciplinas de desenho técnico na Universidade do Estado de Santa Catarina. Na grade curricular do curso de design industrial da UDESC, há duas disciplinas de desenho técnico (desenho técnico 1 e 2). O desenho 1, tem como objetivo integrar conceitos básicos da visualização e relação entre o bidimensional e tridimensional, exercitando leitura e desenho de vistas, introdução aos instrumentos de desenho e aprendendo normas e técnicas fundamentais do desenho. Já o desenho 2, parte do domínio das técnicas trabalhadas em desenho 1, evoluindo para peças mais complexas, montagem de conjuntos, elementos de máquinas (padronizados e não padronizados), lista de materiais e perspectiva explodida.

A partir de iniciativas experimentais, foram introduzidas diferentes maneiras de assimilar os conteúdos. Na disciplina de desenho técnico 1, iniciou-se pelo desenvolvimento das habilidades de visualização espacial tridimensional e exercícios à mão livre para preparar o(a) estudante e a obter aptidões básicas para seguir o aprendizado. Uma das técnicas utilizadas para auxiliar no desenvolvimento da visualização espacial tridimensional é o uso de massa de modelar, sendo a massa esculpida por adição ou subtração de elementos mediante o uso da lâmina de estilete.

Desta forma, as atividades desenvolvidas na primeira unidade da disciplina (em torno de quatro aulas de 4 créditos) se concentraram em práticas à mão livre, com base em modelos de objetos “didáticos” que avançavam em níveis de dificuldades. O primeiro objeto é o cubo, ou um paralelepípedo, onde se define a relação entre largura x altura x profundidade. Após este, sistematicamente o bloco é esculpido, de cortes retos (paralelos aos planos perspectivados) à cortes em planos inclinados, em relação à um, dois e três planos de referência respectivamente. Nas aulas ministradas as orientações foram feitas diretamente sobre a lousa (Figura 4), porém, a mesma sistemática pode ser desenvolvida a partir de exercícios impressos ou apresentados em projetor. A didática do desenho em quadro contribui também à orientação da diagramação dos desenhos feitos em folha A4, de forma que, uma boa diagramação do quadro orienta à uma boa diagramação das folhas de desenho individuais. Observou-se empiricamente que o inverso disso também é verdadeiro.

¹² Trataremos aqui como “objetos de design” aqueles objetos reconhecidamente projetados por designers ou projetistas reconhecidos no campo, com uso em objetos do dia a dia, com menor enfoque em máquinas e equipamentos de caráter técnico da produção industrial. Tais objetos de design refletem a presença de curvas, texturas, representação de material, condições de montagem e movimento.

Figura 4: Exercícios sequenciais na lousa orientam a modelagem, objetos feitos com base em Speck & Peixoto (2016).



F Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5: Etapas iniciais do processo de modelagem em “massinha”, objeto feito com base em Speck & Peixoto (2016).

modelagem do bloco	divisão proporcional	escultura por subtração
		

Fonte: Elaborado pelos autores.

A massa de modelar demonstrou ser uma excelente ferramenta de ensino. Além das questões de sua plasticidade, por ser atóxica e acessível, não suja o ambiente de sala de aula, diferentemente de outros materiais como a argila, material previamente testado também como ferramenta de auxílio em sala; porém, que exige maior preparo prévio do ambiente e deixa uma quantidade mais expressiva de resíduos nas mesas. A massa de modelar, também mostrou ser uma ferramenta didática e lúdica ao mesmo tempo. Promovendo interesse de estudantes na matéria por explorar o toque físico e coordenação motora atrelado aos estudos geométricos espaciais.

Como o conteúdo da disciplina de desenho técnico requer um nível de abstração alto, desenhos com apenas linhas e pontos, que sugerem planos e arestas; a visualização e compreensão destes elementos tridimensionais no desenho bidimensional foi facilitada com a introdução da massinha. Outro fator a se considerar nos processos de aprendizagem individuais, é que a geometria não é mais um conteúdo obrigatório e presente significativamente no ensino fundamental e médio, o que faz com que este conteúdo, ao ser apresentado hoje em dia, muitas vezes pela primeira vez na universidade, se torna distante e de difícil assimilação. Há demanda de pesquisas mais aprofundadas sobre a redução de carga horária em desenho e geometria, nos ensinamentos fundamentais e médio, que permitam a melhor compreensão sobre as relações de estudantes com o desenho.

