

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM
ARQUITETURA
PROPAR**

**GASPARD MONGE E A
SISTEMATIZAÇÃO DA REPRESENTAÇÃO NA
ARQUITETURA**

ELIANE PANISSON

Orientador
FERNANDO FREITAS FUÃO

Porto Alegre, 2007

ELIANE PANISSON

**GASPARD MONGE E A
SISTEMATIZAÇÃO DA REPRESENTAÇÃO NA
ARQUITETURA**

Tese apresentada ao Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Arquitetura.

Orientador

FERNANDO FREITAS FUÃO

Porto Alegre, 2007

ELIANE PANISSON

**GASPARD MONGE E A
SISTEMATIZAÇÃO DA REPRESENTAÇÃO NA
ARQUITETURA**

Banca Examinadora:

Professor Doutor Fernando Freitas Fuão

PROPAR - UFRGS – Orientador

Professora Doutor Adriane Almeida Borda da Silva

UFPel – Examinadora

Professor Doutor Airton Cattani

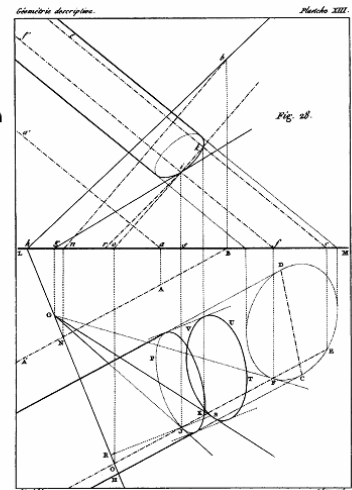
PROPAR - UFRGS – Examinador

Professor Doutor Underléa Bruscato Portella

UNISINOS – Examinadora

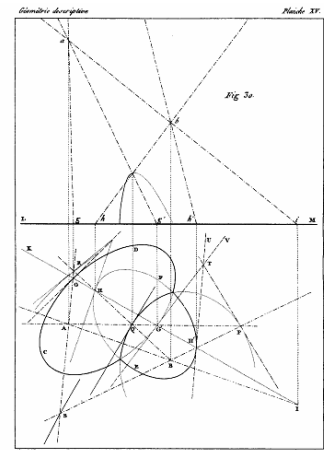
Porto Alegre, 2007

APRESENTAÇÃO



Há um longo tempo tenho me dedicado ao ensino de geometria descritiva em cursos de Arquitetura. A posição de docente me permitiu a observação privilegiada do intrincado processo de representação e compreensão do espaço arquitetônico por parte dos estudantes. Tenho buscado refletir sobre os fundamentos em que se apóiam estes saberes, em especial no que se refere à representação mongeana. Apresento nesta pesquisa os escritos que configuram a tese intitulada “Gaspard Monge e a sistematização da representação na arquitetura”. Apresentar este trabalho na Universidade Federal do Rio Grande do Sul me leva a feliz coincidência de ter nesta Universidade um local acolhedor ao estudo crítico da geometria descritiva, para a qual tenho me dedicado, uma vez que na sua Escola de Engenharia, no ano de 1955, ocorreu o I Simpósio Nacional de Geometria Descritiva.

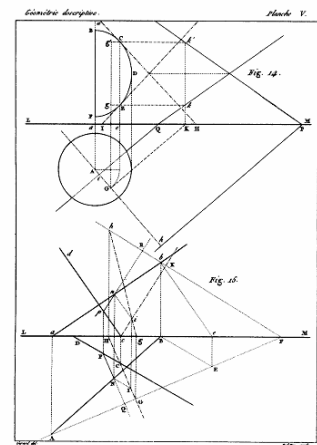
DEDICATÓRIA



Dedico estes escritos especialmente aos alunos de arquitetura, razão de ser deste trabalho. Para tanto, assumo a humildade de Vitruvius, o primeiro arquiteto a escrever sobre arquitetura, que chega até nós no seu livro I justificando:

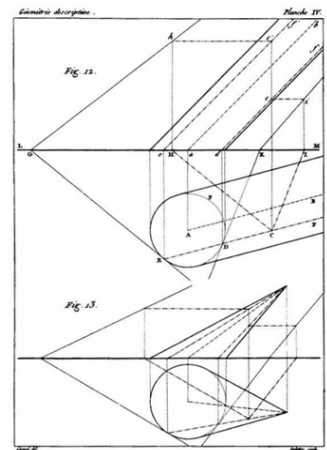
“Assim, o César, eu suplico a ti e a quantos leiam o meu livro, que se alguma coisa não está explicada com adequação [...], que me seja perdoado, uma vez que não sou um grande filósofo, nem um eloqüente orador, nem um excelente gramático, mas um modesto arquiteto, que se empenhou em escrever estas coisas que não lhe são estranhas.”

AGRADECIMENTOS



Agradeço aos Professores e Amigos
que participaram na trajetória
deste trabalho, em especial ao meu
Orientador, pelo companheirismo e
pelas sábias e minuciosas observações
feitas durante a investigação.

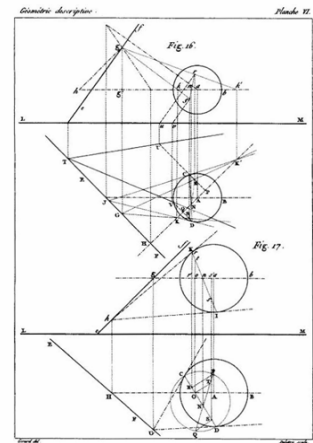
Agradeço aos meus filhos,
Júlia, Maria, Pedro e Thereza
que comigo se envolveram
para o meu crescimento
neste trabalho que trata do instigante
tema da representação.



Dá-se, à geometria descritiva, a noção de um tranqüilo lago onde preguiçosamente se banha, quando necessário, o desenho.

Como toda água parada é passível de deterioração, está a descritiva relegada àquele estado de decomposição que repugna naturalmente a todo espírito sequioso de investigação. (ANDRADE, 1955, p. XXII).

RESUMO



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

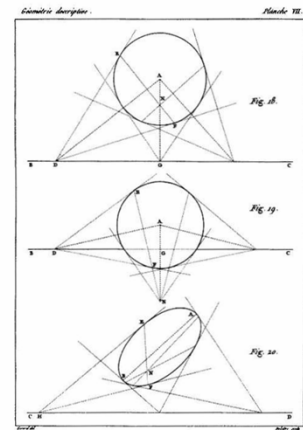
Esta tese trata da contextualização da geometria descritiva como sistema de representação na arquitetura. Desenvolve-se a partir da desconstrução da *Géométrie descriptive* de Gaspard Monge, publicada em 1799, acompanhando a exposição de seu autor desde o conteúdo da capa até a sua última página, de onde são destacadas partes a serem estudadas entre os textos, desenhos e a própria apresentação da obra.

Desconstruir a teoria mongeana apresenta-se relevante neste estudo por investigar sobre as lições dadas por Monge em 1799, que coexistem até o momento com outras representações, entretanto sem um questionamento e entendimento epistemológico.

Considerando que existem distorções na exposição original das lições mongeanas em obras subseqüentes à *Géométrie descriptive* e que conceitos de representação determinam limites de compreensão do espaço que implicam na própria arquitetura, este estudo dá abertura de resignificação à teoria original de Monge no ensino de arquitetura.

Palavras chave: ensino de arquitetura, Gaspard Monge, geometria descritiva, representação na arquitetura.

ABSTRACT



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

This thesis is about the descriptive geometry contextualization as an Architecture representation system. It was developed after Gaspard Monge's *Géométrie descriptive* deconstruction, published in 1799, accompanying its author exposition since its cover content until its last page, form where parts are detached to be studied among the texts, draws and the own handiwork presentation.

To deconstruct Monge's theory is relevantly presented in this study for investigate Monge's lessons taught in 1799 that coexists until this moment with different representations, without any question and epistemology understanding.

Considering that there are distortions in the original Monge lessons exposition in *Géométrie descriptive* following handiwork and that its representation concepts determinate limits to the space comprehension that imply the Architecture itself, this study gives opening to Monge's original theory resignification in the Architecture teaching.

Key-words: Architecture teaching, Gaspard Monge, descriptive geometry, Architecture representation.

LISTA DE FIGURAS

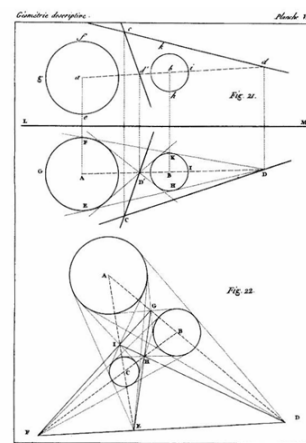
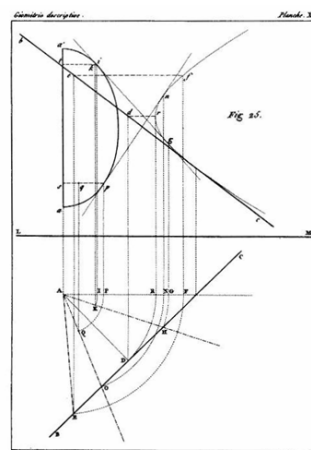


Figura 1.1 – Representação das ordens das colunas dos estudos de Vitruvius de Cesare Cesariano (1521)	62
Figura 1.2 – Método de construção da perspectiva exposto no <i>De Pictura</i> , do século XVI, de Leon Battista Alberti.	64
Figura 1.3 – Construção das projeções de um cubo em posição genérica (Figuras LIII e LIV que ilustram <i>De prospectiva pingendi</i>).	67
Figura 1.4– Construção das projeções e das seções horizontais de uma cabeça humana (Figuras LXIII e seguintes que ilustram <i>De prospectiva pingendi</i>).	68
Figura 1.5– Desenhando o alaúde, gravura extraída da ‘maneira de medir’ da obra <i>Under Weysung der messung mit dem Zirckel und richt/Scheyt</i> , edição de 1525.	69
Figura 1.6 – Desenhando a mulher nua, gravura extraída da ‘maneira de medir’ da obra <i>Under Weysung der messung mit dem Zirckel und richt/Scheyt</i> , edição de 1538.	70
Figura 1.7 – Representação em perspectiva com método prático, extraída do <i>Le premier tome de l’Architecture</i> (DE L’ORME, 1567).	70
Figura 1.8 – Carta da Holanda de 1575, sugerindo a compreensão do espaço com o conhecimento da axonometria, revelada na posição do observador que se coloca dentro de um espaço em representação axonométrica.	72
Figuras 1.9 – Assentamento de peças dos arcos, ilustração de l’Orme (1561, p. 8).	74
Figuras 1.10 – Assentamento de peças dos arcos, ilustração de l’Orme (1561, p. 11).	74
Figuras 1.11 – Determinação de ‘círculos alongados’, ilustração de l’Orme (1561, p. 13).	74
Figuras 1.12 – Outra maneira de determinar ‘círculos alongados’, ilustração de l’Orme (1561, p. 14).	74
Figura 1.13 – Representação para determinar tamanhos reais das partes de uma abóboda, ilustração de l’Orme (1576).	75
Figura 1.14 – Ponte de Vicenza, representação de Palladio.	75
Figura 1.15 – Exemplo de traçado da perspectiva inventado por Desargues, extraído de um pequeno folheto de doze páginas publicado com o título de <i>L’exemple de l’une des manières universelles du S.G.D.L.</i> , em Paris (1636).	77
Figura 1.16 e 1.17 – Perspectiva e fachada com os princípios teóricos sobre o corte das pedras, propostos por Desargues (1640).	77
Figura 1.18 - Representação da solução de problema construtivo, apresentada por Jousse (1642, p.51).	78
Figura 1.19 – Interpretação gráfica (em perspectiva e projeções ortogonais) da idéia de Descartes, explicada sem desenho ilustrativo em um parágrafo da sua obra <i>La Géométrie</i> (1664,p.64)	79
Figura 1.20 – Representações apresentadas por Bosse (1643, p. XLII, à esquerda e p. XLUV, à direita).	80
Figura 1.21 – Teorema sobre a projeção ortogonal de linhas curvas no espaço. (FRÉZIER, 1737, tomo I, livro II, prancha 16).	82
Figura 1.23 e 1.24 – Projeções ortogonais e axonometria.	90
Figura 1.25 – Habitações coletivas de Le Corbusier em Bordeaux-Pessac.	93
Figura 2.1 – Newton de Blake (1795).	163
Figura 2.2 – Cenotáfio de Newton de Étienne Louis Boulée. <i>Essai sur l’art</i>	174

Figura 2.3 – Capa da obra de DURAND.....	175
Figura 2.4 – Estudos das proporções das colunas, extraído de <i>L'idea della architettura universale</i> , de Vincenzo Scamozzi de 1615.....	176
Figura 2.5 – Correção ótica extraída do <i>Trattato sopra gli errori degli architetti</i> de Teofilo Gallaccini, 1767.....	177
Figura 2.6 – Composição de edifícios a partir do quadrado de Jean-Nicholas-Louis Durand do seu livro <i>Précis de leçons d'architecture</i>	178
Figura 2.7 – Grelhas e traçados da <i>marche à suivre dans la composition</i> de Jean-Nicholas-Louis Durand do seu livro <i>Précis de leçons d'architecture</i>	178
Figura 2.8 – Superfícies retilíneas de revolução, cônica, cilíndrica e hiperbolóide.....	181
Figura 2.9 – Conceção medieval representando Cristo que utiliza um compasso, metaforicamente a geometria para reconstruir o mundo a partir do caos original.....	184
Figura 2.10 – Pedra tumular de Huges Libergier (Caisse Nationale des Monuments historiques).....	186
Figura 2.11 – Modelo de universo segundo a concepção ptolomaica da edição de 1539 da <i>Cosmografia</i> de Pietro Apiano.....	200
Figura 2.12 – Modelo de universo apresentado na primeira edição (1543) do <i>De Revolutionibus Orbium Coelestium</i> de Nicolau Copérnico.....	201
Figura 2.13 – Representação da estrutura dos <i>vórtices</i> de Descartes em 1644.....	202
Figura 2.14 – Estudos sobre lugar geométrico propostos por Fourier.....	208
Figura 2.15 – Representação ideal da tabuleta e do espelho na experiência de Brunelleschi.....	211
Figura 2.16 – Projeção ortogonal de uma reta, colocando em evidência as linhas de projeções de cada ponto.(MONGE, 1799, <i>planche I, fig. 1</i>).....	215
Figura 2.17 – Representação das projeções do ponto.....	215
Figura 2.18 – Projeção ortogonal de uma reta, colocando em evidência as linhas de projeções de cada ponto.(MONGE, 1799, <i>planche I, fig. 2 e 3</i>).....	216
Figura 2.19 – Representação do cubo através de mudanças de planos de projeção.....	222
Figura 2.20 – Representação de poliedro em sistema diédrico a partir de fundamentos de geometria plana.....	224
Figura 2.21 – Villa composta por três cubos extraída de <i>Lectures on architecture</i> , 2ª edição de 1759.....	225
Figura 2.22 – Os elementos dos edifícios e o método a seguir no projeto de um edifício qualquer, extraídos dos fascículos do curso de Durand na École Polytechnique.....	226
Figura 2.23 – Aritmética.....	229
Figura 2.24 – Geometria.....	229
Figura 2.25 – Capa da obra <i>La Nova Scientia</i> (1550) de Nicolò Tartaglia.....	231
Figura 2.26 - Ilustração da idéia de Monge, sobre as gerações das superfícies cilíndricas.....	233
Figura 2.27 - Ilustração da idéia de Monge, sobre seções em superfícies utilizando recursos de informática.....	237
Figura 2.28 – Aplicação da idéia de geração de superfícies de Monge aplicada à solução de um problema de arquitetura.....	238

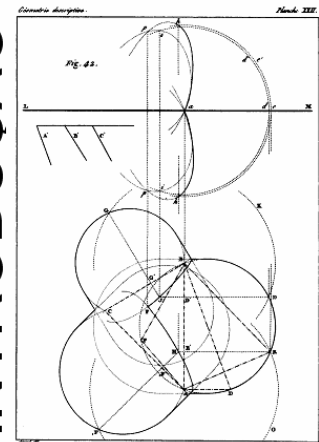
SUMÁRIO



INTRODUÇÃO.....	14
1 PROBLEMÁTICA.....	17
2 JUSTIFICATIVA.....	30
3 HIPÓTESE.....	35
4 OBJETIVOS.....	36
4.1 Objetivo Geral	36
4.2 Objetivos Específicos	36
5 METODOLOGIA	37
6 ESTRUTURA DA TESE	40
DESVELANDO A REPRESENTAÇÃO ARQUITETÔNICA.....	42
CONTORNANDO CONCEITOS E HISTÓRIA DA REPRESENTAÇÃO EM ARQUITETURA	44
1.1 DELIMITAÇÕES CONCEITUAIS SOBRE REPRESENTAÇÃO ARQUITETÔNICA	45
1.2 UMA TEORIA DE REPRESENTAÇÃO DESCRITIVA?	53
1.3 DELINEANDO A HISTÓRIA DA REPRESENTAÇÃO ARQUITETÔNICA.....	57
1.3.1 EXPERIMENTANDO E OBSERVANDO COM O APOIO DA MATEMÁTICA	58
Do século XV ao final do século XVIII.....	58
1.3.2 A COMPREENSÃO CIENTÍFICA	86
Do final do século XVIII até o presente.....	86
PONTUANDO A REPRESENTAÇÃO MONGEANA.....	95
2.1 TRABALHOS DE MONGE	97
2.2 CONTEXTO DA SISTEMATIZAÇÃO DA TEORIA MONGEANA	101
2.3 GASPARD MONGE É O PAI DA GEOMETRIA DESCRITIVA?	108
2.4 GEOMETRIA DESCRITIVA, UMA HERANÇA DA MATEMÁTICA OU DO DESENHO?	112
2.5 REPERCUSSÃO DA OBRA DE MONGE	115
2.6 REPERCUSSÃO NO BRASIL	119
DESCONSTRUINDO A TEORIA MONGEANA.....	128
DESCOBRINDO A TEORIA MONGEANA	130
1.1 A CAPA.....	131
1.2 O ÍNDICE	134
1.3 A ADVERTÊNCIA.....	147
1.4 O PROGRAMA	150
1.4.1 O PENSAMENTO MODERNO E O ILUMINISMO.....	151
1.4.2 REPRESENTAÇÃO E PODER.....	152
1.4.3 REPRESENTAÇÃO, LINGUAGEM, VERDADE	160

1.4.4 REPRESENTAÇÃO E PROGRESSO	168
1.4.5 REPRESENTAÇÃO NAS ARTES INCLUINDO A ARQUITETURA	170
1.4.5.1 DURAND.....	174
1.4.5.2 QUATRÉMÈRE.....	179
1.4.6 IMPRIMIR E SURTIR EFEITO	182
1.4.7 UM MUNDO REPRESENTADO COM RÉGUA E COMPASSO.....	184
1.4.8 NECESSIDADE DE APLICAÇÃO.....	187
1.4.9 MAIS UMA VEZ: ENSINAR PARA AUMENTAR O PODER NACIONAL.....	192
REPLICANDO A TEORIA MONGEANA.....	194
2.1 A GEOMETRIA DESCRITIVA	195
TEM DOIS OBJETIVOS	195
2.2 A POSIÇÃO DE UM PONTO NO ESPAÇO	197
2.1.3 REFERÊNCIA	203
2.1.4 PROJEÇÃO ORTOGONAL	209
2.1.7 PROJEÇÃO DE UMA RETA.....	214
2.1.8 PLANOS DE PROJEÇÃO	218
2.1.9 VERDADEIRA GRANDEZA DE UMA RETA	220
2.1.10 POLIEDROS	222
2.1.11 GEOMETRIA DESCRITIVA & ÁLGEBRA.....	227
2.1.12 CLASSIFICAÇÃO DAS SUPERFÍCIES	232
2.1.13 SUPERFÍCIES CURVAS	234
2.1.14 INTERSECÇÃO DAS SUPERFÍCIES CURVAS.....	236
2.1.15 APLICANDO SUPERFÍCIES CURVAS	237
2.1.16 APROFUNDANDO O ESTUDO DAS SUPERFÍCIES CURVAS.....	238
2.1.17 ADIÇÕES	239
Ainda, um depois da tese.....	244
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	246
ANEXO 1.....	257
ANEXO 2.....	261
ANEXO 3.....	269

INTRODUÇÃO



Conceitos de representação utilizados na arquitetura e no ensino dela moldam-se em determinados limites, nos quais a compreensão do espaço é absorvida segundo particularidades. As possibilidades de compreensão do espaço por meio do que é representado nem sempre esgotam todo entendimento possível a seu respeito, em decorrência dos limites de cada teoria da representação.

O que ultrapassa os limites de cada teoria pode vir a ser considerado não saber, entendido como irrepresentável. A geometria descritiva, por exemplo, pode ser entendida como uma teoria que coloca a representação do espaço em códigos previamente definidos e cuja decodificação está previamente delimitada.

A teoria da representação de Gaspard Monge, denominada por ele mesmo de “geometria descritiva”, deriva do contexto histórico do Iluminismo. É uma teoria que se doutrina na Modernidade durante a Revolução Francesa. Entendemos aqui a expressão “Modernidade” como o período em que há uma grande crença na racionalidade, no qual a normatização está focalizada. Nesse enfoque, trata-se de uma teoria datada que tem como pressuposto epistemológico uma matriz teórica da representação do espaço estruturada no cartesianismo estabelecendo a experiência própria interpretada à luz da razão.

Na sistematização da representação proposta por Gaspard Monge na obra *Géométrie descriptive* de 1799 revela-se o desejo da exatidão absoluta através da abstração matemática. Este sistema coloca a possibilidade do objeto ser representado por uma seqüência de operações geométricas independentes da

preexistência do objeto a ser representado, com aplicabilidade a um grande número de artes.

No presente estudo, partimos do princípio de que a representação e a compreensão do espaço preconizadas por Monge na geometria descritiva em 1779¹ coexistem até o momento com outras possibilidades de representação, resistindo a rupturas inerentes aos sistemas de representação ocorridas no contexto da Modernidade. A representação do espaço em que se insere a geometria descritiva como um empreendimento matemático adequava-se ao projeto do Iluminismo por presumir a existência de um mundo controlado e organizado de forma racional como único modo correto de representá-lo. O sistema de representação foi reconhecido, somente, no início do século XIX, quando passou a ser utilizado no desenvolvimento de tecnologias industriais e na engenharia. Entretanto, ainda no início do século XIX, contestações ao pensamento Iluminista subsidiavam uma crescente ênfase na diversidade de representações do espaço, amparadas pela quebra da unidade da linguagem matemática com a descoberta das geometrias não-euclidianas. Passava então o espaço a ser representado pelas axonometrias, pela topologia, pelas influências do dadaísmo, surrealismo, cubismo, realismo, entre outras maneiras de representá-lo, contudo sem o desaparecimento da representação mongeana.

Em síntese, neste estudo também buscamos esclarecer como é representado e compreendido o espaço a partir da geometria descritiva sistematizada por Gaspard Monge até a atualidade no campo da arquitetura.

A abordagem que apresentamos neste trabalho acerca dessa teoria da representação é uma aceção crítica. Utilizando os saberes aplicados a partir desta teoria, cotejados com outros saberes referentes à representação do espaço - os diferentes tipos de perspectivas, por exemplo - como referencial, podemos obter resultados que servem de base aos trabalhos que utilizam a representação na arquitetura.

É inegável a contribuição desta análise crítica a esse sistema representativo no âmbito pedagógico por tratarmos da teoria de Monge, que foi exposta com

¹ MONGE, G., *Géométrie Descriptive*. Paris: Baudoin, 1799.

caráter didático e ainda permanece no meio acadêmico. Dessa maneira, desconstruirmos a teoria mongeana implica desestruturarmos o próprio ensino da representação na arquitetura. Tal contribuição comparece oportunamente, considerando que essa teoria convive no ensino da arquitetura com outras teorias da representação, carecendo de questionamento e entendimento epistemológico.

Investigarmos a teoria mongeana do ponto de vista epistemológico necessariamente trata de entender como se implanta e se sustenta esse conhecimento de representação na arquitetura. Isto é, considerarmos que por baixo da especialização própria de cada campo de conhecimento fluem certas correntes subterrâneas que transferem idéias de um âmbito a outro.

O tema central da tese é singular: a teoria da representação de Monge. Entretanto, em sua abordagem abrangemos outros saberes próximos, desenvolvendo-a com referência em diversas ciências, entre as quais se destacam a filosofia, a matemática e o desenho. Contribui neste estudo a filosofia como suporte reflexivo que abarca a natureza de todas as coisas e suas relações entre si. A matemática e o desenho se enlaçam como campos do conhecimento no qual se insere a representação mongeana, uma ciência matemática expressa através do desenho. Nesta tese buscamos expor pensamentos que reflitam sobre a teoria da representação proposta pela geometria descritiva. Ao mesmo tempo, traçamos possibilidades de compor um quadro epistemológico da representação do espaço como questão da arquitetura. No aprofundamento dessa abordagem devemos trazer em discussão repercussões da representação arquitetônica sobre os conceitos e a própria filosofia do projeto arquitetônico. Definimos esta investigação pelo propósito de ser reconstrutiva, embora parta da desconstrução de uma teoria.

A idéia de estudarmos a obra de Monge numa tese de doutorado em arquitetura enquadra-se na história e compreensão da representação do espaço para a arquitetura, visto que grande parte dos estudos sobre a obra de Monge foi realizada por matemáticos, não por especialistas de representação gráfica ou arquitetura. Moldamos o caráter da tese então nesta perspectiva subsidiada pela obscuridade ou encobrimento que a geometria descritiva, cujas origens se encontram na matemática, mantém com a produção arquitetônica, carecendo de um questionamento epistemológico com enfoque na arquitetura. O desenvolvimento da

tese requer, por isso, uma busca da fundamentação epistemológica da representação arquitetônica e a realização de um minucioso estudo crítico na obra *Géométrie descriptive* (1799) de Gaspard Monge. Pretendemos não perder a historicidade da teoria proposta na obra na medida em que buscamos sua contextualização e significação no processo de representação arquitetônica.

Assim, uma das partes deste estudo está próxima das ciências exatas ao passo que na outra a natureza do desenvolvimento assemelha-se aos problemas filosóficos. A arquitetura mantém interveniências com ambas. Trata-se de uma união de áreas do conhecimento que se apóiam, enquanto os enunciados da teoria da representação de Monge ultrapassam os limites que lhe deram origem.

1 PROBLEMÁTICA

O cenário da projeção e ensino da arquitetura se desenvolvendo em instâncias distintas a arquitetura construída leva a uma reflexão sobre a natureza da sua forma de representar. Em relação à representação arquitetônica, o discurso gráfico historicamente tem sofrido variações, colocando-a numa pluralidade de possibilidades que obrigam os arquitetos a fazerem suas escolhas.

Na origem dessa pluralidade de representações arquitetônicas aparece o próprio conceito de espaço arquitetônico, com a diversidade no seu entendimento alimentando tais possibilidades. Valldecabres (1983) nos diz que falar de espaço arquitetônico é dar a entender que se está fazendo menção a duas acepções: do espaço que alguns chamam de espaço topológico, conceitualizado, e do espaço experimentado ou sensitivo, sem estabelecer diferenças entre eles. O espaço topológico físico pode definir-se e quantificar-se matematicamente, ao passo que o espaço perceptivo mantém sua interpretação em função das condições perceptivo-culturais do leitor-receptor.

A noção do espaço que rodeia o homem intervém nos processos de representação, entretanto “qualquer representação gráfica, porquanto fiel à realidade, proporcionada e precisa nos pormenores, particularizada em cada uma das suas partes, é sempre uma interpretação e, por isso, uma tentativa de explicação da própria realidade” (MASSIRONI, 1982, p. 69). A referência para essas

representações está no corpo de quem as realiza, no modo como esse corpo apresenta a realidade, mantendo deslocamentos conceituais que apresentam a representação do espaço entre a percepção sensível e a abstração inteligível.

No Renascimento, por exemplo, a representação em perspectiva registrava a percepção sensível na qual o corpo que registra uma realidade, necessariamente, se encontrava em determinado espaço, num determinado momento, com uma atitude de presença, onde o olhar que vê a realidade a reproduz. Portanto, o corpo de quem registra está presente e a medida deste corpo serve de referência à representação.

Dos ateliês dos pintores e escultores do Renascimento, em especial os italianos, nasceram academias de arte que se constituíram em novas escolas de formação de arquitetos. A Academia de Arquitetura de Paris foi fundada em 1671, inspirada no Renascimento italiano. Essas novas escolas substituíam o canteiro de construção que, de fato, por excelência, se constituía o lugar do aprendizado do ofício de construir, a verdadeira escola de arquitetura. Até esta época, historicamente, tudo que dizia respeito à construção enquadrava-se no campo da arquitetura. (GRAEFF, 1995)

Mais recentemente, com as tecnologias digitais, o sujeito que representa não necessariamente se faz presente no espaço a ser representado; o que impera é a mente coordenando a representação de um espaço absoluto. Para Dorfman (2003), estamos entrando na era do número, na qual o computador pode ligar pontos por segmentos, com linhas contínuas e até mesmo extrapolar uma função matemática.

Sobre essas tentativas de explicar a realidade através da representação, Reyes (2004, p. 390) conclui: “Antes, a representação pela via sensível era captada pelo inteligível através dos seus métodos de correção; agora, é o inteligível que tenta se aproximar do sensível através das realidades virtuais”.

Marcando um ponto de ruptura entre os conceitos de representação do espaço sensível e inteligível é que a representação mongeana comparece como

sistema de representação², um sistema de representação que se afasta do espelhamento do que já existe, da realidade existente, enquanto liberta o imaginário para a criação de novos objetos.

Desde o nascimento da ciência moderna, com Galileu e Kepler, a relação entre realidade e conhecimento, sua origem, seu método, seus limites, tem sido sempre complexa. Esta relação tão variável ao longo das diversas épocas tem levado sempre em sua natureza uma disputa, uma discussão irreconciliável, em que o conhecimento parece ganhar sempre a batalha, porém a realidade permanece sempre alguns passos adiante, sem deixar-se atrapar. [...] o mundo real, não se adapta inteiramente a nossos modelos, no que por muito que estreitemos a trama da rede, a realidade sempre encontra um buraco pelo qual escapar. Esta relação entre modelo e realidade não ocorreu, exclusivamente, no campo da ciência e, também, tem sido um debate de importância para a arte. Debate que, em ambos os casos, esta inserido a um inevitável vínculo temporal, se pensarmos que cada época tem suas próprias preocupações, que não existe conhecimento se não foi formulada antes uma pergunta, se não existe um questionamento ao que dar resposta. Este questionamento aponta e dirige as buscas e tem, inevitavelmente, uma relação direta com as inquietudes da época em que se formula. (GUTIÉRREZ, 2003, p. 15-16, tradução nossa)³

Estabelecermos relação entre os questionamentos e as buscas que foram feitas no âmbito da teoria mongeana constitui interesse nesta investigação, no sentido de investigarmos o como a teoria mongeana se sustenta na representação da realidade que ela mesma contribui na construção. E mais, entendermos o que essa teoria da representação buscava solucionar em cada época, desde a sua publicação, considerando que cada época tem suas inquietudes específicas.

² Comenta-se sobre sistemas de representação na parte I, capítulo 1 deste trabalho, o qual é dedicado ao delineamento conceitual de representação na arquitetura.

³ “Desde el nacimiento de la ciencia moderna, con Galileo y Kepler, la relación entre realidad y conocimiento, su origen, su método, sus límites, ha sido siempre compleja. Esta relación tan variable a lo largo de las diversas épocas ha llevado siempre en su naturaleza una disputa, una discusión irreconciliable en la que el conocimiento parece ganar siempre la batalla, pero donde la realidad permanece siempre unos pasos por delante sin dejarse atrapar. [...] el mundo real, no se adapta enteramente a nuestros modelos, en el que por mucho que estrechemos la trama de la red, la realidad siempre encuentra un hueco por el que escapar.

Esta relación entre modelo y realidad no se ha dado exclusivamente en el campo de la ciencia, sino que también ha sido un debate de importancia para el arte. Debate que, en ambos casos, está atado a um inevitable vínculo temporal si pensamos que cada época tiene sus propias preocupaciones, que no existe conocimiento si no se há formulado antes una pregunta, si no existe un interrogante al que dar respuesta. Este interrogante marca y dirige las búsquedas y tiene, ineludiblemente, una relación directa con las inquietudes de la época em que se formula.”

No âmbito da sistematização mongeana, o papel da razão alimentava discussões e polêmicas. Essas inquietações culturais, constituídas em fundamentos das novas exigências requeridas para a arquitetura, que necessariamente era tratada como científica e técnica, rebatiam a sua visão academicista de manifestação de arte-plástica. Nesse contexto, no final do século XVIII, ocorre o fechamento da Academia de Arquitetura e a criação da Escola Politécnica de Paris cujo programa de ensino foi, conforme Graeff (1995, p. 58), elaborado por diversos homens de ciência sob a liderança do famoso matemático Gaspard Monge.

Assim, a Revolução Francesa interfere na fundação da Escola Politécnica e na dicotomia arquitetura-engenharia, legando ao título de arquiteto a perda de valor de status e distinção à luz dos critérios oficiais e, de certa maneira, também, à opinião pública. Esse fato e suas conseqüências na arquitetura do século XIX não se restringem à França, uma vez que, nesse contexto revolucionário, a França determinava rumos na cultura. O mais provável é que entre os criadores da Politécnica tivesse crédito a idéia da engenharia, com base na tecnologia científica, ocupar e dominar o campo da arquitetura ou de, depois da revolução tecnológica, a arquitetura passar a constituir apenas um ramo especializado da engenharia. Essa idéia vigorou entre educadores da engenharia até fins da década de 50, pelo menos no Brasil. (GRAEFF,1995)

Nos interessa, neste trabalho, abordar as relações existentes entre arquitetura e engenharia, no que diz respeito a teoria mongeana. O como ocorre a transposição de um saber sistematizado com visão tecnicista para a arquitetura. Portanto, tratamos a inserção das lições de geometria descritiva ao ensino da arquitetura do final do século XVIII e início do século XIX.

Avançando no problema de como se relaciona a teoria mongeana com a arquitetura, além da sua inserção nas instituições de ensino, apresentamos o como esta influencia a construção dos novos espaços da sociedade. Ferro (2005, p. 99) afirma que

a geometrização e homogeneização do espaço de representação são fenômenos dependentes do predomínio de valor, do tempo e do trabalho abstratos, [...] são fundamentais para medir-lhe e dar-lhe chão. A regularidade de métodos e procedimentos, a sistematização do espaço, [...] auxiliam nas condições epistemológicas e operacionais que o mantém.

Com algumas adaptações, as tendências mais eficazes do desenho industrial penetram, durante o século XIX, na manufatura da construção. As adaptações são principalmente redutoras e imobilizantes. Afastados das máquinas mais complexas e da acuidade crescente, o canteiro, constituído sempre por trabalhadores em colaboração e seus instrumentos elementares, não suportaria tipos mais elaborados de representação.

Ao tratarmos de representação gráfica, é habitual que se faça referência como geometria descritiva aos diferentes sistemas de representação, entre os quais o diédrico, o cônico, o axonométrico e o cotado. Geometria descritiva, originalmente, é o sistema diédrico, somente. Entretanto, é inegável que em todos esses sistemas de representação, em contraponto à representação por desenho livre, encontramos um denominador comum, identificado como um grau de racionalidade, decorrente de um maior ou menor uso da geometria. Sobre esses sistemas de representação auxiliados pela geometria, o debate faz transposições que vão das matemáticas que apóiam os sistemas à atividade criadora que neles se apresenta, nas estratégias de sua utilização.

Contribuem com a delimitação original do sistema de representação diédrico reconhecido como geometria descritiva, as considerações de Cabezas (1997,p.167-168):

Por razões históricas, que tem que remontar a genial colocação de Gaspard Monge, o sistema diédrico ou de dupla projeção, que também se chamou de sistema de Monge, tem sido considerado de maior utilidade e com uma categoria científica superior a outros sistemas; por contraste, as conotações artísticas de caráter subjetivo que haviam marcado historicamente a perspectiva, lhe excluíram da posição superior que alcançou o sistema diédrico desde os primeiros momentos de sua formulação.

O próprio caráter de "metassistema" outorgado ao diédrico se justificava pela possibilidade de desenvolver, desde ele mesmo, a perspectiva como uma aplicação deste sistema de dupla projeção; deste modo não é infreqüente ler nos índices dos tratados de geometria descritiva uma parte que tenha por título 'aplicação a perspectiva'. (tradução nossa)⁴

⁴ "Por razones históricas, que hay que remontar a la genial aportación de Gaspard Monge, el sistema diédrico o de doble proyección, que también se ha dado en llamar sistema de Monge, se ha considerado de mayor utilidad y con una categoría científica superior a la de los otros sistemas; por contraste, las connotaciones artísticas de carácter subjetivo que habían marcado históricamente a la perspectiva, la marginaron del rango superior que alcanzó el sistema diédrico desde los primeros momentos de su formulación.

Na exigência de uma atitude crítica com o uso da ciência, delimitamos, como geometria descritiva, a teoria da representação exposta por Monge, ou seja, o sistema diédrico e suas aplicações. Assim, a precisão conceitual delimita o campo de estudo, evitando equívocos ou amplitude de interpretações que possam distorcer as idéias da representação mongeana que interessa a este trabalho.

Monge publicou as lições de geometria descritiva, após considerá-las como partes resolvidas de uma teoria da representação no final do século XVIII. A geometria descritiva em si pode ser considerada como algo estabilizado em seus conteúdos científicos, em especial depois da revisão crítica de toda geometria ao longo do século XIX. Com a geometria descritiva, tal como pode suceder hoje com qualquer disciplina praticamente concluída, a renovação parece possível por algumas vias principais de fatores externos a ela, destacados do mundo profissional ou mesmo dos planos de estudo. Hoje, é difícil não questionarmos a evidência de que o substrato teórico da geometria descritiva apresente alguma fissura na sua relação, em especial com a representação utilizando sistemas informatizados.

Quanto a essa questão, que acompanha o desenvolvimento deste estudo na aplicabilidade em que se encontra ainda a geometria descritiva como método de representação do espaço, convivendo com novas concepções de representação, Cardone (1999, p.9) comenta:

Gaspard Monge, é talvez o primeiro a ter plena consciência sobre o que elaborou o plano de formação do engenheiro contemporâneo, fundado sobre um harmônico e orgânico estudo dos modelos matemáticos e gráficos do espaço tridimensional. Nesta ótica vem à luz a geometria descritiva.

O prepotente difundir-se da informática – que gerou uma nova linguagem, tanto quanto fundamental para os técnicos – está impondo uma profunda atualização deste modelo de informação, sobrevivente quase dois séculos, com variações insignificantes como testemunho da sua eficácia e de seu alcance. (tradução nossa)⁵

El propio carácter de 'metasistema' otorgado al diédrico se justificaba por la posibilidad de plantearse, desde él mismo, la perspectiva como una aplicación del sistema de doble proyección; de este modo no es infrecuente leer os índices de los tratados de geometría descriptiva un apartado que lleve por título 'aplicación a la perspectiva'."

⁵ "Gaspard Monge è stato forse il primo ad averne piena consapevolezza, sulla quale elaborò il piano di formazione dell'ingegnere contemporaneo, fondato su un armonico e orgânico studio dei modelli matematici e di quelli grafici dello spazio tridimensionale. In quest' ottica vide la luce anche la geometria descrittiva.

Mesmo com todo desenvolvimento que a representação tem alcançado com os meios digitais, é inegável que fundamentos da representação mongeana que possibilitam representar o espaço em duas dimensões persistem no sistema informático através da capacidade deste sistema de receber e dar toda a informação que processa analiticamente em sua correspondente forma gráfica em duas dimensões. Nesse aspecto o sistema tradicional de representação da geometria descritiva e o sistema informático são análogos.

Borda (2001) afirma que, na representação gráfica do objeto arquitetônico, as bases conceituais e tecnológicas da geometria descritiva e dos sistemas da informática ora se superpõem, ora se distanciam. Na geometria descritiva, com o recurso da geometria das projeções, as imagens bidimensionais não só representam o objeto como se comportam como os elementos que o determinam. Nos sistemas de informática, recorrendo integralmente ao tratamento analítico, as imagens bidimensionais são resultados da maquete virtual construída em três dimensões. A geometria descritiva difere das técnicas de computação no controle gráfico do objeto. Na primeira o controle verifica-se a partir da imagem ao passo que nas segundas, o controle gráfico do objeto é feito a partir da informação tridimensional diretamente armazenada em dados analíticos.

O fato é que o advento da computação gráfica substituiu significativos paradigmas acerca das nossas formas de perceber e representar o mundo. Tratarmos, pedagogicamente, a computação gráfica como mais uma técnica separada e à parte das técnicas de representação tradicionais é aumentarmos a indesejada fragmentação do conhecimento. Precisamos integrar transdisciplinarmente e na justa medida todos estes processos, mesmo que isto nos exija significativos esforços no sentido de reavaliar e reaprender tudo o que sabemos sobre os métodos de representação/expressão da forma e do espaço. A computação gráfica e em especial as ferramentas CAD (Computer Aided Design) 3D podem se tornar grandes parceiros se encarados como software ‘resolvedores’ de

Il prepotente diffondersi dell'informatica – che ha generato un nuovo linguaggio, altrettanto fondamentale per i tecnici – sta imponendo un profondo aggiornamento di questo modello di formazione, sopravvissuto quasi due secoli, con varianti tutto sommato insignificanti, a testimonianza della sua efficacia e della sua lungimiranza.”

geometria descritiva e de sistemas de projeção mais eficazes e não apenas como meros recursos modernos de desenho eletrônico. (SOARES, 2006)

Contra a reserva inicial, que a representação digital implicava no desaparecimento do desenho manual e da maquete, foi entendido, depois, que a representação digital estabelece relações com o analógico. Ela não somente não compromete as práticas vinculadas ao projeto de desenho manual e maquete, como as potencializa ao permitir que aumentem sua capacidade e complexidade representativa. (PORTELLA, 2006)

Com os sistemas de representação manuais, entre os quais se inseria a representação mongeana, estávamos limitados às capacidades do olho e da mente de distorcerem a realidade através da imaginação, o que nos permitiu utilizar nossas capacidades imaginativas. Nos sistemas digitais parece que nossas capacidades imaginativas deixam de ser exercitadas, pela transferência que fazemos ao utilizar as capacidades da máquina para a representação. Nesse sentido, a prática da representação mongeana justifica um exercício adequado à formação da compreensão do espaço, na qual a representação é extensão do que é controlado mentalmente, ainda que essa formação seja associada às representações pelos sistemas digitais.

Na representação arquitetônica existem precedentes analógicos sobre o que se sustentam as experimentações digitais. Desde princípios do século XX, investigações em geometria e ciências naturais, assim como na arte, representam objetos formalmente complexos que se antecipavam em várias décadas ao desejado por arquitetos que, hoje, experimentam encontrar esses resultados com representações digitais. (EMMER, 2003 (no publicado) apud PORTELLA, 2006)

É notável que Gaspard Monge ao publicar *Géométrie descriptive* em 1799 tenha apresentado um trabalho coerente com a ciência do seu tempo. Nesta obra estabelecem-se leis de representação do espaço considerado infinito por colocar o observador no infinito, bem adequadas ao entendimento dominante pelos intelectuais no século XVIII, que se perguntava sobre as ciências do homem, considerando-o uma maravilhosa 'máquina pensante' capaz de conceber leis para o universo infinito. Tratamos de um período histórico em que se acreditava numa nova

era da humanidade, como reflexo da Revolução Industrial inglesa, quando técnicas milenares estavam sendo substituídas por novas mais eficientes e econômicas.

A condição de que a geometria descritiva representa o espaço afasta o observador da possibilidade de percebê-lo como real, concebendo o espaço como rigorosamente euclidiano e produzindo imagens ilusórias da realidade. Isso nos possibilita apresentar a geometria descritiva como uma linguagem matemática de representação do espaço. Ribnikov (1991) diz que a cada ano se amplia o campo de aplicação dos métodos matemáticos na ciência e na atividade prática do homem, e o progresso disso depende da possibilidade de abstração do objeto de estudo, da eleição do esquema lógico dos conceitos abstratos que mais ou menos refletem exatamente o conteúdo real dos processos e fenômenos considerados.

Monge desenvolveu seu trabalho numa abordagem plural na área da matemática. Sobre isso, Taton (1951) afirma que a riqueza do pensamento de Monge não se concentrou jamais num único setor da matemática, mas abarcou simultaneamente, os diversos aspectos de cada questão que ele estudou. Dessa maneira, necessariamente precisamos compreender no desenvolvimento deste trabalho sobre a geometria descritiva as interfaces que esta ciência mantém na complexidade dos estudos de Gaspard Monge.

Tratarmos a geometria descritiva como uma ciência autorizada pela sua tradição pode ser questionável quanto a referências feitas nos âmbitos das realidades culturais, tecnológicas, sociais, profissionais e de ensino. Nesse sentido, utilizamos a história da geometria descritiva na revisão crítica que busque a colocação desta ciência na sua verdadeira (re)contextualização e (re)significação.

Sabemos que a geometria descritiva é produto de uma época histórica particular que assumiu o papel de uma proposta utópica de transformação da realidade. Na sua sobrevivência aos tempos que lhe permite chegar ao início do terceiro século de existência, primeiro foi apresentada como expressão simbólica de algumas circunstâncias particulares e, mais tarde, consolidou-se num poder acadêmico comprometido ideologicamente com um determinado modelo de sociedade. (CABEZAS, 19???)

Estudarmos a geometria descritiva como sistema de representação do espaço arquitetônico necessariamente demanda a contextualização da sua

utilização como sistema de representação na prática arquitetônica. Dessa maneira, a amplitude do nosso estudo deverá entender a inserção da geometria descritiva como sistema de representação aplicado, desde o ensino da arquitetura até sua prática profissional.

A geometria descritiva apresenta-se como uma teoria, intimamente, estruturada com a arquitetura. Essa natureza dos vínculos entre esta teoria da representação que busca a exatidão⁶ e a prática arquitetônica é explicitada por Diego (2003, p. 33):

A idéia de conhecimento como representação exata, leva a entender que certas classes de representações, certas operações, são “básicas”, “privilegiadas” e “tem caráter de fundamento”, porém, o certo é que não podemos analisar elementos como básicos sem ter um conhecimento anterior de toda estrutura na qual estão esses elementos; por isso é impossível a noção de “representação exata”; a eleição dos elementos estará baseada na nossa compreensão da prática, em vez de que a prática esteja legitimada por uma “reconstrução racional” a partir dos elementos (tradução nossa).⁷

Nas buscas deste trabalho nos deslocamos na amplitude de uma problematização epistemológica envolvendo a teoria mongeana. Tais estudos encontram-se a descoberto, como revela Jantzen (2001, p.7), pois “muitos dos conteúdos que estão nos currículos de arquitetura têm mais de duzentos anos, como é o caso da Geometria Descritiva, por exemplo, enquanto o Desenho auxiliado por computador mal chega a uma década. A convivência dessas matérias num currículo, embora eu não vá tratar desse assunto aqui, tampouco é, no presente, objeto de um questionamento epistemológico [...]”.