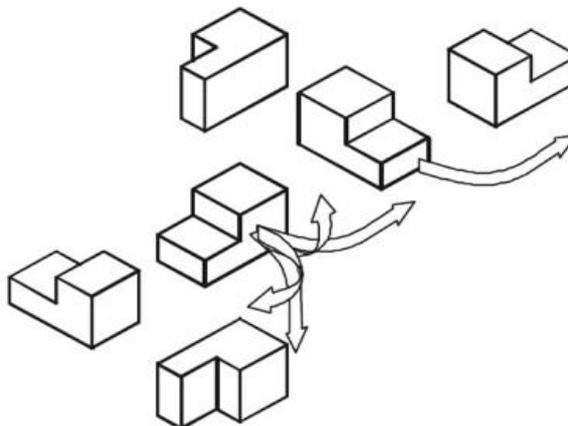
A técnica de ensino com a massinha trabalha, como dito, a relação da modelagem física de objetos tridimensionais com o desenho - bidimensional, auxiliando assim, que estudantes façam associações entre o que se toca e o que se vê. Ou seja, na percepção da forma e proporcionalidade dos objetos traduzidos para desenho, tendo melhor noção dos elementos como altura, largura e profundidade. A percepção e a habilidade de observar e reproduzir os dimensionais dos blocos no desenho são facilitados com o uso da massa de modelar, o uso do “gradeamento” das faces, com divisão das vistas no desenho, que auxiliam estudantes a ter maior precisão das dimensões e das relações de proporção. Logo, o desenho se estrutura no mesmo processo sequencial da modelagem da massinha.

O aprendizado com o uso da massa de modelar trabalha as vistas a partir das relações dos planos de projeção e proporções dimensionais entre o modelo e o desenho. As técnicas de visualização e assimilação espacial são desenvolvidas mais facilmente com o auxílio da massinha de modelar pois permitem uma abordagem que estimula a percepção dos estudantes em relação à forma. Este método não pressupõe conhecimento prévio e é acessível para todos os aspirantes à profissão. Aliando este conteúdo prático ao campo de pesquisa apresentado por Ulbricht (1998), pode-se dizer que o processo relacionado à modelagem contribui na compreensão da questão “figurativa” e da questão “operacional”.

A questão figurativa fica perceptível ao se entender que os elementos geométricos - planos, linhas e pontos, ou melhor, faces, arestas e vértices, formam figuras diferentes em cada vista; e se configuram de forma diferente em cada vista. Como a extinção de elementos como luz e sombra trouxe uma grande abstração à compreensão do desenho em vistas, qualquer recurso pedagógico que torne a visualização mais concreta contribui para esta compreensão “figurativa” e conseqüentemente topológica. Tal compreensão figurativa, e topológica nas palavras de Anne Weill Fassina (apud ULBRICHT, 1998) se alinhava com grande facilidade às explicações didáticas de Bornancini, Petzold e Orlandi (1987) sobre as três regras de leitura e execução: regra do alinhamento, regra das figuras contíguas e regra da configuração.

A questão “operacional” explicada por Weill Fassina (apud ULBRICHT, 1998) estará facilmente associada à figurativa, visto que, com o bloco modelado em mãos, as vistas do objeto se compõem a partir da movimentação do mesmo. Assim, partindo-se da vista principal (frontal) e o consecutivo “tombamento” do bloco em diferentes direções se produzirá o posicionamento das outras vistas para a representação em primeiro diedro, como explicado na Figura 6. Da mesma forma, o respectivo “escorregamento” do bloco nas diferentes direções produzirá as mesmas vistas em outras posições (resultantes na representação em terceiro diedro).

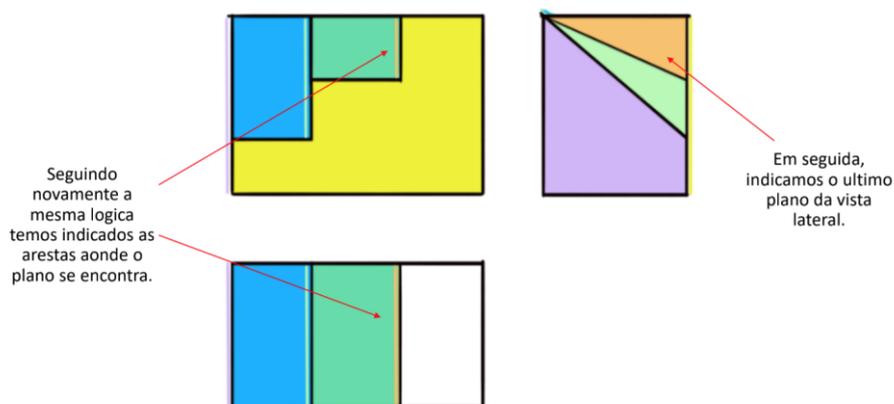
Figura 6: Exemplo de “tombamento” do objeto (primeiro diedro).



Fonte: Adaptado da aula do Prof. Marcelo Gitirana.

A partir da consolidação desta parte do conteúdo, é possível então trabalhar o percurso inverso, de leitura de vistas, tão enfatizada nas pesquisas sobre a aprendizagem de desenho técnico, iniciando pelo desenho bidimensional, e tendo a construir um sólido com a massa de modelar. Ambos processos são fundamentais para o curso de design, em que os processos de elaboração e leitura de desenhos técnicos são parte das competências do futuro profissional. A Figura 7 ilustra as três vistas usuais¹³ de um objeto com o artifício de coloração das faces do objeto para suas respectivas identificações nas vistas adjacentes. O uso de cores, ou mesmo a identificação mais simples de faces por letras, contribui na explicitação figurativa da relação entre as vistas - fato que contribui na compreensão de esquemas “topológicos” dos objetos e sua associação às regras do alinhamento, configuração e figuras contíguas, bem como a introdução de conhecimentos sobre o rebatimento entre vistas não adjacentes e a introdução às vistas auxiliares.

Figura 7: Identificação dos planos por cores. Extraído de slides produzidos para as aulas, com base em Speck & Peixoto (2016).

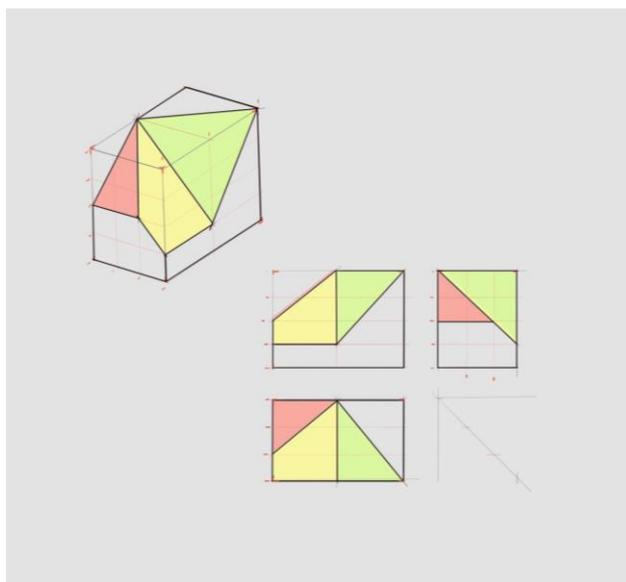


Fonte: Elaborado pelos autores.

¹³ Vistas (frontal, lateral esquerda e superior) construídas a partir do software *Sketchbook*.

No processo inverso, de leitura e posterior escultura, a grade de divisão das partes presente no desenho, facilita a escultura com massinha. A morfologia geométrica dos objetos é evidenciada nas posições dos planos. A distinção dos planos em um desenho pode ser facilitada com a coloração dos diferentes planos, como dito anteriormente, e assim evidenciada a localização de cada um em cada uma das respectivas vistas. Este processo de leitura é um processo análogo ao desenho de perspectivas que também é facilitado com a agilidade de criar um objeto com a massinha. A Figura 8 enfatiza a relação entre o desenho em perspectiva e o desenho em vistas ortográficas a partir da divisão proporcional das faces ortográficas em ambas técnicas de desenho. Esta subdivisão das vistas em grade, como possível ver na Figura 8., mesmo no desenho à mão livre, permite a abordagem de temas relacionados às relações de proporção e da morfologia geométrica, ambos de suma importância ao campo de projeto, visto que proporções e morfologia estarão relacionadas à composição geométrica, como ricamente enfatizado no livro Geometria do design: estudos sobre proporção e composição (ELAM, 2010).