Desenvolvemos a tese como uma discussão no âmbito epistemológico da teoria da representação do espaço, especificamente, no que diz respeito a uma pesquisa histórico-crítica, abordando a geometria descritiva sistematizada por

⁶ Monge apresenta, no programa de sua obra (1799, p.2), a geometria descritiva como uma ciência para representar com exatidão os objetos.

⁷ “La idea del conocimiento como representación exacta, lleva a entender que ciertas clases de representaciones, ciertas operaciones, son “básicas”, “privilegiadas” y “tienen carácter de fundamento”, pero lo cierto es que no podemos analizar elementos como básicos sin tener un conocimiento anterior de toda la estructura en la que están esos elementos; por eso es imposible la noción de “representación exacta”; la elección de los elementos estará basada en nuestra comprensión de la práctica, en vez de que la práctica esté legitimada por una “reconstrucción racional” a partir de los elementos.”

Monge no final do século XVIII. Este trabalho nos conduz necessariamente ao entendimento de outros sistemas de representação que mantenham vínculos com o sistema de representação de Monge como referenciais concordando com Diego (2003, p. 32): “Construir uma epistemologia é encontrar a máxima quantidade de terreno comum com os outros: a suposição de que se pode construir essa epistemologia é a suposição de que existe este terreno, e insinuar que não existe, parece que é colocar em perigo a racionalidade”. (tradução nossa)⁸

Seria oportuno nos perguntar se o desenho prospectivo e o desenho com projeções mongeanas têm duas gramáticas diferentes, ou se não será o caso de considerarmos o desenho no seu conjunto como um código com procedimentos de codificação particulares que mereceriam ser analisados profundamente. Neste segundo caso seria regulado por normas bastante vinculadas e, o que é mais importante, nunca estáveis mas que se vão formalizando em tempos sucessivos. (MASSIRONI, 1982)

Sabemos que, com a geometria descritiva, ciências e artes delimitaram-se em campos diferenciados do conhecimento, uma vez que sua concepção como ciência objetivava o raciocínio rigoroso. Entretanto, para que seja possível compreendermos a dimensão da teoria, faz-se necessário que se conheça o contexto em que foi concebida. Nesse sentido, sua aplicação como representação, que vem sendo utilizada desde a sua publicação por Monge, exige também uma compreensão global dos sistemas de representação com os quais esta teoria ainda convive para que seja entendido seu papel ao longo de sua duração.

Sobre revisões críticas acerca da geometria descritiva, Cabezas (19??) esclarece que as relações entre desenho técnico e transformações culturais das vanguardas do século passado não influenciaram os tratados tradicionais de geometria descritiva e que, nos últimos tempos, a necessidade de revisão da geometria descritiva pelos especialistas tem chegado a inovações limitadas a um caráter exclusivamente técnico.

⁸ “Construir una epistemología es encontrar la máxima cantidad de terreno común con otros: la suposición de que se puede construir esa epistemología es la suposición de que existe ese terreno, e insinuar que no existe, parece que es poner en peligro la racionalidad.”

Entretanto, a problemática não apontada acima por Cabezas localiza-se justamente no conteúdo dos próprios tratados tradicionais de geometria descritiva. Nessa abordagem, o problema se desdobra do ponto de vista da fidedignidade com a teoria original de Monge e da sua inserção no contexto de representação em arquitetura.

Em grande parte de trabalhos publicados sobre a representação mongeana encontra-se uma manualística e tratados interessados em expor a teoria desta representação. Contudo, há carência de estudos que perguntem e respondam à questão de como se contextualiza esse saber com outros da representação arquitetônica e em que bases se justificam sua sobrevivência. Nesta abordagem, inevitavelmente, devemos entender limites dos sucessivos sistemas de representação arquitetônica que coexistiram em paralelo à representação mongeana. Ainda conceitos de espaço associados à variável tempo nos paradigmas da representação contemporânea devem comparecer no estudo.

Ao tratarmos de uma manualística e de tratados que apresentam a geometria descritiva posteriormente à exposição de Monge, o problema amplia-se em torno da sistematização da representação arquitetônica a partir da teoria mongeana. Isto porque não se apresentam numerosos estudos que verifiquem a fidedignidade entre essas publicações e os objetivos de Monge na sua exposição original. Entretanto, os estudos de Gani (2004, p.11) examinam obras nesse sentido e revela divergências, concluindo: “pelo exposto, observamos que as publicações didáticas destinadas ao ensino da Geometria descritiva nas Artes e Engenharias⁹ procuraram minimizar o conteúdo teórico e se depararam com a dificuldade de representar aquilo que se desconhece. Para compensar tanta abstração, faziam considerações de ‘Geometria geral’ ”.

No contraste existente entre a geometria descritiva proposta por Monge e por outros autores subseqüentes, a origem do problema encontra-se não no simples conhecer o método de representação de Monge, mas sim na sua utilização.

⁹ A partir da *Géométrie descriptive*, publicada em 1799, a manualística e tratados posteriores sobre a teoria mongeana, de modo geral, são produzidos sem fazer menção específica ao seu uso para o ensino da arquitetura.

Conhecer o método não significa utilizá-lo sem interferências conceituais. Envolvendo essa questão encontramos a dicotomia teoria-prática ou, em outras palavras, se a representação mongeana a partir de sua publicação por Monge foi utilizada com ênfase teórica ou prática.

No entanto, constatamos que a Geometria descritiva seguiu, a partir da sua concepção, duas vertentes distintas de desenvolvimento, como ciência pura e como ciência aplicada. A primeira foi praticada por matemáticos e gerou grandes aquisições, entre as quais a Geometria projetiva. [...] A segunda, direcionada para a aplicação nas Artes e Engenharias, tendeu para a sistematização do método, separando-o da teoria matemática.

[...] a evolução do texto da disciplina, desencadeada por esta última vertente, contribuiu para tornar pouco útil o seu ensinamento. Embora pareça contraditório, a ênfase dada à utilização do método, com objetivos estritamente práticos, culminou em uma total abstração da ciência. (GANI, 2004, p.9)

Avançando na problemática decorrente das publicações de geometria descritiva posteriores à publicação mongeana, Gani (2004, p.12) diz que:

[...] esta ciência – que tem como objetivos imediato resolver sinteticamente os problemas da Geometria do espaço, representar essa solução em uma superfície de duas dimensões e deduzir, a partir daí, a forma e posição de tudo que puder ser inferido das posições relativas dos elementos–perdeu a sua motivação primordial.

[...] não é difícil concluir que, ao invés de servir para resolver os problemas do espaço tridimensional, a Geometria descritiva passou a ser, ela própria, um grande problema. E por mais incrível que possa parecer, um problema essencialmente plano.

Diante do que foi exposto, não se mostra prematuro sugerirmos um estudo da geometria descritiva na formação da representação arquitetônica baseado na exposição original de Monge que, como referimos, tem como objetivo resolver os problemas da geometria do espaço. Abrimos então lacuna para estabelecer entendimentos sobre vínculos existentes entre as formas analítica e a sintética de tratar o espaço tridimensional específicas dessa ciência matemática. Sendo assim, envolvemos o nosso estudo no problema de delinear contornos de uma matriz disciplinar para o projeto arquitetônico, o que, segundo Oliveira (1992), implica esclarecer sobre a natureza dos operadores que definem relações analógicas entre objetos e suas condições de transposição a novos objetos que antes não existiam, através de um processo de abstração na ação projetual.

O problema está em colocarmos em discussão as lições da geometria descritiva na exposição feita pelo próprio Monge, que busca dar métodos de

representar o espaço de três dimensões em duas dimensões e, a partir disso, reconhecê-lo descrevendo com exatidão suas formas e deduzindo todas as verdades resultantes de suas formas e posições respectivas. Também, pretendemos nessa discussão estabelecer implicações dessa teoria na representação arquitetônica desde a sua publicação até a atualidade. Tratamos de acompanhar com cunho epistemológico cada uma de suas lições expressas na *Géométrie descriptive* de 1799.

2 JUSTIFICATIVA

Desde o final do século XVIII, com a geometria descritiva de Gaspard Monge, viabilizou-se a descrição e análise da realidade objetiva através da abstração o que é diferente de fornecer uma imagem semelhante da realidade concreta. Historicamente, esta teoria aparece atrelada ao pensamento mecanicista, que procurava conjugar a observação sistemática da realidade com hipóteses geométrico-matemáticas.

Num trabalho de arqueologia cultural que trate das fases de representação científica do espaço, torna-se possível entender que a geometria descritiva aparece depois de um longo percurso em que a representação apoiava-se no reconhecimento dos objetos existentes, quando a geometria intervinha de maneira marginal nas elaborações gráficas. Na teoria da representação de Monge o objeto real a ser representado é dispensável no momento de sua representação baseada no pensamento geométrico. Segundo Massironi (1982), o pensamento geométrico formula os seus problemas alcançando a solução com 'jogos de imaginação'.

A geometria descritiva apresenta-se como uma teoria adequada e utilizada para a representação nos projetos de arquitetura, não necessitando do contato direto com o objeto para sua representação e, conforme Monge (1799), visando ao conhecimento dos objetos que exigem exatidão.

Sobre o desenho como suporte na reflexão projetual, na explicação de Massironi (1982, p. 10):

A nova técnica de transferir para o papel mediante o desenho, as l abeis evolu oes de uma reflexão puramente mental, constitui um salto [...].

Tinham-se projetado para o exterior, com utensílios vários, diversas próteses do corpo humano, mas não tínhamos próteses cerebrais capazes de realizarem a nossa capacidade de projetar. As coordenadas cartesianas e a geometria analítica, primeiro, as projeções ortogonais com a abstração do ponto no infinito, depois, tornaram-se a lógica conseqüência deste conhecimento baseado num suporte que é mais geométrico figurativo do que matemático ou verbal.

Nesse sentido, confirmamos a relevância da geometria descritiva como teoria da representação em arquitetura, sem excluí-la do âmbito matemático de representação do espaço, como preconizava Monge buscando a exatidão dos objetos. Vasconcelos (1997) diz que o método bi-projetivo mongeano é o sistema de representação mais utilizado para embasar desenhos de arquitetura e de outras áreas como a engenharia, artes plásticas, desenho industrial e desenho mecânico, entre outros.

No conceito de projeto de Oliveira (1991, p.4), justifica-se o possível enlace entre geometria descritiva e projeto: “[...] o ato de projetar estabelece uma ligação dinâmica entre esquemas operativos de abstração e concretização de imagens, amplamente interdependentes como partes do mesmo evento”.

A abstração e a concretização de imagens possibilitadas pela geometria descritiva constituem-se em operadores da atividade projetual centrada na imitação e na invenção no campo conceitual do pensamento arquitetônico. O projeto - entendido como uma atividade que se apóia na imitação – é uma idéia ampla que vem sendo exposta a partir da noção de mimesis, introduzida por Aristóteles. Ganha corpo na formação do pensamento arquitetônico com o primeiro grande tratado de arquitetura – De reaedificatoria –, publicado por Alberti, no século XV¹⁰. Este é, na sua teoria clássica da imitação, retomado por Quatremère de Quincy, no século XIX. A concepção natural que via na mimeses a emulação da natureza é ultrapassada por Quincy, que a define como um processo de abstração, remetendo o problema para um quadro epistemológico que se mantém ainda hoje em plena validade (OLIVEIRA, 2001).

¹⁰ “O tratado de arquitetura, do gênero criado por Alberti, será definido [...] [4] Tem por objeto um método de concepção, a elaboração de princípios universais e de regras generativas que permitam a criação, não a transmissão de preceitos ou receitas.” (CHOAY, 1980, p.16)

Uma vez estabelecida a aplicação da geometria descritiva na atividade projetual, salientamos a importância do estudo da geometria descritiva como transmissão de saber, um saber que se aplica. No ensino de arquitetura institucionalizado, seu estudo aparece de forma geral como disciplina dos primeiros semestres, servindo de alicerce para o resto da formação. Cabe perguntar, diante da sobrevivência da geometria descritiva por mais de duzentos anos como suporte de representação para a arquitetura: Quantos métodos mais podem ter existido, ou existem ou poderão existir? Este estudo não tem a pretensão de responder a essa pergunta, porém, com base do que foi exposto sobre a geometria descritiva em interface com o projeto arquitetônico, num campo de aplicação de um saber que permeia a prática arquitetônica desde o início da formação acadêmica, delineamos o interesse em abordar nesta investigação uma reflexão epistemológica sobre a geometria descritiva.

“Seremos epistemológicos onde compreendemos o que está ocorrendo, porém queremos codificar-lo para ampliar-lo, ou buscar-lhe uma base [...]. Em nosso caso se pode ser epistemológico para falar de Geometria Descritiva [...]” DIEGO (2003, p.31, tradução nossa)¹¹ Neste sentido, o estudo nos foi motivado pela supervisão cultural que deve revisar a inserção da geometria descritiva na representação em arquitetura.

As discussões advindas desta reflexão devem afastar as possibilidades desta teoria continuar a ser utilizada como um instrumento dócil¹², do qual todos podem se servir, sem um maior amadurecimento das implicações representativas que a diferenciam de outros métodos de representação. Desmontarmos o mecanismo do método de representação mongeano mostra-se pertinente na compreensão dos sistemas de representação em arquitetura.

¹¹ “Seremos epistemológicos donde comprendamos lo que está ocurriendo, pero queramos codificarlo para ampliarlo, o buscarle una base [...]. En nuestro caso se puede ser epistemológico para hablar de Geometría Descritiva [...]”

¹² No sentido que Gani (2004,p.7) problematiza a desvalorização sofrida pela geometria descritiva no ensino, dizendo que “partimos da suposição de que o conceito peculiar à Geometria descritiva perdeu-se entre as diferentes aplicações do método, separando, literalmente, os fundamentos dos seus respectivos produtos.”

Escolher um sistema de representação para a arquitetura envolve critérios diversos balizados no tipo de problema representativo que se quer solucionar. Por essa razão, "além da coerência e plena madurez da geometria descritiva, haverão de voltar a considerar-se outros argumentos de funcionalidade prática e estética dos sistemas, assim como o equilíbrio entre a precisão gráfica e a precisão matemática, chaves sobre as que voltaremos e que manifestam as diferenças substantivas entre cada um dos sistemas" (CABEZAS, 1997,p. 160). (tradução nossa)¹³

Corona Martinez (2000) destaca a relevância da relação entre representação e arquitetura, o que justifica os objetivos deste trabalho. Afirma que arquitetura e representação estão muito mais ligadas do que arquitetura e construção e ainda mais ligadas que arquitetura e uso da arquitetura. Assim, o projeto mantém vínculos com uma tradição geométrica muito mais antiga que a precisão da geometria descritiva. Entretanto, Martínez ainda adverte que a representação tem variadas virtudes, mas entre elas não está a neutralidade, a inocência.

Cada arquitetura traz as marcas dos meios pelo que foi projetada, isto é, do sistema de representação utilizado. Como exemplo, a perspectiva do Renascimento possibilitou controlar com exatidão aspectos internos dos espaços, implicando na solução de interiores como perspectivas com ponto de vista central. Mais tarde, com a geometria descritiva, a grelha mongeana de origem cartesiana implica na substituição das proporções utilizadas no Renascimento pela repetição da unidade métrica introduzida à arquitetura. Esses entre tantos outros exemplos. "Cada concepção arquitetônica possível, [...] será prisioneira da linguagem dos meios que a formulamos; essa prisão não é o próprio meio – a arquitetura, o espaço -, mas sua representação" sintetiza Martínez (2000).

A representação gráfica como instrumento de definição e comunicação do pensamento, meio de análise da realidade visível e invisível, linguagem privilegiada para a expressão técnica, vive um novo e fecundo momento. Nesse âmbito, a teoria

¹³ "Más allá de la coherencia y plena madurez científica de la geometría descriptiva, han de volver a considerarse otros argumentos de funcionalidad práctica y estética de los sistemas, así como el equilibrio entre la precisión gráfica y la precisión matemática, claves sobre las que volveremos y que manifiestan las diferencias substantivas entre cada uno de los sistemas."

de representação mongeana, fundada sobre um harmônico e orgânico estudo do modelo matemático e gráfico do espaço tridimensional, está passando por uma profunda atualização com a difusão da informática. Desse modo, “[...] a geometria descritiva está finalmente reconduzida a sua correta dimensão de disciplina fundamental para a definição do modelo geométrico do espaço, que é a base de qualquer modelo gráfico descritivo” (CARDONE, 1999, p. 9, tradução nossa)¹⁴

Antes ainda, Massironi (1982), afirmava que o desenvolvimento da informática representa outra razão para a importância em compreender e clarificar a função do desenho, se considerarmos que grande parte das informações vem a ser elaborada e transmitida de forma gráfica no contexto da arquitetura.

A relação entre geometria descritiva e representação arquitetônica constitui-se num tema relevante na atualidade se considerarmos que seu uso se dá há mais de duzentos anos sem maiores críticas. No momento em que a representação é incrementada pelo uso da geração de imagens no computador, é de extrema pertinência discutirmos a sobrevida dessa representação. Sobre isso Medeiros (2002, p.170) comenta que “o ensino clássico do desenho já não goza mais do prestígio de antes, porém, o desenvolvimento do pensamento visual é indispensável para as interações cada vez mais presentes com imagens computadorizadas e animações”.

As técnicas gráficas computacionais são consideradas como chave para tecnologia e novas tendências liberadas pela cultura informática. Trata-se de um momento de se presenciar um caminho novo e radical para o pensamento, a ação e o trabalho. Essas técnicas requerem constantemente um grau de abstração e aplicação de um aprendizado elementar de geometria e desenho como requisito de primeira ordem. Se antes da era da informática passava incólume pela escola aquele que não sabia desenhar ou que não dominava um conhecimento regular sobre formas e geometria, nessa atual era estes saberes são exigências determinantes para que o ‘usuário’ passe a pertencer à grande rede. (KOPKE, 2006)

¹⁴ “(...) la geometria descrittiva è stata finalmente ricondotta alla sua corretta dimensione di disciplina fondamentale per la definizione dei modelli geometrici dello spazio, che sono alla base di qualsiasi modello grafico descrittivo.”

A concepção de representação do espaço de Gaspard Monge conseguiu resistir no contexto do saber arquitetônico, mesmo nos períodos em que foram aparecendo outros tipos de representação espacial na arquitetura. Um exemplo dessa situação é reconhecido por Monedero (1996, p. 109, tradução nossa) que explica:

Um desenho cubista é uma técnica de representação na qual intervém a memória e o movimento. Fechar um olho e desenhar a imagem que vê o olho aberto imóvel, como se fosse uma imagem plana é outra técnica de representação. Ambas podem colocar-se, até certo ponto, em relação com sistemas, os sistemas de projeção ortogonal e cônico, respectivamente, que abarca a geometria descritiva.¹⁵

Nessa permanência da geometria descritiva como sistema de representação na arquitetura, interessa verificarmos onde ocorreram fissuras e quais são suas implicações em relação à exposição desta teoria por Monge. Isso se justifica, uma vez que buscamos nesta pesquisa compreender a teoria mongeana na sistematização da representação na arquitetura e possíveis desvios encontrados na teoria original de Monge, conforme foi apontado na problemática deste estudo, que podem ter contribuído com distorções na sua aplicabilidade no campo do saber arquitetônico.

Estudos a respeito da teoria mongeana de representação do espaço, de forma geral, limitam-se à sua aplicação, sem análise crítica. Assim, justificamos este trabalho por buscar suprir uma lacuna no estudo desta teoria que, como foi exposto, é fundamental para a descrição do modelo geométrico do espaço servindo de matriz operativa na atividade projetual e que está passando por atualizações com utilização das ferramentas da informática.

3 HIPÓTESE

Os arquitetos esquecem que a geometria descritiva tem bases matemáticas e a interpretam somente como desenho. Apesar de todas as críticas, a geometria

¹⁵ “Um dibujo cubista és uma técnica de representación em la que intervienen la memoria y el movimiento. Cerrar um ojo y dibujar la imagen que el abierto ojo inmóvil, como si fuera una imagen plana es otra técnica de representación. Ambas podem poner-se, hasta cierto punto, em relación com sistemas, los sistemas de proyección ortogonal y cônico, respectivamente, que abarca la geometría descriptiva.”

descritiva consegue abarcar várias representações espaciais e se manter como método de representação potente na arquitetura até os dias atuais. Temos por hipótese que este fato verifica-se por ela apresentar suas bases de representação na área da matemática.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Desconstruir a teoria da representação e compreensão do espaço proposta pela geometria descritiva de Gaspard Monge no século XVIII, verificando suas implicações até a atualidade, especificamente, no campo da arquitetura.

4.2 Objetivos Específicos

Busco as devidas contribuições para alcançar o objetivo geral desta proposta de estudo através dos objetivos específicos, que são:

1 Decompor e analisar a teoria de Gaspard Monge, buscando os fundamentos nos seus conceitos básicos no que interessa a arquitetura.

2 Compreender o processo de construção e reelaboração de conhecimentos a partir da geometria descritiva apresentada em tratados, estudos e publicações dedicados à arquitetura.

3 Investigar as diferentes possibilidades de estabelecer vínculos entre a geometria descritiva com a matemática, com a filosofia e com outras áreas no que interessa a arquitetura.

4 Entender o papel da geometria descritiva na arquitetura diante de regras de construção e leitura da representação do espaço decorrentes de diferentes momentos culturais.

5 Estabelecer relações entre a geometria descritiva e outros sistemas de representação, como, a axonometria, as projeções cotadas e a perspectiva na arquitetura.

6 Compreender relações entre geometria descritiva e tecnologias de produção de imagens gráficas e visuais na arquitetura.

5 METODOLOGIA

O processo de investigação científica implica dedicação sistemática e reflexão crítica, com vistas a descobrir os aspectos ocultos da realidade. Isso permite ao pesquisador não perder de vista a historicidade do objeto e sua conseqüente (re)contextualização que, certamente, possibilita sua (re)significação.

Neste estudo, buscamos a possibilidade de reflexão acerca da teoria da representação e compreensão do espaço proposta por Gaspard Monge no século XVIII, em sua geometria descritiva, bem como a verificação das implicações desta teoria na formação do arquiteto até a atualidade, através do estudo minucioso de sua obra *Géométrie descriptive*.

Essa investigação parte da certeza de que o conhecimento se forma de uma maneira complexa e a teoria de representação mongeana é conseqüência de uma trama em que se inter-relacionam muitos fatores. Embora pareça a princípio que a sistematização de uma teoria da representação determina de maneira direta como será representada a realidade, sabemos muito bem que a realidade por sua vez modifica o sistema de representação pelo qual esta vai ser representada. É certo, por um lado, que um sistema de representação está condicionado pelas crenças e valores da época em que foi criado, não é algo puramente utilitário. É uma concepção de mundo, considerando-se que, na concepção de um sistema científico aparentemente objetivo são inúmeras e determinantes as questões transcientíficas que lhe dão origem e que são de vários âmbitos: político, religioso, econômico ou mesmo social. Por outro lado, o autor do sistema também impõe suas condições: quer concretizar sua experiência e generalizar sua razão.

Assim, sem negar a profundidade que pode abarcar um conhecimento, podemos afirmar que o sistema de representação mongeano dá conta da realidade que representa parcial e ocultamente. Representa a realidade fragmentada com características que foram eleitas na própria configuração do sistema. Oculta a

realidade que não foi depurada pelo estabelecimento do próprio sistema, isto é, define os limites desse sistema de representação.

Ainda tendo em conta que certas especificidades do sistema de representação mongeano são devidas ao interesse que sobre Monge exerceram determinados conhecimentos, mais por adequação às inquietudes da sua época do que por apresentar a realidade, reconhecemos que a geometria descritiva condicionou de maneira irreversível o desenvolvimento da técnica e a criação da linguagem.

Ao longo desta investigação, a consideração de todas estas questões resulta complexo acompanharmos a linearidade do discurso de Monge. Entretanto, realizamos a desconstrução da *Géométrie descriptive* acompanhando a exposição da obra desde o conteúdo da capa até a sua última página. Consideramos na desestruturação da obra seus textos, desenhos e apresentação, dos quais devem ser destacadas partes a serem estudadas.

A compreensão da obra necessita ser fiel àquilo que o texto expressa, entretanto a sua interpretação, entre os limites de não ser determinada e de não ser livre, apresenta-se guiada pelo próprio texto. Neste estudo as buscas visam à desconstrução do texto, o que implica, necessariamente, sabermos como se encontra construído. Cada intervenção da desconstrução tem um carácter irredutivelmente singular, vinculada como ela mesma à conjuntura do texto. A desconstrução não é um método em si nem o tem, mas, antes, é um acontecimento histórico, defende Derrida (2001). A leitura por si só já implica uma desconstrução desvelando camadas do texto, o que significa, na verdade, compreender determinadas estruturas e reconstruí-las sob uma nova interpretação, nesse sentido é o pensamento do pensamento da obra. Desconstruirmos o texto de Monge trata de fazermos uma interpretação que abre espaço para algo novo, uma compreensão distante dos conceitos cartesianos com os quais foi produzido, constituindo-se numa verdadeira imersão na obra.

Gruszynski (2000, p. 78) explica que

a desconstrução não pretende ser um método de aplicação sistemática, nem uma forma de análise crítica a decompor o todo, nem um anti-sistema de destruição. A desconstrução é antes de tudo um acontecimento. A cada ocorrência, mantém-se singular. Ao desfazer e reconstruir um objeto (tradição cultural, filosófica, literária, científica...),

adota um caminho específico tomando elementos marginais, traços esquecidos, dados estranhos ou marcas heterogêneas que permitam desconstruir as constrações cristalizadas de pensamento e poder.

Neste trabalho a desconstrução do texto de Monge remete às dobras de Deleuze. As teorias das dobras de Deleuze e da desconstrução de Derrida aproximam-se e estabelecem vínculos mútuos. Deleuze (1991) explica que as “dobras” são como um labirinto que se dobra de muitas vezes e de maneiras diferentes como uma folha de papel, sem que o corpo se dissolva em pontos. Na filosofia de Deleuze o objetivo principal é a redescoberta do sensível e temporal como uma crítica ao mecanicismo cartesiano.

“Se poderia dizer que uma [...] crítica ou uma desconstrução da representação resultaria, débil, vã e sem pertinência se levasse a algum tipo de reabilitação da imediatez, da simplicidade originária, da presença sem repetição nem delegação, sem induzir-se a uma crítica da objetividade calculável, da ciência, da técnica ou da representação política”. (Derrida, 1999, p.95, tradução nossa)¹⁶ Portanto, argumentarmos sobre uma teoria da representação expressa num texto, torná-la transparente, caracteriza uma tese.

Desenvolvermos uma trama de possibilidades de aproximação da teoria de representação exposta por Monge com a arquitetura, tecendo um pano antes ainda não exposto em cena, igualmente, sustenta uma tese. Nesta tese sinalizamos uma trajetória sobre a teoria da representação mongeana, visualizando seus limites, ao mesmo tempo em que estabelecemos as bordas de outras representações. Nesse sentido, marcamos um percurso e indicamos o ponto inicial de próximos, representando um convite a novas investigações.

¹⁶ “Se podría decir [...] que una crítica o una desconstrucción de la representación resultaría débil, vana y sin pertinencia si levasse a algún tipo de rehabilitación de la imediatez, de la simplicidad originaria, de la presencia sin repetición ni delegación, si indujese a una crítica de la objetividad calculable, de la ciencia, de la técnica o de la representación política.”

6 ESTRUTURA DA TESE

Na introdução da tese apresentamos a temática do estudo seguida da problematização, da justificativa e da relevância, que envolvem o estudo. Cumprimos também os requisitos de uma tese ao lançarmos as hipóteses e enumerarmos os objetivos a serem alcançados. Na justificativa evidenciamos a originalidade do trabalho desconstrutivo a partir de uma teoria da representação que é utilizada há mais de duzentos anos sem questionamentos epistemológicos próximos ao expostos neste trabalho. Ainda, a metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho e a estrutura geral do texto que compõe a tese fazem parte da introdução.

A revisão bibliográfica apresentamos de maneira diluída nos capítulos da tese, buscando contextualizar a revisão teórica ou estado atual da arte, como preferem alguns autores, de acordo com a pertinência e requisição dos temas abordados nos capítulos.

Apresentamos a tese em duas partes:

Parte I – DESVELANDO A REPRESENTAÇÃO ARQUITETÔNICA

Parte II – DESCONSTRUINDO A REPRESENTAÇÃO MONGEANA

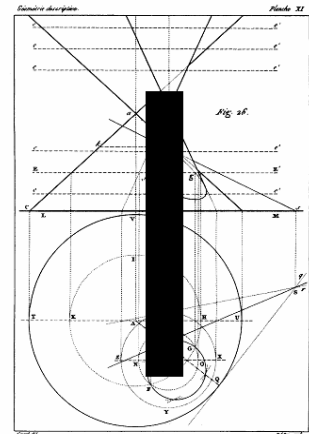
Na primeira parte, em síntese, descortinamos a visão para os pontos centrais enunciados no título desta tese: representação arquitetônica e teoria mongeana. Compõem esta primeira parte dois capítulos principais. No primeiro capítulo, “Contornando conceitos e história da representação na arquitetura”, tratamos das questões conceitual e histórica da representação na arquitetura nos limites que interessam como fundamentação para esta tese. No segundo capítulo, “Pontuando a representação mongeana”, apresentamos a obra *Géométrie descriptive* de Gaspard Monge, de 1799, quanto a seus antecedentes históricos e sua repercussão através de traduções em diferentes países. Com o segundo capítulo buscamos inserir a teoria mongeana no contexto da representação em arquitetura.

Dedicamos a segunda parte, à deconstrução da obra *Géométrie descriptive*. Nessa parte revelamos os pensamentos de seu autor e sobre esses, reconstruímos

outros para, a partir de enlaçados, alcançarmos os objetivos desta tese. Organizamos a segunda parte em dois capítulos. No capítulo um, com o título “Descobrimos a teoria mongeana”, discutimos a parte inicial da obra de Monge, o conteúdo da capa e o que se encontra exposto na advertência e no programa desta obra. Neste capítulo damos enfoque à exposição da teoria mongeana, estabelecendo relações com o corpo social e com o corpo político. No capítulo dois, “Replicado a teoria mongeana”, entramos em discussão sobre os cinco capítulos principais da obra de Monge, os quais compõem o corpo teórico da geometria descritiva, segundo este autor. Nesse debate, apresentamos pontos, retas e planos, em dupla projeção, num *diédrico cenário*, esclarecendo-se sobre a representação, com exatidão, na construção do espaço arquitetônico, e sobre a dedução das verdades das formas e suas posições respectivas.

Com as conclusões sintetizamos aspectos abordados sobre a teoria da representação de Monge e validamos ou não as hipóteses levantadas, destacando questões relevantes desenvolvidas no decorrer dos capítulos da tese.

PARTE



DESVELANDO A REPRESENTAÇÃO ARQUITETÔNICA

A premissa transcendental de qualquer ciência da cultura reside, não no fato de considerarmos valiosa uma “cultura” determinada ou qualquer, mas sim, nas circunstâncias de sermos homens de cultura dotados da capacidade e da vontade de assumirmos uma posição consciente face ao mundo, e de lhe conferirmos um sentido.

(WEBER, 1986, p.97)

Representação no contexto da arquitetura já se tornou uma expressão inflacionada, quer seja pela sua desvalorização por excesso de uso, quer seja por ser operada de modo instrumental sem entrar no mérito de sua estrutura constitutiva intervindo no saber arquitetônico.

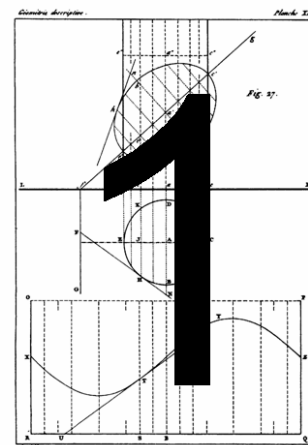
Consideramos a representação na arquitetura mantendo imbricados vínculos com o propor idéias em arquitetura. Desta observação entendemos que não deve ser considerada como uma expressão inflacionada e sim, devemos desvelar a visão sobre a representação arquitetônica ocupando-nos em analisar e examinar exaustivamente a questão da representação na arquitetura através de um olhar crítico que a coloque na sua devida importância no saber arquitetônico.

Primeiro abordamos o próprio termo representação, delineando contornos nítidos, o que nos leva a estabelecer limites na abrangência que este estudo virá abarcar. Em um segundo momento, investigamos sobre a representação na arquitetura vasculhando as alterações que sofreu em diferentes contextos históricos, para que com o pluralismo de possibilidades com que se apresenta na arquitetura seja possível pontuar a representação mongeana, identificando sua estrutura particular e suas relações com outros sistemas de representação. Tratamos de, no conjunto das representações, estabelecer diferenças e aproximações que estas mantêm entre si, identificando a representação mongeana neste contexto. Isso interessa a este trabalho para que na sua segunda parte seja feita com fundamentação a desconstrução das lições de representação de Monge.

Relativamente ao que apresentamos nesta parte, três anexos no final deste trabalho contribuem como uma espécie de índice. Um expõe em ordem cronológica e resumida antecedentes históricos à representação mongeana acompanhada de referência a seus principais nomes. Outro apresenta capas de obras consultadas para esta pesquisa sobre as quais comentamos no desenvolvimento desta investigação. O terceiro também em ordem cronológica descreve a trajetória das publicações sobre representação mongeana, no que diz respeito a primeiras traduções e primeiras obras a partir da publicação de *Géométrie Descriptive* de 1799 e escritos anteriores que compõe a obra.

Ao intitularmos esta parte o termo desvelar nos pareceu oportuno, pela tradução literal do termo, mas antes, pela conotação que mantêm com o velo da perspectiva. (Des)velar nos remete a entender representação vinculada ao projeto desde as suas origens na perspectiva até incluir na seqüência a representação mongeana como sistema de representação na arquitetura.

CAPÍTULO



CONTORNANDO CONCEITOS E HISTÓRIA DA REPRESENTAÇÃO EM ARQUITETURA

“O que é arquitetura? Defini-la-ei, do mesmo modo que fez Vitruvius como a arte de edificar? Não. Há nessa definição um grosseiro erro. Vitruvius toma o efeito pela causa. É preciso conceber para efetuar. Nossos primeiros pais só construíram suas cabanas após ter concebido sua imagem. Essa produção do espírito, essa criação, é o que constitui a arquitetura, a qual, em consequência, podemos definir como a arte de produzir e levar a perfeição qualquer edifício.”

Boullée

Tratarmos sobre o conceito de representação arquitetônica, para circunscrevê-lo com contorno nítido no sentido que será usado nesta pesquisa, requer que sejam abordadas delimitações e críticas sobre suas interpretações. Nesse sentido cabe fazer um inventário sobre o conceito de representação e neste fazer os recortes etimológicos e epistemológicos. Ao inventariar a diversidade de interpretações para o conceito de representação, centramos as buscas em dicionários, arquitetos e filósofos que escrevem sobre representação. Entre esses autores destacam-se Cabezas, Cattani, Díaz, Ferro, Foucault, Fuão, Oliveira, Jantzen, Sáenz e Monedero.

Ainda sobre o conceito de representação tratamos de aprofundar o seu entendimento escrevendo sobre representação descritiva, por necessidade específica deste trabalho de um posicionamento sobre as explicações de Monge, que apresentou suas lições de representação como uma ciência descritiva.

Uma vez contornado o conceito de representação em arquitetura é possível delinear uma história da representação em arquitetura, em que o interesse não está centrado em estabelecer uma cronologia e sim entender a inter-relação entre os diversos sistemas de representação. Nesta compreensão, evidenciamos as relações que a geometria descritiva, foco deste estudo, mantém com outras ciências de representação do espaço como suporte científico capaz de codificar, buscando um controle formal no sentido geométrico e métrico. Para esta abordagem histórica da representação em arquitetura pesquisamos autores de áreas diversas. Destacamos os da arquitetura e da matemática: da arquitetura, Borda, Brandão, Fuão, García, Jantzen, Oliveira, Pevsner, Katinsky e Reig; e da matemática, Migliari, Taton e Ribnikov, entre outros. Contribuíram também para delinear essa história da representação autores de diversos tratados de estereotomia e de arquitetura.

1.1 DELIMITAÇÕES CONCEITUAIS SOBRE REPRESENTAÇÃO ARQUITETÔNICA

Conforme um estabelecimento etimológico, a palavra representação significa re-apresentar, ou seja, novamente apresentar ou ainda re-presenciar, com sentido de realizar nova presença. A noção de representação implica que algo ou alguém está em lugar de outro, trazendo a idéia de que em algum momento já houve uma presença, uma existência. Na representação está em jogo uma duplicidade. Conforme Reyes (2004, p. 390): “a representação é um duplo que se apresenta só e que, mesmo assim, não existe sem a referência ao outro. No entanto, referência ao outro não significa similitude ou verossimilhança.”

Sobre esta duplicidade presente na representação, que a distingue de apresentação, Santaella (1998, p. 20) explica que “‘apresentação’ é utilizada tendencialmente para a presença direta de um conteúdo na mente, enquanto

‘representação’ é reservada para casos de consciência de um conteúdo, nos quais um momento de reação, reprodução e duplicação está em jogo.”

O termo ‘representação’, conforme (MORA, 1994), ainda é usado como vocábulo geral que pode referir-se a diversos tipos de apreensão intencional de um objeto e, epistemologicamente pode ser entendido em dois sentidos básicos: como conteúdo mental, trata-se de um ato e no mais das vezes lhe é dado um sentido ‘subjetivo’ e ‘privado; e como aquilo que se representa no ato de representar, isto é, como o objeto intencional de semelhante ato.

Esta distinção, ainda segundo Mora (1994), parece ter-se perdido na época moderna, embora autores como Descartes tenham deixado vestígios de seu uso enquanto Kant recolocou os problemas epistemológicos de representação utilizando o termo *vorstellung*. Essa colocação por Kant apresenta-se ambigualmente. Por um lado parecia tratar de atos de experiência, de caráter mental e por outro de certas estruturas. Outra palavra alemã que se traduz por representação, *darstellung*, que não tem sentido psicológico, parece mais adequada para expressar o que Kant queria dizer com representação. Então, a representação *vorstellung* é subjetiva e mental enquanto *darstellung* é objetiva e formal.

Nesses dois sentidos que segundo Mora (1994) pode ser usada a palavra representação, para a arquitetura consideramos o segundo adequado ao pensamento de Oliveira (1992) que diz: representação, na arquitetura, entende-se no sentido de tornar visível através de desenho ou modelo tridimensional, uma imagem concebida mentalmente. O termo representação é utilizado com mais flexibilidade do que desenho na arquitetura, pois abarca o termo desenho e estende-se a outras possibilidades técnicas como, por exemplo, às imagens virtuais, à fotografia ou mesmo as tradicionais maquetes.

Ao projetar, o arquiteto inventa o objeto no ato mesmo de representá-lo, isto é, desenha cada vez com maior precisão um objeto inexistente. O projeto trata da invenção de um objeto por meio de outro que o precede no tempo, traduzido em um código de instruções. Portanto, um processo de projeto tem como resultado um conjunto de especificações e representações que permite construir o objeto representado, variando no meio em que se encontra, condicionado por dois fatos: necessidade da compreensão da sua linguagem e complexidade do objeto

projetado. Como linguagem desde o século XVIII é utilizada a projeção ortogonal, em planta, corte e fachada, conhecidas desde a Antiguidade e sistematizadas na geometria descritiva. Quanto à complexidade do objeto projetado, o seu maior ou menor grau de novidade em relação a outros objetos existentes determina as exigências de sua representação. (MARTÍNEZ, 2000)

A interpretação dada ao termo representação na prática e ensino de arquitetura muitas vezes o enfoca do ponto de vista instrumental, com uma significação puramente mecânica que não leva em consideração o desenvolvimento do projeto integrado de forma conceitual às suas possibilidades representativas. Porém, a questão da representação deve ter uma significação mais ampla no campo da arquitetura, entendida como algo que potencializa o projeto arquitetônico. Oliveira (2000, p. 50) estabelece exigências da atividade de projeto no que abarca a representação:

O sujeito que projeta o real em um novo mundo, constituído em um impulso inventivo, não apenas representa figuras como, e principalmente, opera com figuras, decompondo-as e recompondo-as sucessivamente em novos e mais complexos patamares de organização formal dos tipos (ou classes figurais) correspondentes.

Sinteticamente podemos dizer que a representação serve para o controle do pensamento do arquiteto no desenvolvimento do projeto arquitetônico. Sáenz (1996, p.178) afirma que

[...] o desenho arquitetônico é sempre uma simulação, uma figura reductiva e sintética a nível de pensamento que analisa os dados do projeto. Simulação que, em seu aspecto semiológico, se fundamenta na utilização analógica e inespecífica, no convencional, da linguagem gráfica nos momentos de ideação, e em seu uso codificado, como comunicação rígida baseada no valor de sinal das convenções gráficas, nos desenhos de descrição arquitetônica. (tradução nossa)¹⁷

Sem negarmos o valor da representação arquitetônica para a própria arquitetura, o que necessariamente nos levaria a negar a relevância desta investigação, é preciso reconhecer que a representação arquitetônica, mesmo com

¹⁷ "[...] el dibujo arquitectónico siempre es una simulación, una figura reductiva y sintética a nivel del pensamiento que analiza los datos del proyecto. Simulación que, en su aspecto semiológico, se fundamenta en la utilización analógica e inespecífica, no convencional, del lenguaje gráfico nos momentos de ideación, y en su uso codificado, como comunicación rígida basada en el valor de señal de las convenciones gráficas, en los dibujos de descripción arquitectónica."

todos os artifícios de que se dispõe na sua execução, é estabelecida dentro de limites que não registram com fidelidade a arquitetura que comunicam. Foucault (1985), em *As palavras e as coisas*, dedicou um capítulo sobre *Os limites da representação* e iniciou seu livro com um capítulo sobre o quadro de Diego Velásques, *Las meninas*, em que criticou a ocorrência da representação clássica, materializada entre o visível e o invisível.

“[...] ela intenta, representar-se a si mesma, em todos os seus elementos, com suas imagens, os olhares aos quais ela se oferece, os rostos que torna visíveis, os gestos que a fazem nascer. Mas aí, nessa dispersão que ela reúne e exhibe em conjunto, por todas as partes, um vazio essencial e imperiosamente indicado: o desaparecimento necessário daquilo que a funda – daquele a quem ela se assemelha e daquele a cujos olhos ela não passa de semelhança. Esse sujeito mesmo – que é o mesmo – foi elidido. E livre, enfim, dessa relação que a acorrentava a representação pode se dar como pura representação.” (FOUCAULT, 1985, p.31)

Da fissura que nos propõe Foucault na representação do final do século XVIII, aparece o homem como figura do saber e a matematização no cerne de todo projeto científico moderno. Isto não quer dizer que os limites da representação sejam eliminados. Algumas investigações sobre o cálculo infinitesimal de Leibniz, formuladas no século XVII, só começam a ser materializadas na representação no século XX, através da revolução tecnológica, que possibilita a inserção do digital na arquitetura.

A representação na arquitetura se encontra restringida duplamente. Primeiro pelo domínio exercido pelos arquitetos sobre os recursos técnicos de determinada época. Depois pelos limites impostos pelo uso desses recursos, como exemplifica Oliveira (2002, p. 18): “no desenho de arquitetura, [...], a utilização do esquadro ou do compasso podem conduzir aprioristicamente a um cartesianismo que não conviria a determinadas soluções do problema”.

Não podemos esquecer que no âmbito arquitetônico a representação assume dois sentidos bem distintos, que dependem do como se faz a “substituição” de uma determinada obra arquitetônica pela sua representação. Se é no seu projeto arquitetônico ou é no seu levantamento arquitetônico, embora inegavelmente como projeto arquitetônico compareça com maior ênfase. No primeiro, representa a solução como ponto de partida para sua transformação em objeto físico. No

segundo, a partir da obra arquitetônica construída utiliza-se a representação para descrevê-la e documentá-la.

Intervém ainda delimitarmos a representação no campo da arquitetura como técnica ou como sistema¹⁸. Monedero (1996, p. 109) distingue:

O termo *técnica* se aplica a uma série de regras operativas que agrupadas de diversos modos configuram um procedimento ou um método para fazer algo. [...] se parte de um repertório *aberto* de materiais disponíveis e de um conjunto igualmente aberto de instruções que permitem transformar estes materiais de diversos modos. O conhecimento de ambos por parte do operário, do executor configura seu *domínio*, seu território, sua capacidade de controle sobre os meios e sobre os fins.

O termo *sistema* se aplica a um conjunto *fechado*, muito mais rigoroso, constituído por um repertório de entidades estritamente limitado e por um repertório de operações igualmente limitado. A *potência* de um sistema vem dada precisamente por este rigor estrito que assegura a coerência absoluta entre todas as entidades derivadas.(tradução nossa)¹⁹

Sem excluirmos a técnica ou o sistema de representação como adequados ao campo do projeto arquitetônico, no que se refere a inserção da geometria descritiva no campo do projeto arquitetônico tratamos de defini-la como uma ciência matemática desenvolvida com o auxílio do desenho, e que possibilita o controle formal arquitetônico através dos seus sistemas operantes que são a geometria e a representação. Monge (1799, p.5), ao expor os objetivos da geometria descritiva deixa claro ser esta uma ciência que serve para a representação aplicada a qualquer corpo da natureza dizendo: “[...] o primeiro, é dar métodos para representar sobre um papel de desenho, que não tem mais do que duas dimensões, a saber, largura e

¹⁸ Sistema no sentido de disposição de partes ou elementos de um todo que coordenadas entre si funcionam como uma estrutura (FERREIRA, 1986).

¹⁹ “El término técnica se aplica a una serie de reglas operativas que agrupadas de diversos modos configuran un procedimiento o un método para hacer algo. [...] se parte de un repertorio abierto de materiales disponibles y de un conjunto igualmente abierto de instrucciones que permiten transformar estos materiales de diversos modos. El conocimiento de ambos conjuntos por parte del operario, del ejecutor, configura su dominio, su territorio, su capacidad de control sobre los medios y sobre los fines.