Figura 8: Demonstração da grade com divisão. Extraído de slides produzidos para as aulas, com base em Speck & Peixoto (2016).



Fonte: Elaborado pelos autores.

As etapas descritas acima ganham um corpo didático da relação entre a modelagem e o desenho pois convergem nos mesmos processos para a modelagem em massa, para o desenho em perspectiva e para o desenho em vistas. Recomenda-se aqui que todas as técnicas de desenho sejam desenvolvidas primeiramente à mão livre para o treinamento desta habilidade de forma mais cuidadosa. O processo de acompanhamento em sala de aula abre para a discussão não somente sobre o desenho à mão livre em si, visto que muitos estudantes não praticam cotidianamente, mas também sobre a gestualidade desta modalidade de desenho, a qualidade do traço, a composição (diagramação) da folha de desenho e finalmente, o letreiro técnico, os tipos de lápis, lapiseira e grafite em cada etapa de desenho. A título de síntese, a Tabela 1 traz a descrição resumida das etapas, em um quadro comparativo entre o modelamento, o desenho perspectivo e o desenho em vistas.

Tabela 1: Síntese de etapas entre a modelagem e os desenhos à mão livre.

Et.	Sobre a Massa de Modelar	Sobre o Desenho da Perspectiva	Sobre o Desenho de Vistas
1	Modelagem do “bloco” segundo as proporções do objeto	Desenho do “bloco” segundo as proporções do objeto	Desenho das vistas necessárias, segundo as proporções do objeto
2	Subdivisão do “bloco” segundo grades de unidades proporcionais	Subdivisão do “bloco” em desenho segundo grades de unidades proporcionais	Subdivisão das vistas segundo grades de unidades proporcionais
3	Escultura das formas por adição e/ou subtração de partes	Desenho das formas perspectivas por adição e/ou subtração de partes	Desenho das formas bidimensionais por adição e/ou subtração de partes
4	Acabamentos (alisamento de faces, definição de arestas e vértices)	Acabamentos (apagamento das linhas construtivas, reforço de linhas conforme seus tipos, eventuais sombras)	Acabamentos (apagamento das linhas construtivas, reforço de linhas conforme seus tipos)
5	Opcional: medição das partes	Opcional: cotagem em perspectiva	Opcional: cotagem
6			Opcional: execução da legenda

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir do momento em que o domínio da visualização espacial tridimensional e a habilidade gráfica de reprodução no papel são estabelecidos, os instrumentos técnicos de desenho são apresentados para os(as) estudantes. A prática do uso de instrumentos como compasso, jogo de esquadros e lapiseiras em exercícios de precisão é fundamental para atingir a qualidade estética do desenho técnico. Esta qualidade pressupõe: uma folha de desenho bem diagramada, com uso otimizado de sua área, a representação correta e inequívoca do objeto em desenho, a hierarquização das informações de desenho - orientada pelas espessuras de linha normatizadas. Isto é, o treinamento gestual para se aprender a manusear o compasso e os esquadros de maneira correta, mantendo um fixo e outro móvel, em sua gestualidade para criar as relações geométricas no papel, manejar a lapiseira indicando os diferentes pesos de linha (com seu respectivo giro para reforço). Lembrando que a linguagem do desenho técnico é de exatidão e o cuidado minucioso com os detalhes deve ser mantido, esse aprendizado é essencial para a formação de estudantes.