El término sistema se aplica a un conjunto cerrado, mucho más riguroso, constituído por un conjunto cerrado, mucho más riguroso, constituído por un repertorio de entidades estrictamente limitado y por un repertorio de operaciones igualmente limitado. La potencia de un sistema viene dada precisamente por este rigor estricto que asegura la coherencia absoluta entre todas las entidades derivadas.”

altura; todos os corpos da natureza, que tem três, largura, altura e profundidade, com tal que estes corpos possam ser determinados rigorosamente”. (tradução nossa)²⁰

Cabe explicarmos que o proposto por Monge foi uma representação biunívoca do espaço tridimensional, ou seja, um método através do qual toda e qualquer situação do espaço possa ser expressa por uma representação plana e que qualquer dessas representações planas possam ser traduzidas na conjuntura do que lhe deu origem. Apresenta-se assim uma reversibilidade que torna possível a dedução de medidas e formas do espaço a partir do desenho plano. Sobre esta reversibilidade trata Monge (1799, p.5), explicando: “O segundo objetivo é dar o modo de reconhecer por meio de uma exata descrição das formas dos corpos, e deduzir todas as verdades que resultam, bem sejam de suas formas, bem sejam de suas posições respectivas”. (tradução nossa)²¹

Contribui com a colocação da geometria descritiva como sistema de representação adequado ao campo da arquitetura o que diz Cabezas (19??), afirmando que com a geometria descritiva de Gaspard Monge abre-se a possibilidade de estabelecer a diferença entre desenho e ciência do desenho e explicando que: se entende como desenho as técnicas de representação e arte produzidas com o emprego de instrumentos de traçado, enquanto a ciência do desenho abarca os métodos gráficos convencionais e demonstráveis para a representação de qualquer objeto.

Assim, como sistema de representação a geometria descritiva vai mais além de uma simples missão instrumental, de uma simples representação, atendendo a análise formal, a racionalização espacial e a formação do indivíduo. (ROSA, 2000)

Sobre a formação do indivíduo, depois de expor os dois objetivos principais da geometria descritiva, Monge (1799) diz que a geometria descritiva interessa a todos os que necessitam trabalhar com objetos de formas determinadas e serve

²⁰ “[...] le premier, de donner les méthodes pour représenter sur une feuille de dessin qui n’a que deux dimensions, savoir, longueur et largeur, tous les corps de la nature, qui en ont trois, longueur, largeur et profondeur, pourvu néanmoins que ces corps puissent être définis rigoureusement.”

²¹ “Le second objet est de donner la manière de reconnoître d’après une description exacte les formes des corps, et d’en déduire toutes les vérités qui résultent et de leur forme et de leur positions respectives.”

para exercitar as faculdades intelectuais do grande povo no conhecimento dos fenômenos da natureza, o que poderá vencer a repugnância que os homens em geral têm com a meditação intensa, transformando em prazer o exercício de sua inteligência, que antes poderia ser considerado penoso e fastidioso.

Os arquitetos, que desde antes da racionalidade técnica tem sua profissão reconhecida na sua produção, diferindo de um profissional que realiza um trabalho puramente manual e repetitivo, detém o domínio sobre (*arché*) a teoria da sua arte (*techné*). Uma vez adotada a *techné* como paradigma para a produção arquitetônica esta possibilita enquadrar o projeto arquitetônico como um trabalho intelectual afastado do trabalho puramente manual. De acordo com Brandão (2004), gradualmente o arquiteto foi deixando de ser visto como um operário e passou a ser encarado como uma espécie particular de artista e trabalhador intelectual. Em uma edição de *Explicação dos termos de arquitetura*, o acadêmico francês Charles Daviler definiu arquiteto²² como aquele que faz os desenhos dos edifícios, que o conduz e que ordena a todos os trabalhadores que aí sejam empregues.

Incluindo a arquitetura como atividade intelectual, para a arquitetura encontra-se validada uma formação séria do ponto de vista acadêmico, e que se mantém na tradição de atelier como unidade fundamental que desenvolve as disciplinas de projeto arquitetônico para as quais contribuem as demais disciplinas do curso. No atelier é através da representação que se dá a intermediação entre professor e aluno, o que equivale dizer que a atividade de projeto não se completa com a imagem mental. Representar então envolve a transposição da imagem mental para um suporte físico, distanciada de uma atividade repetitiva. Encontramos nesse contexto a ciência de representação mongeana como uma das possibilidades para a atividade projetual arquitetônica.

Uma vez contornado o conceito de representação em arquitetura e nele inserida a geometria descritiva, argumenta a favor desta pertinência o pensamento de Cabezas (19??), explicando que a geometria descritiva é uma ciência matemática que estuda os objetos do espaço a partir de suas projeções sobre uma superfície. O

²² Origina-se a palavra do grego, *Actos* e *Tecton* significando, principal trabalhador.

desenho técnico tem conotações práticas e profissionais, enquanto a geometria descritiva se associa as idéias científicas e acadêmicas.

Ainda sobre a representação da geometria descritiva, Rosa (2000, p.504) diz que:

Estabelecer com profundidade o modelo conceitual desta matéria, definições, objetivos e fins, em nossa sociedade de fins de século XX, é estabelecer uma ideologia pessoal, baseada no conhecimento e modo de entender, na experiência adquirida, e certos fundamentos sociais e culturais cujas raízes remontam a muitos séculos. (ROSA, 2000, p.504, tradução nossa)²³

Aprofundando o conceito de representação, agregado às possibilidades de entendimento mais diretas para o termo como tratamos até aqui, iniciamos a partir dos questionamentos feitos por Fuão sobre a representação na arquitetura. No congresso da SIGRADI²⁴, importante evento de gráfica digital, ao criticar a representação com o discurso que intitulou *A representação do Matias*, Fuão (2004) explica que “a palavra “apresentação“ significa simplesmente “apresentar” e “representação” o fato de voltar a apresentar. Fazer voltar. *Revoltare* como potência do poder mesmo de perpetuar-se.” O pensamento de Fuão sobre representação associada ao poder traz à luz um aspecto pouco abordado sobre a representação e que compreende implicações relevantes no que se refere ao ensino e ao exercício profissional da arquitetura. Sobre tais implicações, Catanni (2001, p.31-32) comenta que:

ocultando-se por trás de fundamentos científicos que determinam as maneiras de representar o espaço a ser construído, os elementos gráficos do projeto arquitetônico também podem ser vistos como instrumentos de poder, pois, ao codificar e substituir um conhecimento empírico associado ao trabalho direto por um conhecimento sistematizado e organizado – e acessível a poucos -, caracterizam-se como instrumentos de dominação sobre aqueles que não possuem.

Os arquitetos realizam desenhos que representam mais do que o objeto arquitetônico em si, pois representam a organização de sua execução garantida por eles próprios, antecipando então, através da representação, o poder. Ferro (2005)

²³ “Establecer con profundidad el modelo conceptual de esta materia, definiciones, objetivos y fines, en nuestra sociedad de finales del siglo XX, es establecer una ideologia personal, basada en el conocimiento modo de entender, en la experiencia adquirida, y ciertos fundamentos sociales y culturales cuyas raíces remontam a muchos siglos.”

²⁴ Sociedade Ibero-Americana de Gráfica Digital.

explica que, “no jargão dos escritórios, concretizar uma idéia é transcrevê-la no papel, transladar de lá onde está, de além da vaga imagem só vista de olhos fechados, do campo da representação para a ordem de serviço. A única matéria que transforma, dando corpo, a idéia são os códigos do desenho para a produção – mas transforma em transformação contínua de si, para emprestar a noção dos matemáticos.” Decorre então que a representação não se encerra em si mesma. A representação, segundo Foucault (1985, p.80), “é, ao mesmo tempo, *indicação e aparecer*, relação a um objeto e manifestação de si”. Relação ao objeto a ser construído e que aparece transformada, mantendo a idéia de Cattani (2001), como instrumento do poder.

Na busca de representar na arquitetura existem diversas possibilidades, que apresentam capacidades associadas e se encontram sistematizadas por Borda (2001): a geometria descritiva, envolvendo problemas métricos; a axonometria, envolvendo problemas métricos e perceptivos; a perspectiva cônica, envolvendo problemas perceptivos; as maquetes, envolvendo também problemas métricos e perceptivos e as novas tecnologias, envolvendo problemas em 2D e 3D. Dessa pluralidade de possibilidades de representação para a arquitetura é possível estabelecermos a escolha por uma ou por outra para a prática arquitetônica uma vez delineado o conceito adequado de representação para tal prática.

1.2 UMA TEORIA DE REPRESENTAÇÃO DESCRITIVA?

Na representação do espaço, conforme propõe a teoria de Monge, as possibilidades de representação extrapolam os limites do existente e se direcionam para o contexto produtivo de novos objetos. Uma vez considerada a geometria descritiva como um sistema de representação indicado na construção de novos objetos é questionável a nomenclatura descritiva.

O nome Geometria Descritiva dado por Monge a sua teoria da representação foi preterido por vários excelentes autores que se dedicam à representação gráfica, conforme nos expõe Cabezas (19??). Entre eles o professor

F. Hohenberg, que adota para o seu tratado, publicado em 1965, o título *Geometria constructiva aplicada a la técnica*. A alteração do termo descritiva para construtiva já havia sido proposto pelo professor E. Kruppa de Viena no ano de 1953. Concorde com a terminologia destes dois autores G. Emmerich ao publicar seu *Cours de Géometrie constructive* em 1969, do mesmo modo que A. Gheorghiu e V. Dragomir preferem intitular de *La représentation des structures constructives* o seu inovador tratado de geometria descritiva.

Curiosamente, na língua alemã a teoria de Monge foi chamada de *darstellende geometrie*, apesar desta língua dispor da palavra *deskriptive*. Esta denominação alemã deriva da palavra *Darstellung*, que significa representação com um sentido diferente de estritamente mental, com significado de representação construída (DÍAZ, 1996).

A concepção descritiva²⁵ adapta-se bem ao positivismo científico na busca do que é verdadeiro, traçando exigências de que a representação gráfica deixe de ser simbólica e passe a ser descritiva. “É interessante recordar que na seqüência da publicação da geometria descritiva por Monge, nos primeiros anos do século XIX, esta idéia de descrição objetiva torna possível a realização de uma empresa monumental que constitui um marco na história do desenho: a "edição imperial" com mais de três mil ilustrações que, não por casualidade, se chamará Descrição do Egito [...] dirigida pelo mesmo Monge contou com a participação de professores e alunos da École Polytechnique [...]”. (CABEZAS, 1997, p. 156, tradução nossa)²⁶

Quanto à etimologia: ‘construtiva’ significa que serve para construir, edificar enquanto ‘descritiva’ quer dizer que serve para descrever, ou seja, representar, explicar minuciosamente. (FERREIRA, 1986) Investigando se Monge levou em consideração a etimologia ao denominar sua geometria, encontramos em Gani

²⁵ No século XVIII, em particular, são desenvolvidas certas ciências como a botânica, a zoologia e a mineralogia como ciências descritivas destacando a importância da descrição dos fenômenos, como oposição a simples especulação dos mesmos.

²⁶ “Es interesante recordar que, en los primeros años del siglo XIX, esta idea de descripción objetiva va a hacer posible la realización de una empresa monumental que constituye un hito en la historia del dibujo: la "edición imperial" con más de tres mil ilustraciones que, no por casualidad, se llamará Description de l'Égypte [...] dirigida por el mismo Monge contará con la participación de profesores y alumnos de l'Ecole Polytechnique [...]”

(2004) que, encarregado de resolver um determinado problema de desfilamento²⁷, Monge desenvolveu uma técnica gráfica que substituía as tentativas empíricas que efetuavam cansativos cálculos utilizadas até então, reduzindo a um problema essencialmente teórico a solução de uma questão prática; e que essa descoberta só aparece denominada geometria descritiva mais tarde, como documento escrito pela primeira vez em 1793, pelas mãos do próprio Monge.

Taton (1951, p.52) afirma que "A técnica da construção dos edifícios requereu o esclarecimento, de métodos gráficos destinados a permitir o desenvolvimento de projetos e facilitar a realização eficiente dos mesmos. O aperfeiçoamento destes métodos contribuiu ao surgimento da geometria descritiva [...]".²⁸ Explicando: o aparecimento da geometria descritiva consiste em uma evolução de métodos gráficos que registravam procedimentos práticos utilizados para resolver problemas nas edificações, tanto em pedra como em madeira. Nessa evolução da representação²⁹ a matemática serviu de fundamento ao trabalho de Monge, dando um salto no conhecimento sobre representações realizadas até então. Abre-se então uma dicotomia entre prática e teoria que nos permite refletir sobre a terminologia geometria descritiva.

Representações anteriores a geometria descritiva, embora utilizando projeção cilíndrica como Monge fundamenta no seu método, eram desenvolvidas apresentando soluções de problemas construtivos como se fossem manuais práticos de construção. Esses manuais, de estereotomia, apresentavam 'receitas' de construção diz Gani (2004). Distanciado destas receitas Monge preconiza sua teoria da representação considerando o espaço descrito matematicamente e sendo esta

²⁷ Conforme Gani (2004) a tradução francesa é *défilement* e foram encontradas duas traduções para o termo: desfilamento e desenfiamento. Explica citando (VERNON, 1813, p.167) que – "o desfilamento consiste em conduzir o delineamento, e o relevo de huma obra de fortificação de modo que seu interior não seja visto de algum ponto dominante do terreno E, e que conserve as propriedades que as regras da defesa lhe assignão"; e citando (FREIRE, 1879) diz – *Défilement* – (Fort.) Desenfiamento, methodo para preservar uma obra de fortificação das enfiadas.

²⁸ "La technique de la construction des édifices a nécessité la mise au point, de méthodes graphiques destinées à permettre l'établissement de projets et à en faciliter la réalisation effective. Le perfectionnement de ces méthodes a contribué à l'éclosion de la géométrie descriptive [...]".

²⁹ Este tema será abordado com maior profundidade neste trabalho, no item 1.3 Delineando a história da representação arquitetônica.

teoria aplicável a todas as artes. Dessa maneira, tratamos de uma representação descritiva, que serve para o desenvolvimento dos projetos e para facilitar a realização eficiente dos mesmos, conforme Taton (1951).

A geometria descritiva formou claramente um binômio teoria-prática definido como ‘desenho politécnico’, com vigência até nossos dias. Um desenho que depura os elementos formais conseguindo uma máxima expressividade de grande racionalidade e coerência a partir de elementos mínimos, quase exclusivamente a linha sem sombreado. Com suas bases teóricas, a geometria descritiva fundamentou a maior parte das práticas de desenho para a produção industrial, como requeria Monge. (CABEZAS, (19??))

Contribuem com o estabelecimento da denominação descritiva ou construtiva para a teoria de Monge os limites existentes entre projeto arquitetônico e sua execução: projeto arquitetônico é representação minuciosa, que usa diretamente os métodos gráficos da geometria descritiva; uma vez executados são construção, que deixa de ser bidimensional e extrapola os limites da representação mongeana.

A aceitação do termo descritiva para a representação na arquitetura é manifestada por Saénz (1996, p. 177-178) quando examina diversos ângulos do desenho arquitetônico e diz que “[...] o grafismo arquitetônico [...], epistemologicamente, obriga a distinguir entre o desenho de concepção e o de comunicação, desenvolvendo-se o primeiro mercê à capacidade heurística do desenho, e utilizando o segundo a capacidade designativa e *descritiva* do mesmo.” (tradução e grifos nossos) ³⁰ Entendemos que a geometria de Monge é descritiva tanto pela distância direta da prática como pela aplicação dos seus operadores que produzem uma representação bidimensional. Assim, no sentido específico do termo é desnecessário verificamos outros que possam lhe substituir.

³⁰ “[...] el grafismo arquitectónico[...], epistemológicamente, obliga a distinguir entre el dibujo de concepción y el de comunicación, desarrollándose el primeiro merced a la capacidad heurística del dibujo, y utilizando el segundo la vertiente designativa descriptiva del mismo.”

1.3 DELINEANDO A HISTÓRIA DA REPRESENTAÇÃO ARQUITETÔNICA

A necessidade de representação é inerente ao homem desde a Antigüidade como um desejo de permanecer no tempo e no espaço. Este desejo fez com que o homem fosse protagonista da sua existência, fazendo registros de suas experiências.

Podemos acrescentar que algumas representações, como exemplo a perspectiva e as projeções ortogonais, antes de serem explicadas do ponto de vista teórico, como projeções planas em distintos momentos na história do desenho, já eram utilizadas como linguagem de representação. Também a axonometria foi usada antes de ser teoricamente justificada, como decorrência da aplicação dos elementos fundamentais do teorema de Pohlke em meados do século XIX.

Ao que constatamos, as representações são então resultado da presença de um homem inserido no seu mundo e não de 'uma máquina ideal' determinando o como se representa este mesmo mundo. Dando significado para 'máquina ideal' podemos incluir desde as tabuletas de Brunelleschi, passando pelos diedros de Monge, chegando aos computadores de hoje.

Em alguns momentos, por encontrar-se em específicos contextos históricos, este homem sistematiza representações, adequando-as à sua razão lógica. São momentos históricos em que são estabelecidas regras para o nosso jogo de pensar e representar, nos quais se fazem presente conhecimentos de geometria. BORDA (2001) afirma que o conceito de geometria e os procedimentos adotados para estudá-la, descrevê-la e visualizá-la, transformam-se na busca de corresponder às inquietudes intelectuais e às necessidades técnicas próprias de cada período.

Nesse sentido, embora sem um rigor cronológico, com ênfase no como se estruturam os saberes da representação na arquitetura em distintos momentos da história, a seguir, estabelecemos contribuições de diversos tempos e culturas. Sobre essas contribuições não pretendemos esgotar pesquisa em todas as publicações e trabalhos de cada época e cultura, mas sim, investigar as mais significativas compondo um referencial básico como um mosaico, necessário quando discutimos a

representação mongeana, por revelar relações entre esse saber e outros saberes da representação. Esse referencial permite então, delinear a história da representação arquitetônica apresentada em dois recortes temporais fixados em relação à época da publicação da teoria mongeana, um do tempo precedente e outro do posterior.

Ainda, ao delinear a representação arquitetônica nestes dois recortes temporais, a história da profissão de arquiteto vai sendo registrada. Como profissionais, os arquitetos, até a época moderna, tomavam parte da construção, sobre o que vai sendo gerado um hiato entre a representação da construção e a construção em si, envolvido com a sistematização da teoria mongeana, o que interessa a este trabalho. Assim com a história da profissão de arquiteto, centrada na integração/separação dos saberes, embasamos o mosaico apresentando a história da representação em arquitetura.

1.3.1 EXPERIMENTANDO E OBSERVANDO COM O APOIO DA MATEMÁTICA

Do século XV ao final do século XVIII

Tratarmos a representação da arquitetura no Renascimento requer entrarmos no paradoxo da caracterização profissional do arquiteto com a inexistência até o século XVI de qualquer estrutura profissional autônoma ou mesmo de uma organização coletiva dos interesses profissionais para arquitetos. Apesar de tal inexistência, o perfil profissional do arquiteto medieval é suplantado pelo arquiteto do renascimento como um individualista e estudioso que põe a disposição da sociedade os seus conhecimentos quase como um consultor. Contrapõe-se então o arquiteto renascentista aos mestres-pedreiros, do estatuto profissional medieval, atuando por um lado junto ao construtor e por outro junto ao “Mecenas”. Decorre talvez dessa informalidade da profissão a alteração de estatuto³¹, que passa

³¹ “Se a formação profissional do arquiteto era baseada nas ciências exactas (sic) e nos autores clássicos (portanto uma formação universalista e não exclusivamente profissional) a organização

valorizar os aspectos humanísticos do conhecimento e a sistematizar os saberes profissionais no domínio teórico, científico e artístico, na nova relação do arquiteto com seu novo cliente, o mecenas. (BRANDÃO, 2004)

As evoluções da representação arquitetônica no período renascentista³² assumiram um papel importante na introdução do arquiteto como profissional, que na ânsia de que cada aprendiz tivesse sua coleção de desenhos, apoiados pela maior oferta de papel e o advento da imprensa, divulgavam seus trabalhos, contribuindo com o declínio da tradição de segredo sobre o saber dos artesãos. Comparece então na história da representação na arquitetura uma revolução nos “conhecimentos que começam a se expor, através de publicações de livros, estabelecendo assim a tradição dos tratados e manuais de arquitetura, o que foi possível graças à nova concepção humanista que alterou por completo o segredo profissional.” (Alonso, 1996, p. 40, tradução nossa)³³

Em tratados e manuais renascentistas³⁴ a representação para a arquitetura avança no estudo da perspectiva e nos traçados práticos para as construções, nos quais comumente projeções ortogonais e a perspectiva compõem uma em apoio

profissional dos arquitetos era fluída, não estando estes ligados por nenhuma organização específica (persistiam grêmios de artesãos como carpinteiros, ourives, pintores, aos quais eventualmente os arquitectos (sic) pertenciam apenas por pertencer a sua origem). (BRANDÃO, 2004, p. 19)”

³²A produção renascentista de desenhos de levantamentos, conforme Alonso (1996) afirma-se em três etapas diferenciadas. A primeira, realiza gráficos com uma finalidade de conhecimento individual, que demonstra a falta de intenção de elaborações gráficas posteriores. São desenhos feitos a olho, sem instrumentos, apresentando nenhuma ou poucas medidas em esquemas planimétricos ou vistas perspectivas. Na segunda etapa, referente ao último quarto do século XV, os desenhos ajustados aos interesses do artista e a que a prática se estenda como fator indispensável para a formação profissional e cultural, vão além da planimetria, agregando perspectivas, detalhes arquitetônicos e informações das partes medidas com cotas, acrescidos de algumas informações sintéticas. Ainda, são representados aspectos formais como abóbadas nos desenhos. Na terceira e última etapa, começo do século XVI, os desenhos são orientados com uma atitude científica, baseada na medição precisa, na análise do conjunto e na relação entre suas partes. O conhecimento de projeções ortogonais através de planta, fachada e seção, começa a ser utilizado por muitos arquitetos renascentistas como elaboração fundamental para o conhecimento geométrico do edifício.

³³ “ Conocimientos que se comienzan a exponen a través de publicaciones de livros, estableciendo así la tradición de los tratados y manuales de arquitectura, lo que fue posible gracias a la nueva concepción humanista que cambió por completo la actitud ante el secreto profesional.”

³⁴ O *De re aedificatoria* foi o único tratado de arquitetura publicado no século XV. Entretanto, a atração formal do tratado teórico se fez sentir sobre alguns manuais técnicos e práticos, encobrendo uma realidade textual diversa do que lhe deu origem. Assim, transmitiam habilidades já constituídas ou inovadoras e não as condições de poder conceber. Tais exemplares multiplicaram-se rapidamente a partir do século XVI. (CHOAY, 1980)

à outra na busca da compreensão do espaço, que a cada vez mais passa a ser entendido como geométrico, num prenúncio da época moderna. Ainda, é necessário incluir a redescoberta do tratado de Vitruvius, *De Architectura Libri Decem* que, conforme Cattani (2001), ocorreu em 1414 no Mosteiro de *St. Gall*. Esse tratado de Vitruvius foi reeditado em Roma, coincidindo com a data de publicação do primeiro tratado de arquitetura dos tempos modernos, o *De Re Aedificatoria* de Alberti³⁵.

A relevância desses dois tratados de Vitruvius e Alberti na arquitetura é devida ao caráter intelectual que atribuem à profissão. Devido a esse caráter da profissão de arquiteto é que representar em arquitetura transforma-se na própria profissão. Quando Alberti, típico arquiteto acadêmico do Renascimento, escreve seu tratado, retoma os conceitos de Vitruvius logo no prefácio, afirma Brandão (2004, p. 18) explicitando-os: "o trabalhador manual não é mais que um instrumento para o Arquitecto que, por meio da sua habilidade segura e maravilhosa e de um método, é capaz de completar a sua obra (...) para poder fazer isso deve ter um discernimento perfeito quanto às ciências mais nobres e exactas". Aproximações entre esses tratados são reconhecidas por Choay (1980, p. 19-20):

o de *Architectura* de Vitruvíu é o único livro que parece participar da mesma vocação-função instauradora do *De re aedificatoria* e pode, pois, pretender uma anterioridade sobre este. Além disso, Alberti o leu e nele se inspirou. [...] É uma tentativa premonitória, mas prematura, que não logrou seus fins nem o poderia, numa época não-motivada para a abordagem do espaço em perspectiva e do espaço construído, com o sistematismo e o desprendimento que, quinze séculos mais tarde, ensinaram o aparecimento do tratado de Alberti.

O tratado de Vitruvius disseminou-se a partir do século XVI, possibilitando uma interpretação filológica da antigüidade clássica, em especial das ruínas

³⁵ O *De Architectura* de Vitruvius foi editado em Roma por Giovanni Sulpitius e o *De Re Aedificatoria* de Leon Batista Alberti foi publicado em Florença por Niccolo di Lorenzo Alamani, ambos com data de 1486. O local de publicação de cada um dos tratados provavelmente indica percursos culturais distintos.

O texto de Alberti, à semelhança do tratado de Vitruvius, encontra-se organizado em dez livros. Entretanto, as semelhanças entre tais tratados praticamente se esgotam na divisão em dez livros, na coincidência da data de publicação e ainda, a uma breve referência aos operadores vitruvianos, *firmitas, utilitas e venustas*. Tal referência, não é explicitamente citação de Vitruvius. A intenção de Alberti era apresentar uma obra em linguagem acessível, diversa da visão que tinha da obra de Vitruvius, como um texto que sequer podia ser entendido, com confusões lingüísticas entre o grego e o latim. (KRÜGER, 2007)

romanas. De acordo com a abordagem vitruviana³⁶, instituía-se tratar a representação com base nas proporções. Lembramos que especular sobre as ordens arquitetônicas encerrando-se numa estilística significa retomar Vitruvius (figura 1.1). Assim, conforme Choay (1980), o principal elo de tradição textual de que se valem os tratadistas são os *Dez Livros de Arquitetura* de Vitruvius. Relega-se então a plano inferior o *De Re Aedificatoria*, e a representação, mais do que apreender operações, traduz a apresentação de objetos.

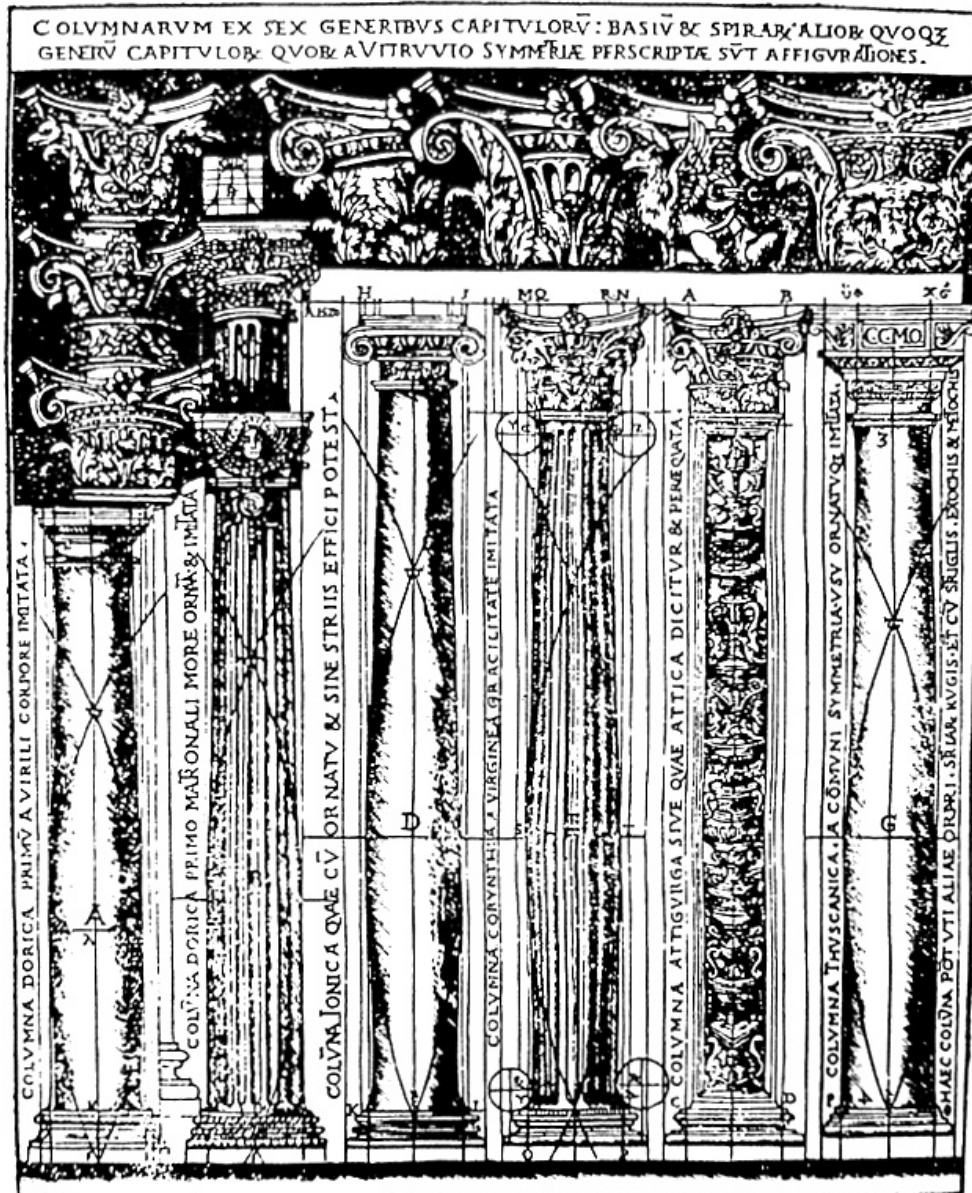
[...] graças a um substitutivo bidimensional, os exemplos que permitirão descobrir e formular as regras da arquitetura, o desenho, mais bem adaptado como está ao novo propósito dos tratados, acaba suplantando o discurso verbal. [...] O desenho é, pois, o instrumento constitutivo de uma teoria figurada dos elementos arquitetônicos, que repousa ao mesmo tempo sobre essa decomposição analítica em elementos e sobre uma crítica comparativa. Essa crítica comparativa é essencial para à postura clássica. É um confronto permanente, através do desenho, das obras (gráficas e arquitetônicas) dos outros arquitetos, seja entre si, seja com suas próprias obras (gráficas ou arquitetônicas), que os tratadistas estabelecem os sistemas tipológicos ao quais atribuem o valor de exemplo e que entregam à imitação de seus discípulos. (CHOAY, 1980, p.212-213)

Muita da tratadística produzida pelos arquitetos a partir do século XVI destinava-se a educar os donos da obra. O refinamento e sofisticação dos desenhos oferecidos aos mecenas serviam de afirmação profissional aos arquitetos. Isso porque o arquiteto erudito recebia legitimação de poder sobre os mestres-pedreiros e todos os artesãos, dividindo poderes com o mecenas ilustrado. Os conhecimentos eruditos serviam então para alavancar o exercício do novo estatuto profissional dos arquitetos, cada vez mais hierárquico. (BRANDÃO, 2004)

Frente à aliança arquiteto-mecenas, a profissão dos construtores reduzia-se a uma certa impotência. A responsabilidade do desenho e a educação clássica eram atribuídas como distintivas dos arquitetos. Só excepcionalmente o estigma da formação prática dos homens formados nos ofícios podia ser retirado. E, ainda, mediante uma educação complementar ministrada sob o controle de um arquiteto erudito. Nesse contexto, o desenho como instrumento central na prática

³⁶ “Para Vitruvius, os homens viviam como animais na floresta mas puseram-se em fuga devido a uma tempestade; ao retornarem descobriram a utilidade do fogo, inventaram a linguagem, a vida em sociedade e utilizaram essa capacidade para realizarem abrigos diversos; por último, construíram a primeira cabana primitiva e inventaram a *simetria*, isto é, o advento da proporção.” (KRÜGER, 2007, p.1-2)

arquitetônica implica na alteração disciplinar da arquitetura. Assim torna-se possível a separação entre concepção e construção. E, na seqüência, a remoção do arquiteto da responsabilidade direta sobre a obra. (BRANDÃO, 2004)



Fonte: Kruff (2004, anexos).

Figura 1.1 – Representação das ordens das colunas dos estudos de Vitruvius de Cesare Cesariano (1521)

Sem estabelecer limites rígidos entre publicações do ponto de vista do período histórico, podemos comentar vários tratados e manuais que tratam dos ganhos da representação na arquitetura no renascimento. Para isso, consideramos que aquisições referentes à representação do espaço, no que interessa a arquitetura

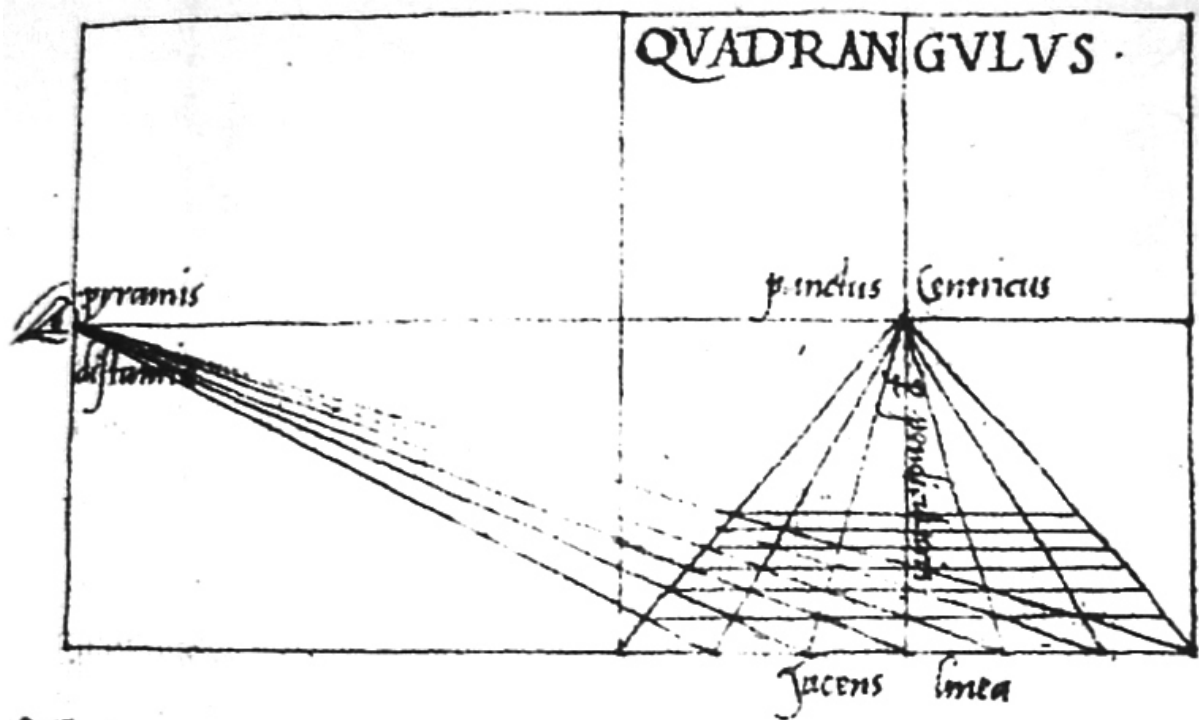
não se dá em saltos e sim em contínua evolução. Na seqüência dos tratados sobre Estereotomia apresentamos os de Delorme, Desargues, Jousse, Deran, de la Rue, Frézier, o de Monge e de sua produção subsequente. Na perspectiva destacamos Brunelleschi, Alberti, Piero de la Francesca e Dürer. Sobre alguns desses tratados abordamos os seus conteúdos mais detidamente por tratarem de ganhos no que se refere às bases do pensamento moderno: a geometrização do espaço, ao distanciamento dos problemas práticos e teóricos envolvidos na representação espacial e a conseqüente formação profissional do arquiteto, distanciando-os dos artistas. Nesse sentido, abordagens mais longas então recaem sobre os estudos de Dürer, Desargues e Monge.

A perspectiva foi considerada como o primeiro método projetivo sistematizado e por isso uma primeira linguagem técnica da arquitetura, afirma Borda (2001). Em tratados e textos do século XV, manuscritos que estavam nas mãos de poucos eruditos, os quais foram publicados com minuciosas anotações críticas, a partir de 1870, são ressaltadas indicações em que se patenteia a preocupação dos pintores e artistas florentinos com a ótica e a adequação matemática à realidade representada na perspectiva, segundo Katinsky (2002). Ainda nesses textos aparece a reivindicação da perspectiva exata a Brunelleschi o qual estabelece uma nova concepção de arquiteto e arquitetura, com a potencialização de métodos gráficos, de acordo com García (1998). A perspectiva exata foi claramente demonstrada por Brunelleschi, em Florença, em 1413, e ganhou uma descrição formal por Alberti, que foi conhecida como *costruzione legittima*, baseada em um pavimento quadriculado em perspectiva. (Figura 1.2)

Nas descobertas de perspectiva por Brunelleschi os fundamentos recaíam em um método ótico-gráfico, estudado com o apoio de tabuletas³⁷; uma primeira que demonstrava a validade das leis da perspectiva exata e uma segunda que demonstrava a universalidade dessas leis, aplicando-as a representação do *Pallazo Vecchio*, assimétrico e com uma das fachadas com torturas. Depois de Brunelleschi,

³⁷ Brunelleschi elaborou duas tabuletas, uma com orifício e outra sem, sobre as quais e sobre suas implicações na representação em perspectiva trata Katinsky (2002)

utilizando um quadro transparente, Alberti distingue seu método de perspectiva nitidamente dos que a usam empiricamente e trata então seu livro *Da pintura* não como mera condição de registro do modo de desenhar a perspectiva exata de Brunelleschi ou outros pintores da época, afirma Katinsky (2002).



Fonte: D'AGOSTINO (2006, p.20)

Figura 1.2 – Método de construção da perspectiva exposto no *De Pictura*, do século XVI, de Leon Battista Alberti.

Como um contraponto nos receituários medievais de arte, encontramos o primeiro tratado moderno das artes: o *Da pintura*, de 1435, de Leon Battista Alberti, arquiteto renascentista que muito influenciou na arquitetura da sua época, inaugurando um discurso racional, o qual acompanhamos nas palavras iniciais do livro primeiro do tratado:

Escrevendo sobre pintura nestas brevíssimas anotações, tomaremos aos matemáticos - para que nosso discurso seja bem claro - aquelas noções que estão particularmente ligadas à nossa matéria. Depois de conhecê-las, faremos, na medida de nossa capacidade, uma exposição sobre a pintura, partindo dos princípios da natureza. Peço, porém, ardentemente, que durante toda minha dissertação considerem que

escrevo sobre essas coisas, não como matemático, mas como pintor. Os matemáticos medem com suas inteligências apenas as formas das coisas, separando-as de qualquer matéria [...] (ALBERTI, 1992, p. 71).

Borda (2001) afirma que os arquitetos passaram a associar a perspectiva à capacidade de controlar a realidade idealizada devido a possibilidade de construir imagens similares, em termos geométricos, às que o olho teria diante dos edifícios idealizados. Decorrente dessa associação, sabemos segundo Fuão (1992) que os estatutos da arquitetura desde o renascimento estão nas mãos do conhecimento e construção da imagem, e que o trabalho da razão começa pelo olho.

Na associação da arquitetura com ordem visual, o arquiteto precursor foi Brunelleschi. A cúpula de *Santa Maria del Fiore*, uma estrutura tão grande a se elevar no céu³⁸, superando os arquitetos antigos, proporcionou um signo forte na história. Resultado da sua invenção da perspectiva, que envolveu o espaço com concepção matemática. Inagura-se então com Brunelleschi a concepção matemática do espaço que envolve o olhar moderno.

Entretanto, Alberti chegou a não recomendar o uso da perspectiva pelos arquitetos, considerando somente a planta e a fachada como documentos de projetos. Essa recomendação foi seguida por alguns que asseguravam como método legítimo do arquiteto, a representação, comprometida com as medidas relacionadas com a realidade concreta e não com a realidade percebida pelo olho. Em decorrência, a perspectiva passa a ser estabelecida como documento de projeto somente no século XVIII, em 1721, com os aportes de Fillipo Juvara, Johann Bernhard e Fischer von Erlach.

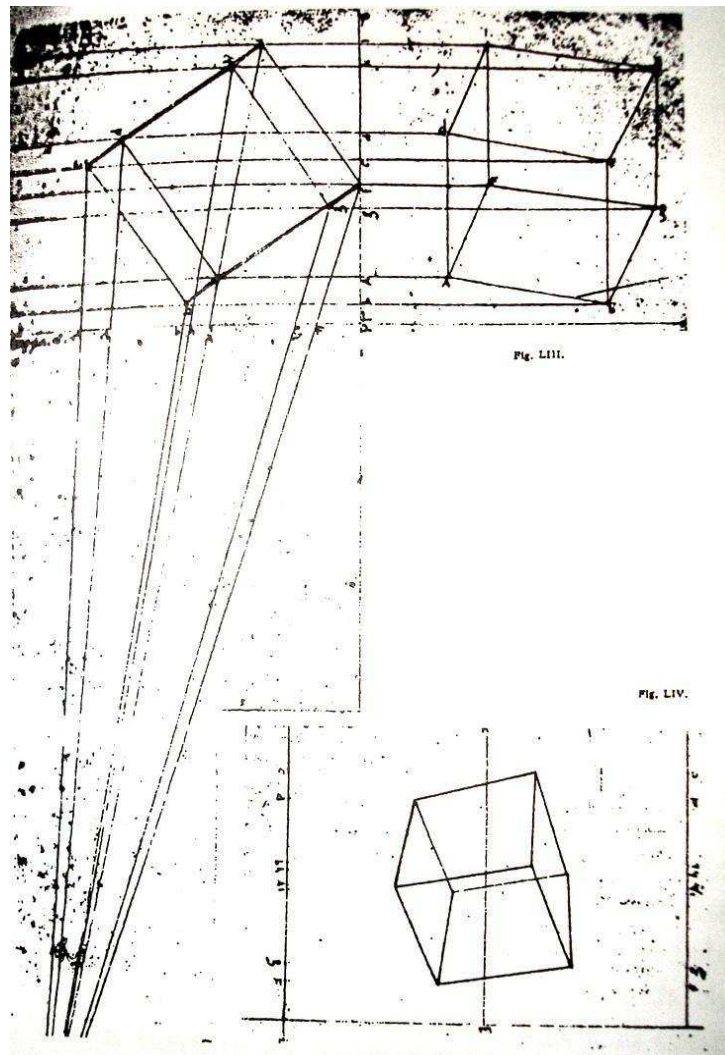
Sem dúvida, quando Alberti, típico arquiteto acadêmico renascentista, escreveu seu tratado *De re aedificatoria*, retomou os conceitos de Vitruvius sobre a profissão de arquiteto. No período medieval, a utilização de regras de proporção manteve-se por influência de Vitruvius. Assim, o trabalho de arquiteto medieval assentado no desenho, *disponere in fundamentis*, nunca deixou de ser área

³⁸ O trabalho de Brunelleschi é reverenciado no prólogo do *Da pintura*: “a hipérbole de Santa Maria da Flor, cuja sombra cobre quase todos os homens da Toscana, é efetuação retórica admirável, louvando a novidade da ciência da construção enquanto a constrói como colosso”. (Apresentação de Leon Kossovitch ao *Da pintura*, ALBERTI, 1992)

exclusiva da sua formação, embora coubesse aos arquitetos dessa época tratar também da construção. Entendemos a visão de Alberti como inovadora porque distancia o trabalho do arquiteto da construção enquanto firma-se na sua representação.

Faz-se necessário incluir, depois do tratado de Alberti, as contribuições dadas à representação na arquitetura por Piero della Francesca, resultadas das suas pesquisas no âmbito da geometria e da ciência. Massironi (1982, p. 9-10), afirma que, “em vez de excluir Piero della Francesca do campo da arte, [...] torna-se evidente a urgência de também reconhecer neste suporte cognoscitivo artístico o mérito e a ainda a capacidade de ter implantado as bases para a construção da ciência moderna. Sem a geométrica reconsideração do espaço, que torna mensurável as três dimensões do cubo de perspectiva construído por Filippo Brunelleschi, Paolo Ucello e Piero de la Francesca, não teria sido possível a sucessiva matematização do espaço circunstante que, com Galileu, daria origem ao pensamento científico moderno. Mas a construção do desenho como representação não só qualitativa, mas também quantitativa da tridimensionalidade do espaço, faz emergir a projecção (sic) como prefiguração racional do artificial.”

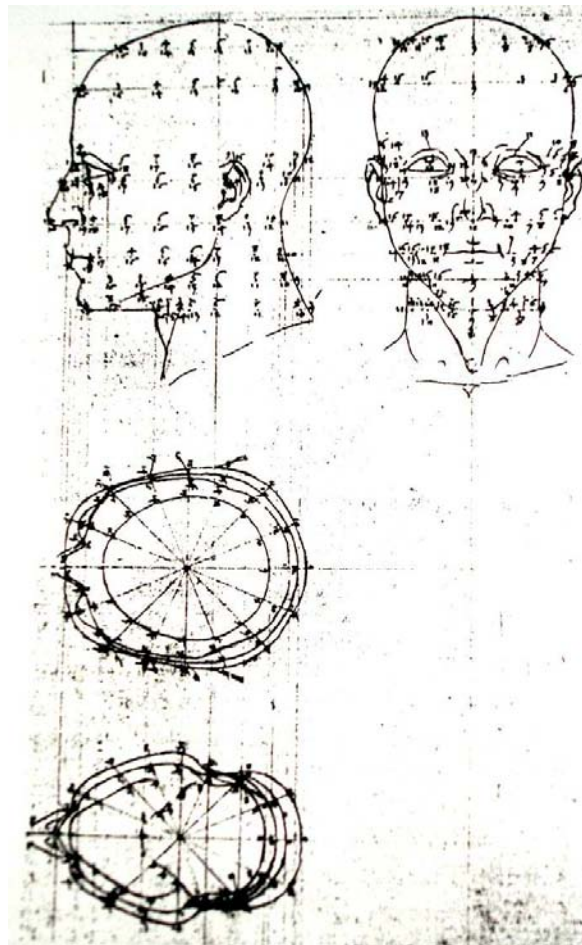
Piero de la Francesca desenvolveu trabalhos com a dupla projeção ortogonal, embora trate com mais ênfase o estudo da perspectiva (Figura 1.3). No seu tratado *De prospectiva pingendi* (1435), que precedeu de três séculos as lições de Monge, afirma que para fazer a perspectiva sobre o plano são necessárias cinco coisas, que definem operações geométrico descritivas: 1) a representação do ponto para determinar o olho do observador; 2) a representação exata das figuras planas e sólidos; 3) a medida da distância entre o olho e o objeto; 4) a representação das retas genéricas, representando as linhas que partem do olho ao objeto e 5) a representação de um plano de projeção, isto é o quadro perspectivo. (MIGLIARI, 1996).