Por fim, o princípio reverso, o processo de leitura de vistas para construção de modelos físicos pode ser exercitado com a elaboração de um pequeno projeto. Este tentará validar o entendimento completo do conteúdo que relacione

modelagem/desenho/dimensionamento e vice-versa. Neste processo, pode-se fazer o uso da massa de modelar se houver necessidade, porém, a grande maioria de estudantes, neste momento, tem capacidade de realizar sem. No entanto, vê-se que para elaborar o desenho em perspectiva do objeto, a massa de modelar é ainda muito útil e utilizada pelos estudantes. Dessa forma, com o domínio dessas técnicas, junto com restante do conteúdo estudado durante o semestre, os estudantes devem desenvolver um modelo físico do seu projeto a partir de desenhos técnicos realizados por eles mesmos. Uma outra aplicação com maior potencial de testar as habilidades adquiridas é propor à estudantes executarem projetos desenhados por outros estudantes, fazer uma troca das atividades. Assim, deverão se colocar no lugar do trabalhador/artesão que seria encarregado de executar o projeto desenvolvido pelo designer. Esta ideia propõe o exercício da comunicação entre as partes, que é uma etapa essencial, podendo representar um gargalo em projetos de produtos, e fornece uma conclusão prática dos conteúdos trabalhados em aula. Sendo assim, a materialização dos conceitos de desenho técnico é esperada e também a percepção da importância desta linguagem com acurácia para o trabalho do designer.

Portanto, sugere-se que as práticas de desenho com o auxílio de programas computacionais sejam desenvolvidas após os conceitos base de visualização espacial tridimensional e de representação gráfica já foram compreendidos. Por mais que a ênfase do deste artigo não seja o ensino computacional, a construção de um objeto tridimensional em um determinado programa, geralmente parte de figuras básicas e o resultado final vem a ser a combinação de diversas formas e figuras. Por isso tem-se necessidade de conhecer os processos: figurativo e operacional na prática e na teoria complementar. É importante que os fundamentos do desenho técnico e da geometria sejam apreendidos antes do ensino das técnicas do desenho no computador. Para poder então aplicar os conceitos fundamentais da geometria à linguagem computacional e extensivamente às práticas manuais de modelagem. Assim sendo, o estudo do desenho técnico de forma concreta se mostra fundamental para o projetista que tem a necessidade de comunicar seu design, representá-lo e transmiti-lo com precisão e acurácia.

4.1. Avaliação das Atividades Por Estudantes e Breves Discussões

Durante o semestre de 2019-2, em modo presencial, foram postos em prática os exercícios e métodos mencionados acima a fim de proporcionar uma melhor experiência de ensino para os(as) estudantes de design da Udesc. Ao fim deste semestre foi aplicado um questionário com a intenção de coletar o depoimento de estudantes sobre a metodologia aplicada, ainda que de caráter qualitativo. O questionário abordou os exercícios trabalhados em sala de forma independente, buscando a avaliação de resultados de cada um, possuía também perguntas abertas sobre a disciplina como um todo e por fim deixava espaço aberto para comentários e sugestões. Aqui são apresentados somente os resultados da avaliação do exercício sobre o uso da massa de modelar, visto que a outra linha de exercícios trabalhados tinham como tema a composição geométrica de objetos naturais, onde foram utilizadas flores¹⁴ como foco de estudo.

¹⁴ Os exercícios sobre a morfologia geométrica das flores não serão apresentados neste artigo devido à limitação de número de páginas. Estes exercícios atualmente estão sendo aprimorados em relação aos objetos em foco, visto que o enfoque sobre “objetos de design”, conforme sugerido em Elam (2010) podem promover o melhor direcionamento

A pergunta fechada relacionada aos exercícios específicos ao uso de massa modelar era a seguinte: “Como o uso de massa de modelar se relacionou à compreensão dos conteúdos de desenho técnico, em relação às vistas ortográficas, diedros de representação, dimensão e proporções e entendimento de contornos ocultos?” e teve os seguintes campos de respostas: a. Contribuiu significativamente, b. Contribuiu, mas poderia ser melhor trabalhado, c. Não contribuiu, d. Não respondeu/realizou atividade. Foram 34 respostas, relativas a estudantes dos cursos de Bacharelado em Design Gráfico e Bacharelado em Design Industrial, dadas de forma anônima.

Em relação a atividade de massa de modelar, 94% (32 estudantes) acreditam que a atividade contribuiu para a assimilação do conteúdo, destes 94%, apenas 17% (6 estudantes) acreditam que o exercício poderia ser melhor trabalhado e nenhum estudante achou que a atividade não contribuiu. O trabalho final de execução prática de um objeto físico a partir dos desenhos técnicos foi uma atividade em que 100% dos(das) estudantes compreenderam e viram sua relevância para assimilação do conteúdo. Entre os comentários feitos, de forma livre, não houve significativas reclamações, porém as que ocorreram se deram principalmente em relação ao tempo da atividade, considerado demorado; a única contribuição efetiva apontou que “É interessante a ideia de compor uma forma simples na massinha, mas a partir do momento em que os modelos estudados assumem formas mais complexas se tornou difícil reproduzir na massa de modelar e parou-se de usar, sugiro experimentar com outros materiais.” (informante anônimo). Um dos comentários apontava a dificuldade pessoal em modelar. Diversos comentários foram elogiosos ao processo.

No ano de 2020, em ensino remoto devido à Covid-19, o mesmo método de ensino foi trabalhado nos cursos de Bacharelado em Design Gráfico e Bacharelado em Design Industrial, porém com certa redução de carga horária em aula pois as aulas remotas se mostraram muito cansativas. Neste ano foram trabalhadas as mesmas estruturas de atividades, porém, com a impossibilidade de se trabalhar sobre a lousa os exercícios foram reestruturados com o uso do programa *Sketchbook*, e mesa digitalizadora, com as etapas de desenho (de 1 a 4 da Tabela 1) desenvolvidas a partir de camadas (como exemplos as Figuras 7 e 8). Posteriormente foi aplicado um questionário virtual através da ferramenta *Google Forms*, quando foram obtidas 34 respostas à pergunta fechada: “Como você avaliaria seu processo de aprendizagem sobre Vistas Ortográficas nesta primeira unidade em modo remoto?”, tendo os seguintes campos de respostas: a. Não entendi muito bem, fiquei com muitas dúvidas, b. Até entendi o conteúdo, mas achei muito difícil, c. Foi tranquilo, achei relativamente fácil, d. Foi super tranquilo, achei fácil, e. Nenhuma das anteriores.

As respostas dadas para este método no modo remoto foram as seguintes: 61,8% (21 estudantes) responderam que “Foi tranquilo, achei relativamente fácil”, 26,5% (9 estudantes) responderam que “Foi super tranquilo, achei fácil”, 8,8% (3 estudantes) responderam que “Até entendi o conteúdo, mas achei muito difícil”, por fim, um estudante respondeu “Nenhuma das anteriores”. O mesmo questionário apresentou uma pergunta aberta sobre o mesmo tema relativo ao processo de ensino-aprendizagem, porém solicitando que se “(...) faça os comentários que considerar pertinentes”. Foram 18 respostas em grande parte discutindo a dificuldade do ensino em modo remoto, de forma mais geral, algumas reafirmando a facilidade do método e as facilidades ou dificuldades pessoais, somente uma resposta apontou a

ao campo do design, bem como a melhor correlação entre o desenho técnico e os temas abordados em geometria, como as construções fundamentais.

dificuldade em visualizar operacionalmente o rebatimento de vistas, conforme é apresentado na Figura 6.

Desta forma, embora os distintos meios de trabalho em aula em 2019 e 2020, presencial e remoto, respectivamente, da avaliação dos 68 estudantes respondentes dos questionários, 91% dos/das estudantes (62) apontaram a contribuição significativa e consideraram o método "tranquilo de aprender". Evidentemente que o correto aqui seria ter submetido todos os 68 estudantes ao mesmo questionário, mas face à pandemia e à mudança radical da forma de interação, o questionário foi ajustado na intenção de captar as peculiaridades do ensino em modo remoto, não era objetivo naquele momento a análise comparativa entre o ensino presencial e o ensino remoto face ao mesmo método de ensino. Reconhecendo essa limitação do método de avaliação, ainda é possível ponderar que para grande parte dos estudantes envolvidos o método de ensino do desenho técnico bidimensional intermediado pelos modelos em massinha se representa como uma prática didática, que propicia certa facilidade de compreensão e de visualização entre o modelo tridimensional e o desenho bidimensional.