Fonte: MIGLIARI (1996, p.25)

Figura 1.3 – Construção das projeções de um cubo em posição genérica (Figuras LIII e LIV que ilustram *De prospectiva pingendi*).

Ao dedicar-se ao tratado de perspectiva, Piero usa a dupla projeção ortogonal como um conhecimento e habilidade comum aos artistas de sua época, sem tratar com sistematização tal método. Entretanto, sobre estes procedimentos, interessa recordar que detinha respaldo, no seu tratado *Libellus de quinque corporibus regularibus*, de pura ciência geométrica. Seus estudos incluindo projeção ortogonal (figura 1.4) não apresentam linha de terra, diferindo do método mongeano. Entretanto apresentam linhas de chamada. (MIGLIARI, 1996).

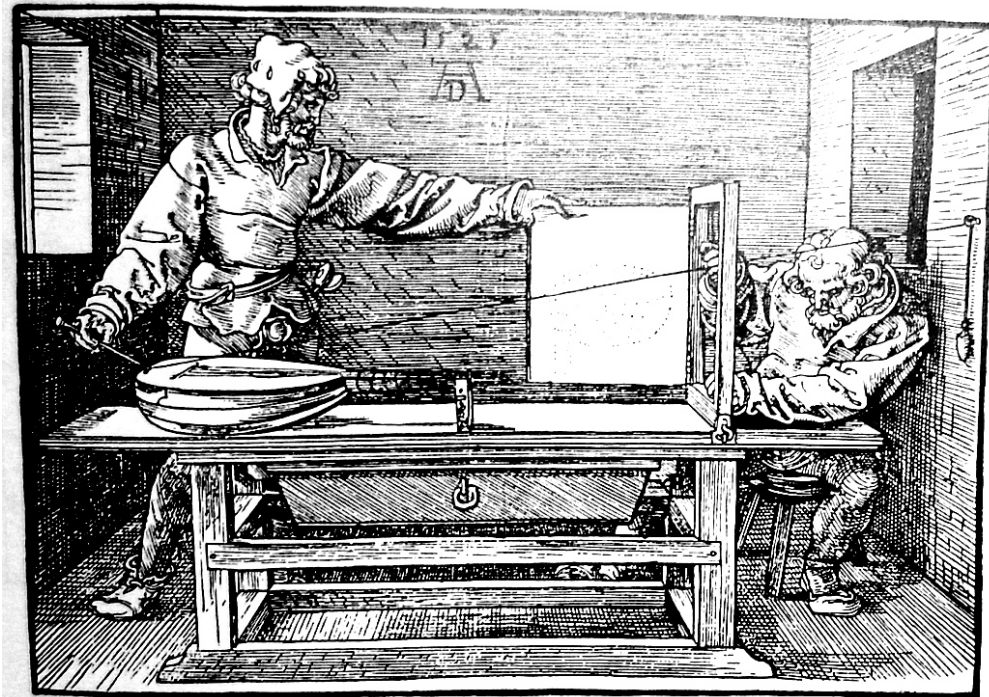


Fonte: MIGLIARI (1996, p.26)

Figura 1.4– Construção das projeções e das seções horizontais de uma cabeça humana (Figuras LXIII e seguintes que ilustram *De prospectiva pingendi*).

O uso de dupla projeção ortogonal, entretanto, como verdadeira análise das figuras do espaço é devido a Dürer, como uma idéia elementar que permite construir as seções cônicas em diferentes tamanhos e construir perspectivas. Belhoste (1998) comenta que a construção das perspectivas com dupla projeção, método atribuído a Brunelleschi, que aparece descrito em *De prospectiva pingendi* por Piero de la Francesca, é interpretado por Dürer como uma revolução mental no seu uso pelos pintores (figura 1.5).

Em sua obra, Dürer estabelece as bases da projeção ortográfica, ensinando o processo de obtenção da planta, fachada e corte de um edifício, o que se estabelece na arquitetura, comprovado por Rafael ao acrescentar as explicações para a obtenção dos desenhos, completando o trabalho de Vitruvius e de Alberti. A sistematização da projeção ortogonal, entretanto, vai ocorrer só em 1795, com os estudos de Monge. (BORDA, 2001)



Fonte: ALMAGRO (1998, p.61)

Figura 1.5– Desenhando o alaúde, gravura extraída da ‘maneira de medir’ da obra *Under Weysung der messung mit dem Zirckel und richt/Scheyt*, edição de 1525.

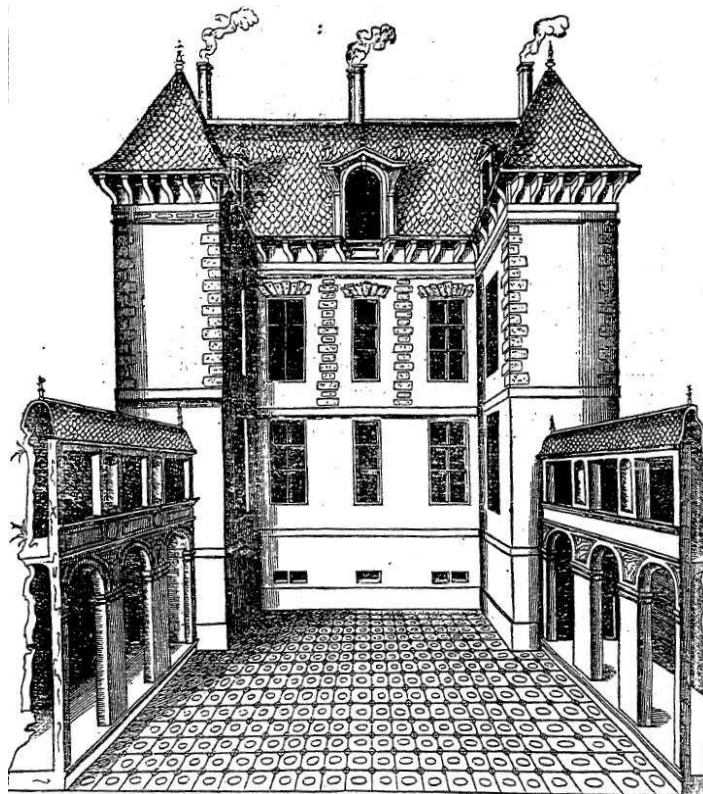
A partir do estudo da perspectiva de Dürer (figura 1.6) estabelecemos uma interpretação das suas duas partes: a da direita, o corpo da mulher nua é do mundo das paixões, dos sentimentos, enquanto a da esquerda, o pintor coloca a imagem num quadrilátero geométrico, significando que a atividade de conhecimento é o esforço de colocar as formas materiais e carnis inscitas na realidade matemática.

Historicamente, o processo de algebrização dos procedimentos projetivos presentes na matematização da perspectiva por Dürer, com a possibilidade de fornecer relações métricas do modelo na atividade arquitetônica, teve um período muito curto, uma vez que isso não acrescentava melhoras na representação arquitetônica. Deve-se esse não interesse pela algebrização, levando à volta das questões essencialmente práticas do método (figura 1.7), ao fato de que, na arquitetura, a perspectiva é vista como uma estrutura de saber complementar, que abarca questões essencialmente perceptivas, deixando as informações métricas para um segundo plano. (BORDA, 2001)



Fonte: ALMAGRO (1998, p.61)

Figura 1.6 – Desenhando a mulher nua, gravura extraída da ‘maneira de medir’ da obra *Under Weysung der messung mit dem Zirckel und richt/Scheyt*, edição de 1538.



Fonte: <http://gallica.bnf.fr>

Figura 1.7 – Representação em perspectiva com método prático, extraída do *Le premier tome de l'Architecture* (DE L'ORME, 1567).

A perspectiva do renascimento serviu à necessidade dos artistas de se apropriarem do real. Na satisfação dessa ânsia, colocaram no papel elementos do

infinito, e no conhecimento uma nova maneira de representar o mundo. Ao tentarem então a representação do mundo como infinito, estabeleceram bases para o advento da geometria projetiva, o que ocorreu dois séculos depois, com o trabalho de matemáticos que se apossaram dos fundamentos artísticos desses pintores.

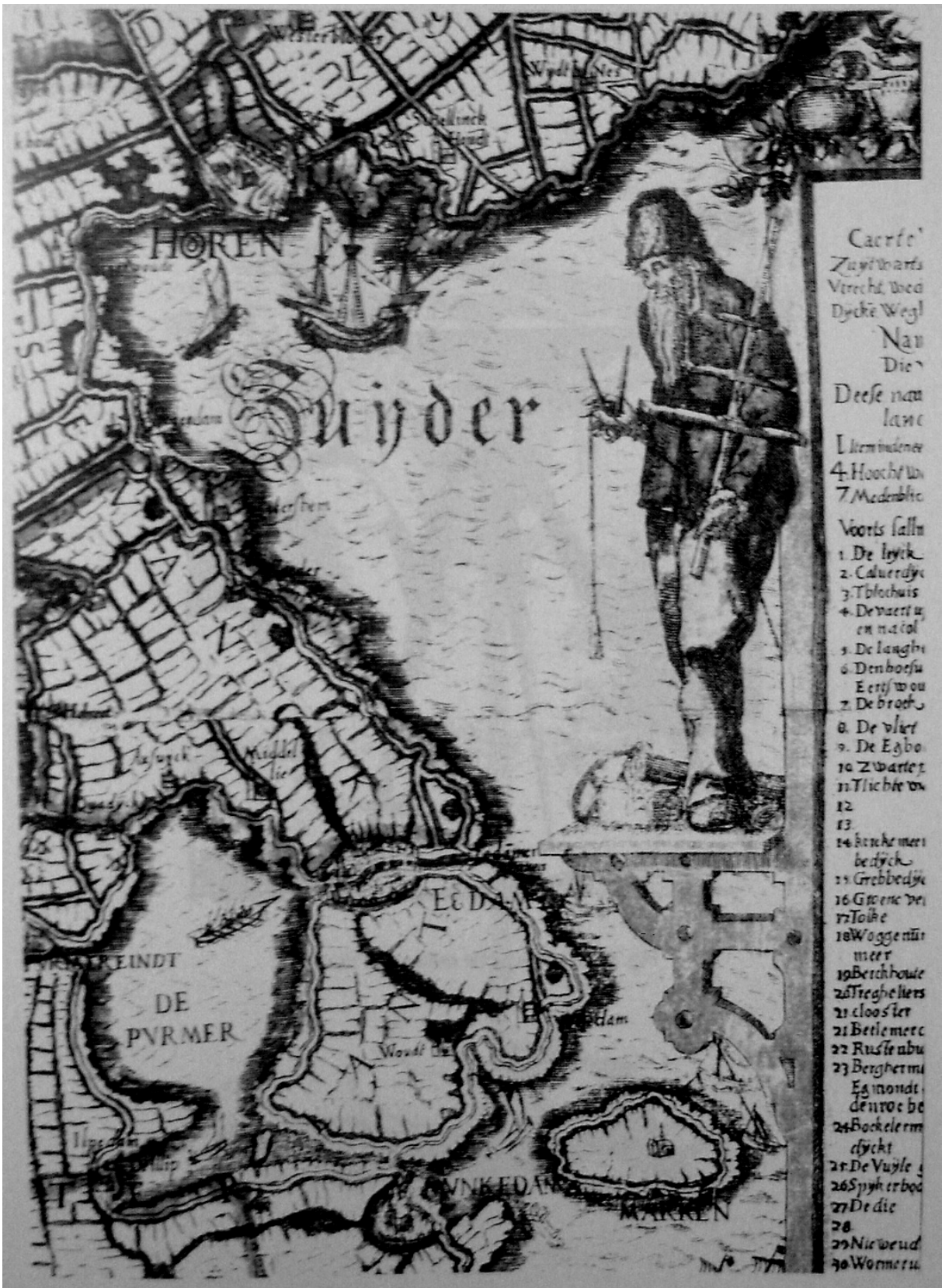
Um contraponto ao aparato matemático que começa se envolver com a perspectiva ainda em meados do século XVI ocorre com um impulso no uso da axonometria que, ainda sem ser sistematizada, insere-se no exercício da arquitetura justamente por não depender dessa matematização do espaço (figura 1.8). Lembramos que, essa mesma questão é retomada por Van Doesburg em 1919, como crítica a matematização da perspectiva, na busca de métodos de representação mais intuitivos, embora no século anterior, em 1852, essa representação foi justificada com teoria científica. (BORDA, 2001).

Na seqüência dos tratados da representação em arquitetura, o tratado de Philibert de l'Orme, *Le premier tome de l'Architecture*³⁹, publicado em 1567, segundo Gani (2004) é citado por diversos autores como o primeiro que justifica as regras da estereonomia e do desenho de arquitetura recorrendo ao raciocínio geométrico. Taton (1951) comenta que Philibert de l'Orme, em seu primeiro tomo de arquitetura, utiliza o raciocínio geométrico para justificar as regras do tamanho das pedras e do desenho arquitetônico. Entretanto, as demonstrações são insuficientes e os métodos gráficos muito complicados apresentando correspondência entre plantas e elevações em várias passagens. TATON (1951)

Na sua obra anterior, de 1561, *Nouvelles inventions pour bien bastir et à petits fraiz* (tradução nossa)⁴⁰, a intenção do autor é apresentar suas invenções para contribuir com a economia da madeira e da pedra, evitando cortes mal feitos, o que nos indica que a racionalização dos processos construtivos estava se fazendo necessária.

³⁹ Esta obra foi publicada em Paris, contendo nove livros de arquitetura e segundo Trevisan (2000) a partir de 1576, suas edições passaram a vir adicionadas dos dois livros que compõem *Nouvelles inventions pour bien bastir et à petits fraiz*, escritos em 1561, por de l'Orme. As capas destas duas obras encontram-se no anexo 3.

⁴⁰ Novas invenções para construir bem com baixo custo.



Fonte: Almagro, 1998

Figura 1.8 – Carta da Holanda de 1575, sugerindo a compreensão do espaço com o conhecimento da axonometria, revelada na posição do observador que se coloca dentro de um espaço em representação axonométrica.

Em de l'Orme (1561), observamos uma seqüência de procedimentos para serem aplicados diretamente nas obras, com respectivas descrições e ilustrações. Estes procedimentos tratam da montagem das partes das construções, com as ilustrações apresentando tipos variados de projeções (figuras 1.9 e 1.10), e esclarecem como podem ser traçados em verdadeira grandeza elementos da construção (figuras 1.11 e 1.12). Esses traçados correspondem às necessidades do aparelhador, que muitas vezes traça em tamanho real com o compasso e a régua no chão, e correspondem também ao pensamento de Monge, para encontrar a verdadeira grandeza entre dois pontos do espaço⁴¹. Na sua obra subsequente, a complexidade das aplicações destes traçados é apresentada (figura 1.13). Em síntese, quanto à representação na arquitetura, distinguimos os livros de l'Orme de outras obras francesas de arquitetura da sua época por abordarem a teoria da representação, enquanto algumas dessas na sua essência apresentavam padrões e ordens arquitetônicas.

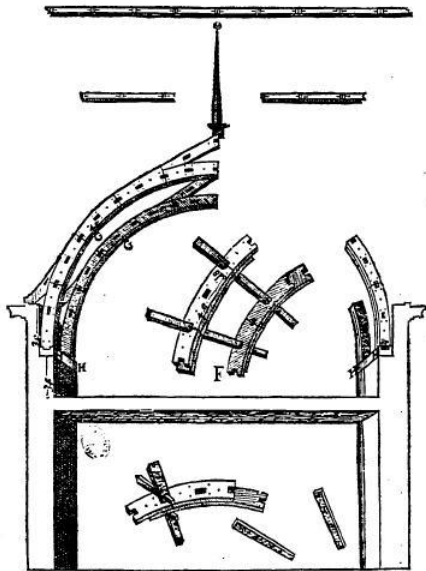
O que buscava Philibert de l'Orme⁴², um século depois de Alberti, era a profissionalização da arquitetura, com a definição de um profissional formado segundo modelos de educação e que tivesse responsabilidades e privilégios bem definidos. No seu *Le premier tome de l'Architecture* definia com rigor as atuações do dono da obra, do arquiteto e do mestre-pedreiro. Philibert, como Palladio orgulhava-se de ter desenhado todo o tipo de edifícios, dos palácios às casas modestas, sendo estas os últimos redutos de trabalho dos mestres-pedreiros. (BRANDÃO, 2004)

Philibert de l'Orme destaca-se na profissionalização do arquiteto por registrar na sua obra conhecimentos produzidos pelas 'sociedades de companheiros', enquanto o arquiteto italiano Andrea Palladio consolida os 'projetos profissionais', como representação na arquitetura. Cardone (1999) comenta que no seu *Primo libro dell'architettura* Palladio explica que vai fugir das palavras e usá-las só o

⁴¹ Monge (1799) apresenta esse processo nas figuras 2 e 3, *planche I*.

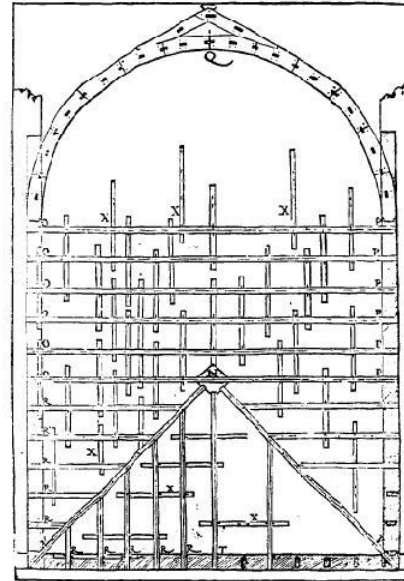
⁴² Philibert de l'Orme, arquiteto do Cardeal francês du Bellay que foi trespassado ao Rei Henrique II, queixava-se de ter gasto parte considerável dos seus recursos na preparação de maquete. O sistema de Mecenato impunha um preço ao arquiteto sem a proteção de qualquer organização coletiva. Era freqüente então, o arquiteto ser dispensado pelo dono da obra, uma vez que este desviava recursos que havia destinado ao arquiteto.(BRANDÃO, 2004)

estritamente necessário e que, no seu *Terzo libro dell'architettura*, completa dizendo que muito melhor exemplo é dado com o desenho do edifício inteiro e depois suas partes sobre uma carta do que com um longo uso de palavras. Como ilustração da representação adotada por Palladio pode ser observada a figura 1.14.



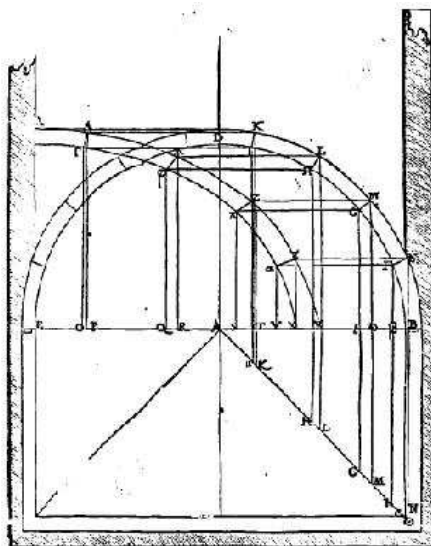
Fonte: <http://gallica.bnf.fr>

Figuras 1.9 – Assentamento de peças dos arcos, ilustração de l'Orme (1561, p. 8).



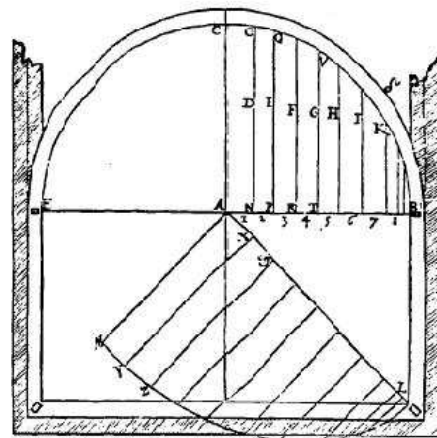
Fonte: <http://gallica.bnf.fr>

Figuras 1.10 – Assentamento de peças dos arcos, ilustração de l'Orme (1561, p. 11).



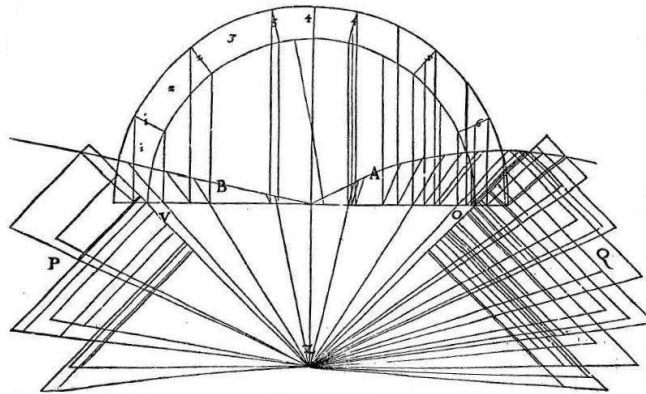
Fonte: <http://gallica.bnf.fr>

Figuras 1.11 – Determinação de 'círculos alongados', ilustração de l'Orme (1561, p. 13).



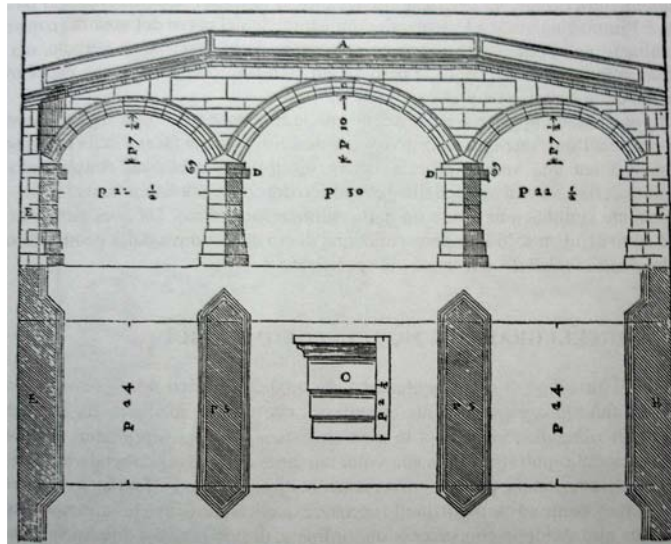
Fonte: <http://gallica.bnf.fr>

Figuras 1.12 – Outra maneira de determinar 'círculos alongados', ilustração de l'Orme (1561, p. 14).



Fonte: <http://gallica.bnf.fr>

Figura 1.13 – Representação para determinar tamanhos reais das partes de uma abóboda, ilustração de l'Orme (1576).



Fonte: CARDONE (1999, p. 19).

Figura 1.14 – Ponte de Vicenza, representação de Palladio.

Outros estudos teóricos com interesse na geometria pura e suas aplicações nas técnicas gráficas foram desenvolvidos pelo arquiteto e geômetra Desargues, que escreveu sobre as seções cônicas, o corte das pedras, a perspectiva (figura 1.15), as sombras e o relógio de sol, o que encontramos reunido e analisado por Poudra em *Oeuvres de Desargues* (1864).

As obras de Desargues (1640), com o título *Brouillon project d'une atteinte aux evenemens des recontres du cone avec um plan*, e de B. Pascal (1640), intitulada *l'Essai sur les coniques*, nos apresentam estudos sobre as propriedades projetivas dos objetos geométricos. Estes trabalhos surgem com um novo enfoque

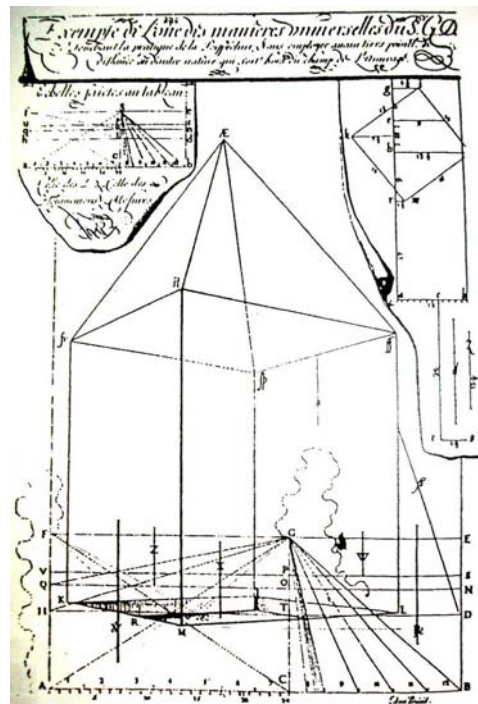
sobre a antiga teoria das seções cônicas aplicadas nas perspectivas. Entretanto, poucos científicos assimilaram as idéias de Desargues e Pascal, e suas obras se perderam, adiando o nascimento da geometria projetiva como um ramo independente da ciência. A construção rigorosa e sistemática da geometria descritiva de Monge no final do século XVIII desenvolveu então o papel de premissa necessária para a construção da geometria projetiva. (RIBINIKOV, 1991)

Ainda sobre a obra de Desargues, Taton (1951) diz que em um pequeno folheto problemas difíceis de desenho arquitetônico foram apresentados por métodos exclusivamente geométricos nos quais as construções sucessivas mostravam a compreensão exata da geometria descritiva. Entretanto, pela nomenclatura nova introduzida e por lacunas nas demonstrações, a geometria descritiva permaneceu não totalmente esclarecida.

A característica dos estudos de Desargues é a apresentação de um método geral com base em princípios teóricos que exigiam grande esforço mental dos leitores, o que certamente contribuía para que seus estudos não fossem bem aceitos. Seu método de corte das pedras é exposto a partir de um exemplo de construção de uma abóbada (figuras 1.16 e 1.17).

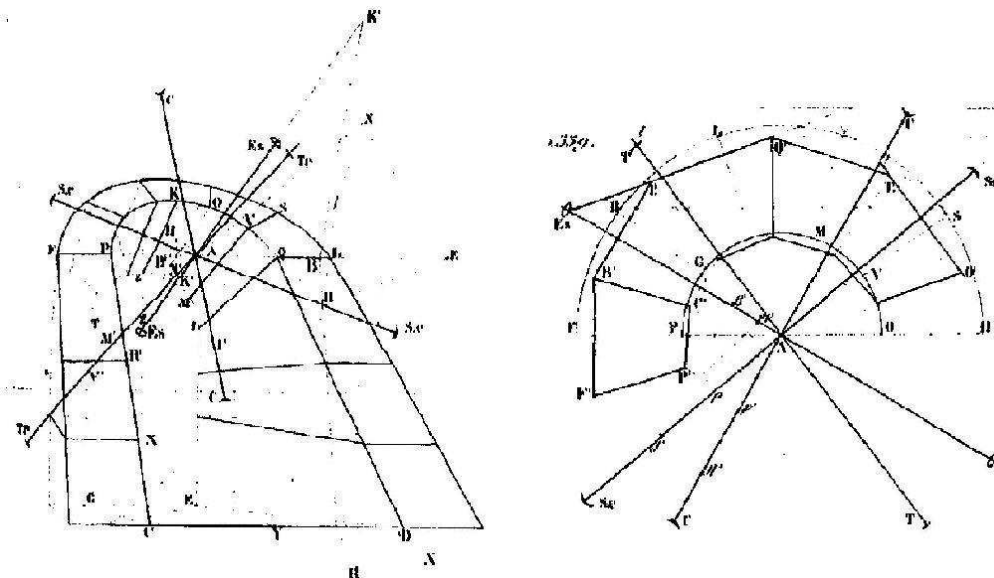
Para isso, Desargues estabelece cinco planos, em posições especiais em relação à abóbada. Em seguida, seleciona retas, que se relacionam com esses planos e que formam ângulos que na sua concepção são fundamentais para a construção da abóbada. Tais retas são projetadas em um plano e os ângulos das retas são conhecidos a partir desse plano, o que é parecido com os métodos descritivos atuais, afirma Gani (2004)

Assim, segundo Ferro (2005), a geometria projetiva marginalizada desde a sua primeira formulação sistemática no *Brouillon project* de Desargues só será efetivamente desenvolvida com a *Géométrie descriptive* de Monge em 1799. Após 1640 surgiram outros tratados de estereotomia que apesar de serem mais completos do que o escrito por de l'Orme seguiam como este, estudos para casos específicos, resolvidos de maneira intuitiva, sem atingir a generalização proposta por Desargues. Entre esses tratados temos os de Jousse, Derand, Bosse, La Hire e La Ruë.



Fonte: BELHOSTE (1996, p. 15)

Figura 1.15 – Exemplo de traçado da perspectiva inventado por Desargues, extraído de um pequeno folheto de doze páginas publicado com o título de *L'exemple de l'une des manières universelles du S.G.D.L.*, em Paris (1636).

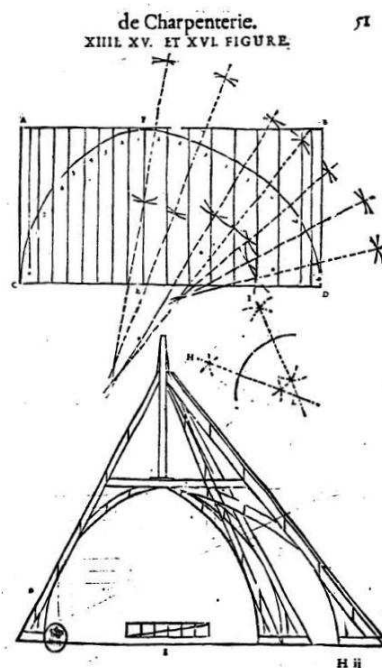


Fonte: <http://gallica.bnf.fr>

Figura 1.16 e 1.17 – Perspectiva e fachada com os princípios teóricos sobre o corte das pedras, propostos por Desargues (1640)

Mathurin Jousse escreveu *Le secret d'architecture découvrant fidèlement les traits géométriques, coupes et dérobemens nécessaires dans les batiments* em 1642

que, segundo Trevisan (2000), foi o primeiro tratado exclusivamente dedicado à estereotomia. Ao contrário de d l'Orme como comentamos que apresentava os problemas sem maiores esclarecimentos, Jousse no seu texto comenta, com profundidade, aproximadamente uma centena de exemplos, sendo boa parte deles dedicada ao vários tipos de *trompas*. Apesar de no seu título dar ênfase à matemática, as representações utilizadas tratam de conhecimentos práticos e intuitivos (figura 1.18) . Essa obra foi argumentada e corrigida por La Hire, que a republicou em 1702 com o título de *L'art de charpenterie* de Mathurin Jousse.



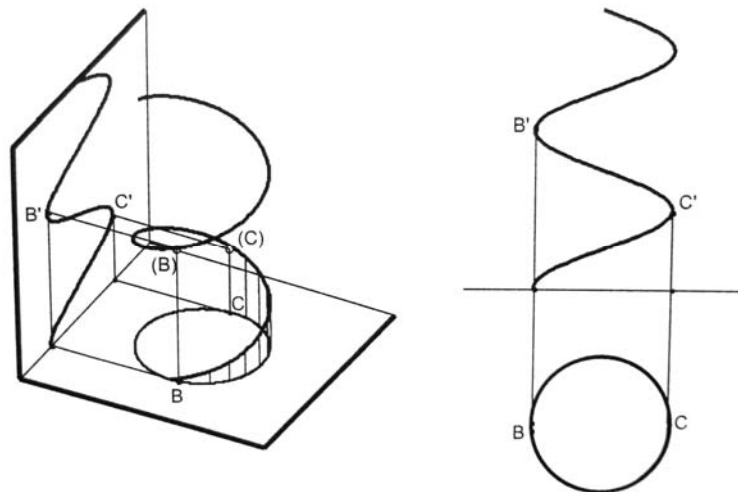
Fonte:<http://gallica.bnf.fr>

Figura 1.18 - Representação da solução de problema construtivo, apresentada por Jousse (1642, p.51).

Conforme Choay (1980), Mathurin Jousse denomina sua obra *Le secret d'architecture*, ainda no prefácio, de “Tratado de arquitetura”, opondo-o aos tratados teóricos que enumera desde Vitruvius incluindo-o. Depois de citar as melhores obras teóricas, conclui que, com exceção de de l'Orme, todos os autores não trataram da maneira de delinear os traçados geométricos necessários ao corte das pedras.

De maneira diversa do tratado de Jousse, a representação dos problemas do espaço é sistematizada do ponto de vista geométrico em *La Géométrie* de 1664. Nessa obra, Descartes associa explicitamente duas projeções ortogonais para descrever uma curva reversa do espaço em uma superfície plana. Para tanto,

explica que os planos nos quais são feitas essas projeções são perpendiculares entre si e que cada um dos pontos da curva reversa fica totalmente determinado com uma relação entre suas duas projeções na linha de intersecção desses planos (figura 1.19). Na seqüência, comenta sobre um plano tangente à curva, que deve ser encontrado com a escolha de planos auxiliares que contenham a tangente e que sejam perpendiculares aos planos de projeção. O que destacamos deste trabalho de Descartes, em síntese, é a matematização do espaço, que levou à denominação de espaço cartesiano e a sua conseqüente representação cartesiana, o que conceitualmente marca um grande salto para o reconhecimento do espaço moderno. (GANI, 2004)



Fonte: GANI (2004, p.40)

Figura 1.19 – Interpretação gráfica (em perspectiva e projeções ortogonais) da idéia de Descartes, explicada sem desenho ilustrativo em um parágrafo da sua obra *La Géométrie* (1664,p.64)

Voltando a comentar sobre tratados de estereotomia, Bosse, em *La pratique du trait a preuves de Mr. Desargues Lyonnais, pour la coupe de pierres en la architecture*, publicado em Paris em 1643, retoma os conceitos de Desargues e apresenta um tratado com desenhos bem elaborados (utilizando perspectiva axonométrica e projeções ortogonais dissociadas), tratando diversos aspectos das construções, entre os quais o das colunas (figura 1.20).

Voltado para a prática, segundo Gani (2004), Jean-Baptiste de La Ruë publicou em 1728 *Traité de la coupe des pierres*, com qualificadas representações em axonometria, que foram utilizadas por Monge para suas aulas em Mézières e no curso de aplicações da geometria descritiva na École Centrale de Travaux Publics.

esses autores tinham consciência das conseqüências desastrosas, que resultavam de uma abordagem informal do tema. Sabiam, além disso, que a fundamentação teórica residia na Geometria. Por esse motivo, cada um deles pretendia (e, até mesmo, acreditava ter conseguido) dar um caráter científico à arte da Estereotomia, estabelecendo uma base geométrica. No entanto, nenhum deles conseguiu alcançar a simplicidade e o rigor do método estabelecido posteriormente por Monge.

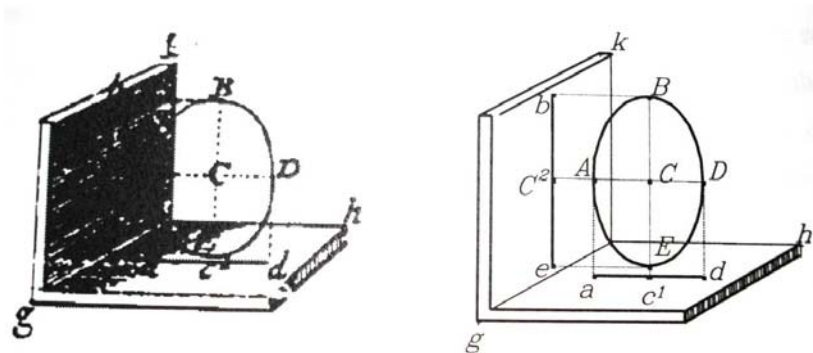
A estereotomia foi tratada, ainda, em obras de matemática pura, que tiveram alguns capítulos dedicados a este tema. De *lapidum sectione*, obra de Claude François Milliet de Chasles, publicada em 1674 com cinco capítulos, é um desses casos, que apresenta também uma parte dedicada a perspectiva, extraída do *Cursus seu mundo mathematicus*. Outra obra matemática que trata da estereotomia é *Euclides adauctus et methodicus mathematicaque universalis*, publicada em 1671 por Guarino Guarini, arquiteto e matemático. (MIGLIARI, 1996) Segundo Gani (2004), Guarini produziu sua audaciosa obra arquetônica para a época, a Igreja de São Lourenço em Turim, a partir de seus estudos teóricos voltados para a aplicação.

Na seqüência de obras que foram comentadas tratando da estereotomia, embora com a pretensão de lhe estabelecer uma fundamentação matemática, não se avançava além de uma base prática para a arquitetura, fazendo exceção aos estudos de Desargues, como explicamos. A mudança de rumo surge então com *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois pour la constructiouns des voutes ou Traité de stéréotomie à la usage de l'architecture*, de Amédée-François Frézier (1737-39). O destaque de Frézier revela-se em afirmar importância de estudos teóricos de geometria como bases sólidas para a representação em arquitetura.

Os primeiros comentários de Frézier (1737) nos dão uma idéia clara de controvérsias existentes entre teóricos e práticos. Como exemplo de suas preocupações com o desconhecimento da geometria como suporte para a construção, comenta que durante a execução de uma abóbada surgem dificuldades imprevistas e que são resolvidas por tentativas, porque as pessoas não são capazes de construir obras diferentes das que já foram feitas, copiando às vezes até erros. Afirma, enfim, que seu tratado terá como inovação o conhecimento exato da natureza das linhas que se formam nas arestas das abóbadas.

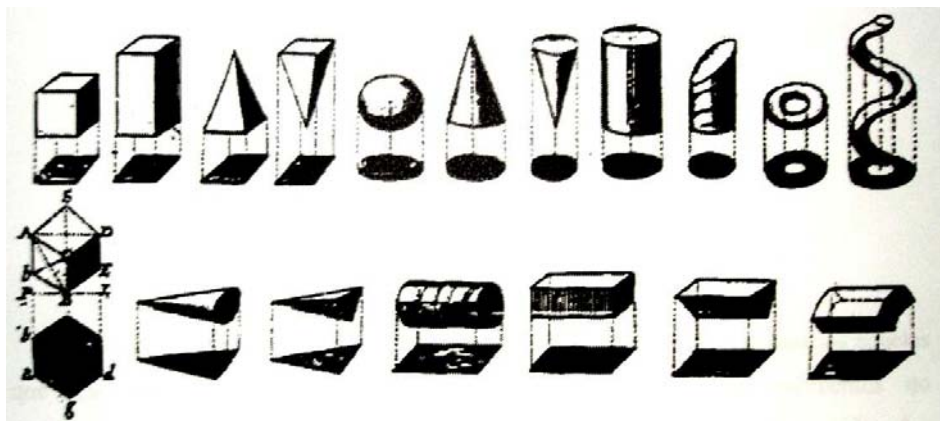
Gani (2004) afirma que Frézier não deixa dúvidas que seu livro não pretende ser um manual e sim tratar da ciência do matemático que conduz o artesão ao corte

das pedras. Nesse sentido, essa ciência tem seus princípios na geometria pelo conhecimento das linhas (figura 1.21) e superfícies (curvas e planos) e dos corpos sólidos (figura 1.22), os que deverão ser seccionados. Entretanto, o fundamental encontra-se em tratar os corpos cônicos, piramidais ou angulosos seccionados por superfícies, isto quer dizer o contrário de pensar nas partes que se juntam para formar o todo, o que vinha sendo feito até então, no estudo da estereotomia.



Fonte:Gani (2004, p. 62)

Figura 1.21 – Teorema sobre a projeção ortogonal de linhas curvas no espaço. (FRÉZIER, 1737, tomo I, livro II, prancha 16)



Fonte:Gani (2004, p. 65)

Figura 1.22 – Projeções ortogonais de diversos sólidos em diferentes posições. (FRÉZIER, 1737, tomo I, livro III, prancha 19)

Na sua obra, Frézier apresenta uma clara distinção entre teoria e prática, o que não acontecia nos tratados de estereotomia anteriores. É organizada em três tomos: o primeiro sobre *tomomorphie* (figura ou descrição de seções) e *stereographie* (descrição dos sólidos), o segundo e o terceiro sobre *tomotechnie* (arte de fazer as seções). A *tomomorphie* trata da ciência, enquanto as outras se ocupam da prática da construção.

Com Frézier retoma-se então o conceito de Desargues de que o processo é geral e não específico para cada tipo de construção. Enquanto Desargues apresenta só um exemplo de abóboda na sua obra, a teoria de Frézier é exemplificada com diversidade, restringindo-se às construções em pedra e madeira. Ainda estes dois autores, publicando com a distância de quase um século, destacam-se conceitualmente na estereotomia por abordar a teoria e a prática enquanto os demais fixavam-se na prática. Nesse sentido, Frézier retoma a idéia de Desargues, conjugando racionalismo matemático com técnicas empíricas.

Partindo desta breve exposição dos tratados deduzimos a importância dada à estereotomia, por um lado, no que se refere a sua representação, como uma questão geométrica e, por outro, em tratar o processo, para que fosse compreendido pelos construtores. Era necessário então situar-se com o rigor da matemática e com fácil interpretação. Gani (2004) afirma que não era fácil atingir esse objetivo e que entre as dificuldades existentes podiam ser destacadas três: a complexidade da questão, a dicotomia existente entre os artistas e os matemáticos e a resistência dos técnicos e profissionais em relação ao conhecimento teórico.

A primeira, envolve conhecimentos de geometria espacial, tratando da representação em duas dimensões de objetos que tem três dimensões. Em relação à segunda, os livros escritos por artistas falhavam nas questões matemáticas e os dos matemáticos não despertavam o interesse dos práticos⁴³. Quanto a última dificuldade tinha-se o exemplo de Daviler, que expõe no seu *Cours d'architecture* que as regras da geometria são inferiores às da prática, não reconhecendo a elipse num problema de círculo alongado. (GANI, 2004)

Depois de publicados muitos tratados sobre estereotomia com deslocamentos conceituais, ora embasados na matemática e ora embasados na prática, chega o momento da representação em arquitetura usar a teoria mongeana não como abandono aos suportes de representação que vinha usando até então mas sim numa reelaboração que sistematiza conhecimentos há muito conhecidos. Sobre isso, Montclos (1982) apud Trevisan (2000) conclui que certamente não foi a

⁴³ Philibert de l'Orme havia tratado sobre isso no seu tratado de estereotomia.

geometria que produziu a estereotomia na França mas, ao contrário, graças a Desargues, La Hire, Frézier e Monge, foi a estereotomia que, na França, fez nascer a geometria descritiva. Isso equivale a dizer que não foi a matemática que subsidiou a arquitetura. Entretanto, as necessidades intrínsecas à arquitetura exigiram um suporte matemático estudado por vários autores o que culminou na sistematização da geometria descritiva. Em outras palavras, Borda (2001) afirma que a atividade arquitetônica serve de fonte de problemas, que impulsiona o desenvolvimento da própria geometria como ciência, ao partir da geometria idealizada.

Quanto a esse 'novo' sistema de representação, sabemos que Gaspard Monge ainda aluno na *École Royale du Génie de Mézières* resolveu um problema de artilharia através de projeções ortogonais sobre dois planos, usados como referência. A solução apresentada inovou em relação às soluções adotadas para os trabalhos de desfilamento desenvolvidos até então por ser o plano de desfilamento tangente a um cone, e essa idéia se constitui nas bases do que será apresentado na sua *Géométrie descriptive*. (GANI, 2004)

Entretanto, o diferencial apresentado por Monge no seu 'novo' sistema de representação, em relação aos anteriores, fundamenta-se no apoio recebido da geometria cartesiana, o que equivale a dizermos que o espaço passa a ser lido matematicamente com a geometria descritiva.

Embora Dürer e Monge tenham usado as projeções ortogonais na representação do espaço, como explica García (1998), a idéia das vistas como visualizações ortogonais, empregadas por Dürer, diferem das projeções da escola de Monge. O primeiro conceito, como método direto e associado a escola anglosaxônica, utiliza as vistas definidas pela direção de visão e a partir de duas vistas torna possível encontrar as demais. Nas projeções mongeanas, o método indireto (latino) utiliza as projeções sobre dois planos ortogonais que determinam um diedro que se abre para formar o plano de desenho.

Sylvestre François Lacroix publicou, em 1795, quatro anos antes de Monge publicar sua *Géométrie descriptive*, um tratado de geometria descritiva. Segundo Cardone (2001), Lacroix foi aluno de Monge e publica esta obra depois de estar a geometria descritiva amplamente divulgada no ambiente científico francês por haver Monge já desenvolvido três cursos completos sobre o tema. Lembramos que Monge

apresentou a solução de um problema militar utilizando a geometria descritiva, ainda como assistente técnico em Mézières, em torno de 1766 (MIGLIARI, 1996). O próprio Lacroix comenta sobre a paternidade da geometria descritiva que “ me resta falar da conformidade, que se apresentará entre a maior parte da minha obra, e as lições dadas na Escola Normal pelo Sr. Monge. Não podia faltar de ser logo, porque o geômetra acima mencionado tem-se ocupado nesta parte da matemática, para a qual tem aplicado a análise com muitíssimo fruto; seria porém engano se fosse concluído, que o meu trabalho seja resultado do seu; depois que foram muitas pessoas, que tinham muito tempo antes das lições do Sr. Monge, o material que empreguei e que pensei em colocar em ordem quando foi feito acréscimo aos ensinamentos da geometria descritiva na Escola Normal”. (MIGLIARI, 1996, p. 27, tradução nossa)⁴⁴

A influência dos trabalhos de Monge e Lacroix, próximos por seu conteúdo, foi prolongada. Suas obras se reeditaram várias vezes na primeira metade do século XIX, contribuindo para a fundamentação da geometria projetiva. Este ramo da geometria, desde a época de Monge, foi incluído entre as disciplinas matemáticas no sistema de instrução técnica (RIBINIKOV, 1991). Com a geometria descritiva, então, foram delineados modelos de ensino de representação sistematizando o uso das projeções ortogonais. Esses modelos foram ensinados antes para engenheiros e em seguida incorporado ao ensino da arquitetura.

⁴⁴ “Mi resta a parlare della conformità, che si troverà la maggior parte della mia opera, e le lezioni date alla scuola normale dal Sig. Monge. Non poteva mancare d’aver luogo, poichè il sudetto geometra si è occupato in questa parte della matematica, alla quale ha applicato l’analisi con moltissimo frutto; s’avrebbe però torto se si conchiudesse, che il mio lavoro sia ricavato dal suo; poichè vi sono molte persone, che hanno molto tempo prima delle lezione del sig. Monge, i materiali che ho impiegati, e che ho pensato a metterli in ordine allorchè fui fatto aggiunto all’insegnamento della geometria descrittiva nella Scuola Normale.” LACROIX , S. F. Saggio di geometria riguardante le superficie piane e curve o sia Elementi della Geometria Descrittiva, primeira tradução italiana feita sobre a terceira edição francesa (1829) apud MIGLIARI (1996)

1.3.2 A COMPREENSÃO CIENTÍFICA

Do final do século XVIII até o presente

No final do século XVIII a geometria descritiva sustenta a representação no discurso que comunica reformas em relação ao trabalho corporativo e adapta-se aos novos tempos da revolução industrial. Assim, Monge e outros estudiosos como Poncelet e Farish, segundo Ferro (2005, p.91), “preparam os esquemas de representação convenientes e oportunos para o modo de produção que atinge o poder completo. Fundados sobre a homogeneidade postulada do espaço, articulados a partir da projeção ortogonal, da imóvel disposição dos diedros, da infinita distância do observador [...]. Favorecem a mensuração, a ordem [...].”