5. Considerações Finais

A abstração do desenho técnico, principalmente nas projeções ortogonais, é um elemento que dificulta a compreensão sobre o desenho bidimensional que representa um objeto tridimensional. Esta dificuldade de compreensão se dá nas atividades de elaboração e também de leitura do desenho técnico. As pesquisas apontadas por Ulbricht (1998) sugerem que as atividades de leitura repercutem em maior dificuldade que as atividades de elaboração das vistas ortográficas. As propostas aqui apresentadas foram objetivadas a partir da situação empírica do ensino e da monitoria na disciplina. Recomenda-se o desenvolvimento de pesquisas mais aprofundadas sobre as formas de abordagem da geometria e do desenho livre nos ensinamentos fundamentais e médio. Tais pesquisas podem apontar mais precisamente os enfoques que são dados ao desenho nas séries iniciais, e conseqüentemente podem indicar as principais defasagens de aprendizagem em desenho, por estudantes nos cursos de interesse, conseqüentemente pode-se iniciar o ensino com enfoque em disciplinas de nivelamento em geometria e desenho técnico.

A proposta de remontar a história do desenho técnico neste artigo, ainda que brevemente, serviu para compreender sobre quais momentos os elementos "de abstração" do desenho técnico predominaram na disciplina, se reproduzindo nos traçados atuais. Verificou-se então três momentos importantes após a "criação" da técnica de representação em diedros por Gaspard Monge (1799), sendo: 1. o surgimento da técnica heliográfica de reprodução (1842) que demandou a simplificação do desenho, e a conseqüente eliminação da representação de luz e sombra; 2. a difusão do desenho técnico na indústria com a própria estruturação do fordismo (a partir de 1914); 3. a difusão da microfilmagem a partir de 1920, que influenciou a redefinição da norma DIN 6775 (1968). Aprender a relação dos desenhos técnicos finais, atualmente representados, com sua história contribui no entendimento sobre a relação entre o desenho técnico e as tecnologias gráficas, em seu contexto industrial de desenvolvimento. Tal fato remonta a relação entre projeto e desenho, mas não exclui a reflexão da relação entre projeto e modelagem; visto que alguns sistemas produtivos artesanais não demandam o desenho como meio técnico de ordenamento da produção. Desta forma, o campo do design se enriquece com esta síntese, principalmente nos meios educacionais, de que o projeto de design, tem sua genealogia no desenho e na modelagem,

como métodos paralelos - dependentes ou independentes - e até mesmo autônomos. Empiricamente, transparece libertador para alguns estudantes (com dificuldades em desenho) a imersão em métodos de criação com base no objeto tridimensional - onde reside na atualidade a importância do modelamento virtual.

As atividades aplicadas foram eficazes para um melhor desenvolvimento e aprendizado de estudantes. Os resultados das pesquisas evidenciam que as atividades e exercícios propostos foram positivos e assim sendo, possibilitaram uma assimilação dos conteúdos de desenhos técnicos de uma maneira mais fácil, e até lúdica, relacionada com conteúdos de design. Esta abordagem com elementos lúdicos para o ensino fez com que as aulas fossem mais envolventes, o que atualmente não é fácil superar a concorrência com a predominância das linguagens visuais e novas tecnologias.

Embora haja muito espaço para melhorias, se mostram importantes futuras pesquisas e desenvolvimentos na área da educação em design, em específico, nas áreas de representação gráfica como o desenho técnico, de forma a tornar os conteúdos mais voltados para o campo do design. Outras propostas podem ser aprofundadas, como por exemplo, os exercícios de leitura de vistas, os exercícios de morfologia geométrica aplicada ao desenho de objetos, e, por fim, os exercícios finais de disciplina que envolvam desenho e modelagem - e a retroalimentação do desenho a partir da modelagem.