É entre o final do século XVIII e início do século XIX que o gosto Paladiano da aristocracia vai sendo ameaçado por realidades econômicas e culturais. Uma nova classe dominante, a burguesia, introduziu um novo tipo de mecenato. Formado de banqueiros, comerciantes e industriais, os burgueses desenvolveram a sociedade para o fomento das artes, manufaturas e comércio tornando as encomendas públicas alvo da discussão e decisão democráticas. Para essas mudanças, as duas principais pátrias paradigmáticas são a França e a Inglaterra. Sem o mesmo alcance destas, podemos incluir a Alemanha, liderada por Shinkel. Tais mudanças ganham forças de origens diversas: na França são determinantes os fatores ligados ao Estado, enquanto nos países anglo-saxônicos são mais importantes os fatores ligados à realidade econômica. (BRANDÃO, 2004)

Na Inglaterra, os novos profissionais arquitetos são os próprios burgueses, conhecidos por sua perícia no desenho e na administração dos negócios. Como tentativas de organizá-los no sentido social e educacional, surgiram a Artists-Society, fundada em 1761, a Royal Academy of Art em 1768 e o Architects Club em 1791. Todas fundadas antes da École Normale, onde Monge, em 1795, lecionou geometria descritiva.

Na França, após a Revolução de 1779, verificam-se alterações ao modelo de academia. Com o surgimento da École de Ponts et Chaussées e da École de Beaux Arts de Paris inaugura-se a ruptura entre arquitetura e engenharia. O acesso

ao ensino profissional ocorria exclusivamente pelo ensino e necessariamente pelo impulso napoleônico.

Como consequência das transformações sociais e políticas do século XVIII, a igualdade entre as pessoas é considerada visível. Isto porque, a utilidade dos espaços adapta-se a eles próprios. Martínez (2000, p.94) explica que, “anteriormente, a adaptação de um edifício a um destino não era estabelecida pela distribuição. Havia disposições tipológicas definidas, que confirmavam, por exemplo, um palácio como tal, a não ser confundido com outro uso, do mesmo modo que os habitantes se diferenciavam por classe e berço ou por vocações irrenunciáveis.” Assim a função passa a consagrar as diferentes respostas projetuais, o que nos leva a concordar ainda com Martínez (2000, p. 94) que o “funcionalismo é igualitário”.

Decorrente disso, a igualdade torna-se visível nas plantas de Durand. Nessas representações de arquitetura, feitas sobre papel quadriculado, cada quadrado equivale a um espaço que pode receber uma função mais ou menos importante. Assim, Durand, que ensinava arquitetura na École Polytechnique, incorporava para a representação na arquitetura a idéia de que o espaço era homogêneo como Monge ensinava na mesma Escola.

No século XIX, a partir do tratado de Durand de 1819, consolida-se na arquitetura um método projetual caracterizado por regras compositivas voltadas à arquitetura clássica. Até a metade do século XIX a arquitetura neoclássica apresentava edificações com formas simples, revestidas externamente com uma roupagem clássica de caráter monumental. Essa monumentalidade verificava-se na escala adotada e na valorização da obra como arte. A partir de meados do século XIX, como tentativas de solucionar os novos programas existentes, revitalizaram estilos da idade antiga, média e do novo tempo através da arquitetura romântica e do ecletismo historicista. Ocorreram intensas discussões sobre que estilo a arquitetura deveria tomar, justamente no momento que em que aparece um novo estilo.

Entre as fissuras do pensamento arquitetônico sobre estilos surgiu então a arquitetura tecnicista dos engenheiros. Exploraram-se assim as potencialidades do ferro e surgiram edificações com formas inovadoras para o período. Obviamente, a arquitetura tecnicista foi renegada pelos arquitetos até o final do século XIX,

entretanto vingou por outras forças. Era um século voltado para a ciência e a tecnologia. Pevsner (1994, p. 111) afirma que “as obras dos engenheiros do século XIX baseavam-se amplamente no emprego do ferro, primeiro como ferro fundido, depois ferro batido, e finalmente como aço. Já perto dos finais do século apareceu como alternativa possível o cimento armado.” Mais adiante Pevsner refere-se a essas obras concluindo que por um lado a originalidade técnica de todos esses edifícios residia no uso abundante do emprego do ferro. E que, por outro lado a sua qualidade estética mais notável era o emprego igualmente próprio e completamente uniforme do vidro.

“É certo que os construtores que utilizavam o ferro tinham ambições de caráter artístico, e logo que esta aspiração se tornava consciente os resultados eram menos valiosos”, afirma Pevsner (1994, p. 123), exemplificando com trabalhos em ferro do final do século XVIII e início do século XIX. Assim, aparece para tratar das exigências das construções a representação de Monge, voltada à valorização das artes ao mesmo tempo em que se dedicava ao aperfeiçoamento da produção.

Não esquecendo que Monge ensinava em uma escola de engenheiros, com interesse em valorizar a arte colocou a disposição uma teoria que ao mesmo tempo servia ao trabalho dos engenheiros e possibilitava buscas no sentido da estética das construções e, assim, uma maneira de desenhar que possibilitava a aproximação dos trabalhos de engenheiros e arquitetos. Já em 1851, no *Journal of Design*, Matthew Digby Wyatt apud Pevsner (1994, p. 129) escreveu que “tornou-se difícil saber onde acaba a engenharia civil e começa a arquitetura.” Também Théophile Gautier escreveu, em 1850, que a humanidade criará um tipo de arquitetura totalmente novo no momento em que os novos métodos criados pela indústria forem utilizados. (PEVSNER, 1994)

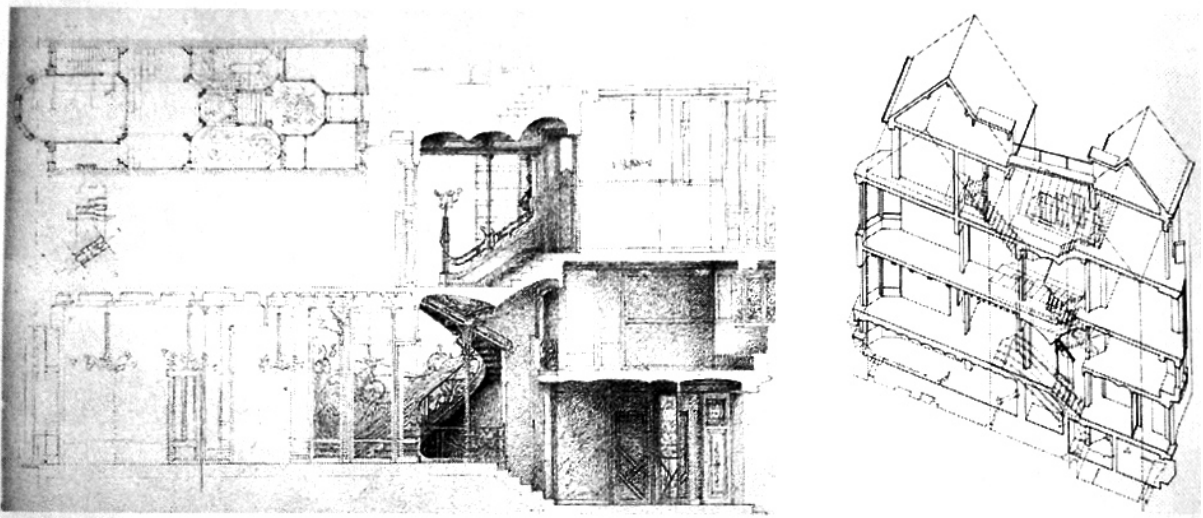
Entretanto, nessas aproximações entre engenharia e arquitetura, como pano de fundo, tecia-se uma confusão de problemas sociais e estéticos. Como exemplo, a a Bibliothèque St. Geneviève em Paris, de Labrouste, construída na segunda metade do século XIX, tem um exterior neo-renascentista enquanto no seu interior apresenta duas naves separadas por colunas de ferro muito esbeltas. Além disso, as abóbadas dessas duas naves geram-se por uma rede de nervuras de ferro.

Nessa época alguns arquitetos defendem o uso do ferro para a arquitetura, como por exemplo Louis-Auguste Boileau, que escreveu várias obras sobre as vantagens do ferro para a arquitetura. Viollet-le-Duc opina sobre o ferro no seu livro *Entretiens*, defendendo que os recursos fornecidos pela indústria os arquitetos devem aproveitar em vista de adotar novas formas arquitetônicas, em vez de disfarçar inovações com recursos de outras épocas. No segundo volume da sua obra destaca que o uso do ferro não disfarçado permite a apreciação das maravilhas do uso desse material e das inovações dos engenheiros. Entretanto, o abandono completo de ideais arquitetônicos de outras épocas veio mesmo com os engenheiros. (PEVSNER, 1994)

Por outro lado, o nível de perfeição que o aço atinge com o trabalho dos engenheiros leva o pensamento arquitetônico mais avançado, a partir de 1890, a considerar o uso do aço nos edifícios. Surgem assim os arranha-céus, designação dada aos edifícios de esqueleto em aço. Desaparece então a necessidade das sólidas paredes espessas, caindo a tradição em pedra. (PEVSNER, 1994) Essas transformações da arquitetura foram acompanhadas pelo novo ensino da geometria descritiva. É verdade que a estereotomia, como foi possível acompanhar nesta história, amparou a sistematização da teoria mongeana. Entretanto, a estereotomia restringia-se aos estudos de cortes de pedras e madeiras, próprios das construções medievais e renascentistas. A geometria descritiva trata da representação de superfícies a partir de suas leis de geração, diretrizes e geratrizes, ao esqueleto portanto das construções em aço. E, enquanto representa as superfícies, sustentou a arquitetura que associava o ferro ao cimento: o uso do concreto.

Na história do concreto, na Época da Exposição Internacional de 1855, François Coignet escreveu que a pedra estava destinada a ser substituída pelo cimento, pelo ferro e pelo concreto. O trabalho dos ingleses, seguidos pelos alemães, no final do século XIX, marcam o início da preparação e da técnica do concreto armado no sentido moderno. Entretanto, é pela iniciativa francesa que o ferro é substituído pelo aço no concreto. Baudot, discípulo de Viollet-le-Duc, empregou o concreto em vigas distribuídas em várias direções na igreja de Saint-Jean de Montmartre, anunciando as complexidades espaciais de Mackintosh e Le Corbusier. Entre o fim da construção dessa igreja e a primeira grande guerra a França esteve à frente do progresso da arquitetura em concreto. (PEVSNER, 1994)

Ao final do século XIX duas tendências na arte e na arquitetura encontravam-se incapazes de concordância. De um lado, as obras arquitetônicas dos engenheiros e, de outro, o movimento de artes e ofícios, preconizando a retrospectiva do artesanato e o prazer do trabalho. Como síntese precipitada, aparece o Art Nouveau. Os designers do Art Nouveau ficavam fascinados com qualquer manifestação contra a tradição ao mesmo tempo em que eram capazes de adotar as inovações dos engenheiros.(PEVSNER, 1994) Embora o Art Nouveau, tenha sido um movimento com origem na decoração, influenciou a arquitetura, na sua representação e nas suas construções. A arquitetura desse período caracterizou-se pelo desenho de detalhes do uso do ferro. Enquanto detalhavam-se mais elementos construtivos diversos mais aumentava a complexidade da construção. No sentido de solucionar tal problema, no projeto da residência de Tassel, o arquiteto Victor Horta, utilizou além da tradicional projeção ortogonal, recursos da representação axonométrica, conjugando informações sobre sua construção. (Figuras 1.23 e 1.24)



Fonte: Lippert (2004, p. 42).

Figura 1.23 e 1.24 – Projeções ortogonais e axonometria.

O século XX inicia-se com projetos revolucionários. Podemos pinçar como exemplo o de uma cidade industrial de Tony Garnier. Feito em 1901 e apresentado em 1904, foi um manifesto contra o academicismo, defendendo um plano linear e não concêntrico para sua cidade. Nas edificações, telhados planos e a completa ausência de ornamentos. No teatro da cidade, dois volumes cúbicos com a cúpula no centro. Enfim, a ordem social e econômica industrial instaura-se na arquitetura e,

codificada aos pressupostos de racionalização da representação para a indústria, em outras palavras do espaço geométrico adequado à ciência e à técnica da época, metaforiza as máquinas. (PEVSNER, 1994).

É evidente que, as transformações da produção manual para a industrial, absorveram um século, o XIX, com resquícios de estilos tomados por empréstimo e decorações formalistas na arquitetura. Com as da produção industrial é que são penetradas as questões da problemática espacial atingindo a emancipação do espaço como matemático. Sobre isso, Gropius (1988, p. 98) comentou que

A libertação da arquitetura do caos decorativo, a ênfase de suas funções de suas partes estruturais, a busca de uma solução concisa e econômica, é apenas o lado material do processo criativo do qual depende o valor da nova obra arquitetônica. Bem mais importante, porém, que essa economia funcional, é a produção intelectual de uma nova visão do espaço no processo de criação arquitetônica. Assim, ao passo que a prática arquitetônica é problema da construção e do material, a essência da arquitetura repousa no assenhoreamento da problemática espacial.

No currículo da Bauhaus, criada por Gropius é possível examinar um currículo dividido em sete materiais (pedra, madeira, metal, argila, vidro, cor, têxteis), servindo de instrução ao problema das formas solucionado em três partes: observação, representação e composição. Cabendo ao item representação a geometria descritiva. (GROPIUS, 1988) Podemos concluir que, embora a concepção da Bauhaus estivesse atrelada a uma Universidade de Arte, a representação arquitetônica não se restringia ao sensível. Adotava sim, uma conceituação dos problemas espaciais tratados como intelectuais e atrelados ao espaço geométrico mongeano. Entretanto, segundo Martínez (2000), Gropius exigia a não determinação de um estilo, de modo que cada arquiteto ao final da obra deveria fazer ex-novo o repertório utilizado de elementos de arquitetura. A renovação e o descarte das formas são contínuos. Evidentemente uma postura inadequada ao ensino de arquitetura.

Em relação à tradição acadêmica francesa de ensino, Martínez (2002, p. 9), afirma que, “houve uma revolução nas formas da arquitetura do século XX, porém não nas formas de projetar”. Isso leva a entender que as representações que vão sendo operadas ao longo do processo de projeto continuaram estabilizadas. Tal entendimento decorre de que, a maneira de representar condiciona o ato de projetar, como já foi comentado nestes escritos. Nesse sentido, as projeções ortogonais,

sistematizadas por Monge, continuam com validade de representação na arquitetura durante o século XX. Entretanto, a representação arquitetônica não limita-se nesse período à tradição francesa. Dos arquitetos ingleses, advém a axonometria para a atividade projetual.

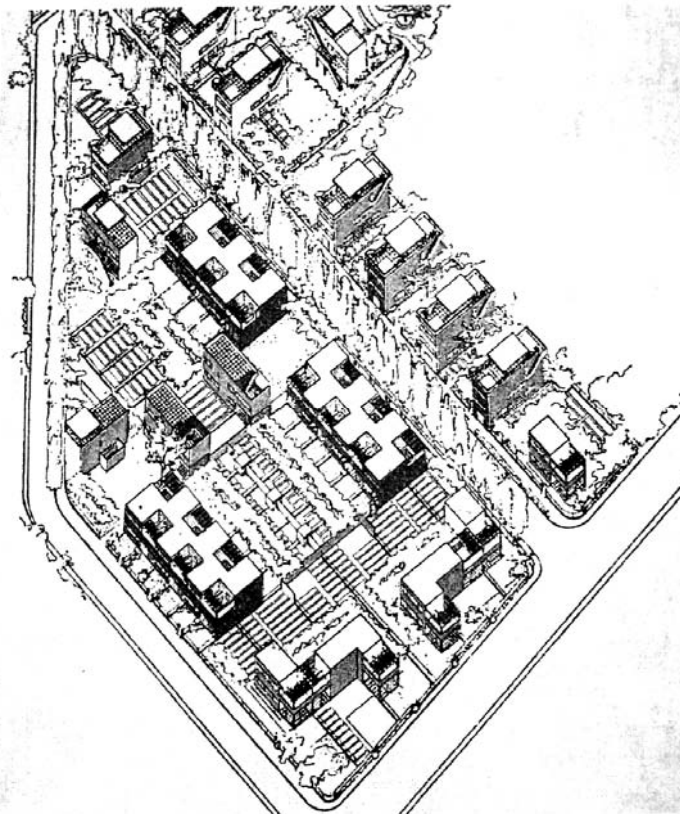
Em direção diferente de Monge, em 1852, o professor francês Th. Olivier tratou da existência de um modo de representação com a escolha arbitrária da direção dos eixos e escalas, com o que deu fundamentação teórica para o teorema de Polhke, enunciado em 1858 e demonstrado em 1863. Olivier entendia que esta representação não podia ser uma projeção do objeto, mas sim 'um desenho que serve para construir-lo', o que foi aplicado posteriormente nas axonometrias de Auguste Choisy, em que, independente da direção do eixo, as escalas sempre se apresentam iguais. (DÍAZ, 1996)

Em 1896 Choisy publicou sua *Histoire de la architecture*, revelando interesse pelas relações entre o plano e a estrutura. Tratando de fornecer informações gerais sobre a arquitetura e sobre sua construção, privilegiou o uso da axonometria. Este tipo de perspectiva também recebeu influência da fotografia, onde a imagem frontal é de uso limitado ou impossível de se obter. Conduziram-se então, no final do século XIX, diversas possibilidades na representação em arquitetura, com a perda de força da representação frontal e axial da tradição clássica. (PEREIRA, 1999) Sintetizamos, a axonometria incorpora-se na arquitetura por meios de ensino mais prático, enquanto a geometria descritiva persiste como saber acadêmico para a formação em arquitetura.

A perspectiva axonométrica só aparece como paradigma de representação na arquitetura no final do século XIX, ocupando o espaço aberto por Monge, de representar com precisão, o que certamente já existia antes da Revolução Industrial. De acordo com Pereira (1999), a perspectiva axonométrica no final do século XIX adapta-se ao contexto do desenho industrial por suas características de construtibilidade, exigindo menos tempo de execução e qualificação do desenho, destinando-se aos setores da construção industrial e mecânica, atendendo ao incremento da necessidade de representação desses setores. Na arquitetura, antes de ser utilizada pelos arquitetos do século XX para o desenho de projetos, serviu

para demonstrações completas e claras sobre agenciamentos técnicos que se desenvolviam nas três dimensões do espaço.

Partindo da axonometria, Le Corbusier explora a representação em arquitetura considerando como ponto de vista um olho de pássaro. Um exemplo disso podemos encontrar no seu projeto para Bordeaux-Pessac, de 1923-24, (figura 1.25) tratando das habitações padronizadas. Trata-se de uma representação menos abstrata do que as resultantes das projeções ortogonais combinadas. Assim, através da axonometria, os arquitetos buscam estabelecer uma relação pragmática com o projeto.



Fonte: Lippert (2004, p. 131)

Figura 1.25 – Habitações coletivas de Le Corbusier em Bordeaux-Pessac.

Cabe lembrar que, segundo Borda (2001), a axonometria se estabelece na representação em arquitetura desde antes da sua sistematização, em meados do século XIX, e, segue até os dias de hoje. Entretanto, no mesmo século que a axonometria é sistematizada, o uso da perspectiva é condenado na École des Beaux-Arts. Nesta as representações eram feitas com a projeção ortogonal, resultando então, nesse período, na permanência da representação de caráter visual

com as práticas dos arquitetos ingleses. Nesse período, essa mesma escola obstaculizava o uso de maquetes, coincidindo com a recente sistematização da geometria descritiva, que para a representação arquitetônica foi adotada de imediato após ser exposta por Monge.

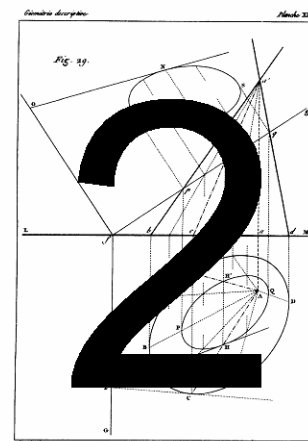
A partir das lições de Monge, define-se uma linha de representação que se sustenta até hoje na arquitetura, abarcando a era dos computadores e a substituição do desenho à mão pelo desenho a 'mouse', sobre o que reflete Jantzen (2001) apoiado em Damásio e Piaget:

Em termos de concepção de espaço, ou de intuição do espaço, para falar uma linguagem Kantiana, o computador nada acrescentou às representações que já não houvesse sido sistematizado por Gaspard Monge, durante a Revolução Francesa. O que os computadores permitem hoje, em termos de novidade, é a animação do desenho, mas não é possível representar na tela o espaço com é intuído realmente, e é a intuição descrita por Kant e desenhada por Monge a que se usa, no final das contas, e as pesquisas de cérebro que se fazem hoje sempre acabam corroborando a validade daquelas intuições.

Borda (2001) reforça a idéia da permanência da representação mongeana na arquitetura afirmando que a partir da obra de Monge se considera que a atividade arquitetônica conta com um sistema em linguagem sintética, exato, compatível com as necessidades da construção e que permitiu a repercussão da atividade arquitetônica, estando em validade até hoje. Acrescenta ainda que, de certa forma mais relacionada com a engenharia embora seu uso na arquitetura, a sistematização das projeções cotadas em 1830 tem aplicação na mesma linha das projeções ortogonais. Estes sistemas de projeções conservam propriedades métricas, de ângulos e distâncias, sendo capazes de informar a geometria dos objetos, advindo daí sua importância na arquitetura em permitir interpretar, estudar e controlar o espaço tridimensional.

Numa síntese do que foi afirmado até aqui sobre representação na arquitetura, do ponto de vista histórico verifica-se que os diferentes sistemas de representação, sejam o das projeções ortogonais, o das perspectivas ou mesmo das maquetes, foram potencializando-se na solução das exigências da própria arquitetura em diferentes momentos da profissionalização da arquitetura. Progressivamente, as representações apóiam-se em simbologias arbitrárias que se tornam códigos normatizados ao mesmo tempo que fazem desaparecer a semelhança direta com o real.

CAPÍTULO



PONTUANDO A REPRESENTAÇÃO MONGEANA

A ciência é uma forma de conhecimento, na qual imaginação, representação e interpretação se estimulam, se provocam, se insinuam, se acariciam, se golpeiam, se corrigem, se refutam e se confirmam mutua e continuamente. A ciência necessariamente progride. Para isso existe.

Wagensberg

A produção teórica no campo da geometria descritiva, desde a sua colocação como ciência por Gaspard Monge, pouco ajuda a entendê-la criticamente e, em específico, como sistema de representação na arquitetura. O que existe de produção teórica sobre a representação mongeana em farta quantidade são publicações que apresentam o método e suas aplicações direcionadas para todas as artes. Assim, nos vemos obrigados a permitir que a escassa produção teórica criticando o método mongeano como sistema de representação do espaço sustente, como marco teórico, a discussão da sistematização da representação na arquitetura com base na geometria descritiva, nos termos que são colocados nesta tese.

Ainda envolvendo essas publicações que apresentam a representação mongeana encontramos a discussão sobre a fidedignidade que as mesmas mantêm

com a teoria original de Monge e que repercussões causaram a partir da exposição original de Monge.

Nesse contexto, mostrar de modo claro a representação mongeana na sua trajetória, desde a sua publicação e nos seus antecedentes, interessa como subsídio para que na segunda parte deste trabalho possa ser convenientemente desmontada essa teoria da representação, com a necessária fundamentação.

Iniciamos com breves apontamentos biográficos de Monge, com o critério não de reconstituir sua biografia mas, sim, de extrair desta informações significativas que permitam entender suas idéias expressas na *Géométrie descriptive* de 1799. Estes apontamentos estão organizados em um item tratando genericamente a questão, e em seguida discorrendo sobre seus trabalhos.

Avançando sobre as exposições já feitas sobre a representação mongeana ao tratarmos da história da representação na arquitetura, no capítulo anterior deste trabalho, comparece a contextualização da publicação das lições de Monge. Neste estudo, tratamos da origem da geometria descritiva desde os fundamentos que eram utilizados antes de sua sistematização por Monge. Decorrente desta contextualização abrimos duas discussões sobre a geometria descritiva, uma sobre a sua paternidade e outra sobre ser ou não uma herança da matemática.

Por último, fazemos referência a repercussão da teoria mongeana, buscando distintas edições e reedições da *Géométrie descriptive* e trabalhos que apresentem essa teoria, com um estabelecimento cronológico que permite trilhar a seqüência dos países em que foi adotada. Nesta abordagem, tratamos com mais ênfase sobre o Brasil. Excluímos deste item a comparação entre as obras, o que será apresentado, conforme necessário, na parte II desta pesquisa, dedicada à tradução, análise, interpretação e crítica das lições de Monge.

Entre os autores que dedicam seus trabalhos à representação mongeana, no que interessa a esta tese, destacam-se Borda, Cardone, Cabezas, Taton, Migliari, Fiocca, Belhoste, Loria e Massironi. O desenvolvimento dos seus trabalhos abarca todo o período desde a época antecedente da publicação do método de Monge até a atualidade como vemos neste capítulo.

2.1 TRABALHOS DE MONGE

Como um cientista emblemático do período de transição da era das luzes para a da revolução industrial é conhecido Gaspard Monge⁴⁵, devido à sistematização de uma linguagem gráfica científica e técnica universal. Uma linguagem que possibilitou que engenheiros, arquitetos e técnicos envolvidos na concepção e execução de projetos tratassem com a mesma língua. Monge elaborou sua linguagem gráfica, que batizou de Geometria Descritiva, convencido da estreita relação existente entre ciência e técnica e da exigência de resolver as questões abordando seus aspectos teóricos e práticos.

Monge, cientista, político francês, matemático, fundador da École Polytechnique francesa, organizador e coordenador dos cientistas que acompanharam Napoleão ao Egito, ainda é conhecido por suas qualidades pedagógicas. Idealizou um modelo para a formação de engenheiros e empenhou-se em construir uma nova estrutura educativa na República e na divulgação do conhecimento. Conforme Cardone (1996), como professor formador de talentos na École Polytechnique ⁴⁶, Monge foi amado por seus alunos como poucos outros foram.

O destaque do trabalho de Monge se deve ao fato de resolver os problemas concretos, abordando-os não de maneira casual ou empírica, ou mesmo pragmática, mas com método e raciocínio, aplicando o conhecimento científico tradicional somado aos mais recentes da época. Monge viveu com profunda dedicação pela didática e pelas pesquisas aplicadas ao serviço das novas gerações e renovação da sociedade. Entre seus trabalhos, a geometria descritiva tem menos interesse matemático do que sua geometria diferencial com maior importância tecnológica,

⁴⁵ Monge nasceu em 5 de maio de 1746 em Beaune, na Borgogna e faleceu em 28 de julho de 1818. Sobre a biografia de Monge ver: CARDONE, Vito. Gaspard Monge scienziato della rivoluzione. Nápoli: CUEN, 1996.; TATON, René. L'oeuvre scientifique de Monge. Paris: Presses Universitaires de France, 1951.

⁴⁶ Arago, Lazare Carnot, Poncelet, Prony, Durand, Fourier, da Lacroix, Meusnier de La Place entre outros foram alunos de Monge na École Polytechnique. (CARDONE, 1996)

sem a qual a engenharia do século XIX haveria se desenvolvido mais lentamente. (BELL, 1996)

Como conclusão de seus primeiros estudos, na sua cidade natal, Monge discutiu alguns problemas de matemática a partir dos quais fez sua primeira publicação, *Exercices de mathématiques*, Chalon, 1762, na qual demonstrou seu interesse pela didática. Dois anos depois, estudando em Lion executou um relevo topográfico de Beaune e desenhou-a em tamanho grande. Por ter feito esse mapa da cidade que foi doado ao seu município Monge foi admitido na École Royale du Génie de Mézières reservada aos nobres, entretanto não como aluno e sim como desenhista⁴⁷. (CARDONE, 1996)

Na École Royale du Génie de Mézières ⁴⁸ foi encarregado de resolver um difícil problema de desfilamento. Segundo Cardone (1996), a solução adotada em torno de 1766 baseava-se na geometria, estabelecendo a posição de um ponto genérico do espaço através de suas projeções ortogonais sobre dois planos, usados como referência. Isto não acrescenta nada de novo; a solução do problema, que primeiro suscitou incredulidade e depois admiração nos professores da referida escola, de acordo com Migliari(1996) era inovadora por ser o plano de desfilamento tangente a um cone. A genialidade está, então, na aplicação do método e não no método em si. Esse estudo de Monge estava baseado no método de representação que ele próprio nomeará de Geometria Descritiva, que era ensinado aos alunos de Mézières, não se sabe de que forma ⁴⁹, não só por segredo militar como também pelo clima de rivalidade e inveja existente entre as escolas de formação de engenheiros. Nessa instituição, segundo Gani (2004), o trabalho prático era bastante valorizado, com a presença do professor em sala de aula com 20 alunos, não

⁴⁷ Monge desenhava com muita precisão e rapidez embora tendo revelado aos seus alunos que muitas vezes tenha sido tentado de destruir seus desenhos. Isso por desconfiança de que não era reconhecido como capaz de produzir outra coisa quando desenhista em Mézières.(CARDONE, 1996)

⁴⁸ Em pouco tempo pela sua habilidade para o desenho foi promovido a professor da Escola Real de Engenharia de Mézières. “[...] Talvez o mais influente professor de matemática desde os dias de Euclides” (BOYER,1974, p. 345). Segundo Migliari (1996), em torno de 1766 Monge foi admitido como assistente técnico na escola de Mézières.

⁴⁹ “[...] della scuola militare di Mézières, dove la geometria descrittiva era insegnata, non sappiamo in che forma, protetta dal segreto militare.(...)” (MIGLIARI, 1996, p. 27)

havendo *aulas orais* (grifos nossos). Bell (1996) acrescenta que a origem da geometria descritiva é um invento de Monge, para solucionar um problema de fortificações, e que este invento foi tão estimado pelos militares franceses que o proibiram de publicá-lo por uns trinta anos, até 1795-96.

Em 1769, como professor de matemática, focando suas pesquisas na geometria, publicou sobre a curva de dupla curvatura, uma interpretação de relação analítica por via gráfica, estudo este que mantém estreita relação com a geometria descritiva. Ainda não abandonando os temas gráficos, em 1775 tratou de uma aplicação das superfícies curvas para a teoria das sombras e material didático. (CARDONE, 1996) Este último trabalho é um pequeno tratado anônimo sobre teoria das sombras, que aplica duas projeções ortogonais associadas, utilizado em Mézières e que Taton (1951) atribui a Monge a sua autoria.

A partir de 1781 colaborou com lições de física na *Encyclopédie méthodique ou par ordre de matières* editadas a partir de 1782 pela livraria Panckoucke. Em 1786-87 escreveu *Traité élémentaire de statique à l'usage des Écoles de la Marine*, publicado no ano seguinte. (CARDONE, 1996) Segundo Boyer (1974), este tratado foi escrito por insistência das autoridades francesas quando Monge substituiu Bézout na escola da marinha. Ainda, conforme este autor, Monge foi, na época da revolução Francesa, um dos cientistas mais conhecidos e sua reputação como químico e físico talvez tenha sido maior do que como matemático, por sua geometria não ter recebido muita apreciação. Sua obra principal, *Géométrie descriptive*, ainda não tinha sido publicada porque seus superiores a consideravam de interesse nacional. Em Taton (1951) encontramos referências a algumas memórias sobre pesquisas na área da química e física produzidas por Monge entre 1777 a 1803.

Description de l'art de fabriquer les canons, de 1794, com 231 páginas de texto mais 60 pranchas de desenho além da introdução, é um livro de importância na história do desenho por ser a primeira vez que a escala adotada utiliza o sistema métrico decimal. (CARDONE, 1996)

Em 1794-95 Monge lecionou Geometria descritiva na École Normale ⁵⁰ em treze lições. As nove primeiras lições, de acordo com Cardone (1996) foram publicadas no *Journal de Séances des Écoles Normales* ⁵¹ e após apresentadas por Monge na École Centrale des Travaux Publics, onde também ensinou aplicações de análise à geometria, o que deu origem à publicação, ainda em 1795, de *Feuilles d'analyse appliquée à la géométrie*. Na École Centrale des Travaux Publics ⁵², instituída em 1794, e que no ano seguinte mudou de nome para École Polytechnique, Monge carregou toda a responsabilidade científica da formação dos engenheiros ⁵³.

Na École Polytechnique Monge foi bem sucedido como professor e administrador. Ainda, pela necessidade de livros adequados imposta pela reforma pela qual passou o currículo de matemática nessa escola, superou sua relutância em escrever textos. Entre estes, foi preservado um manuscrito de um curso concentrado sobre estereotomia, hoje geometria descritiva, que foi ministrado a 400 estudantes nesta escola. Monge era especialista em geometria, quase o primeiro desde Apolônio, além de excelente professor e administrador de currículos. (BOYER, 1974)

Em 1799, durante as campanhas revolucionárias de Monge no Egito, enfim ocorreu a publicação pela primeira vez do trabalho que consagrou o nome de Monge - *Géométrie descriptive*. O original desta obra foi publicado em março de 1799, no ano VII da república francesa, aos cuidados de Hachette a partir de acordo feito com a Senhora Monge. ⁵⁴ depois de ter sido publicado um pré-original em 1795, ano III. A

⁵⁰ Segundo Boyer (1974), esta escola foi apressadamente aberta para uns 1500 alunos menos selecionados do que os da politécnica, embora tivesse no seu corpo de professores matemáticos de alto nível. Cabezas (19??), diz que nas aulas desta escola em que foi ministrada a geometria descritiva, iniciadas em janeiro de 1795 teve a assistência de 1200 alunos, recrutados de toda a França.

⁵¹ Os estudos originais de geometria descritiva, Monge tinha desenvolvido uns trinta anos antes na *École Royale du Génie de Mézières* (CARDONE, 2001).

⁵² A escola de engenharia civil, fundada em Paris em 1747, com o nome de *L'École des Ponts e Chaussées*, após a Revolução Francesa passa a ser denominada de *École Centrale des Travaux Publics*.

⁵³ Em 1794 foi formada uma Comissão de Obras Públicas, da qual Monge fazia parte como principal advogado de instituições de ensino mais avançadas. Esta comissão estava encarregada de estabelecer uma instituição apropriada para a formação de engenheiros (BOYER, 1974).

⁵⁴ <http://perso.wanadoo.fr/alta.mathematica/monge.html>

publicação do ano III – *Séances des Écoles Normales*, reuniu as lições dadas na École Normale em um corpo único. De acordo com Cardone (1996) após a publicação de *Géométrie Descriptive*, Monge ainda elaborou a *Mémoire sur les surfaces réciproques*, em 1808.

A partir da numerosidade de temas tratados por Monge, com aparência diversa uns dos outros, se pode cometer o engano de considerar o conjunto de suas obras fragmentário e dispersivo; porém, os estudos de Monge possuem uma forte unidade interna e caracterizam muito bem a sua personalidade original. Seus trabalhos integram-se às pesquisas de outros cientistas da sua época. Entretanto, nos seus estudos, distingue-se a geometria descritiva como uma disciplina singular, não sendo por acaso que a história a considera como a herança científica mais distinta de Monge, que se manteve num papel muito importante no plano de ensino da École Polytechnique.⁵⁵

2.2 CONTEXTO DA SISTEMATIZAÇÃO DA TEORIA MONGEANA

Na concepção medieval, a criação da obra a partir do nada, como única, encontrava reforço na rejeição de saberes disciplinares que formavam habilidades profissionais. “A questão, aí, é não compartilhar saber e as formas de acesso a ele”, diz Jantzen (2001, p. 146).

Um contraponto à concepção medieval que podemos considerar uma passagem histórica quanto a formação do arquiteto e do engenheiro é a institucionalização de um *modelo de aula*⁵⁶, com sistematização universal e a serviço

⁵⁵ Os matemáticos franceses mais importantes, nos tempos de Napoleão, entre os quais Monge, trabalhavam instruindo engenheiros civis ou militares ou ensinando futuros professores na Escola Normal Superior. Suas matemáticas eram direcionadas para as necessidades do regime militar. (BELL, 1996)

⁵⁶ Jean-Nicolas-Durand (1760-1834), discípulo de Boullée (1729-1799) e ex aluno da Academia Real de Arquitetura, pode ser considerado o primeiro professor de arquitetura do modo como se entende hoje. Contribuiu com a formação de várias gerações de arquitetos a partir de sua cátedra na Escola Politécnica. PFMMATTER, 1997 apud JANTZEN, 2001. Contemporâneo de Durand na Politécnica foi Monge, entretanto como já foi dito, neste trabalho anteriormente, Monge era matemático.

da coletividade. Essa institucionalização do saber começou com a fundação da Escola Politécnica de Paris⁵⁷, em 1794, e perdurou até a fundação da Escola Central de Artes e Manufaturas de Paris, em 1829. No *modelo de aula* foi instituído então um plano de ensino de orientação técnica-científica que, a não ser *ensinar pelo exemplo*, tornou ultrapassado o *atelier do mestre*. (PFMMATTER, 1997 apud JANTZEN, 2001) Nesse contexto histórico da Revolução Francesa, no qual as aulas foram sistematizadas, é que Monge publicou suas lições de aula já então em conformidade com o novo ambiente sócio-cultural.

Quando Monge sistematizou seu método de representação, a geometria descritiva, o conhecimento nesta área encontrava-se mais como técnicas adquiridas empiricamente do que como método. A representação não relacionava de maneira clara e rigorosa os objetos colocados no espaço tridimensional com a sua representação na folha de desenho - tornando possível, através da correspondência biunívoca, que determinado objeto no espaço tenha uma única representação e por sua vez esta mesma representação corresponda à posição única do objeto representado no espaço como se tornou possível com o método mongeano. Sobre a geometria descritiva Fiocca (1992, p. 187) diz que "[...]representou o ponto de chegada de uma longa série de procedimentos gráficos usados desde a antiguidade, e uma vez melhorados, na geometria descritiva encontraram unificação, generalização e teorização". (tradução nossa)⁵⁸

Esforçados em produzir quadros mais realistas, artistas e arquitetos⁵⁹ do Renascimento interessaram-se em descobrir leis para a construção de projeções de objetos sobre tela, criando uma teoria subjacente à perspectiva ainda no século

⁵⁷ Antes da institucionalização do saber com um *modelo de aula*, segundo Alonso (1996), no século XVII, na Academia de Paris, iniciou-se o caminho do ensino "oficial" da arquitetura estabelecido com o desenho e as medições de arquitetura propondo que os estudantes deviam fazer cópias dos desenhos de seus professores, desenhos de modelos de gesso, esculturas originais clássicas e desenhos do natural.

⁵⁸ "[...] ha representato il punto di arrivo di una longa serie di prodedimenti grafici usati fin dall'antichità, e via migliorati, che nella geometria descrittiva hanno trovato unificazione, generalizzazione e teorizzazione."

⁵⁹ Durante a renascença a atividade artística era vista como pré-requisito à prática da profissão do arquiteto.

XV⁶⁰. No avanço dos estudos da perspectiva, o estudo das propriedades projetivas dos objetos geométricos, desenvolvido por um grupo de matemáticos franceses motivados por Gérard Desargues, engenheiro e arquiteto, surgiu como um novo enfoque na solução dos problemas do encontro de um cone com um plano, no início do século XVII (EVES, 1992). Entretanto, o estilo e a terminologia apresentados por Desargues obscureceram seu trabalho, e seus estudos foram retomados mais tarde.⁶¹

A reintrodução das projeções ocorreu no final do século XVIII por Gaspard Monge, tratando de representar objetos tridimensionais por meio de projeções sobre planos. A perspectiva linear, que procurava mostrar o objeto na sua totalidade e no seu espaço, é substituída então pela geometria descritiva com a desagregação do objeto numa soma de duas ou três imagens em planos diferentes.

Katinsky (2002, p.94) reconhece a perspectiva exata como “o primeiro passo para os desdobramentos posteriores da geometria projetiva e descritiva” como Ribnikov (1991, p. 305) concluiu:

os métodos da geometria descritiva se formaram no domínio das aplicações técnicas da matemática. Os feitos do estudo sobre a perspectiva eram conhecidos desde épocas remotas; em especial foram desenvolvidos por artistas e arquitetos da época do Renascimento. Estes resultados constituíram a base necessária para a criação daquela parte da geometria teórica, na qual os modelos espaciais se estudam mediante um complexo de transformações no plano. O método de coordenadas para a construção da perspectiva e a correspondente origem de projeção axonométrica pela primeira vez foi aplicado por Desargues no ano de 1636.(tradução nossa)⁶²

⁶⁰ A perspectiva exata foi descrita pela primeira vez pelo arquiteto Leone Batista Alberti em 1436, em seu *Della pittura*, em uma versão que ficou reconhecida como a “ótica dos pintores”, *prospettiva pingendi*, diversa da ótica auxiliar da astronomia (KATINSKY, 2002).

⁶¹ A definitiva matematização da perspectiva artística foi realizada pela obra do matemático Fiedler que definiu um sistema de projeção central em sua tese doutoral apresentada em 1859 na Universidade de Leipzig.

⁶² “ Los métodos de la geometría descriptiva se formaron en el dominio de las aplicaciones técnicas de la matemática. Los hechos del estudio sobre la perspectiva eran conocidos desde épocas remotas; en especial fueron desarrollados por artistas y arquitectos de la época del Renacimiento. Estos resultados consituyeron la base necesaria para la creación de aquella parte de la geometría teórica, en la qual los modelos espaciales se estudian mediante un complejo de transformaciones en el plano. El método de coordenadas para la construcción de la perspectiva y el correspondiente origen de proyección axionométrica por vez primera lo aplicó Desargues en el año 1636.”

Historicamente, com a sistematização da geometria diferencial incrementou-se o processo de algebrização, que permitiu passar da descrição geométrica das curvas e superfícies do espaço em duas dimensões para o espaço em três dimensões. Esta incrementação chegou a limites tais que os aparatos de cálculo estavam complexos demais e tornou-se urgente buscar métodos sintéticos para auxiliar a resolução dos problemas de geometria por volta de 1795, ou seja, o apoio da visualização, o que permitiu a sistematização da geometria descritiva (BORDA, 2001).

Como um sistema⁶³ de representação geométrica, pode ser entendida a teoria da representação exposta por Monge. As diferentes imagens ou idéias que substituem a realidade com base na geometria, engendradas entre si, funcionam como um conjunto que representa a realidade. O caráter ideológico deste novo sistema de representação pode ser explicado diante das circunstâncias históricas em que foi proposto e que lhe fizeram necessário: as mesmas da Revolução Francesa.

No sistema de representação mongeana, o desenho adquire função operativa, como explica Massironi (1982, p. 85):

De cada ponto do objecto partem raios paralelos entre si, que vão intersectar o plano sobre o qual o voltamos a desenhar, observado de um ponto no infinito [...]. O processo de imutabilidade, quer da forma, quer da grandeza, que fornece ao elaborar e ao regularizar os índices visivos do espaço tridimensional, é descurado porque, no momento em que fornece indicações úteis sobre a deslocação dos elementos em profundidade, nos fornece indicações úteis sobre os exactos valores dimensionais do objecto despojado.

Não foi uma invenção revolucionária, porém uma concepção clara do espaço racionalizado a ponto de ser operado, "[...] aquilo que fez Monge, conseguindo concretizar a intuição de numerosos estudiosos que o haviam precedido em bem sucedidos e definidos pensamentos, que transformaram o desenho de matéria empírica em ciência da representação" (CARDONE, 1996, p. 72-73, tradução

⁶³ Sobre o conceito de sistema de representação foi abordado no capítulo 1 deste trabalho.

nossa).⁶⁴ Esse modelo de referência do espaço representou um impulso ao lento desenvolvimento que estava seguindo a representação gráfica. Conforme Cardone (1996), Monge recuperou um atraso de um século e meio no âmbito do progresso da ciência da representação do espaço com o seu método da dupla projeção ortogonal, possuindo uma concepção e controle da problemática da representação gráfica.

Monge começou a utilizar a geometria descritiva quando esteve encarregado de ensinar estereotomia na École du Génie Militaire, em Mézières, que formava os alunos do primeiro corpo de engenheiros militares da Europa, contando com excelente reconhecimento. Quando os franceses começaram a organizar suas instituições educacionais, essa escola foi transferida para Metz, perdendo muitas de suas características de excelência, porém o modelo de ensino de Mézières foi seguido, mais tarde, na École Centrale de Travaux Publics, incluindo a geometria descritiva. (GANI, 2004)

No projeto de organização dos níveis superiores de ensino, apresentado à Convenção pelos representantes do departamento de Paris em 1793, Monge anexou o *Projet d'écoles secondaires pour artisans et ouvriers*, no qual, segundo Gani (2004), aparece pela primeira vez o termo *géométrie descriptive*. Por tal projeto feito por Monge podemos reconhecer o caráter de ensino inerente à sua teoria que se insere, com sua denominação oficial dada por Monge, na reorganização do ensino francês em diversas instituições.

Na Ecole Centrale de Travaux Publics, a geometria descritiva encontra significação ampla, abrangendo a estereotomia, a arquitetura e a fortificação. Antes de ser inaugurada oficialmente, em 24 de maio de 1795, nessa escola foram realizados três cursos para garantir o seu bom funcionamento: um curso para chefes de brigada um curso revolucionário e um curso de estereotomia. Na escola preparatória, o curso dos chefes de brigada, foi freqüentado por 50 alunos, uns selecionados por mérito da École de Ponts et Chaussées e da Ecole de Mines e outros escolhidos através de exames. Esses alunos, aspirantes de instrutores,

⁶⁴ "[...] quello che fa Monge, riuscendo a concretizzare le intuizioni di numerosi studiosi che lo avevano preceduto in felice e compiute concezioni, che trasformano il disegno da matéria empirica in scienza della rappresentazione."

participaram de um curso intensivo, em que trabalhavam a geometria descritiva das oito horas da manhã às duas horas da tarde e as ciências físicas das cinco horas da tarde às nove horas da noite. Coube a Hachette o encargo desse curso de geometria descritiva que foi o primeiro em Paris sob a supervisão de Monge. Após três meses de aula foram selecionados 25 desses alunos que também assistiram às aulas de geometria descritiva nos cursos revolucionários e na École Normale. (GANI, 2004)

Os organizadores da École Centrale de Travaux Publics pretendiam que todos os cursos previstos para funcionar nessa escola fossem realizados desde o primeiro ano de sua implantação, antes de sua inauguração oficial. Para isso, tomaram como medida que o instrutor de cada disciplina desse um curso revolucionário de três meses para os aproximadamente 400 alunos selecionados para a escola. Medida essa devida à desigualdade de instrução entre os candidatos, justificada pelo recém fechamento dos estabelecimentos de instrução pública. Enquanto alguns nunca tinham freqüentado uma escola, outros alunos já estavam bastante adiantados nas ciências físicas e matemáticas. Ao final desses cursos revolucionários os alunos foram avaliados e selecionados por divisões. Na primeira divisão ou primeiro ano ficaram os menos instruídos e os mais jovens que deveriam fazer o curso em três anos, Estereotomia no primeiro ano, seguido dos cursos de Arquitetura e Fortificação nos anos seguinte. Na segunda e terceira divisão ficariam os mais instruídos que poderiam completar o curso em dois anos. A segunda e a terceira divisões deveriam fazer o curso de Arquitetura em um ano e o de Fortificação em outro, alternadamente. Porém, por ser a geometria descritiva um assunto novo, ficou decidido que as três divisões assistiriam juntas aos primeiros meses do curso de Estereotomia. (GANI, 2004)

É interessante ressaltar que, na École de Travaux Publics, o plano de estudos apresentado por Monge se referia ao curso de Esterotomia e não Geometria Descritiva. De todo o conteúdo deste plano, apenas a primeira parte da Estereotomia foi o que se difundiu, posteriormente, com o nome de Geometria Descritiva, a partir da École Normale. Esse conteúdo, correspondendo a um dos sete itens do plano, tratava de quatro lições de princípios das projeções. (GANI, 2004)

Enquanto ainda se desenvolvia o curso de estereotomia na École de Travaux Publics, foi inaugurada a École Normale, onde finalmente Monge ensinou a geometria descritiva. Assim o fez, em treze lições, lecionadas durante quatro meses. Destas, as nove primeiras foram compiladas por Hachette para o ensino na École Polytechnique e publicadas como *Géométrie descriptive* em 1799. Para maior clareza da trajetória do ensino da geometria descritiva na época de sua sistematização, acrescentamos uma síntese do que foi abordado neste item, na tabela 01.

	École Centrale des Travaux Publics			École Normale
Brumaire/frimaire (nov./dez. 1794)	Escola chefes de brigada			
Nivôse Dez./jan. (1794/95)	Escola chefes de brigada	Cursos revolucionários		
Pluviôse Jan./fev. 1795	Escola chefes de brigada	Cursos revolucionários		Inauguração da Escola Lições de Geometria descritiva
Ventôse Fev./mar. 1795	Eleição dos chefes			Lições de Geometria descritiva
Germinal Mar./abr. 1795			Estereotomia para as 3 divisões	Lições de Geometria descritiva
Floréal Abr./maio 1795			Estereotomia para as 3 divisões	Lições de Geometria descritiva
Prairial Maio/jun. 1795			Inauguração da Escola	
	École Polytechnique			
Fructidor Setembro 1795	Inauguração da Escola Lições de Geometria descritiva			

Fonte: GANI (2004); TATON (1951)

Tabela 01 – Primeiros cursos de ensino da geometria descritiva, na França.

2.3 GASPARD MONGE É O PAI DA GEOMETRIA DESCRITIVA?

Apesar do grau de elaboração em que a representação gráfica encontrava-se no final do século XVIII, o aporte devido a Monge para o tema levou estudiosos da disciplina a conferir-lhe o título de criador da geometria descritiva. A atribuição é devida a maneira metódica com que soube converter os procedimentos gráficos que os pedreiros, arquitetos, carpinteiros, construtores de quadrantes solares e outros técnicos e artistas utilizavam em uma técnica geral baseada em procedimentos e raciocínios geométricos simples e rigorosos (FIOCCA, 1992).

O contexto em que o trabalho de Monge sobre a representação do espaço torna-se evidente é bem esclarecido por Massironi (1982, p. 39-40):

Monge fez com que o plano frontal não só fosse a sede - como já tinha acontecido - da projecção de um objeto visto frontalmente, mas também o sustentáculo de todos os planos necessários a fornecerem indicações métrico-dimensionais do objecto em análise e das suas relações espaciais com outros objectos ("projecções ortogonais").

Depois da perspectiva que tinha fornecido as regras para um sistema de anotação com funções puramente descritivas, o Secolo dei lumi produz um instrumento desenhativo destinado ao projecto e também à execução.

Mas para chegar a esta complicada e requintada simplificação foi preciso que o pensamento mecanicista do Séc. XVII tivesse feito do modelo geométrico, o modelo heurístico por excelência.

E, sobretudo, Pascal e Leibniz deviam ter tornado o conceito abstrato de *infinito* conceptualmente compreensível e manipulável matematicamente.

E eis agora que as projecções ortogonais vão apresentar os objectivos considerados de um ponto de vista *no infinito* - condição esta na qual nunca nenhum observador se poderá encontrar. O espaço será concebido como rigorosamente euclidiano, e o objecto tomado em consideração será desmembrado segundo directrizes ortogonais - isto levará a abdicar das indicações da visão perceptiva e afirmar a elaboração abstrata das imagens úteis à laboração e execução, ou seja para trabalhar bem.

Entretanto, a paternidade da geometria descritiva foi tema discutido amplamente por vários autores ⁶⁵, entre os quais Loria (1933), que vê o estudo da geometria descritiva como algo que se perde no tempo. Porém, reconhece, como mérito importante do apogeu francês, a transformação do material bruto colocado à disposição e utilizado pelos pintores e arquitetos, em uma disciplina científica, acrescentando ainda que o volume *Géométrie Descriptive* não esgota a contribuição de Monge à ciência da representação do espaço.

O papel que Monge desempenha com a geometria descritiva pode ser considerado semelhante ao que Euclides conseguiu com a geometria clássica. Ambos colocam os conhecimentos precedentes sobre suas matérias de maneira sistemática e ordenada, ao alcance do saber. Cabezas (1997, p. 184) considera que " [...] Euclides e Monge são um marco divisório que assinala um antes e um depois" (tradução nossa)⁶⁶. O próprio Monge (1799, p.11) reconhece que "[...], na geometria descritiva, que muito tempo antes havia sido colocada em uso por um grande número de homens, para os quais o tempo era precioso, tem-se simplificado alguns procedimentos; no lugar de considerar três planos, se tem conseguido, por meio de projeções, a ter necessidade de somente dois". (tradução nossa)⁶⁷

Com o método de Monge, estava delineado um simples, mas rigoroso modelo gráfico do espaço que não fornece somente a imagem de ponto e reta, mas ainda permite a individualização destes elementos geométricos no espaço enquanto assegura a correspondência biunívoca entre a suas representações na folha bidimensional e a suas posições exatas no espaço tridimensional. Feita exceção às bases adquiridas da geometria cartesiana, pela qual o espaço é transportável a um sistema de referência, a geometria descritiva originou-se, a partir da geometria euclidiana, no que se refere à representação gráfica do espaço.

⁶⁵ AMODEO (1908), CARDONE (1996), LORIA (1921), LORIA (1933), MIGLIARI (1996).

⁶⁶ " [...] Euclides y Monge son un hito divisorio que señala un antes y un después."

⁶⁷ "[...] dans la géométrie descriptive, qui a été pratiquée depuis beaucoup plus long-temps par un beaucoup plus grand nombre d'hommes, et par des hommes dont le temps étoit précieux, les procédés se sont encore simplifiés; et au lieu de la considération des trois plans, on est parvenu, au moyen des projections, à n'avoir plus besoin explicitement que de celle de deux."

Conforme Silva (2001), o laborioso e fastidioso método aritmético de representação de um objeto, o mais rigoroso à época, conduziu Monge a inventar o que veio denominar de Geometria Descritiva. Este estudo, o cientista soube colocar à disposição de todos, conferindo-lhe um importante papel pedagógico com articulação entre teoria e prática.

Monge pode propor, não só aos alunos engenheiros, mas aos futuros professores de escola secundária, uma teoria no todo inédita, sem divergências ou conceitos complexos e que de fato resultará acessível a todos os dotados de um conhecimento da geometria elementar. Um imediato sucesso, cuja primeira e tangível prova foi a procura pelas aulas, em medida tal que só a fama e o carisma do autor não justificariam (CARDONE, 1996, p.76-77, tradução nossa) ⁶⁸

A teoria proposta por Monge, mesmo sem distanciar-se do rigor que caracteriza as demonstrações dos matemáticos do século XVIII, apesar da aparente simplicidade, apresentou-se com um domínio da matéria e uma clareza de intenção e de programa impossíveis de serem conseguidos sem contínuas reflexões (CARDONE, 1996). O próprio Monge (1799, p.16) a considerou como parte da matemática aplicada, acompanhando a valorização em que se encontrava a matemática no final do século XVIII, um momento de privilégio da racionalidade quando afirmou que "não é sem motivo que aqui nós comparamos a geometria descritiva com a álgebra [...]".(tradução nossa) ⁶⁹

A estreita ligação da geometria descritiva com a álgebra, proposta por Monge, encontra-se em bases defendidas por Descartes, como explicam Santos e Fossa (2001, p. 298) quando expõem que:

o surgimento de um gênero de Aritmética que se chama Álgebra permite fazer com os números o que os antigos faziam com as figuras. A Álgebra e a Geometria são duas coisas que para Descartes, não passam de frutos espontâneos dos princípios naturais do seu método.

⁶⁸ "Monge può proporre, non solo agli allievi ingegneri ma ai futuri insegnanti si scuola secondaria, una teorizzazione del tutto inedita senza impatti duri o concetti complessi, e che difatti risulterà accessibile a tutti coloro dotati di una conoscenza della geometria elementare, riscuotendo un immediato successo, la cui prima e tangibile prova fu l'affollamento alle lezioni, in misura tale che la sola fama ed il carisma dell'autore non avrebbero giustificato."

⁶⁹ "Ce n'est pas sans objet que nous comparons ici la géométrie descriptive à l'algèbre[...]"

Não se admira que tenha sido na Aritmética e na Geometria, cujos objetos são muito simples, que os antigos cresceram até aqui mais facilmente do que nas outras ciências, pois a Aritmética e a Geometria são as ciências que, quando tratadas de acordo com o método proposto, nos levam imediatamente à verdade do que se busca, sem rodeios ou passagens obscuras. Porém, em que pese toda admiração por estas ciências, Descartes admite que as outras ciências também levam à verdade embora com maiores dificuldades e muitos rodeios, facilitando a ocorrência de erro.

A relação estabelecida por Monge entre álgebra e geometria descritiva foi logo difundida porque "Monge aliava qualidades pedagógicas notáveis às suas capacidades de investigação. Também é, hoje, reconhecido que se deve a Monge a criação de um currículo moderno de matemática - foi a partir das suas aulas e das dos seus discípulos na Escola Politécnica que as conexões entre a álgebra e a geometria a três dimensões iniciaram o grande desenvolvimento que viriam a ter no séc. XIX [...]" ⁷⁰

É evidente que, em uma mesma área de estudo, possam existir conexões como as encontradas na geometria descritiva e na álgebra, porém os alargamentos culturais não param por aí. A representação mongeana aparece conectada ao sistema produtivo que ela mesmo ampara, de uma forma tão forte que Monge (1799, V) inicia sua obra afirmando que “para tirar a Nação Francesa da dependência que até hoje tem vivido da indústria estrangeira necessitamos em primeiro lugar dirigir a educação nacional desde o conhecimento dos objetos que exigem exatidão, o que até nossos dias se tem descuidado em um todo [...]” (tradução nossa)⁷¹. Sobre isso, Massironi (1982, p. 41) define “as projecções mongeanas como uma alegoria da organização produtiva que os utiliza”.

“As idéias pedagógicas de Monge são um fruto de todo o programa de reformas dos setecentos, vinculado a idéia de progresso. Neste último sentido, a geometria descritiva se converte em um instrumento de racionalização técnica que vai servir à concepção da cultura como empresa pública, da mesma maneira que se colocará a disposição do benefício da burguesia”. (CABEZAS, 1997, p.184) (tradução nossa) ⁷²

⁷⁰ www.terravista.pt/enseada/1524/ . acessado em 04/01/2004

⁷¹ “Pour tirer la nation française de la dépendance où elle a été jusqu'à présent de l'industrie étrangère, il faut, premièrement, diriger l'éducation nationale vers la connoissance dês objets qui exigent de l'exactitud, ce qui a été totalement mégligé jusqu'à ce jour [...]”.

⁷² “Las ideas pedagógicas de Monge son un fruto de todo el programa de reformas del setecientos, vinculado a la idea de progresso, y en este último sentido es en el que la geometría descriptiva se

Uma vez considerando que Monge era partidário dos ideais da Revolução Francesa, fica fácil entendermos que tenha sistematizado os conhecimentos de representação existentes na época com base na racionalidade preconizada pelo poder político, visando atender aos ideais da nação. Nesse sentido, que instituiu a geometria descritiva como um 'saber oficial', o mérito de autoria cabe então a Monge.

2.4 GEOMETRIA DESCRITIVA, UMA HERANÇA DA MATEMÁTICA OU DO DESENHO?

Sabemos que a geometria descritiva apareceu como ciência na seqüência da evolução de outros traçados gráficos, concebida na solução de um problema de fortificações - o desfilamento - e com um pai matemático. Registrada com o nome de Geometria descritiva, pelo próprio Monge, foi adotada como ensino na École du Génie Militaire, em Mézières, e, em seguida, proposta para o ensino na École Centrale de Travaux Publics.

Na sua concepção, ao resolver o problema de desfilamento que estabelecia os limites do espaço protegido por muros, onde poderia ser edificada a fortificação, Monge imaginou uma superfície cônica, envelope dos planos tangentes à superfície do terreno, passando o problema a ser a determinação do plano tangente à superfície curva. Tal procedimento caracterizou um tratamento teórico e generalizado, com base nos estudos matemáticos de Descartes⁷³, para uma questão que era resolvida de forma empírica e particular⁷⁴.

convierte en un instrumento de racionalización técnica que va a servir, as la vez, a la concepción de la cultura como empresa pública, de la misma manera que se pondrá a disposición del beneficio de la burguesía."

⁷³ Sobre os estudos de Decartes, no que diz respeito a planos tangentes a curvas, tratou-se neste trabalho no capítulo anterior compondo a história da representação em arquitetura.

⁷⁴ Pesquisas sobre desfilamento foram realizadas na escola de Mézières, na busca de substituir os procedimentos empíricos que obrigavam o deslocamento dos engenheiros até o local da obra munidos de varas e tábuas. Estes estudos, realizados por Chatillon, tratando só o caso do terreno horizontal e de Du Vignau, acrescentando procedimentos para terrenos acidentados, precederam o trabalho de Monge, entretanto não estabeleciam um método generalizado a distintas situações. Entretanto, é evidente o impulso dado a abstração e geometrização na solução destes problemas nos

Para que ‘a descoberta de Monge’ estivesse adequada ao ensino na École Centrale de Travaux Publics, necessariamente deveria concordar com os conhecimentos estabelecidos como necessários na formação dos engenheiros desta escola que, segundo Gani (2004), eram de dois tipos: relativos às formas e movimentos dos corpos e referentes à composição dos corpos. A obtenção dos primeiros dependia das matemáticas, empregando o raciocínio e o cálculo, utilizando a régua e o compasso, enquanto os segundos faziam parte da física e eram obtidos em laboratórios. Claramente a proposta da escola dividia-se em ensino de matemática e de física. O ensino da matemática bifurcava-se em análise e descrição dos objetos, e esta descrição se distinguia em dois tipos de objetos: os da Estereotomia, Arquitetura e Fortificações, com definição rigorosa, e os do Desenho, que não tem precisão em suas dimensões.

Então, a partir das referências de sua concepção e ensino, como acabamos de expor, inserimos duplamente a geometria descritiva como uma herança da matemática, o que segue sendo explicitado por outras colocações a seguir.

Monge, ainda nas Recomendações de sua *Géométrie descriptive* (1799), reconheceu a necessidade de conhecimentos matemáticos para entender seu tratado, limitando-os aos da “geometria elementar”⁷⁵, o que nos leva a deduzir sua teoria como fundamentada na matemática.

Fazendo uma busca na história, na segunda metade do século XVIII, os fundamentos da geometria adquiriram junto a um significado científico, um amplo significado social. Os *Elementos* de Euclides foram objetos de grandes discussões sobre sua qualidade como texto escolar de geometria. Na Inglaterra e Alemanha, edições que conservavam o espírito e estrutura dos *Elementos*, com simplificações na exposição, foram utilizados. Na França, ao contrário, a formação da geometria

trabalhos destes dois autores, com a substituição das tábuas, por planos e das varas, por retas.(GANNI, 2004)

⁷⁵ No transcurso da história das matemáticas, os “Elementos” de Euclides constituem fundamentos para todas as investigações geométricas. Ponto, reta e plano, são objetos fundamentais da geometria axiomática atual, a qual usando amplamente a idéia de isomorfismo abstrai as particularidades qualitativas dos objetos estudados e investiga a possibilidade de relação entre eles. Assim sendo, ponto, reta e plano podem designar objetos da natureza, aparentemente não geométricos. (RIBNIKOV, 1991)

elementar seguiu as orientações de autores franceses. Como resultado, surgiram textos de autores franceses que apresentavam um ensino contemporâneo da geometria, diferenciado da geometria euclidiana. Com o trabalho dos matemáticos franceses, nos fundamentos da geometria foram introduzidos o movimento e a métrica, dos quais não tratava, cuidadosamente, Euclides. Ainda a aritmetização, a introdução do simbolismo algébrico e dos elementos de álgebra e a utilização dos radicais reelaboraram os *Elementos*, colocando uma nova geometria para a solução de problemas práticos. (RIBINIKOV, 1991)

Entre os matemáticos franceses, enquanto Euler codificava os conhecimentos científicos matemáticos do século XVIII, destacando o aspecto analítico da matemática, Monge avançava com uma tendência geométrica, a primeira a se distinguir, depois de Desargues, esclarecendo através de problemas concretos as abstrações analíticas.

Desde o início de suas pesquisas, Monge compreendeu que os problemas do espaço eram intimamente ligados com a teoria das equações. Para ele, a geometria e a análise apoiavam-se constantemente, clareando as razões que, vistas sobre um único ângulo, podiam parecer muito abstratas ou muito estritamente descritivas. Seu pensamento abraçava os diversos aspectos de um mesmo problema e, com sua habilidade, a cada instante escolhia o ponto de vista que melhor esclarecia a questão estudada. O senso de espaço que Monge tinha em grau excepcional lhe permitia iluminar seus estudos, quer de aparência analítica ou quer próximos da geometria, como uma obra matemática com unidade interna muito sólida. (TATON, 1951)

Desde 1795, a geometria descritiva é perfeitamente conhecida, não só como método de construção, mas como uma ferramenta auxiliar aplicável a problemas complexos de geometria infinitesimal. (TATON, 1951) A sua formação, então, em uma ciência matemática especial, se consolidou com os trabalhos de Monge, não desvinculada de outros estudos seus. Taton (1951, p. 1) complementa, dizendo que “[...] diversos capítulos de seu tratado formam uma transição de seus trabalhos mais

analíticos”. (tradução nossa)⁷⁶ Essa geração da geometria descritiva marcava um período da história da matemática em que, segundo Borda (2001), ocorreu o fato do processo de algebrização estar incrementado, ao ponto de que os cálculos estavam muito complexos, fazendo voltar à utilização de métodos sintéticos para auxiliar a solução de problemas de geometria, em 1795. Foi quando se incrementou o processo de não-algebrização, buscando a visualização.

No sustento da teoria de Monge, encontra-se o conhecimento com base na verdade e não na realidade, o que foi preconizado por Descartes, quando a ciência e a filosofia davam vitória à álgebra, em detrimento da percepção, o que autoriza a inserção da geometria descritiva como herança da matemática.

Concluindo, a origem da geometria descritiva encontra-se no pensamento matemático. Este substituiu o olho que observa o mundo por um ponto impróprio no infinito e projeta elementos abstratos sobre uma superfície plana, manifestando o limite das representações que se apóiam em procedimentos construtivos, abarcando a possibilidade de resolver problemas geométricos mais complexos. Isto necessariamente a coloca como herança da matemática.

2.5 REPERCUSSÃO DA OBRA DE MONGE

A geometria descritiva de Monge assumiu grande importância no ensino técnico superior francês e, em seguida, no de outros países, mantendo-se como patrimônio cultural de engenheiros, arquitetos e artistas por todo o século XIX, até a atualidade.

Entretanto, a disseminação da geometria descritiva nos diferentes países sofreu influência da obra *On Isometrical Perspective*⁷⁷, do reverendo William Farish,

⁷⁶ “[...] divers chapitres de son traité forment une transition avec ses travaux d’orientation plus analytique.”

⁷⁷ FARISH, William. *On isometrical perspective*. Cambridge: Philosophical Society Transactions, Vol. 1, 1822.

contemporâneo inglês de Monge. Nesta obra, apresentam-se exposições de máquinas para a produção industrial, com função instrumental, afastada da especulação teórica da geometria descritiva dependente do pensamento matemático. (CABEZAS, 19??) Estavam, então, delineadas duas vertentes de representação para indústria: a de Farish, direcionada para as necessidades e limitações dos operários que trabalham na indústria, e a de Monge, com uma posição academicista.

Ao mesmo tempo que se formulou e estabeleceu na França o ensino da geometria descritiva, na Grã-Bretanha se propôs um sistema de desenho técnico, ao serviço da jovem indústria, que estava desvinculado das fortes implicações do modelo francês e que explica a diferença do modelo anglo-saxão, que tem perdurado até hoje.

Desde sempre se tem reconhecido que a influência da geometria descritiva francesa tem tido menos importância na Grã-Bretanha, América e nos países com influência anglo-saxônica do que em países como Itália, Rússia ou Espanha, onde a influência cultural francesa tem sido maior durante todo o século XIX. (Cabezas, 19??, p. 41, tradução nossa)⁷⁸

O entendimento da influência da geometria descritiva, proposta por Monge na École Polytechnique, como afirmamos, pode ser estabelecido com uma breve evolução histórica que trata das instituições de ensino. Na idade Média as Universidades tratavam da educação, seleta, dirigida a uma elite, centradas em quatro faculdades: Direito, Medicina, Teologia e Artes, o que perdurou até a Revolução Francesa. Com a implantação da École Polytechnique no cenário acadêmico, a ciência passou a ocupar o lugar da teologia, de acordo com os ideais revolucionários, e estas escolas se popularizaram na Europa. Entretanto, a guerra em que a França enfrentou o Reino Unido fez com que essas inovações francesas não fossem acolhidas por este último país, que, por outro lado, já havia feito sua revolução particular no final do século XVII, o que reforçou a não implantação do modelo francês. As universidades inglesas, de modo geral, estavam baseadas em

⁷⁸ “Al mismo tiempo que se formuló y estableció en Francia la enseñanza de la geometría descriptiva, en Gran Bretaña se propuso un sistema de dibujo técnico, al servicio de la joven industria, que estaba desvinculado de las fuertes implicaciones ideológicas del modelo francés y que explica la diferencia del modelo anglosajón que ha perdurado hasta hoy.

Desde siempre se ha reconocido que la influencia de la geometría descriptiva francesa ha tenido menos importancia en gran Bretaña, América y los países con influencia anglosajona que en países como Italia, Rusia o España en donde la influencia cultural francesa ha sido mayor durante todo el siglo XIX.”

corporações docentes organizadas pela carta fundacional, em conformidade, até certo ponto, com a tradição, enquanto as francesas tinham a influência do estado em seus diferentes ministérios, ditando seus programas.

Convém lembrarmos que as lições da Ecole Normale⁷⁹ constituíram a primeira publicação de Geometria descritiva. A divulgação da disciplina, na França e em outros países do mundo, deu-se, inicialmente, a partir dessa obra e de suas traduções. Na França, a difusão da geometria descritiva ocorreu a partir de 1795 e foi pesquisada, essencialmente, na École Polytechnique por alunos de Monge.

Antes ainda, em 1744, foi criado, em Paris, um escritório para centralizar os mapas de caminhos enviados por engenheiros de outras províncias, e que, em 1747, sob a direção de Jean Rodolphe Perronet, mantinha um atelier para a formação de engenheiros. Este atelier foi o embrião da futura École di Ponts et Chaussées. Em 1788, um grupo de espanhóis - entre os quais Agustín de Betancourt - ingressou como aluno deste centro francês, com o objetivo de preparar-se para a formação de fundar na Espanha um centro com características similares; o que levou à criação da Escuela de Caminos e Canales em Madrid, no ano de 1802. A qualidade dos projetos desenvolvidos pelos engenheiros nesta escola espanhola ressaltava a extrema preocupação pela qualidade técnica, o que levou Agustín de Betancourt e Jose M^a de Lanz a realizarem, em 1803, a primeira tradução do francês para língua estrangeira da *Géométrie Descriptive* de Gaspard Monge, de 1799, para o uso nos estudos da inspeção geral de caminhos, na imprensa real de Madrid (ZULUETA e SUÁREZ, 2001).

Em 1798, a geometria descritiva é introduzida no programa didático da Scuola Militare di Modena, o que foi fator determinante para sua difusão na Itália e, em especial, no centro-norte italiano. Um aluno desta escola fez a primeira tradução italiana de *Géométrie descriptive*. Em Nápoles, a partir da primeira obra de

⁷⁹ Sobre o surgimento desta escola e da publicação de suas notas de aula comenta Schubring (2003) que deve-se ao fracasso da iniciativa francesa de elaborar livros elementares. No capítulo quatro da sua obra explica que em 1794, foi decretado um concurso para livros didáticos e que, devido aos resultados insatisfatórios estabeleceu-se o projeto de formação de uma escola para formar professores (École normale, inaugurada em 1795) e que as notas de aula desta escola é que deveriam ser transformadas em livros didáticos. Monge, Lagrange e Vandermonde participaram como banca para selecionar os livros de matemática desse concurso.

geometria descritiva composta na Itália, já em 1801, a geometria descritiva era ensinada na Scuola del Genio e dell'Artiglieria di Napoli. Em Piemonte, os estudos na Accademia Militare di Torino, a partir de 1816, eram influenciados diretamente pela tradição francesa (FIOCCA, 1992).

No Império Austro-húngaro foram criadas várias escolas politécnicas onde a disciplina foi introduzida em períodos diversos entre 1803 e 1842. Ao contrário, na Inglaterra, a geometria descritiva encontrou poucos adeptos e teve uma tradução inglesa somente em 1809 (FIOCCA, 1992).

No Brasil, a Geometria descritiva foi ensinada, pela primeira vez, através da tradução das lições de Monge, em 1812, antes ainda de sua repercussão em alguns países europeus. Portanto, a criação de Monge teve sua divulgação através de uma publicação em que a geometria descritiva é definida, pelo seu próprio organizador⁸⁰, como abstrata e desvinculada das atividades práticas. (GANNI, 2004)

Na Alemanha a difusão da geometria descritiva só começou a partir de 1827, pelo trabalho de Guido Schreiber, em especial, no Politécnico de Karlsruhe, que teve a primeira tradução da *Géométrie descriptive* de Monge para o alemão em 1828-29. Ainda sobre traduções desta obra de Monge na Alemanha, encontra-se uma referência de 1900. Na Holanda foi publicado em 1821 o tratado de geometria descritiva de Lacroix, aluno de Monge. Na Dinamarca a disciplina foi introduzida em 1830 no Politécnico de Copenhague (FIOCCA, 1992).

Considerando que da *Géométrie Descriptive*, de 1799, foram realizadas traduções do francês para o espanhol, italiano, inglês, português e alemão, percebe-se a relevância da teoria da representação mongeana e a facilidade com que se difundiu. O que nos explica o sucesso da sua repercussão é a situação da época de sua publicação, de valorização dos autores franceses: enquanto o pragmatismo tornou a Inglaterra a nação mais poderosa, industrialmente, o Iluminismo elevou, culturalmente, a França acima de qualquer outra nação européia.

⁸⁰ De acordo com Gani (2004), em *Traité de Géométrie Descriptive, comprenant les applications de cette géométrie aux ombres, a la perspective et a la stéréotomie*, de 1828, seu autor Hachette, no prefácio desta obra refere-se a compilação das lições de Monge publicadas em 1799 como o primeiro tratado de geometria descritiva que considera esta ciência de maneira abstrata e independente de suas aplicações.

2.6 REPERCUSSÃO NO BRASIL

No Brasil, antes de ser difundida por toda a Europa, conforme Silva (1992), a geometria descritiva foi estudada pela primeira vez em 1812, como disciplina do segundo ano do curso de Ciências Físicas e Naturais na Academia Real Militar⁸¹; lecionada pelo professor brasileiro José Victorino dos Santos e Souza, graduado em matemática pela Universidade de Coimbra. Este professor foi autor de uma publicação baseada nas obras de Monge, com o título de *Elementos de geometria descritiva, aplicações as artes*. Esta foi extraída das obras de Monge, por ordem de sua alteza real, o Príncipe Regente, para uso dos alunos da Real Academia Militar, no mesmo ano de 1812. Foi a vinda da família Real para o Brasil, em 1808, que propiciou um impulso ao ensino brasileiro, por exemplo com a fundação da Imprensa Régia, facilitando a impressão de livros para o português, entre os quais a primeira tradução portuguesa da *Géométrie descriptive* de Monge.

É fato curioso que, embora o motivo da vinda da família real portuguesa para o Brasil ter sido fugir de Napoleão Bonaparte, o qual era íntimo amigo de Gaspard Monge, este desacordo político não influenciou no desenvolvimento científico, no que se refere a teoria da representação de Monge, sendo a geometria descritiva ensinada na Academia Real Militar, criada por D. João.⁸²

Devemos registrar a preocupação dos organizadores do curso de Matemático da Academia Real Militar quanto à qualidade e seriedade do mesmo, para os padrões científico-culturais da época. Foram adotadas como referência para

⁸¹ A Academia Real Militar, foi criada pela Carta-Régia de 1810, a qual contém 12 capítulos que descrevem detalhadamente objetivos e regulamentação desta escola com programas baseados na École polytechnique de Paris. Para essa academia os professores deveriam preparar um compêndio para seu curso, de sua própria autoria ou fazendo a tradução de livro estrangeiro consagrado e, a lei indicava o livro de Monge para o ensino da geometria descritiva. (GANI, 2004)

⁸² A Academia Real Militar criada em 1810 e que começou a funcionar em 1811, destinava-se a formas oficiais para as diversas armas do exército de D. João, talvez na esperança de algum dia enfrentar-se com as tropas de Napoleão, bem como para ocupar as terras do outro lado do rio da Prata. (SILVA, 1992)

o desenvolvimento do citado curso, desde o seu início, obras de matemáticos de primeira linha da época, entre os quais Monge (SILVA, 1992)

A geometria descritiva no Brasil, portanto, começou a ser ensinada com base nas aulas dadas por Monge na École Normale, ou seja, pela tradução da publicação utilizada para o ensino da École Polytechnique. Apesar de adotarem o mesmo livro, as propostas de ensino diferiam nas duas instituições: na escola francesa, as aulas eram diárias, enquanto na Real Academia, o conteúdo do livro era ensinado em dias alternados distribuídos em um ano. Quanto às suas aplicações, na École faziam parte do aprendizado do curso de geometria descritiva, dadas imediatamente após a apresentação do método, nos dez meses restantes do ano. Na Academia brasileira, eram ensinadas como disciplinas independentes, em anos posteriores ao ano em que eram estudadas as lições do livro. (GANI, 2004)

Embora com diversidade na duração e nas aplicações, no estudo das lições de Monge, José Victorino indicava os mesmos objetivos constantes na publicação francesa. A tradução para o português é bastante fiel ao texto original, no que diz respeito ao conteúdo das aulas; encontram-se diferenças no prefácio e em algumas notas de rodapé que são inseridos. Nestes, o autor procura explicitar as aplicações do método nas artes e no estudo da Geometria pura. Ao final do livro, o autor acrescenta um capítulo com “Notas, e Adições”, onde esclarece definições, compara construções da Geometria descritiva com a Perspectiva Linear e ressalta a importância dessas ciências nas Arquiteturas. (GANI, 2004)

A publicação que foi traduzida por Victorino não continha as aplicações da geometria descritiva à perspectiva, cortes de pedras, etc., como propôs para o desenvolvimento da máquina social. Na conclusão do prefácio, esse autor escreveu:

Em fim se as pessoas que verdadeiramente desejão o melhoramento das sciencias, e das artes úteis, exigirem que se reduzão a princípios methodicos, e a elementos rigorosos as applicações desta Geometria à Perspectiva Linear, aos cortes das pedras, às machinas, etc. para que por meio destes elementos se aperfeiçoem a Architectura Civil, a Architectura Militar, e a Architectura Naval: ainda que as minhas forças sejam poucas, e os meus conhecimentos sejam limitados, com tudo desejo cooperar para levantar o Imperio das sciencias, e das bellas artes, em hum mundo novo, que offerece muitos recursos naturaes para a applicação das mesmas à industria, e ao melhoramento das artes, que são as molas da grande machina social; julgo ter feito já huma cousa útil trabalhar em hum Compendio, que serve de fundamento a taes applicações, o qual contendo mais algumas cousas do que os seus originaes, fica mais útil do que estes: e julgo ter

cumprido por agora com os deveres, que me são impostos pelas sabias determinações da criação da Real Academia Militar nesta Corte, pelas altas providencias do Soberano Augusto, que fará época nos fastos literários do Imperio Luso-Americano. (SOUZA, 1812, p. XVII-XIX, apud GANI, 2004).

Ainda, sobre a introdução da geometria descritiva no Brasil, foi adotada a tradução de *Éléments de Géométrie descriptive* de Lacroix, feita por Manuel Ferreira de Araújo Guimarães sob o título de *Elementos de Geometria* de Lacroix, no Colégio Pedro II, criado em dezembro de 1837, para o ensino secundário. Contudo, não se sabe o quanto a geometria descritiva era ensinada nesta escola, até que aparece explicitamente no programa, no ano de 1895. (GANI, 2004)

Quanto à repercussão da geometria descritiva no ensino de arquitetura no Brasil, algumas datas são importantes, após 1810. Até esta data, segundo Jantzen (2001), não é difícil supor que as finalidades principais das edificações estudadas eram as instalações portuárias e fortificações e o abrigo de atividades produtivas. O autor refere-se ao ensino na Aula de Fortificação do Rio de Janeiro a partir de 1699, na Aula de Fortificação de Pernambuco a partir de 1719 e na Real Academia de Artilharia Fortificação e Desenho do Rio de Janeiro a partir de 1792⁸³. Esta última, apontada como a instituição onde iniciou o estudo oficial da arquitetura civil no Brasil.

Com a fundação da Academia Real Militar nos moldes do ensino francês, em 1810, embasou-se a chegada da Missão Francesa de 1816, trazendo Grandjean de Montigni, que lecionou na Academia de Belas Artes do Rio de Janeiro, fundada em 1826, posteriormente denominada a Real Academia de Belas Artes. Montigni formou cerca de 50 discípulos. Miranda (2006) destaca que com a chegada da missão artística francesa ao Brasil, o ensino da geometria descritiva incorporou-se às aulas de arquitetura da Real Academia de Belas Artes, atualmente Escola Nacional de Belas Artes.

⁸³ Em 1738, foi instuído no Rio de Janeiro, um curso militar de cinco anos, regular e obrigatório, conhecido como "Aula do Terço". Essa aula, foi transformada em um curso superior em 1792, no qual os futuros engenheiros deveriam permanecer por seis anos. No último ano, eram dadas a disciplinas de cortes de pedras e madeiras, a construção de caminhos e calçadas, e a arquitetura de pontes, aquedutos canais, diques e comportas.(TELLES, 1994 apud GANI, 2004)

Em 1817, a impressão Régia publicou no Rio de Janeiro os *Elementos de desenho e pintura, e regra geraes de perspectiva*, de autoria do engenheiro militar português Roberto Ferreira da Silva, defendendo uma dignidade superior para o artista, que, segundo sua opinião, deveria ser versado em uma infinidade de conhecimentos. Entre estes, a Mitologia, a Geometria, a Ótica, a Perspectiva, a Arquitetura, a Anatomia e a Teoria das Cores. Circulava assim, em princípios do século XIX, uma concepção renascentista da Pintura, Escultura e Arquitetura como as três artes do desenho. Uma concepção do desenho não como ferramenta artística ou técnica, mas como uma ciência em si, ligada a saberes matemáticos e óticos, através dos quais se tentava deduzir e estabelecer leis gerais para a representação das formas e do espaço. (DÓRIA, 2004)

Vale registrarmos que, a primeira designação aventada para a instituição que depois passaria a chamar-se Academia Imperial de Belas Artes foi a de Escola Real das Ciências, Artes e Ofícios. Nessa época o desenho começa a ser instituído como necessário na formação de artesãos e trabalhadores qualificados, um público amplo. Ocorreu então, ao longo do século, uma tensão entre o desenho entendido como atividade intelectual e configuradora, visão ligada a pressupostos do ensino acadêmico e à Idéia de Belas-Artes, e um desenho de caráter pragmático, utilizado como instrumento técnico, ligado à idéia de artes aplicadas. Tais concepções, apesar de conflitantes, não foram excludentes. Articularam-se continuamente, de modo complexo e hierarquizado, invocando os conceitos de razão e ciência em defesa de suas pretensas legitimidades. (DÓRIA, 2004)

“[...]É de desejar [...] que o arquiteto seja capaz de erudição e de penetrar, até certo grau nas ciências matemáticas [...]”.BARATA(1959,p.293) apud DÓRIA (2004) E, nesse sentido, Araújo Porto Alegre, Diretor da Academia Imperial de Belas Artes entre 1854 e 1857 também promoveu reformas no ensino artístico do país. Implantou na sua Academia, “além de Geometria (ciência necessária a todo homem), a Geometria descritiva, a Estereotomia, a Trigonometria, a Mecânica elementar, a Ótica, a Arquitetura, a Teoria das sombras, a Perspectiva e o Desenho Topográfico, [...] ciências tão nobres quão úteis.” BARATA(1959,p.62-63) apud DÓRIA (2004)

Com a república, a Academia Real de Belas Artes foi transformada em Academia Nacional de Belas Artes e passou a ter um curso de arquitetura. A antiga Politécnica Imperial do Rio de Janeiro, que passou a ser chamada de Escola Politécnica do Rio de Janeiro, possuía no seu ensino uma cadeira de arquitetura civil e uma aula de desenho. Entretanto, foi na Politécnica de São Paulo que criou-se um curso específico de arquitetura, formando engenheiros-arquitetos. (JANTZEN, 2001)

A Escola Politécnica do Rio de Janeiro, criada em 1874, depois de um curso geral de dois anos, preparava, em mais três anos, Engenheiros Civis, Engenheiros de Minas, Artes e Manufaturas. Nessa escola, para todos os alunos do segundo ano do curso geral, era obrigatório o estudo da geometria descritiva que baseava-se nos dois primeiros meses de aula da École Polytechnique, acrescido de questões particulares e casos específicos. Terminado o curso geral, o aluno optava para os cursos específicos, nos quais era ensinada, no primeiro ano, a geometria descritiva aplicada, compreendendo a perspectiva, as sombras e a estereotomia. Com a reforma dos estatutos dessa escola, em 1896, a geometria descritiva aplicada deixa de aparecer explicitamente para os cursos gerais e os específicos. (GANI, 2004)

Quando foi criada a Escola Politécnica surgiu o primeiro programa oficial de ensino de geometria descritiva no Brasil, sendo o primeiro professor de geometria descritiva dessa escola o Conselheiro Ignácio da Cunha Galvão. Seu substituto, o professor Ortiz Monteiro, em assembléia interna da Escola Politécnica, conseguiu licença para ir à Europa aperfeiçoar seus conhecimentos sobre a geometria descritiva de Monge. Com esses estudos, sistematizou o estudo de superfícies apresentado por Monge. Embora sem alterações consideráveis no programa que ensinava Ortiz Monteiro, seu substituto a partir de 1919, o professor Henrique César de Oliveira, realizou uma revolução nos processos de ensino de geometria descritiva. Assim, o tratamento didático tornou as aulas mais livres, com a participação dos alunos. (MIRANDA, 2006) Cabe lembrarmos que Monge ensinava com a participação dos alunos após as exposições teóricas.

Ainda, com a criação do Imperial Colégio Militar, atual Colégio Militar do Rio de Janeiro, pelo Conselheiro Tomás Coelho, por decreto de março de 1889, o

ensino de geometria descritiva no Brasil ganha um novo impulso. É implementado como disciplina dos primeiros e segundos anos do ensino médio da época.⁸⁴ (MIRANDA, 2006) Rui Barbosa defendia os poderes do desenho, preconizando que deveria ser ensinado a todos como introdução à todas as artes gráficas. Em 1882, como relator da comissão de Instrução Pública, elaborou e apresentou, em 13 de abril, o Parecer e o Projeto de Reforma de Ensino Secundário e Superior. Em Barbosa (2004, p.62) encontramos:

Depois de construir, combinando certo número de hastezinhas, de uma determinada extensão, as denominadas *formas da beleza* enceta a crianças no jardim de infância, o desenho propriamente dito. Servem para este uso as lousas, cobertas em toda sua extensão de uma rede de horizontais e verticais, intercortadas todas em ângulo reto e uniformemente intervaladas. Começando por traçar curtas verticais [...], o menino chegará, com o auxílio do lápis, mediante ângulos, combinações de ângulos e figuras cerradas, aos compostos geométricos [...]

Assim, no discurso que Rui Barbosa proferiu em 1882, no Lyceo de Artes e Offícios do Rio de Janeiro, resumia argumentações sociais e políticas do seu tempo, nas quais o desenho tinha uma finalidade, sobretudo técnica e prática, relacionada com os ideais divulgados pelas exposições universais. Sua teoria política liberal defendia a educação técnica que valorizava o desenho para os níveis primário, secundário e superior, visando o desenvolvimento industrial. (BARBOSA, 2004)

No Colégio Pedro II, embora fundado em dezembro de 1837, a geometria descritiva apareceu explicitamente no programa em 1895. Para tal disciplina indicava-se os *Elementos de Geometria Descritiva de F.I.C.*, traduzido e adaptado ao ensino secundário por Eugenio de Barros Raja Gabaglia. Convém lembrar que, desde 1816, o conhecimento de tal disciplina era necessário ao ingresso dos alunos à École Polytechnique francesa. (GANNI, 2004) Ao que podemos constatar, buscava o ensino nacional brasileiro seguir os moldes do ensino europeu, como preconizava Rui Barbosa.

⁸⁴ Atualmente a geometria descritiva não está diretamente reportada pelos PCN do ensino médio e fora das escolas militares sua introdução no ensino médio é rara. Ao contrário dos PCNEM, a geometria descritiva é abordada nos PLADIS de forma mais explícita. Os PLADIS são planos de disciplinas do ensino dos Colégios militares do Brasil. (MIRANDA, 2006)

Em 1889 tornava-se obrigatório o ensino do desenho técnico e do desenho geométrico em todo o país, devido ao caráter científico e positivista desses saberes, expressão do rigor e da precisão. O vínculo do desenho com a matemática, apresentando-o com a peculiaridade de servir de elemento preciso na representação de idéias hipotéticas, consolidou o desenho como imprescindível para o estudo das demais ciências. (CAMPOS, 2000)

Já em 1890, como reforço às idéias de Rui Barbosa, com o objetivo de um ensino prático, científico e ativo, ocorreu a Reforma Benjamin Constant. Para os alunos primários davam-se aulas de desenho, aritmética e geometria prática, que incluía os conceitos de figuras e sólidos geométricos com instrumental adequado. Para os do curso secundário a geometria compreendia um programa extenso, incluindo a geometria descritiva, a teoria das sombras, as perspectivas e a álgebra. Para ingressar nos cursos jurídicos, na Escola de Belas Artes e nos cursos de Cirurgia do Brasil, exigia-se formação com conhecimento de geometria. Tal ensino perdeu até a morte de Benjamin Constant, quando novamente reformulou-se o ensino brasileiro. Através, então, do Código Fernando Lobo, de 1892, o aspecto central do ensino deixou de ser o desenvolvimento industrial e voltou-se para o ingresso na escola superior. (ULBRICHT, 1992)

Contrapondo-se a apropriação utilitarista do desenho, tomou corpo uma corrente que postulava a primazia de um saber de caráter quase religioso, com referenciais góticos e medievais. Esse saber, amparado nas noções de criatividade, inspiração e genialidade, naturalmente buscava uma organização social diversa da que era então preconizada, de acesso a saberes supostamente superiores aos estritamente técnicos e científicos. (DÓRIA, 2004)

Parece dar-se assim, no processo de multiplicação de saberes que acompanhou o século XIX, uma ruptura que, ao que nos interessa ao desenho, separa o estritamente artístico do técnico. Declinou-se então a visão abrangente do desenho. A arte restringiu-se a cópia de ornatos, enquanto a geometria dominou no ensino.

Com a lei Rocha Vaz, em 1925, a obrigatoriedade do ensino da geometria, da trigonometria e desenho acabou por criar uma excessiva geometrização no ensino oficial brasileiro, que se estendeu até a década de 30, quando acontecem os

questionamentos do movimento Modernista. A indústria avançava e precisava se unir à arte. Surgiram então no ensino brasileiro, com a Reforma Francisco Campos em 1931, ramificações do desenho para atender os diversos setores: desenho decorativo, desenho natural e desenho técnico. Entretanto, nos anos 40, surgiu uma significativa produção de artigos e tratados sobre o desenho.⁸⁵, decorrente de questionamentos dos conteúdos e práticas pedagógicas do ensino da época. (KOPKE, 2006)

Entre esses trabalhos destacou-se o do arquiteto Lúcio Costa, que, em 1948, criticou o ensino de desenho. Na constatação desse arquiteto, dois problemas no ensino do desenho eram as aulas ministradas por pessoas pouco esclarecidas e a diversidade de objetivos. De um lado visando desenvolver o hábito de observação, espírito de análise, gosto de precisão e de outro a reavivar a pureza de imaginação e o dom de criar. Este último objetivo, do desenho entrelaçado com a arte, foi aos poucos deixado de lado. Ganhava lugar o desenho formador da racionalidade, do espírito de disciplina, do rigor e precisão. (KOPKE, 2006) Consolidavam-se os desenhos adequados às profissões que se organizaram durante os questionamentos da década de 30.