A prática de exercícios de desenho de vistas com base na modelagem em massa de modelar mostrou-se profícuo devido à dois motivos centrais: os modelos permitem uma visualidade dos elementos figurativos de forma clara e inequívoca. Utilizando as explicações da pesquisadora Anne Weill Fassina (apud ULBRICHT, 1998) a leitura figurativa permite a análise "topológica" da posição de faces, e conseqüentemente de arestas e vértices. O segundo motivo é de caráter operacional, também parafraseando Weill Fassina (apud ULBRICHT, 1998), pois, o uso do modelo tridimensional permite o posicionamento de cada vista segundo o movimento deste modelo, em termos mais coloquiais pode-se dizer que no primeiro diedro basta "tombar" o objeto (a partir da vista frontal) para se produzir outras vistas, enquanto que no terceiro diedro para se produzir as vistas adjacentes basta "escorregar" o objeto (a partir da frontal). Em síntese, com o modelo tridimensional em mãos fica evidente que do primeiro para o terceiro diedro mantém-se o padrão figurativo das vistas do objeto e muda-se somente o movimento operacional para a visualização de cada vista. Observou-se que explicar o corpo teórico sobre os princípios de projeção no primeiro e terceiro diedro fica mais fácil após o processo prático de modelagem e desenho.

Observou-se nos exercícios aplicados o mesmo apontado por Ulbricht (1998) ao tratar sobre a questão didática do desenho técnico, de que a melhoria das condições de aprendizagem ocorre por uma apresentação estruturada e exaustiva de suas características ao nível tridimensional e ao nível das relações entre espaço tridimensional e o espaço gráfico.

Referências

ASSIS, Teily Ane Teles de. **Microfilmagem: uma revisão de literatura**. Múltiplos Olhares em Ciência da Informação, v. 8., n. 1, março, 2018.

BACHMANN, Albert; FORBERG, Richard. **Desenho Técnico**. Porto Alegre: Ed. Globo, 1979. 337 p.

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

ELAM, Kimberly. **Geometria do design: estudos sobre proporção e composição**. São Paulo: Cosac Naify, 2010.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática de Ensino**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

MANFÉ, Giovanni; POZZA, Rino; SCARATO, Giovanni. **Desenho Técnico Mecânico**. São Paulo: Ed. Hemus. V. 1, 2 e 3, 2000.

MOREIRA, Luís Eustáquio; RIPPER, José Luiz Mendes. **Jogo das Formas: Lógica do Objeto Natural**. Rio de Janeiro: NAU, 2014.

MORAES, Andréa Benício de. **A expressão gráfica em cursos de engenharia: estado da arte e principais tendências**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil e Urbana da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), 2001.

MILLS, C. Wright. O Homem no Centro: O Designer. In: Mills, C. W. **Sobre o Artesanato Intelectual e Outros Ensaio**s. Rio de Janeiro: Zahar, 2009.

PERES, José Roberto Pereira. **Questões Atuais do Ensino de Arte no Brasil: O Lugar da Arte na Base Nacional Comum Curricular**. Revista Departamento de Desenho e Artes Visuais. Vol. 1. n. 1. Agosto. 2017.

SCHMITT, Alexander; SPENGLER, Gerd; WEINAND, Ewald. **Desenho Técnico Fundamental**. Refeito e adaptado aos currículos do ensino brasileiro por Eurico de Oliveira e Silva e Evando Albiero. Tradução de Heinz Budweg. São Paulo: EPU, 1977.

SERRA, Sheyla Mara Baptista. **Apostila do Departamento de Engenharia Civil da UFSCar – volume 1**, Fevereiro de 2008.

SILVA, Arlindo; RIBEIRO, Carlos Tavares; DIAS, João; SOUZA, Luís. **Desenho Técnico Moderno**. Rio de Janeiro: LTC, 4 ed., 2011.

SILVA, Júlio César da. **Aprendizagem mediada por computador: uma proposta para desenho técnico mecânico**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2001.

SPECK, Henderson José; PEIXOTO, Virgílio Vieira. **Manual Básico de Desenho Técnico**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 9. ed., 2016.

ULBRICHT, Sérgio Murilo. **Análise dos conceitos fundamentais do desenho técnico face a implementação parcial de um modelo teórico de ensino inteligente auxiliado por computador**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1992.

ULBRICHT, Sérgio Murilo. **Geometria e Desenho: História, pesquisa e evolução**. Florianópolis, 1998.

VASCONCELLOS, Cláudia Barroso; RANGEL, Maria Luisa de Castro Peixoto. Uma metodologia para o ensino de desenho com auxílio da tecnologia da informação. In: **Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico**, n. 18, 2007.