A regulamentação das profissões de arquiteto, engenheiro e agrimensor datam de 1933. Várias escolas e faculdades foram sendo criadas em capitais brasileiras ao longo do século XX, integrando a fase do surgimento de um ensino autônomo de arquitetura no Brasil. Entre elas, em 1944, a Escola de Arquitetura de Belo Horizonte, em 1946, a Faculdade Nacional de Arquitetura do Rio de Janeiro. Em Porto Alegre, no ano de 1946, existiam dois cursos de arquitetura, um no Instituto de Belas Artes e outro na Escola de Engenharia da atual UFRGS. Em São Paulo, em 1947, foi criada a Faculdade de Arquitetura Mackenzie e, em 1948, a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP. (JANTZEN, 2001)

A partir de 1956, a valorização do desenho técnico ocorreu devido a um novo período de industrialização e a implantação da pedagogia tecnicista de

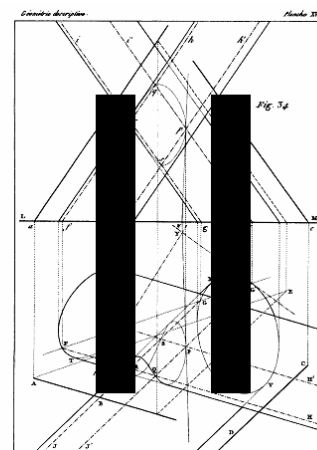
⁸⁵ A obra de Benjamin de Carvalho é dessa época e foi utilizada como referência bibliográfica para o ensino da geometria descritiva para engenheiros e arquitetos.

Juscelino Kubitschek. (CAMPOS, 2000) Marcou esse período, a promulgação da 1ª Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Essa lei, de 1961, tornou exclusividade dos cursos colegiais e superiores o estudo das disciplinas de desenho geométrico e desenho técnico. A 2ª LDB deixou de tratar o desenho como disciplina e passou a entendê-lo como conteúdo relativo às artes e ao estudo da matemática. Formando uma 'geração sem desenho', a 2ª LDB durou por 25 anos, até que entrou em vigor a 3ª LDB, em 1996, que não especificou exigências sobre o desenho. (KOPKE, 2006)

Entretanto, na lei de Diretrizes Curriculares para o ensino de arquitetura, de 1996, no artigo 5º recomendou-se que o curso de arquitetura e Urbanismo deve formar um profissional com habilidades de desenho e o domínio da geometria, de suas aplicações e de outros meios de expressão e representação, tais como perspectiva, modelagem, maquetes, modelos e imagens virtuais.

Nesse contexto de pouca exigência legal para o ensino do desenho, este passou a ser abordado nos livros de matemática com teor quase sempre teórico. Concentrado na representação de formas geométricas, para compreensão de suas propriedades ou para ser tratado como acessório para o cálculo numérico. Raramente eram estabelecidas relações com as suas aplicações, quer artísticas, quer técnicas. (Kopke, 2006) Isso contribuiu para o ensino de geometria descritiva na arquitetura como um saber não aplicado, abstrato, que sobreviveu por sua tradição de ensino no contexto que acabamos de explicar. Uma sobrevivência respaldada, nos tempos atuais, pela possibilidade dessa teoria ser incorporada aos sistemas virtuais de representação.

PARTE



DESCONSTRUINDO A TEORIA MONGEANA

Os traçados, os modelos, as arquiteturas, permanecem quase intocados pelos desenvolvimentos da teoria, embora nela estejam presentes como uma inserção possível, contidos no desdobramento de enunciados cuja capacidade de generalização ultrapassa o horizonte dos estudos que lhes deram origem.

(OLIVEIRA, 2000)

Como vimos na Parte I deste trabalho, a representação arquitetônica é resultado da presença de um homem inserido no seu mundo, alicerçada no entendimento do diálogo estabelecido pelo homem com o espaço que representa em diferentes contextos históricos e culturais. Na tecitura das linhas deste diálogo é o corpo que se coloca no mundo como sujeito, “o corpo é o lugar de toda travessia na aventura humana” (KEIL, 2004, p. 9). Nesse sentido, na sua condição humana, o corpo que representa deixa emergir uma pluralidade de possibilidades de representação, que potencializam o projeto arquitetônico apresentando deslocamentos entre a percepção e a abstração. Entre essas possibilidades apresenta-se a teoria mongeana, que foi ‘pontuada’ neste trabalho e que nesta parte desconstruímos, para atender aos objetivos desta pesquisa.

Desenvolvemos esta desconstrução da obra *Géométrie descriptive* de Gaspard Monge nos dois capítulos que compõe esta parte II. No capítulo 1,

Descobrimos a teoria mongeana, tratamos de desmontar criticamente a parte inicial dessa obra publicada em 1799, incluindo aí os conteúdos da sua capa, do índice, das recomendações e do programa. Essa parte inicial é introdutória às lições de Monge. Em *Replicando a teoria mongeana*, capítulo 2, onde as lições da geometria descritiva são fragmentadas e criticadas seguindo a ordem exposta por Monge, tratamos da desmontagem dessas lições, que se encontram agrupadas em cinco partes, organizadas por Hachette. Formatamos estes dois capítulos com extensões diversas em decorrência da quantidade de páginas da *Géométrie descriptive* abordadas por cada um, embora sempre buscando igual profundidade na análise dos conteúdos dessa obra de Monge.

O que ora apresentamos como parte II, configurando a desconstrução da teoria mongeana, foi assim intitulado em razão de duas intensões básicas. A primeira, que desconstruir revele a separação das lições em partes para análise minuciosa. E, a segunda, no sentido de desestruturar, para que possa ganhar nova significação. Essa desconstrução, aplicada na exposição original de Monge (1799), é oportuna no debate que desenvolvemos neste trabalho acerca da inserção da geometria descritiva na arquitetura. Assim, apresenta-se possível a discussão de tal teoria, eliminando distorções que tenha sofrido - através de sua substituição no sistema de ensino, largamente difundida, por produções subseqüentes - conforme evidenciamos na parte I deste estudo. Esta parte então, nos seus escritos, permite concluir sobre as hipóteses levantadas inicialmente neste trabalho.

adicionar o computador como prótese em quem representa com olhos, mãos e cérebro parcialmente substituídos. Assim, o progresso atinge as sociedades em vias de modernização, abarcando suas estruturas de produção, poder e pensar nas quais se insere a representação arquitetônica, ancorada em profundas contradições do projeto de modernização universal-iluminista.

Portanto, neste capítulo *Descobrimos a teoria mongeana*, tratamos de expor estruturas de produção e poder do mundo moderno⁸⁶ como pano de fundo à crítica sobre o pensamento de representação mongeana, essência deste trabalho. Na amplitude requerida no estudo apresentado neste capítulo foram consultados autores de diversas áreas, entre os quais Belhoste, Borda, Cardone, Cattani, D'Agostino, Diehl, Ferro, Fuão, Gani, Gutiérrez, Jantzen, Mahfuz, Machado, Martínez, Rodrigues, Taton.

1.1 A CAPA

“GEOMETRIA DESCRITIVA. Lições dadas às Escolas Normais, no ano 3 da República; por Gaspard MONGE, do Instituto Nacional. Paris, BAUDOIN, Impressão do Corpo Legislativo e do Instituto nacional. Ano VII” (tradução nossa)⁸⁷ é o conteúdo apresentado na capa do livro de Monge com carimbo da École Polytechnique (anexo 02). Essa obra, a partir de sua capa, revela a profunda vocação de Monge pela didática, por não publicar sua geometria descritiva em um volumoso e complexo tratado, mas sim transcrever as suas lições de aula. Ainda, mostra o seu envolvimento com a reforma de ensino francesa nos moldes ditados pela política da França, aplicada na École normale e na École Polytechnique, onde Monge ensinava.

⁸⁶ “[...] Podemos garimpar elementos originários e como representação alternativa no começo do mundo moderno a partir do Renascimento e da Reforma, porém a forma mais nítida desse mundo desenvolve-se a partir do iluminismo e de sua tormentosa trajetória na posterior consolidação das sociedades industriais, tecnológicas e burocráticas [...]” (DIEHL, 1997, p.27).

⁸⁷ “GÉOMETRIE DESCRIPTIVE. LEÇONS DONES AUX ÉCOLES NORMALES, L'AN 3 DE LA RÉPUBLIQUE; Par Gaspard MONGE, de l'Institut national. PARIS, BAUDOIN, Imprimeur du Corps législatif et de l'Institut national. AN VII.”

Como justificativa de tais revelações, feitas a partir da capa de *Géométrie Descriptive* são adequados os comentários de Gani (2004, p.22)

Monge foi membro de algumas das inúmeras comissões criadas na época, que tinham por objetivo organizar um país em crise. É incontestável que tais posições serviram de veículo para a propagação da Geometria descritiva. Mais um fator relevante na divulgação dessa ciência reside no fato de Monge ter sido um excelente e entusiástico professor, conforme o relato dos biógrafos consultados, muito dos quais, ex-alunos. É, também, indubitável que a diversidade de interesses do autor contribuiu, de maneira efetiva, na elaboração dessa ciência.

Ao comparamos algumas capas de tratados sobre representação (ver anexo 2), precedentes à publicação da *Géométrie Descriptive* (1799), com a capa dessa obra, evidencia-se a não pretensão de Monge em expor sua teoria como um tratado que se impõe por sua apresentação no sentido estético. Difere, portanto, de outras capas apresentadas. A teoria de Monge possuía outras forças para ser incorporada e valorizada no domínio do saber, já que as forças do poder político, organizadoras do sistema de ensino na França, encobriam a necessidade de uma capa vistosa.

A capa de *Géométrie descriptive* apresenta informações com tamanhos de letras hierarquizados e organizados em uma diagramação centralizada complementada pela tipoideografia. Aparecem então, dois tipos de linhas, um fino e contínuo e um de espessura variada com engrossamento na parte central, como digressões que separam as palavras da capa.

Centralizado no alto da folha aparece escrito “G É O M É T R I E” com as maiores letras encontradas nessa capa e, logo abaixo, ainda centralizado, está escrito “D E S C R I P T I V E”. A diferença de tamanho de letras mostra que geometria é geral, e descritiva uma de suas partes, a que Monge sistematizou e apresentou por escrito pela primeira vez no *Projet d'écoles secondaires pour artisans et ouvriers*, para ser anexado ao projeto de organização do ensino francês e que foi apresentado, em setembro de 1793 à Convenção pelos representantes do departamento de Paris. Nesse texto Monge apud Taton (1992, p. 579), explicou que a descritiva é uma parte da geometria: “a ordem de tal concessão de conhecimento é fundar uma geometria particular de três medidas sobre a qual não existe tratado bem feito; uma geometria meramente descritiva, mas rigorosa, e que o objetivo é

representar por desenhos que só têm duas medidas os objetos que tem três”. (tradução nossa)⁸⁸

Abaixo do título da obra, “G É O M É T R I E D E S C R I P T I V E”, feita a primeira digressão na capa com linha fina, aparece a complementação “L E Ç O N S D O N E S A U X É C O L E S N O R M A L E S , L ' A N 3 D E L A R É P U B L I Q U E ; P A R G A S P A R D M O N G E , de l' Institut nacional”. Essas informações que seguem a linha fina encontram-se hierarquizadas em tamanho. Em letras maiores está escrito “L E Ç O N S” e, a partir daí, diminuindo de tamanho, aparecem as informações restantes, ocorrendo em cada sinal de pontuação uma troca de tamanho. A indicação da autoria escapa da hierarquia destacando o seu sobrenome com letras maiores do que o nome.

Na seqüência, centralizada, esta colocada a linha de espessura descontínua apartando os textos informativos do assunto e autor da obra dos que informam sobre local e data de sua publicação, ou seja, o conteúdo da obra, do tempo e espaço em que foram produzidos.

“P A R I S”, escrita com altura próxima de “D E S C R I P T I V E”, devemos interpretar como indicativo de status do que é produzido na França, que de fato no âmbito cultural destacava-se na época da publicação de MONGE (1799). Nesse contexto do poder francês controlando o ensino para atender seus interesses de desenvolvimento, as lições de Monge, de 1799, dadas na École Normale, são incorporadas na École Polytechnique e daí, com muitos alunos de Monge na École Polytechnique abandonando a França, contribuíram para a divulgação da geometria descritiva em outros países que viviam as novas exigências produtivas. A geometria mongeana foi então, rapidamente difundida em vários países, seja na versão original ou em traduções, e adotada nas principais escolas politécnicas.

A partir da *Géométrie Descriptive* de 1799, segundo Belhoste e Taton (1992), foram editadas duas publicações: uma de 1811, aos cuidados de Hachette,

⁸⁸ “L'ordre de connaissance dont il s'agit ici est fondé sur une géométrie particulière des trois dimensions dont il n'existe pas de traité bien fait; sur une géométrie purement descriptive, mais rigoureuse, et dont l'objet est de représenter par de dessins qui n'ont que deux dimensions des objets qui en ont trois.”

substituindo as Adições da obra original por um Suplemento e, outra de 1820, publicada por Brisson, na qual foram acrescentadas três lições inéditas com o título de *Théorie des ombres e de la perspective*. Ainda, segundo os mesmos autores, reedições posteriores e traduções são reproduções dessa última, exceto as traduções espanhola de 1803 e a inglesa de 1809, feitas a partir da edição original. Entretanto, Gani (2004) ressalva que, embora publicada em 1812, a tradução para o português contém as 'Adições' e não os 'Suplementos', o que leva a acreditar que também tenha sido elaborada com a edição de 1799.

"B A U D O U I N", é a editora que trata da impressão

"A N O V I I.", encerra o texto da capa e comunica, além da data da publicação em si, que a obra é parte do contexto da Revolução Francesa, uma vez que situa o tempo pela Proclamação da República Francesa no ano de 1793. Assim, as lições de Monge, vinculam-se com duas datas importantes da Revolução Francesa : 1795 e 1799. Essa Revolução iniciou-se em 1789, com a Constituição da Assembléia Nacional e a tomada da Bastilha. Em 1793, foi destronado e decapitado o Rei Luis XVI e proclamada a República Francesa em 22 de setembro, seguindo com Robespierre à cabeça dos jacobinos em um regime de terror, até 1795, quando se funda o Diretório. Monge era jacobino. Foi neste ano de 1795 que Monge deu suas lições na École Normale, as quais foram publicadas em 1799. Esta última data coincide com o ano que Napoleão, amicíssimo de Monge, deu o golpe de estado que o elevava ao poder substituindo o governo do Diretório que não dava conta dos problemas da França.

1.2 O ÍNDICE

Logo seguindo a capa, "o índice das matérias contidas neste volume" (tradução nossa)⁸⁹ apresenta, em três folhas, o conteúdo das 128 páginas da obra, constituído de programa e cinco capítulos numerados em romano, com ausência de

⁸⁹ "Table des matières contenues dans ce volume."

títulos e as 'Adições', que são anexadas na seqüência dos cinco capítulos sem paginação.

A publicação contém ainda, vinte e cinco pranchas de desenho, acrescentadas no final da obra, com numeração própria em romano. Essas pranchas apresentam 50 figuras, sobre as quais são feitas referências no desenvolvimento dos capítulos e foram desenhadas por Girard⁹⁰.

Cabe lembrarmos que o índice relaciona o conteúdo das nove primeiras lições⁹¹, que foram dadas no anfiteatro do *Jardin des Plantes*, em aulas que tinham a duração de 45 minutos, lecionadas para aproximadamente 1200 alunos, na École Normale. Monge complementava algumas dessas lições, as quais ele julgava não ter desenvolvido suficientemente, na Igreja da Sorbonne, onde ficavam as salas de desenho e eram executados trabalhos práticos. Entre as aulas ocorreram debates que foram substituídos por trabalhos práticos, após o terceiro debate. (GANI, 2004)

No intuito de transformar essas aulas em livros elementares, as lições foram estenografadas, por profissionais vinculados à École Normale e publicadas no *Journal des Séances des Ecoles Normales*. Reunir em um só volume, na *Géométrie descriptive*, publicada em 1799, as lições que estavam dispersas no Séances, foi uma idéia de Hachette e da esposa de Monge. Do curso que foi ministrado em treze lições e três debates na École Normale, não foram publicadas as quatro últimas lições porque Monge não concordou com o texto dos estenógrafos.⁹² Após o trabalho dos estenógrafos, os professores podiam corrigi-las e complementá-las

⁹⁰ Antes da abertura dos cursos da Escola Politécnica foi criado um escritório de desenhistas que sob direção de Eisenman executavam os desenhos que distribuíam aos alunos e, Girard fazia parte desse grupo de desenhistas. (HACHETTE, 1828 apud GANI, 2004)

⁹¹ As lições na École Normale, estruturam-se em nove lições iniciais tratando da exposição do método e de questões teóricas da geometria espacial. Acrescentam-se a essas, outras três, nas quais, Monge falou de sombras, da perspectiva aérea e da perspectiva linear, respectivamente. E, na última aula, foram apresentadas reflexões sobre a importância de introduzir a Geometria descritiva no ensino público. (GANI, 2004)

⁹² Um ex-aluno de Monge, Brisson recebeu essas quatro lições estenografadas da viúva de Monge. As três primeiras lições, foram revistas e publicadas com acréscimos por Brisson no *Traité de Géométrie descriptive* de 1820. A primeira sobre determinação geométrica das sombras, a segunda sobre perspectiva aérea e a terceira sobre perspectiva linear. A última, reflexões gerais sobre as vantagens da introdução da Geometria descritiva na instrução pública, que não foi publicada por Brisson, parece ter se perdido definitivamente. (LAURENT, 1992 apud GANI, 2004)

antes que fossem impressas. Belhoste e Taton (1992), não têm dúvidas que Monge utilizou essa possibilidade para elaborar a parte gráfica que não pode expor no anfiteatro. (GANI, 2004)

A compilação das nove lições iniciais de Monge dadas na École Normale, organizadas por Hachette, apresentam fidelidade ao texto dos estenógrafos, exceto por correções de erros tipográficos e pela correção da medida, passando a antiga para o sistema métrico, já oficializado na época. Hachette, entretanto, interferiu na organização do texto e introduziu algumas frases de ligação entre as lições. Acrescentou ainda, três complementos que são as 'Adições'. (BELHOSTE e TATON, 1992) Após serem organizadas por Hachette, as lições e suas adições são publicadas como *Géométrie Descriptive*, em 1799.

No sentido de comparar a organização das lições de Monge, dadas na École Normale com a organização dessas lições feita por Hachette, expomos a seguir o índice da obra publicada em 1799, estabelecendo correspondência com o índice das lições originais de Monge que foram estenografadas. Especificamos na coluna da esquerda o índice de 1799 e na coluna da direita as lições originais de Monge. O índice da coluna da direita foi organizado com as respectivas datas por Gani (2004) com base nas lições que podem ser encontradas em *L'École Normale de l'na III de Leçons de Mathématiques* (DHOMBRES, 1992, p. 305-459) e nas datas referentes às aulas de Monge na École Normale relacionadas por Belhoste e Taton (1992).

Lições dadas na <i>École Normale</i>, an III (organizadas por Hachette)	Lições dadas na <i>École Normale</i>, an III (originais de Monge)
Programa, páginas 1-4	
I.	
Nº1. Objetivo da geometria descritiva, 5 2-9. Considerações segundo as quais se determina a posição de um ponto situado no espaço (Fig. 1-3) 5-15	1ª lição: (1^{er} pluviôse/20 de janeiro) 1Objetivos da Geometria descritiva. 2-5 Reflexões sobre o sistema ideal de referência. 6 Projeções de um ponto.
10. Comparação da geometria descritiva	2ª lição: (9 pluviôse/28 de janeiro)

<p>com a álgebra, 15-16</p>	<p>7 Projeções de uma reta. 8 Construção da épura. 9 Determinação do tamanho de um segmento de reta, oblíquo aos dois planos de projeção. 10 Considerações sobre sólidos poliédricos. Primeiro debate (11 pluviôse/30 de janeiro) Segundo debate (16 pluviôse/4 de fevereiro)</p>
<p>11-13. Convenção própria para expressar as formas e as posições das superfícies. Aplicação ao plano, 16-21</p> <p>14-22. Soluções de várias questões elementares relativas à linha reta e ao plano (Fig. 4-11), 21-29</p>	<p>3ª lição: (21 pluviôse/9 de fevereiro)</p> <p>11 Considerações sobre a representação das superfícies curvas. 12 Considerações sobre a geração das superfícies. 13 Geração de um plano por duas retas. Representação de um plano. 14 Primeira questão: Por um ponto dado, construir as projeções de uma reta paralela a uma reta dada. 15 Segunda questão: Por um ponto dado, construir os traços de um plano paralelo a um plano dado, também por seus traços. 16 Terceira questão: Dados um plano (por seus traços) e um ponto, determinar: 1º as projeções da reta perpendicular, baixada do ponto ao plano; 2º o ponto de interseção entre essa reta e o plano. 17 Quarta questão: Por um ponto dado, construir os traços do plano perpendicular a uma reta dada. Terceiro debate (26 pluviôse/14 de fevereiro)</p>
<p>II.</p>	
<p>23-26. Dos planos tangentes às superfícies curvas, e das suas normais, 29-32</p> <p>27-31. Método para conduzir planos</p>	<p>4ª lição: (14 ventôse/19 de fevereiro)</p> <p>18 Quinta questão: Construir a reta de interseção entre dois planos, dados por seus respectivos traços. 19 Sexta questão: Construir o ângulo entre dois planos, dados por seus</p>

tangentes por pontos dados nas superfícies (Fig. 12-15), 32-39

respectivos traços.

20 Sétima questão: Construir o ângulo formado por duas retas dadas.

21 Oitava questão: Construir o ângulo entre uma reta e um plano (dado por seus traços).

22 Considerações sobre a construção de um mapa.

Nona questão: Construir a projeção horizontal de um ângulo entre duas retas, conhecendo este ângulo e os ângulos que cada uma das retas faz com o plano horizontal.

23 Considerações sobre os planos tangentes e as retas normais às superfícies curvas.

24 Exemplo de aplicação de plano tangente e reta normal, na Arquitetura.

25 Exemplo de aplicação de plano tangente e reta normal, na Pintura.

26 Considerações sobre a aplicação de planos tangentes e retas normais na resolução de problemas.

27 Método geral para determinação do plano tangente, e da reta normal, a uma superfície curva conhecendo o ponto de contato.

28 Primeira questão: Construir um plano tangente a uma superfície cilíndrica, por um ponto da curva.

29 Segunda questão: Construir um plano tangente a uma superfície cônica por um ponto da curva.

30 Terceira questão: Construir um plano tangente a uma superfície de revolução (em torno de um eixo vertical), por um ponto da curva.

31 Quarta questão: Construir as projeções da menor distância entre duas retas e determinar sua verdadeira grandeza.

32. Das condições que determinam a

5ª lição: (11 ventôse/1º de março)

32 Considerações sobre a determinação

posição do plano tangente a uma superfície curva qualquer; observação sobre as superfícies desenvolvíveis, 39-41

33-34. Dos planos tangentes às superfícies, conduzidos por pontos dados no espaço, 41-43

Do plano tangente à superfície de uma ou de várias esferas. Propriedades notáveis do círculo, da esfera, das seções cônicas e das superfícies curvas de segundo grau. (Fig. 16-22), páginas 44-55

Do plano tangente à uma superfície cilíndrica, cônica, à uma superfície de revolução, por pontos dados fora destas superfícies (Fig. 23-25), 55-59

do plano tangente a uma superfície curva, por um ponto fora da curva.

33 Exemplo de aplicação de planos tangentes, na Fortificação.

34 Exemplo de aplicação de planos tangentes, na Pintura.

35 Considerações sobre planos tangentes à superfície da esfera.

36 Primeira questão: por uma reta dada, construir o plano tangente à superfície de uma esfera dada.

37 Segunda maneira de resolver a mesma questão.

38 Propriedades notáveis do círculo, da esfera, das seções cônicas e de superfícies curvas do segundo grau, decorrentes da questão anterior.

39 Proposições particulares que são corolários imediatos da questão precedente.

40 Proposição geral da questão precedente.

41. Segunda questão: Por um ponto dado, construir um plano tangente, ao mesmo tempo, a duas esferas dadas.

42 Terceira questão: construir um plano tangente ao mesmo tempo, a três esferas de grandezas e posições dadas.

43 Considerações sobre a questão precedente.

44 Proposição decorrente da questão precedente.

45. Quarta questão: Por um ponto tomado arbitrariamente, construir um plano tangente a uma superfície cilíndrica dada.

46 Quinta questão: Por um ponto tomado arbitrariamente, construir um plano tangente a uma superfície cônica dada.

47 Sexta questão: Por uma reta dada, construir um plano tangente a uma superfície de revolução conhecida.

III.

48. Das intersecções de superfícies curvas. Definição das curvas de dupla curvatura, 59-60

49-50. Correspondência entre as operações da geometria descritiva, e as de eliminação algébrica, 60-62

51-56. Método geral para determinar as projeções das intersecções de superfícies. Modificação deste método em alguns casos particulares (Fig. 26), 62-66

57-58. Das tangentes às intersecções de superfícies 66-68

59-83. Intersecções das superfícies, cilíndrica, cônica, etc. Desenvolvimento destas intersecções quando uma das superfícies para as quais elas pertencem é desenvolvível (Fig. 27-35), 68-86

84-87. Método de Roberval para tirar uma tangente a uma curva que está dada por uma lei de movimento de um ponto gerador. Aplicação deste método à elipse e a curva resultante da intersecção de dois elipsóides de revolução, que tem um foco em comum (Fig. 36-37), 86-88

6ª lição (21 ventôse/11 de março)

48 Considerações sobre as intersecções de superfícies curvas.

49 Considerações sobre as operações de Análise.

50 Correspondência entre as operações da Análise e os métodos da Geometria descritiva.

51 Considerações sobre o método de determinar as projeções das intersecções de superfícies curvas.

52 Primeiro problema geral: Construir as projeções da curva de dupla curvatura segundo a qual duas superfícies, de gerações dadas, se cortam.

53 Adaptação do método para outra posições das superfícies que se interceptam.

54 Adaptação do método para superfícies cônicas.

55 Adaptação do método para superfícies cilíndricas.

56 Adaptação do método para superfícies de revolução.

57 Considerações sobre a reta tangente, e o plano normal, em um ponto qualquer de uma curva de intersecção.

58 Segundo problema geral: Por um ponto qualquer da intersecção de duas superfícies curvas, traçar a tangente a esta intersecção.

59 Aplicações a casos particulares. Primeira questão: Construir a intersecção entre uma superfície cilíndrica dada a um plano de posição conhecida.

Primeiro caso: em que a geratriz da superfície é perpendicular a um dos planos de projeção e o plano secante é perpendicular ao outro.

60 Construção da curva de intersecção, na

forma como ela se apresenta em seu plano.

61 Determinação da tangente à interseção, por um ponto qualquer da curva, no caso precedente.

62 Propriedade pertinente à curva de interseção.

63 Traçado da curva de interseção na superfície cilíndrica desenvolvida.

64 Propriedades pertinentes aos elementos de uma curva desenvolvida.

Segundo caso: em que a superfície cilíndrica e o plano secante encontram-se em qualquer posição em relação aos planos de projeção.

65 Solução do segundo caso.

66 Determinação da tangente à interseção.

67 Construção da curva de interseção, na forma como ela se apresenta em seu plano.

68 Determinação da tangente, no caso precedente.

69 Segunda questão: Construir a interseção entre uma superfície cônica dada e um plano de posição conhecida.

70 Determinação da tangente à interseção, por um ponto qualquer da curva.

71 Construção da curva de interseção, na forma como ela se apresenta em seu plano.

72 Determinação da tangente, no caso precedente.

73 Terceira questão: Construir a interseção de duas superfícies cônicas, de base circulares, cujos eixos são paralelos entre si.

74 Determinação da tangente à interseção, por um ponto da curva.

75 Traçado da curva de interseção nas superfície cônica desenvolvida.

	<p>76 Quarta questão: Construir a interseção de duas superfícies cônicas, de bases quaisquer.</p> <p>77 Determinação da tangente à interseção, por um ponto da curva.</p> <p>78 Quinta questão: Construir a interseção entre uma superfície cônica, de base qualquer, e a superfície de uma esfera. Solução para o caso em que o cone e a esfera são concêntricos (o vértice do cone coincide com o centro da esfera).</p> <p>79 Determinação da tangente à interseção, por um ponto da curva.</p> <p>80 Solução para o caso em que o cone e a esfera não são concêntricos.</p> <p>81 Sexta questão: Construir o desenvolvimento de uma superfície cônica de base qualquer, e representar, sobre a superfície desenvolvida, uma seção de projeções conhecidas.</p> <p>82 Sétima questão: Construir a interseção de duas superfícies cilíndricas de bases quaisquer.</p> <p>83 Oitava questão: Construir a interseção de duas superfícies de revolução cujos eixos estão em um mesmo plano.</p> <p>84 Método para determinar a tangente a uma curva conhecida pela lei do movimento de um ponto gerador (método de Roberval).</p> <p>85 Considerações sobre esse método.</p> <p>86 Exemplo da utilização desse método.</p> <p>87 Outro exemplo, análogo ao primeiro.</p>
--	---

IV.

<p>88-102. Aplicações das intersecções das superfícies à solução de diversas questões (Fig. 38-42), 89-104</p>	<p>7ª lição: (1^{er} germinal/21 de março)</p> <p>88 Considerações sobre a substituição da Análise pela Geometria descritiva, na solução de um grande número de questões.</p> <p>89 Considerações sobre a maneira conveniente de tratar a geometria.</p> <p>90 Primeira questão: Encontrar o centro e</p>
--	---

	<p>o raio de uma esfera cuja superfície passa por quatro pontos quaisquer do espaço.</p> <p>91 Simplificação do processo precedente em função da escolha conveniente da posição dos planos de projeção.</p> <p>92 Segunda questão: Inscrever uma esfera em uma pirâmide triangular dada; quer dizer, encontrar a posição do centro da esfera e a grandeza do seu raio.</p> <p>93 Posição dos planos de projeção que facilitam a construção do problema precedente.</p> <p>94 Terceira questão: Construir as projeções de um ponto do qual são conhecidas as distâncias a três outros pontos dados no espaço.</p> <p>95 Quarta questão: Determinar, sobre uma planta topográfica (projeção cotada), a posição e a cota de um ponto notável.</p> <p>96 Construção da questão precedente.</p> <p>97 Advertência sobre a possibilidade de erro na questão precedente.</p> <p>98 Quinta questão: Resolver a questão precedente, munido de outros dados.</p> <p>99 Demonstração de simplicidade decorrente da solução (da questão precedente) pelos métodos da geometria descritiva em comparação aos procedimentos da Análise.</p> <p>100 Construção da mesma questão pelos métodos da Geometria descritiva.</p> <p>101 Sexta questão: Executar o levantamento topográfico de um terreno, do interior de um aerostato.</p> <p>102 Construção da mesma questão, por um procedimento simplificado.</p>
--	---

v.

103-109. Considerações gerais para desenvolvimento. Das curvas planas e de dupla curvatura, de seus	<p>8ª lição: (11 germinal/31 de março)</p> <p>103 Considerações a respeito do ensino da geometria descritiva para alunos de escolas secundárias e para os respectivos professores.</p>
---	--

desenvolvimentos, de suas desenvolvidas, dos raios de curvatura (Fig. 43-44), 105-109

110-112. Da superfície, que é o lugar geométrico de desenvolvimento de uma curva com dupla curvatura; propriedade notável de desenvolvimento, considerada sobre esta superfície. Geração de uma curva qualquer com dupla curvatura por um movimento contínuo (Fig.45), 110-112

Curvatura e evolutas das curvas de dupla curvatura

104 Como a devoluta se forma a partir da evoluta. Ponto de reversão.

105 Exemplo nas artes: utilização da devoluta do círculo.

106 Como a evoluta pode ser formada pela devoluta. Raio e centro de curvatura,

107 Considerações para as curvas de dupla curvatura.

108 Centro e raio de curvatura em cada ponto de uma curva de dupla curvatura.

109 Superfície que é o lugar geométrico dos pólos de uma curva de dupla curvatura.

110 Propriedades de que gozam as superfícies precedentes.

111 Como gerar uma curva qualquer, de dupla curvatura, por um movimento contínuo.

112 Superfície desenvolvível formada pelas interseções consecutivas dos planos normais a uma curva plana.

113-124. Das superfícies curvas. Demonstração da seguinte proposição: “Uma superfície qualquer não tem em cada um dos seus pontos senão duas curvaturas; cada uma destas curvaturas tem um sentido particular, seu raio particular; e os dois arcos sobre os quais se medem estas duas curvaturas são perpendiculares à superfície” (Fig. 46-48), 112-120

125-131. Das linhas de curvatura de uma superfície qualquer; de seus centros de curvatura, e da superfície que é seu

9ª lição: (21 germinal/10 de abril)

113 Divisão das superfícies, em três classes, em função de suas curvaturas.

114 Considerações a respeito das superfícies cilíndricas. Posição relativa dos planos que contém três normais à superfície cilíndrica, duas a duas.

115 Posição relativa de duas normais, tiradas de dois pontos distintos da superfície cilíndrica.

116 Conclusões a respeito dos centros e raios de curvatura de qualquer superfície desenvolvível.

117 Considerações a respeito de uma superfície curva qualquer. Geração de uma superfície cilíndrica que envolve a superfície considerada. Curva de contato entre as duas superfícies consideradas.

lugar geométrico. Aplicação à divisão do arco em partes e à arte de desenhar (Fig. 49), 120-128

118 Investigação do caso particular em que a superfície curva é do segundo grau.

119 Investigação do caso em que a superfície curva é gerada por uma curva plana fixa em seu plano, quando este se move sobre duas superfícies curvas dadas. Caso particular das superfícies de revolução.

120 Considerações análogas às da questão precedente, para todos os demais casos.

121 Posições relativas de duas normais, tiradas de dois pontos consecutivos de uma superfície curva.

122 Generalização da questão precedente para a superfície esférica e algumas superfícies de revolução.

123 Proposição sobre a existência de duas curvas em cada ponto de uma superfície qualquer.

124 Considerações a respeito do sentido das duas curvaturas de cada ponto, em diferentes superfícies. Estabelecimento de área mínima.

125 Conseqüências que sucedem de duas curvaturas de uma superfície curva cujo conhecimento é importante aos artistas. Divisão de uma superfície em zonas, delimitadas pelo par de curvas de cada um de seus pontos.

126 Exemplo para superfície de revolução cujas linhas de curvatura são os meridianos e os paralelos.

127 Considerações a respeito das superfícies geradas pelas normais tiradas dos pontos de cada uma das linhas de curvatura.

128 Investigação de casos particulares.

129 Conclusão das considerações precedentes.

130 Exemplo na Arquitetura.

131 Exemplo na gravura.

ADIÇÕES.	
<p style="text-align: center;">I.</p> <p>Continuação do número 4. Três superfícies cilíndricas circulares, que se cortam, tem em geral oito pontos comuns.</p> <p style="text-align: center;">II.</p> <p>Continuação do número 12. Da geração da superfície reversa. (Se chama assim a superfície que envolve o espaço percorrido por uma reta). Da superfície reversa que pode ser gerada por uma reta de dois modos diferentes.</p> <p style="text-align: center;">III.</p> <p>Continuação do número 30. Do plano tangente à uma superfície reversa.</p> <p style="text-align: center;">Fim do Índice das matérias.</p>	

Observamos na numeração que organiza o índice da obra de 1799, uma interrupção na sua seqüência, entre os números 34 e 48. Tal falta é reproduzida na tradução espanhola de 1803, entretanto podemos saber de que conteúdo se tratava acompanhando as lições originais de Monge antes de serem organizadas por Hachette.

Podemos dizer que os conteúdos expostos no índice acima, organizado por Hachette sobre a representação do espaço, reconhecidos como o método de Monge, buscam uma grafia da matemática, apresentando um modelo gráfico do espaço baseado no sistema cartesiano. Portanto, a aproximação dos conteúdos

explicitados nesse índice da teoria mongeana com a arquitetura deve-se aos operadores intrínsecos a esse sistema de representação. Exemplificando tais operadores podemos pinçar alguns: espaço, superfícies, formas, pontos, retas e planos.

1.3 A ADVERTÊNCIA

A Advertência, na quarta página não numerada da obra, explica que o tratado contém uma teoria completa da parte da geometria, com o nome de geometria descritiva, e esclarece que o cidadão Gaspard Monge deveria fazer a aplicação da geometria descritiva à construção da perspectiva linear, à determinação das sombras nos desenhos, à descrição dos elementos de máquinas, etc. Ainda, expõe que no programa precedente à obra é também anunciado que Monge teria de fazer tais aplicações práticas; já devendo ter gravado os desenhos que serviriam de modelo aos alunos da École Polytechnique para o estudo do corte das pedras, da carpintaria, da perspectiva e das sombras; porém, as diferentes missões que recebeu do governo e que o enviaram para o Egito, o impediam de terminar esse trabalho.

Conforme Cardone (1996, p. 41-42) “fato é que, no plano de Bonaparte, Monge tem um papel muito importante, dificilmente atribuível a outros cientistas, [...]. O general, de fato, não pensa a Campanha do Egito somente como uma expedição militar, mas também como uma campanha de pesquisa científica, que nenhum pode conduzir melhor do que seu amigo de Beaune.” (tradução nossa)⁹³

Monge começou a fazer parte do restrito círculo de amizades de Bonaparte, em Milão, entretanto, foi em Passeriano⁹⁴, no final de agosto de 1797, que os dois

⁹³ “Fatto è che, nel piano di Bonaparte, Monge há um ruolo molto importante, difficilmente attribuibile ad altri scienziati, [...] . Il generale, infatti, non pensa alla Campagna d’Egitto solo come ad una spedizione militare, ma anche come ad una grande campagna di ricerca scientifica, che nessuno può guidare meglio del suo amico di Beaune.”

⁹⁴ Segundo Gani(2004), Monge participou de uma comissão que foi à Itália para recolher as obras de arte que as cidades deveriam entregar à França; de Roma, seguiu para o château de Passeriano,

puderam verificar interesses em comum: a começar pela ciência, sobretudo a matemática - verdadeira paixão do general - e a história. Além disso, o general percebeu em Monge um fervoroso revolucionário e esperto cientista, com qualidades de sábio conselheiro para seus projetos e um formidável aliado, em grau de assegurar aportes do mundo cultural e científico que lhe eram necessários. (Cardone, 1996)

O empenho revolucionário de Monge deveu-se muito a sua origem não aristocrática, que gerou dificuldades no reconhecimento de seu talento, levando-o a desejar uma sociedade mais justa e igualitária. Foi então natural sua adesão com entusiasmo ao movimento revolucionário, contribuindo para ele com seus aportes científicos.⁹⁵

Embora, Monge seja mais conhecido nos livros de história da ciência como matemático, algumas vezes como físico, e em dicionários enciclopédicos como engenheiro, a primeira cátedra que obteve foi a de físico, e se fez conhecer e afirmar no ambiente científico por seus estudos sobre a aplicação da análise às propriedades infinitesimais das curvas e das superfícies, legando importantes contribuições à análise matemática. Dessa maneira, de acordo com Cardone (1996), Monge inseriu-se rapidamente na elite acadêmica, chegando ao ambiente francês mais progressista, no qual o empenho cultural e científico não era somente voltado para as especulações teóricas, mas também para as pesquisas aplicadas, relacionadas à profunda renovação da sociedade, na Idade das Luzes.

Na ciência iluminista na França, a sedimentação da análise matemática como linguagem para a física representava a ascensão da Academia de Paris como o local privilegiado para a discussão do conhecimento científico então produzido, como boa ou má ciência. Passava, então, a análise matemática, a ser um instrumento de poder que desprezava os cientistas amadores. Ainda, a utilização da

perto de Udine, onde conheceu o General Bonaparte. Monge despertou admiração e confiança no general, tendo sido incumbido por ele para, juntamente com o general Berthier, levar o texto de paz de Campo-Formio para Paris. Ainda, Bonaparte determinou a formação de uma comissão científica para explorar os países que fossem conquistados, que incluía os nomes de Bertholet e Monge, como cientistas para participarem da expedição do Egito.

⁹⁵ Sobre o empenho revolucionário de Monge trata detalhadamente Cardone (1996).

matemática buscava afastar a metafísica da ciência, tornando-se inimigos da superstição e da fé religiosa os membros da Academia, como justificativa da ciência. Assim, os homens de ciência começaram a ser valorizados pelo Estado, o que se constituía em outra forma de controle dos cientistas e rejeição dos cientistas amadores. A Academia, então, separava talento de falsa inspiração, e verdade de erro, a partir de 1785, com Condorcet como seu secretário, fixando a ciência como critério de legitimação política. (BRAGA et al, 2005)

Com o poder político valorizando a ciência, os poderes da Igreja são atacados e celebraram-se então, o ritmo da natureza e do homem, comemorando a vitória da Revolução. Como potente valor anticristão, aconteceu a reforma do calendário, que eliminava os símbolos mais fortes da Igreja: as festas religiosas, os santos dedicados aos dias e o repouso dominical, extinguidos junto com a organização semanal. O ano do novo calendário começava dia 22 de setembro de 1792, no dia seguinte à supressão da monarquia, com os meses divididos com base no sistema decimal. (CARDONE, 1996) Monge, já reconhecido como cientista, trabalhou no sistema de pesos e medidas que determinou o sistema decimal e também no calendário da Revolução Francesa, que exemplifica seu comprometimento científico como fervoroso revolucionário do que decorre sua predileção para acompanhar Bonaparte nas expedições.

A explicação dada na advertência desta obra sobre a dificuldade de Monge em dedicar-se na sua publicação com as aplicações da geometria descritiva por seus envolvimento com o governo francês concorda com Fiocca (1992), que diz que esta obra foi publicada aos cuidados de Hachette, em 1799, recolhendo a maior parte das lições ministradas por Monge na Escola Normal, entre janeiro e maio de 1795.⁹⁶

⁹⁶ Estas lições haviam sido publicadas junto com aquelas de outros cursos da Escola Normal em *Lés Séances des Écoles Normales recueillies par des sténographes et revues par des professeurs*. Paris, Reynier, 1795., com diferenças segundo René Taton, em particularidades como a mudança de letras nas figuras, a recolocação de frases de transição e inserção de pequenas notas suplementares. (FIOCCA, 1992). Taton (1951), ao relacionar as obras científicas de Monge, apresenta a obra Geometria Descritiva de 1799 como a publicação das lições da Escola Normal em volume separado pelo senso de Hachete, reforçando a idéia que a responsabilidade da publicação ficou a cargo deste aluno de Monge.

Esclarece ainda a advertência que o impedimento de acrescentar à teoria da geometria descritiva suas aplicações nesta obra leva a pensar sobre a utilidade de publicar separadamente a primeira parte do trabalho, a qual poderá colocar o leitor em condições de fazer, ele mesmo, as aplicações. Conclui dizendo que a linearidade e a simplicidade do tratado fazem com que o mesmo possa ser compreendido por quem conheça a geometria elementar⁹⁷.

Sobre a questão de expor a teoria da geometria descritiva e deixar para o leitor fazer as suas aplicações conforme adverte Hachette, concordava o próprio Monge, o qual, segundo Gani (2004), dedicava dois meses ao ensino da apreensão do método, e muito mais tempo às diversas aplicações do método, exigindo esforço mental dos seus alunos.

1.4 O PROGRAMA

Em síntese, a nova disciplina, no programa, vem apresentada dentro do âmbito de uma renovação educativa nacional sobre o conhecimento dos objetos que exigem exatidão, considerada como a primeira obra elementar sobre geometria descritiva. Tornada impressa por não ser viável um curso de geometria descritiva simplesmente oral e para ser aplicada na escola normal.

Ainda no programa, são evidenciados alguns conceitos que revelam a inserção da obra na sua própria sociedade. Entre esses conceitos aparecem os de produção, especialização, influência no capital e plano de educação nacional, ou seja, conceitos estreitamente direcionados à industrialização crescente. Nesta parte da obra de Monge, encontramos abertura para a crítica de um discurso logocêntrico-científico, próprio da episteme moderna iniciada no iluminismo, o qual busca o sujeito que representa baseado na razão. Cabe, para uma leitura nas entrelinhas do programa, a interpretação de Diehl (1997): em algum ponto do caminho, a razão, como sujeito pensante, terminou aprisionando a sociedade, o indivíduo, o próprio

⁹⁷ Pode-se entender por geometria elementar, a geometria euclidiana que segundo Canal (1999) é considerada até a atualidade como base de toda geometria.

pensamento, deslocando para segundo plano, os perigosos impulsos brotados da crítica, da diversidade e da troca inseparável da história.

1.4.1 O PENSAMENTO MODERNO E O ILUMINISMO

O termo moderno, em sua expressão latina *modernus*, é conhecido desde o final do século V que, à essa época era cristão, opondo-se ao pensamento do período precedente, que era romano e, portanto, pagão. O novo termo extrapolava os vínculos religiosos, associado ao social e cultural. Surgiu assim, um conceito conotado ao novo e ao atual, não no sentido literal, mas sim entendido como um modo distinto e determinante de conceber o presente, em antagonismo com o passado. (GUTIÉRREZ, 2003)

Nesta visão, o conceito de moderno adquire uma elasticidade que o mantém no tempo, e pretendemos aqui, estabelecer um ponto de vista sobre o *moderno*, esclarecendo o que tem tal conceito de significativo nesta investigação.

Alberti, no seu tratado *Da pintura* de 1435, já se referia ao artista moderno. Na história da ciência, o moderno aparece entre 1550 e 1560. Entretanto, consideramos o conceito de moderno vinculado ao iluminismo, por entender que depois do período medieval europeu e da renovação renascentista, a influência que a revelação divina exercia sobre o pensamento vai sendo substituída pela razão com que acena a ciência. Os valores do iluminismo adotavam a razão aristotélica como uma vocação, unificadora e universal, a exemplo do modelo religioso exercido na Idade Média, provocando um corte temporal.

Podemos garimpar elementos originários e como representação alternativa do começo do mundo moderno a partir do Renascimento e da Reforma, porém a forma mais nítida desse mundo desenvolve-se a partir do iluminismo e de sua tormentosa trajetória na posterior consolidação nas sociedades industriais, tecnológicas e burocráticas que se desenvolvem na segunda metade do século XIX. (DIEHL, 1997, p. 27)

Não podemos negar que a mudança de paradigma que ocorreu no final do século XVIII, atrelava-se a uma consciência de que se estava vivendo algo muito novo e atual, como não havia acontecido em outras épocas. Tal paradigma levava a

reconhecer esse período como intensamente moderno e serviu de invólucro à teoria mongeana.

1.4.2 REPRESENTAÇÃO E PODER

A revolução Industrial penetrou na França com grande ímpeto, atrasada cerca de três décadas em relação à Inglaterra, à Alemanha e aos Estados Unidos e, de acordo com Diehl (1997, p. 40): "toda passagem de época é anunciada por uma transformação das categorias epistemológicas, das formas de pensamento e da percepção do mundo coletivo".

Assim, a nova maneira de representar o espaço, pela geometria descritiva, profundamente inserida no contexto econômico da produção industrial, é explicitada por Monge desde a primeira linha do programa: "Para tirar a nação francesa da dependência que até hoje tem vivido da indústria estrangeira [...] necessitamos, em primeiro lugar dirigir a educação nacional para o conhecimento dos objetos que exigem exatidão,[...]". (tradução nossa)⁹⁸

Concluimos com clareza, a partir da leitura do programa de Monge, que sua teoria da representação estabelece fundamentos que pretendem colocar em movimento a esteira da produção de objetos com exatidão. Esses fundamentos, como serão expostos adiante, tratam de uma linguagem simbólica. Cattani (2001), afirma que no momento que são idealizados símbolos gráficos para registrar uma tarefa a ser executada, esse simbolismo traz implícito um elemento de mando. Registra-se não apenas a tarefa, mas a hierarquia que deverá ser obedecida daí em diante, passando o poder a associar-se aos que detém a informação, e a submissão aos que a ela não tem acesso.

Argumentando, sobre a inserção da linguagem simbólica na arquitetura, mais especificamente no projeto, antes que isso possa ser interpretado,

⁹⁸ "Pour tirer la nation française de la dépendance où elle a été jusqu'à présent de l'industrie étrangère[...]il faut, premièrement diriger l'education nationale vers la connoissance des objets qui exigent de l'exactitude, [...]"

equivocadamente, como o que origina a sociedade desigual, afirmamos que o projeto com sua linguagem simbólica é um meio de trabalho e também uma mercadoria necessária numa sociedade desigual. Jantzen (2001, p.262) explica que “o projeto é, originalmente, uma necessidade numa sociedade desigual, assim como a matemática e a geometria (derivada da antiga agrimensura)⁹⁹, porque numa sociedade desigual não são asseguradas a todas as pessoas as mesmas condições de construir as competências comunicativas, ou interpretativas para programar suas atividades (técnicas ou simbólicas). Exemplos da representação simbólica no projeto, em sociedades desiguais, encontramos vasculhando a história da representação em arquitetura, ainda anterior às lições de Monge.

Os escravos egípcios, no máximo, necessitavam saber desenhar o suficiente para interpretar um desenho no momento que uma tarefa lhes fosse atribuída. Entretanto, nem todos precisavam dessa competência, o que dependia da conveniência desta do ponto de vista dos escravizadores. Distinguidos entre os que sabiam e os que não sabiam desenhar retroalimentavam a divisão do trabalho, justificada nos hábitos de vida e nas práticas comunicativas. (JANTZEN, 2001)

Ao contrário dos escravos egípcios, era exigida dos arquitetos egípcios a mais elevada sabedoria, permitindo-lhes acesso a toda documentação e conhecimentos arquivados o que podemos interpretar como seu reconhecimento social.¹⁰⁰ Na condição de homens cultos, compartilhavam do convívio do Rei. Embora conhecessem o cálculo e a geometria, a sua ligação com a classe sacerdotal implicava em seus saberes serem considerados de caráter revelado e a concepção arquitetônica de autoria divina. Justamente esse processo inventivo, que era considerado revelado superiormente permitia aos arquitetos um conservadorismo em relação às normas codificadas com a existência de segredos

⁹⁹ Diferente do que primariamente comenta-se que a geometria nasceu da necessidade de medir as terras, essa necessidade nasceu secundando a manutenção da hierarquia social. Através da cobrança de impostos nas terras medidas mantinha-se os soberanos.(SERRES, 1993)

¹⁰⁰ A deusa da Arquitetura para os egípcios era Seshat, Senhora dos construtores, da escritura e da casa dos livros, portanto associando tutelas teórico-práticas. Por vezes Seshat é substituída nas representações pictográficas de louvor à Arquitetura por Thot, o deus egípcio da ciência, ou por Ptah, deus egípcio das artes. (BRANDÃO, 2004)

gremiais.¹⁰¹ Formavam-se então, autênticas dinastias profissionais de vínculos familiares, exercendo a profissão de arquiteto resultante de encomendas estatais¹⁰². (BRANDÃO, 2004) E mantinha-se a divisão do trabalho vinculada à representação.

Nas corporações de ofício, valendo-se de uma divisão de classes pré-existente, a codificação, ainda que restrita nos registros gráficos, potencializava a separação entre os que detinham o saber e os que não o detinham com extrema rigidez. Enquanto a codificação gráfica era limitada, ampliavam-se os limites da desigualdade entre os profissionais das construções medievais com o estabelecimento de uma 'codificação profissional'. O saber aprendido no canteiro mantinha o segredo corporativo.¹⁰³

¹⁰¹ Atualmente, segundo Oliveira (2002), parece que não restam dúvidas de que a civilização Mesopotâmica na Caldéia e Suméria, antecedeu de certo tempo aquela que se desenvolveu no Egito. Encontramos então, na Mesopotâmia, relações de poder com a representação arquitetônica precedentes às egípcias. Na estátua do Gúdea, um construtor e governador da cidade-estado de Lagash na Caldéia, mais tarde conhecida como Babilônia, de acordo com Borges (2001) parece estar representando um dos primeiros registros de desenho arquitetônico: a planta de um templo de 2130 a. C. é encontrada em uma placa no colo da estátua, juntamente com um instrumento de inscrição e uma barra com demarcações de medida, lembrando um escalímetro.

Essa escultura é conhecida como "L'Architecte au Plan" e faz conjunto com outra, também de Gúdea de Lagash, conhecida como "L'Architecte à Lá Règle". O simbolismo é bastante claro nas estátuas de Gúdea, revelando que o personagem representado dedicava-se às atividades de arquitetura privativas dos intelectuais, especialmente dos sacerdotes que monopolizavam a cultura da época. Os tabletes das duas esculturas seriam quase idênticos, não fosse a planta baixa no tablete da primeira escultura. Essa diferença leva a acreditar que as duas atitudes do Gúdea representam duas fases do projeto arquitetônico: a meditação e a realização. (OLIVEIRA, 2002)

"Na Mesopotâmia (sic) o templo de Lagash era explicado como tendo sido revelado ao Rei Gudea em sonhos. A lenda contava que o Rei guardava o segredo das suas medidas, que fora ele mesmo a estabelecer as dimensões e iniciar os alicerces. Será daí que provêm a ainda sobrevivente cerimônia do lançamento da primeira pedra das novas construções, na qual é invariavelmente protagonista, não o arquitecto (sic) mas os poderosos que o contratam e que têm o poder ou o dinheiro para construir. Na realidade o Rei ou o Faraó eram clientes, e sem dúvida que seria um autêntico arquitecto (sic) quem preparava as técnicas e desenhos de base para a construção, dentro das normas da profissão (quase sempre hereditariamente, numa contiguidade(sic) de conceitos entre profissão e família). (BRANDÃO, 1994, p. 8)"

¹⁰² Um arquiteto estatal ocupava posição elevada na hierarquia social, que seu título poderia ser adjetivado com vários cargos ou qualidades honoríficas, como por exemplos: "Conselheiro do Rei", "Administrador do Grande Palácio", "Nobre Hereditário", "Grande Sacerdote", "Arquiteto de Todas as Obras da Rainha", "Guardião Chefe da Filha do Rei", entre outros.(BRANDÃO, 2004)

¹⁰³ Contrariando a visão de alguns autores que tratam o perfil do arquiteto medieval como um trabalhador manual sem estatuto, sabe-se segundo Brandão (2004) que arquitetos que conduziram a construção das Igrejas Românicas, posteriores ao milênio, eram rudimentarmente educados em mosteiros. Com uma educação direcionada para as letras, o cálculo, alguma tratadística e a religião, o seu acesso à profissão fazia-se através de organizações gremiais herdadas dos Collegium, as quais constituíram-se nas primeiras lojas Maçônicas. Essa lojas estruturavam-se na conservação e

Entre os séculos XIII e XIV, os que detinham a direção dos trabalhos, com amplo domínio do ofício e da tarefa a ser realizada, possuíam o saber-fazer que absorvia o saber-representar.¹⁰⁴ Como característica da produção manufatureira-artesanal, que vigorou até a Renascença, do desenho que sugeria alguns temas para reflexão, reservando-se ao bom artesão a sua complementação, passou-se ao desenho percebido da mesma maneira pelo possuidor dos diferentes códigos. Assim, o saber-fazer na arquitetura perseguiu o saber, no qual se incluiu o da representação.

Nesse sentido, segundo Ferro (2005, p. 94),

o desenho, gravando um saber meio apropriado, meio derivado da nova situação da produção, envolve de anacronismo o saber ainda exclusivamente transmitido pela experiência. [...] sustenta uma primeira hierarquização pela exclusão de alguns. O preço da univocidade da informação é seu monopólio inicial e seu estranhamento: editada pelos mestres, sua imagem não inclui mais a familiaridade de que se nutriu.

O canteiro de construção constituía-se no lugar por excelência do aprendizado do ofício da arquitetura até que, dos ateliês dos pintores e escultores, em especial do Renascimento italiano, nasceram academias de arte, escolas de formação em arquitetura. Tais academias asseguravam aos arquitetos, a inclusão no domínio de toda a obra, dirigindo trabalhos de pintores, escultores, pedreiros, carpinteiros. Essa concepção validava a já existente divisão do trabalho do sistema de corporações de ofícios, incorporando o projeto como transmissor de idéias entre os que sabem e não sabem; e, atrelado ao projeto, o seu sistema de representação.

Em seguida, com a Revolução Francesa, o ensino de arquitetura passa por um desprestígio até o final da Revolução moldado pelos ideais democráticos do lema *Liberté, Egalité, Fraternité*. Quando começaram a se debilitar esses ideais, com a burguesia no poder, essa mesma burguesia recorre à arquitetura como

transmissão dos segredos profissionais dentro do grupo fechado da corporação, em específico sobre a geometria, a mecânica dos andaimes e a estereotomia.

¹⁰⁴ Os desenhos de análise geométrica para a obteção das formas assumiram grande destaque no mundo medieval, especialmente depois da tradução e divulgação da geometria de Euclides, no século XII, constituindo-se em segredo profissional pelo menos até o século XV. Na segunda metade do século XV a rigidez do sigilo sobre as construções não mais se mantinha. Em 1486, Matthäus Roriczer publicou um livreto que discordava do segredo imposto no estatuto dos talhadores de pedra, ensinando como, a partir da planta de um pináculo, fazer a sua construção. Este exemplo, sobre assunto quase idêntico, foi seguido pouco depois por Hanns Schmuttermayer. (OLIVEIRA, 2002)

instrumento de status e poder. Embora a codificação de Monge, seja sistematizada nos ideais democráticos, na prática contribuía com diferenciar os que sabem dos que não sabem e, assim, a geometria descritiva pode ser vista como um instrumento de dominação social vinculado à arquitetura a serviço da burguesia.

Sintetizando, a codificação do projeto é um requisito das desigualdades sociais, que se instalaram na sociedade antes mesmo da própria codificação, e a extinção da codificação não faria a abolição das desigualdades. Com esta idéia concorda Jantzen (2001, p.263):

o projeto precisa do desenho e o desenho tem que ser comunicável pelo menos no que precisa atingir seus executores, para orientar suas ações.[...] Projetar usando desenho codificado tem sido a solução possível de realizar a comunicação entre desiguais, tanto na esfera do trabalho intelectual, como no manual, e entre as duas esferas também. [...] Até que me provem o contrário, creio ser esse o fundamento necessidade do projeto nas sociedades complexas: um meio de comunicação de mão-dupla, que acentua a desigualdade, ao mesmo tempo que vincula os desiguais no processo de trabalho, os quais possuem hierarquias compatíveis com a desigualdade social geral.

Nesse contexto, as lições da École Normale, de 1795, foram apresentadas para a renovação educativa francesa, em 1799, dedicadas em particular ao ensino na *École Polytechnique*, onde Monge exercia grande influencia. Monedero (2003) explica que, com a criação da *École Polytechnique*, apareceu no cenário acadêmico um tipo de instituição com a formação de quadro de dirigentes cuja missão principal era reforçar a autoridade dos poderes públicos.

Evidentemente, enquanto os professores da *École Polytechnique*, entre os quais Monge, reforçavam a autoridade dos poderes públicos, tratavam de reforçar a desigualdade social, o que nos leva a afirmar que as lições de *Géométrie descriptive* serviram ao poder francês, buscando formar profissionais capazes de alavancar a economia francesa. Em decorrência desse contexto, Monge propôs então, uma reviravolta na situação de descuido em que se encontrava o conhecimento sobre os objetos que exigem exatidão, afirmando ser necessário acostumar a mão dos artistas a trabalhar com precisão, tornando esta qualidade valorizada pelos consumidores, os quais deveriam pagar o preço justo por tal trabalho.

[...] os consumidores, sabendo apreciar a exatidão, poderão exigí-la em todas as coisas, y estimar-las por seu preço justo [...]

É preciso, em segundo lugar, tornar popular o conhecimento de um grande número de fenômenos naturais, indispensáveis ao progresso da indústria, e aproveitar, para o avanço da instrução geral da Nação[...]

E enfim difundir entre nossos artistas o conhecimento dos procedimentos das artes, e o das máquinas que tem por objetivo, ou diminuir a mão de obra, ou dar aos resultados do trabalho mais uniformidade e precisão [...]. MONGE (1799, p. 1, tradução nossa)¹⁰⁵

Com o advento da Revolução Industrial, de natureza mecânica, como prolongamento e multiplicação da força física, a milenar estrutura artesanal e rural responsável pelo que chamamos de arte foi sendo gradativamente abalada. Entretanto, não levada de roldão nas atividades industriais pelo desenho industrial, defende Pignatari (1974).

A decisão de publicar: GEOMETRIA DESCRITIVA. Lições dadas às Escolas Normais, no ano 3 da República; por Gaspard MONGE, do Instituto Nacional. Paris, BAUDOIN, Impressão do Corpo Legislativo e do Instituto nacional. Ano VII, como uma teoria de representação, revela o desejo de que esse sistema representativo passe a ser referência nos novos ensinamentos e a nova maneira na produção dos objetos¹⁰⁶.

¹⁰⁵ “[...] les consommateurs, devenus sensibles à l’exactitude, pourront l’exiger dans les divers ouvrages, y mettre le prix nécessaire [...]”

Il faut, en second lieu, rendre populaire la connoissance d’un grand nombre de phénomènes naturels, indispensab le aux progrès de l’industrie, et profiter, pour l’avancement de l’instruction générale de la nation, [...]”

Il faut enfin réprandre parmi nos artistes la connoissance des procedes des arts, et celle des machines qui ont pour objet, ou de diminuer la main-d’oeuvre, ou de donner aux résultats des travaux plus d’uniformité et plus de précision [...]”

¹⁰⁶ O método da geometria descritiva apresentado nesta obra foi concebido por Gaspard Monge no fim dos seus primeiros anos de ensinamento na École du Génie de Mèzières, entre 1770 e 1775, embora só mais tarde com a renovação geral que acompanhou a Revolução Francesa se constituiu em ensinamento. Monge contribuiu com a reorganização do sistema escolar francês, aplicando a sua teoria em duas importantes escolas criadas pela Convenção: a École Normale do ano III e a École Centrale de Travaux Publics, a futura École Polytechnique. Os ensinamentos de geometria descritiva na politécnica não fogem ao papel central do envolvimento de Monge na criação desta escola. Na escola normal, concebida para formar professores para o primário e depois transformada em escola para futuros professores de escola secundária, o ensino da geometria descritiva revela a influência de Monge e seu programa de colocar a disciplina como uma linguagem gráfica universal e um pilar do novo sistema educativo francês (Fiocca, 1992).

O currículo da Escola Normal, combinava teoria e prática para uma formação aplicável às manufaturas, coincidindo com o período do começo da Revolução Industrial, ao que Monge contribuiu com a geometria descritiva.

Na Escola Politécnica, para a preparação de engenheiros civis e militares, eram considerados necessários os ensinamentos da matemática, física e química; na formação matemática as bases se constituíam com a geometria descritiva e com aplicações da análise à geometria e à mecânica. (CABEZAS, 19??)

É necessário, entretanto, para que haja mudança no paradigma da representação que, de fato, sejam envolvidas muitas pessoas. E isso pode ser aplicado ao ensino, pois, como defende Pignatari (1974): acontece com todos os meios de comunicação, que a múltipla e complexa rede das relações sociais e humanas só parece alterar-se sensivelmente quando os meios ou veículos se apresentam em quantidade expressiva. E nesse sentido de validar os objetivos de sua teoria da representação, Monge (1799, p. 1) propõe que “[...] todos esses objetivos só se conseguirão dando a educação uma direção nova [...]”(tradução nossa) ¹⁰⁷

A geometria descritiva é um sistema de representação atrelado ao período histórico-econômico em que apareceu como ciência, devido ao próprio mecanismo de associação entre seu sistema de representação e o período em que a acumulação capitalista levou à concentração da produção, transformando o mestre artesão em operário. Em seu livro *Ver pelo Desenho* (MASSIRONI, 1982, p. 41), relaciona os fundamentos da geometria descritiva com o sistema histórico-econômico justificando essa relação:

Enquanto a geometria descritiva nega – nas relações entre os sinais – a anisotropia do perceptivo, a ideologia democrático-burguesa nega o significado das relações de classe, hipotetizando uma equivalência entre os indivíduos, sacrificando a espessura às necessidades e ao valor de troca. Uma e outra das duas operações levam a uma simplificação que parece contribuir para a clareza e a ordem; trata-se contudo de clareza e ordem fictícias, por um lado úteis ao capital e à sua organização social para mimetizar com um manto moralístico e ideológico os efectivos fins de uso-fruto e apropriação, e por outro para ter um instrumento simplificado e formalizado tal, que o projecto ou o plano com ele expresso possam ser lidos e tornados operativos sem necessidade de interpretação: a máquina e a mão-de-obra indiferenciada são o infinito ambiente que torna possível esta transformação. O poder encontra um dócil instrumento de transmissão do seu comando. Deste modo o intermediário-intérprete fica, por assim dizer, ultrapassado.

E, como dócil instrumento de transmissão do poder, as lições de Monge atingiam a todas as classes sociais. Monge (1799, p. 1-2) afirma que só se conseguem os objetivos da sua nova disciplina dando à educação nacional uma direção nova, “familiarizando desde já todos os jovens de talento, tanto aos que tem

¹⁰⁷ “[...] toutes ces vues qu’en donnant à l’éducation nationale une direction nouvelle [...]”

bens, para que algum dia possam fazer de seus capitais um emprego mais útil a si e a nação, como àqueles que não tem mais do que sua educação, a fim de que possam dar a seu trabalho maior preço”(tradução nossa)¹⁰⁸.

Uma visão que pretendia através das ciências aplicadas às artes melhorar as condições de vida e o crescimento pessoal dos jovens, num espírito de estado democrático, embora representado por uma hierarquia do poder. Esse atrelamento da representação com o poder persiste até a sociedade atual, e se faz presente na representação da arquitetura, recebendo a crítica de Fuão (2004, p. 2) que afirma: “infelizmente, a academia acabou por esquecer que toda representação, todo projeto é essencialmente uma representação política, e omitindo essa dimensão acaba por denegar sua representação ao outro, que é o Estado”.

Como, nessas circunstâncias, achar chocante que o desenho, materialização da ruptura, saia do vazio que o gera, tome os corpos, tenha regras e governe? Governa como preposto – mas não sofre êncrise, guarda seu acento, se apresenta como fator autônomo, mesmo não sendo. Representação é o seguinte: (segue o curso rançoso mas constante nas faculdades de engenharia e arquitetura, desenho técnico, geometria descritiva etc.) e ponto. De mansinho, lá do seu silêncio, do seu canto, da sua situação dita modesta, de sua inodora banalidade, dispõe dos que se agitam. Não entra em jogo, fica de fora: continente é sua lei e o jogo sua atualização. (FERRO, 2005, p.109)

Concordando com as palavras de Ferro, afirmamos que a representação da geometria descritiva no atual ensino de arquitetura, respalda o poder. Como preposta do poder, separa os que sabem dos que não sabem representar e, arquitetos de operários.¹⁰⁹ Mantém a desigualdade social. Entretanto, no nosso entendimento, manter a desigualdade social é diverso de criá-la. Em outros tempos, como por exemplo nas corporações de ofício medievais, a desigualdade social era tratada com mais rigidez. O que mudou de lá para cá, são as exigências da própria representação, instaurando a codificação como ordem de produção atrelada ao poder.

¹⁰⁸ “C’est, d’abord, en familiarisant avec l’usage de la géométrie descriptive tous le jeunes qui ont de l’intelligence, tant ceux qui ont une fortune acquise, afin qu’un jour ils soient en état de faire de leurs capitaux un emploi plus utile et pour eux et pour la nation, que ceux même qui n’ont d’autre fortune que leur éducation, afin qu’ils puissent un jour donner un plus grand prix à leur travail.”

¹⁰⁹ Sobre a formação e qualificação de operários na construção civil, abordando aspectos de representação arquitetônica, trata CATTANI (2001).

“O respeito às elites se dá pela impossibilidade dos demais em atingir o nível das elites, tanto quanto pelos processos que essas elites engendram para impedir que um tal objetivo possa ser alcançado” , afirma Jantzen (2001, p.282). E, no caso da geometria descritiva foi engendrada a codificação da representação como um ideal oculto de desigualdade social.

1.4.3 REPRESENTAÇÃO, LINGUAGEM, VERDADE

Na intenção de cumprir suas metas acadêmicas de ensino da geometria descritiva, Monge, no programa, apresenta os dois objetivos principais da geometria descritiva:

Esta arte tem dois objetivos principais.

O primeiro é representar com exatidão, sobre os desenhos que somente tem duas dimensões, os objetos que tem três, e que são suscetíveis de definição rigorosa.

Sobre este ponto de vista, é uma língua necessária ao homem engenheiro que concebe um projeto, aos que devem dirigir sua execução e, enfim, aos artistas que, por si mesmos, devem executar suas diferentes partes.

O segundo objetivo da geometria descritiva é deduzir da descrição exata dos corpos tudo quanto se segue necessariamente de suas formas e de suas posições respectivas. Neste sentido, é um meio de investigar a verdade; oferece exemplos, continuamente, do passo do conhecido ao desconhecido, e porque se acha sempre aplicada a objetos suscetíveis de maior evidência, é necessário que entre no plano da educação nacional [...] . (MONGE, 1799, p. 2, tradução nossa)¹¹⁰

Interpretamos os objetivos de Monge para seu sistema de representação como complementares. Assim, fundindo suas pretensões, Monge queria uma linguagem que buscasse a verdade.

¹¹⁰ "Cet art a deux objets principaux. Le premier est de représenter avec exatitudo, sur des dessins qui n'ont que deux dimensions, les objets qui en ont trois, et qui sont susceptibles de définition rigoureuse. Sous ce point de vue, c'est une langue nécessaire à l'homme de génie qui conçoit un projet, à ceux qui doivent en diriger l'exécution, et enfin aux artistes qui doivent eux - mêmes en exécuter les différentes parties. Le second objet de la géométrie descriptive est de déduire de la description exacte des corps tout ce qui suit nécessairement de leurs formes et de leurs positions respectives. Dans ce sens, c'est un moyen de rechercher la vérité; elle offre des exemples perpétuels du passage du connu à l'inconnu; et parce qu'elle est toujours appliquée à des objets susceptibles de la plus grande évidence, il est nécessaire de la faire entrer dans le plan d'une éducation nationale [...]".

Diante da complexidade do que podemos entender por verdade, no sentido de manter fidelidade aos escritos de Monge investigamos o sentido de verdade primeiramente no dicionário, para estabelecer seu uso de consenso, depois revisando o pensamento de Barthes e por último inserindo-o na história. No dicionário, *verité*, como Monge escreve, quer dizer *característica do que está em verdade, conforme à realidade* (tradução nossa)¹¹¹. Então, uma linguagem que comunicasse a realidade dos objetos é o que desejava Monge para representá-los, no final do século XVIII.

A geometria descritiva, como encontramos nos seus objetivos (Monge, 1799, p. 2), “é um meio de investigar a verdade; oferece exemplos, continuamente, do passo do conhecido ao desconhecido”, opera como detetive que vasculha além das aparências e encontra a realidade na exatidão da matemática, com interpretação única.

Em *Verdade e Crítica*, Roland Barthes (1999) refere-se à verdade como algo que gera interpretação única ou exata, como uma informação comum ao senso crítico de todos aqueles que a vêem, a lêem. E, quem sabe, mesmo passando pela crítica, não possa ser modificada ou vista de outra maneira, pois é verdade. Com esse mesmo entendimento de verdade Monge busca eliminar na sua representação as diversas interpretações, fundando-a sobre a descrição exata dos corpos encontrada na leitura matemática.

No século XVII, por toda a Europa, surgiam as Academias, tanto de conteúdo científico quanto artístico, como lugares em que se estavam assentando as bases no novo pensamento que daria lugar a Ilustração. Arte e ciência, então, estabeleceram suas próprias linguagens. A ciência encontrou nas *matemáticas* a linguagem da razão, único sistema considerado capaz de explicar os fenômenos da natureza. Enquanto, a arte, criou uma linguagem da expressão das emoções, regida pela experiência sensível. (GUTIÉRREZ, 2003)

Na primeira metade do século XVIII, a verdade estabelecida pela aplicação matemática às leis da natureza, parecia constituir uma realidade mais digna do que

¹¹¹ Caractère de ce qui est vrai, conforme à la réalité.(VERBEEK, 1995)

oferecia o mundo sensível. A matemática encontrava o seu lugar nas representações realizadas pelos sistemas de conhecimento, ocupando um lugar que originalmente pertencia à natureza. Assim as abstrações representavam uma realidade que não podia ser vista pela simples observação da natureza. A utilização da linguagem matemática estava ligada à necessidade de retirar da ciência vestígios da metafísica. Dessa maneira, membros da Academia de Paris, tornaram-se inimigos da superstição e da fé religiosa, justificando a autoridade da ciência. Dentre eles, Monge buscava o conhecimento dos objetos com base na matemática, como “Descartes relaciona com a matemática tudo aquilo em que se examina apenas a ordem e a medida sem considerar se é em números, figuras, astros, som, ou em qualquer outro objeto onde se deva procurar medida semelhante” (SANTOS, FOSSA, 2001, p.301).

Antes ainda de Monge, em 1687, Isaac Newton não só explicou o funcionamento do universo, como também o comprovou matematicamente, com base no pensamento de Descartes, que concebia a natureza como uma máquina perfeitamente ordenada e governada por leis matemáticas e inteligíveis para a ciência. Com Newton, é estabelecida uma nova visão de universo resultante das transformações da ciência do século XVII, em especial sobre o conhecimento do cosmos. Na cosmologia newtoniana, o Criador é um mestre em matemáticas e um grande relojoeiro, e cabe ao homem decifrar a ordem matemática e divina do universo.

Em 1795, no mesmo ano que Monge apresenta suas lições de geometria descritiva na École Normale, William Blake, pinta *Newton* (figura 2.1). Nessa obra, seu autor representa Newton como um demiurgo encurvado em direção a um papel branco, com um compasso dourado, construindo figuras geométricas. Para Blake, Newton, como a razão, cria um mundo limitado, representando com a linguagem matemática a verdade da natureza. Newton está sentado em uma pedra, envolta em uma natureza exuberante, mas de costas para ela. Não é a natureza sensível que lhe interessa na sua representação, sua mente só pode usar linguagem abstrata. Newton não necessita ver a natureza, ele a tem na sua cabeça. Tanto não lhe interessa a natureza sensível que está pintada em anamorfose.

O corpo de Newton, revelando minuciosamente sua musculação, conota o reforço do conhecimento científico sobre o cosmos com os avanços da biologia que ocorreram na segunda metade do século XIII, após radicais transformações no conhecimento da natureza com a mecânica no século XVII.



Fonte: www.eng.usf//EE/snider/ligth/artist/artists.html. Acesso em fevereiro de 2007.

Figura 2.1 – Newton de Blake (1795).

Blake foi implacável contra a ciência, em especial a newtoniana; o que combatia era a razão que impunha limites à imaginação. A ideologia revolucionária propunha uma razão que ia impondo-se como uma força, tão irracional como a gravidade newtoniana e tão necessária como esta. Dotar de realidade a razão foi a idéia encontrada para inseri-la como uma verdade possível no mundo, fazendo assim um mundo científico real. A natureza encontrava-se pré-determinada pela razão humana. A idéia de Deus já não era necessária para conseguir a unidade do Universo científico. Laplace, questionado por Napoleão sobre o papel de Deus na organização do Universo, explicava *não necessitar essa hipótese*. (GUTIÉRREZ, 2003)

Para Monge, a geometria descritiva era um procedimento de investigar a verdade, uma verdade que perdia seu caráter quantitativo, uma vez que a projetividade não conserva a totalidade das propriedades métricas das formas ao serem projetadas, não conservando todas as medidas lineares e ângulos. A verdade de Monge foi levada tão longe que fazia aparecer o concreto através de abstrações. Nessa representação, eram superados os esquemas gráficos habituais da época,

distanciando-se da compreensão imediata do espaço, intrínseca da geometria euclidiana.

Contemporaneamente à publicação das lições de Monge, Nicéphore Niépce (1765-1833), como ele, acreditava que, mediante certas projeções do concreto, podia-se impor à natureza toda a sua verdade, e intentava assim apanhar em uma imagem a verdade mais fiel que nunca uma representação houvera podido arrancar da realidade. Nicéphore estava criando a fotografia.

A fotografia mitifica a apreensão da verdade. Fuão (1992) em *A arquitetura como collage* trata esta questão. No capítulo que intitula *La ventana de Niepce* esclarece que a fotografia é uma falsa janela, que nos permite olhar para o exterior sem comprometimento. E que fotografias comunicam os objetos com os objetivos da câmara que se faz mimética ao corpo, jamais permitindo ao corpo ser ator e ao arquiteto projetar espaços nos quais os corpos possam ser verdadeiramente atores e espectadores ao mesmo tempo. Entretanto, a verdadeira janela - a arquetônica -, que permite a comunicação do dentro e do fora com o outro, existe a partir da fotografia, quando se realiza a collage. Para Fuão fazer collage é abrir janelas em falsas janelas, verdadeiramente um ato de iluminação. Assim, através da luz podemos ver a verdade.

Fotografia e geometria descritiva são, assim, dois sistemas de representação contemporâneos que produzem imagens pelas quais se busca uma representação que contenha mais verdade que aquela advinda de nossos olhos, porém apresentada sobre duas formas de realidade bem distintas. Uma muito próxima da idealização teórica, outra muito próxima da experimentação prática, dividindo ciência pura e ciência aplicada.¹¹²

A compreensão da fotografia, na sua busca pela verdade, requer que vejamos a importância da luz e da distância. Ao fotografar o corpo, se esconde por trás da câmara; a distância que se encontra do espaço que fotografa já não é mais a

¹¹² Podemos lembrar que Monge interessava-se por química, que possibilitou o avanço da fotografia. De acordo com Cardone (1996), o jovem professor convidava seus alunos a refletir sobre arte e sobre ciência, sobre fenômenos da natureza e sobre indústria, levando-os em excursão aplicando exercícios experimentais e práticos aos estudos teóricos.

mesma distância entre câmera e espaço. Fuão (1992) em *Máquina de fragmentos* explica que a topologia do ato fotográfico inclui o corpo-olho provocando uma relação homem-objeto anti-humanista; quem constrói o objeto arquitetônico é o olho mecânico, que diz na sua visão o que é proibido ou não. A fotografia incorpora, na prática, o distanciamento do observador real do espaço que representa, assumindo o que a geometria descritiva já havia consolidado teoricamente. Aliás, a cena teórica da visão nos vem dos gregos.

Essencial da geometria descritiva, a projeção nos remete para fora do mundo. Em *Origens da Geometria*, Serres (1993) encontramos a explicação: Aristófanes ou qualquer outro encenador ilusionista rodou os objetos. E os espectadores rodaram em torno dele, em círculo. Esse círculo que nos interessa definiu uma sucessão de pontos de vista em torno da coisa estável, a projeção ou o sobrevôo do alto, de fora do mundo que os gregos tinham inventado como habilidade suprema. Para eles, ver de cima ou de fora o mundo dava a quem desenhava uma posição superior que fazia crer na democracia. Executar esse desenho era uma demonstração da existência de outro mundo que permitia esquecer a escravidão e os fardos reais, enquanto era criada a projeção como visão teórica.

A projeção, da visão de fora do mundo, no seu conceito grego, necessariamente distorce a verdade da realidade, como a fotografia na sua condição mimética. Fuão (1992) afirma que a princípio parecia tudo muito claro, a fotografia seria o registro da realidade. Porém, sutilmente, a fotografia nascida da reação dos sais de prata com a luz, engana os adoradores da luz e tranfigura todas as coisas em objetos. A câmara pôs um plano objetivo entre a natureza e o indivíduo, provocando uma experiência prática de visão de fora do mundo. A mesma visão idealizada teoricamente na projeção.

Curioso é que, com as projeções que desde a sua origem conotam uma visão de fora do mundo, a geometria descritiva consegue trazer a realidade qualquer objeto imaginado com exatidão. Encontramos, então, a realidade através da racionalização da imaginação, atuando sobre objetos racionais, e propiciando uma linguagem universal.

Com os gramáticos de Port Royal, do século XVII a linguagem trata do pensamento com leis iguais para todos, com os signos substituindo o objeto externo. Esta gramática confere importância ao pensamento pelo destaque do signo linguístico mental, guardando similaridade com a estrutura profunda do real, numa expressão do significado comum a todas as línguas. A similaridade entre linguagem e real obedece a um esquema cartesiano que conduz a padrões lingüísticos.

Segundo Foucault (1985) a *Lógica de Port Royal* introduz o conhecimento formal da imagem enquanto signo e representação, através de desenhos, cartografias e mapas que, expressando mais do que outras escritas e a palavra falada, orientam o sujeito sobre uma dimensão visual. De acordo com este autor, a maneira de utilizar a linguagem, numa dada cultura e num dado momento, está intimamente ligada a outras formas de pensamento. Podemos entender a teoria mongeana como uma aproximação do que tinha ocorrido com a gramática de Port Royal, na tentativa de unificação e racionalização da diversidade lingüística.

No capítulo III, *Representar*, de *As palavras e as coisas*, Foucault (1985) trata sobre o distanciamento do signo da semelhança ou da afinidade na idade clássica. Nessa época quando a *Lógica de Port Royal* dizia que um signo podia ser inerente àquilo que ele designa ou dele separado, mostrava que o signo não é mais encarregado de tornar o mundo próximo de si e inerente às suas próprias formas. Ao contrário, passava a ser possível de extendê-lo, de justapô-lo segundo uma superfície indefinidamente aberta e de prosseguir a partir dele o desdobramento dos substitutos com os quais os pensamos. Daí, um sistema arbitrário de signos deve permitir a análise das coisas nos seus mais simples elementos; deve decompor até a origem; mas deve também mostrar como são possíveis combinações desses elementos e permitir a gênese ideal na complexidade das coisas. Fabricar uma língua que seja realmente a língua dos cálculos de um sistema que é artificial para a descrição exata dos corpos, como tinha por objetivo Monge.

Do fracasso da Ilustração, em obter modelos que deixassem transparecer a realidade a partir da razão, concebida como universal, condicionou-se a ciência do século XIX, com a formação de uma idéia positivista para o conhecimento. O objetivo, então, não era instituir um sistema capaz de descobrir a verdade universal que existia na realidade, mas utilizar métodos para apreendê-la, oferecendo um

modelo inteligível e que facilitasse seu próprio desenvolvimento. Os sistemas passaram a ser vistos como uma construção humana que facilitava a apreensão da realidade e que, portanto, era capaz de garantir a universalidade do conhecimento. Constituía-se, assim, o sujeito.

Então, no decorrer dos séculos XIX e XX, a partir da construção epistemológica de que o conhecimento era uma construção do ser humano, as linguagens específicas de cada disciplina, foram dotadas de importância, ultrapassando as barreiras positivistas. Relações entre linguagem e sistema se haviam feito essenciais e cabia à linguagem a responsabilidade determinante em garantir a comunicabilidade do sistema. A partir de então, criavam-se linguagens, mas se questionava sobre seu significado e coerência. A capacidade da linguagem matemática em avançar teoricamente e, para criar modelos físicos, foi posta à prova, mostrando extraordinário desenvolvimento ao mesmo tempo em que apresentava seus limites. (GUTIÉRREZ, 2003)

Embora o propósito de Monge tivesse sido buscar a verdade, os limites de seu próprio sistema não permitem a totalidade dessa verdade como pretendida. O que validou seu sistema de representação foi o papel central da razão e do sujeito pensante como paradigma de autonomia que pode explicar aspectos formais da realidade.

Depois de expor os dois objetivos principais da geometria descritiva, Monge (1799, p. 2) diz que a geometria descritiva interessa “[...] a propósito para exercitar as faculdades intelectuais de um grande povo; e pelo mesmo contribuir a perfeição da espécie humana, [...]também é indispensável a todos os operários, cujo objetivo é dar aos corpos certas formas determinadas,[...]”. (tradução nossa)¹¹³

¹¹³ “[...]propre à exercer les facultés intellectuelles d’un grand peuple, et à contribuer par-là au perfectionnement de l’espèce humaine, mais encore elle est indispensable à tous les ouvriers dont le but est de donner aux corps certaines formes déterminées;[...]”

1.4.4 REPRESENTAÇÃO E PROGRESSO

Criticar a teoria mongeana, legitimada no racionalismo, necessariamente nos leva a criticar a idéia de progresso, enraizada nas estruturas de pensamento dos países industrializados. Monge (1799, p.2) reconhecia a sua teoria de representação como semente do progresso, afirmando: “[...] os progressos tão lentos de nossa indústria devem-se atribuir a que os métodos desta arte se difundiram até agora muito pouco, ou quase se descuidaram por inteiro”. (tradução nossa)¹¹⁴ Nesta afirmação, Monge reconhece que a indústria francesa ainda estava atrasada, vinculando o progresso a uma maneira de pensar. Sobre a aproximação entre progresso e pensar, Diehl (1997, p. 126) explica que “o progresso como modelo de pensar é um fator social, um conseqüente fator mental dos princípios de vida”.

Desde meados do século XVIII, época das revoluções francesa e industrial, a idéia de progresso operacionaliza a transformação da sociedade. Nessas épocas, as ciências foram fragmentadas em diversas ciências, para as quais eram geradas soluções disciplinares, normativas e excludentes em diversas teorias, incluindo aí a teoria mongeana. Contudo, todas essas ciências abrigavam-se na idéia iluminista que preconizava a unidade universal, sem dispensar o progresso como pilar principal.

Para Foucault (1985), o progresso, como é definido no final do século XVIII, na sua raiz não é um movimento interior à história, mas resultado de uma relação fundamental entre espaço e linguagem. Este autor considera que os signos arbitrários da linguagem e da escrita legam aos homens o meio de assegurar suas idéias e de comunicá-las aos outros, acumulando descobertas. Foucault (1985), entretanto, reconhece que o progresso só aprimorou os mecanismos de controle social, mesmo com as idéias iluministas, que falsamente venderam a idéia do saber como instrumento da liberdade, quando na realidade envolveram mais profundamente no poder o conhecimento.

¹¹⁴ “[...]et c’est principalement parce que les méthodes de cet art ont été jusqu’ici trop peu répandues, ou même presque entièrement négligées, que les progrès de notre industrie ont été si lents.”

Em Antropologia do projeto, Boutinet (2002) apresenta uma crítica sobre a noção de progresso. Foi com o iluminismo e, depois dele, com a industrialização, que o conceito de progresso passa a ser valorizado. O progresso reclama um aperfeiçoamento contínuo e não há progressão sem projeção, como se as nossas sociedades precisassem de projeção para evoluir. O próprio termo projeto, surge de maneira regular no século XV como *pourjet* e *projet*. Tem conotações com a etimologia latina do verbo *projicio*, que podemos traduzir por lançar para frente, com conotação de ordem espacial. Daí a relevância do projeto no progresso. Uma primeira assimilação do projeto ao progresso foi feita em 1697, em *An essay upon projects*, propondo um conjunto de regras destinadas a fazer com que a Inglaterra saísse da situação arcaica em que se encontrava. Grande número dessas regras foi seguido pela França, por meio da Revolução, um século mais tarde. Justamente na época em que Monge propõe sua representação para o projeto e, para o progresso.

Com a concepção de progresso como algo a ser instrumentalizado, foi-se formando uma profunda experiência no tempo, vinculando e acelerando o processo de transformação da sociedade estamental em uma sociedade burguesa. Tal concepção de progresso, foi entendida, politicamente, como democratização, na medida em que apostava nas minorias no poder, cuja não-humanidade seria destruída em favor de um consenso legitimador; socialmente, como equalização, asseguraria garantias individuais, eliminando obstáculos sociais e, culturalmente, com tendência, ofereceria chances sociais iguais como processo de racionalização. (DIEHL, 1997)

Então, podemos verificar o progresso preconizado por Monge com sua teoria, não o analisando diretamente na indústria, mas sim, a partir do ensino de Monge, que moveria a indústria. Seu ensino, do ponto de vista político, apesar da aparente democratização, direcionava-se para uma minoria da população, os professores da École normale e, após, para a restrita classe que podia frequentar a École Polytechnique. Para o próprio Monge, foi feita restrição em frequentar essa última escola pela sua condição de não ser nobre. Entretanto, tais segregações legitimavam o poder. Suas lições desejavam, é claro que tendencialmente, familiarizar todos os jovens de talento e, na realidade, elevavam as condições de saber de alguns em nome do progresso.

1.4.5 REPRESENTAÇÃO NAS ARTES INCLUINDO A ARQUITETURA

Monge expõe a geometria descritiva para todas as artes, entre as quais a arquitetura, aproximando ciência e arte. “Do ponto de vista epistemológico, existe - e é discernível – uma relação essencial e constitutiva entre arte e ciência [...] esta relação entre arte e ciência é uma chave fundamental dos distintos papéis do sujeito nos sistemas epistemológicos modernos” afirma Gutiérrez (2003, p. 347-348, tradução nossa).¹¹⁵

No período ilustrado, quando Monge sistematiza sua teoria da representação, a episteme concebia a realidade simétrica com os enunciados do sistema que dela tratavam, regidos por categorias universais. Nesse contexto, a ciência inevitavelmente ligava-se ao inteligível, tendo a razão como fundamento universal. Para a arte, apoiada no sensível, discutia-se se seu sistema era ou não conhecimento, isso devido ao entendimento de que a sensibilidade dos sujeitos não era igual para todos.

A arte seria conhecimento se encontrasse categorias universais, como a ciência, capaz de ser submetida à razão, que garantiria sua universalidade. Não é de estranhar que, nesse período, deram-se as maiores disputas sucedidas até então do ponto de vista da teoria artística, pelo menos entre as instituições da época. Enquanto a prática artística desenvolveu-se sem muitos atritos, a sua teoria encontrava pontos de conflito com o pensamento da Ilustração. Durante esse período do Iluminismo, buscaram-se soluções intermediárias entre os extremos em que a arte se debatia, entre ser uma forma de conhecimento sancionada pela razão e ser reconhecadora da sensibilidade, que não encontraram resultados satisfatórios do ponto de vista teórico. (GUTIÉRREZ, 2003)

¹¹⁵ “desde el punto de vista epistemológico, existe -y es discernible- una relación esencial y constitutiva entre el arte y la ciencia [...] esta relación entre arte y ciencia es una clave fundamental de los distintos papeles de lo sujeto en los sistemas epistemológicos modernos.”

Monge elaborou sua teoria da representação, com objetivos voltados à sua aplicação prática nas artes, centrado na razão. Dessa maneira, epistemologicamente submeteu a arte e ciência ao consenso da universalidade adquirida pela razão. Aqui, investigamos como o pensamento de Monge influencia a arquitetura nessa época de crise de identidade da arte.

Como profissão, justamente no ano da publicação de *Géométrie descriptive*, o título de arquiteto encontrava-se em crise com o fechamento da Academia de Arquitetura de Paris, em 1793. Graeff (1995, p. 59) afirma que:

A verdade é que, com o fechamento da Academia de Arquitetura e com uma série de medidas administrativas mais ou menos confusas que se seguiram, o título de arquiteto perdeu todo seu valor de *status* e distinção à luz dos critérios oficiais e, de certo modo, da própria opinião pública. Para poder usar o título de arquiteto era suficiente pagar taxa em uma repartição burocrática – a autorização independia de estudos formais realizados pelo postulante.

Estabelecermos a inserção do ensino da geometria descritiva para a arquitetura, no momento de sua crise como profissão, implica em entender essa teoria de representação como necessária para a qualificação dos novos arquitetos. Esta idéia é muito clara nas palavras de Monge (1799, p.2): “A educação nacional receberá uma direção vantajosa familiarizando nossos jovens artistas com a aplicação da geometria descritiva às construções gráficas que são necessárias ao maior número de artes [...]”. (tradução nossa)¹¹⁶

Esse novo rumo, com o surgimento da geometria descritiva para o ensino da arquitetura, plasmava-se com as novas exigências que ocorreram a partir de meados do século XVIII. Não se tornava necessário que a arte fosse deixada de lado, entretanto não mais era possível uma arquitetura com ênfase nas artes plásticas como vinha sendo tratada nos moldes acadêmicos. Foi mesmo dentro da Academia de Arquitetura de Paris, fechada em 1793, que ocorreu a gestação do ensino de arquitetura, desvinculado das novas exigências possibilitadas pela ciência

¹¹⁶ On contribuera donc à donner à l'éducation nationale une direction avantageuse, en familiarisant nos jeunes artistes avec l'application de la géométrie descriptive aux constructions graphiques qui sont nécessaires au plus grand nombre des arts [...]

iluminista. O que fez Monge foi propor uma representação adequada à sua época, voltada então às exigências do Iluminismo.¹¹⁷

Gaspard Monge, publicou as suas lições contemporaneamente ao discurso Kantiano. Para Kant, o juízo estético consiste na faculdade de pensar, direcionada a liberar a arte de artificialismos e arbitrariedades, conquistando algo de absoluto. Portanto, sempre capaz de possuir princípios que busquem leis organizadoras, cria uma sistematização do conhecimento que, embora separe a ciência da arte e da moral, lhes inclui em uma organização na qual os objetos e as coisas em si são reconstruídas pelo sujeito, quem lhes determina como se estruturam e se relacionam. A concepção do espaço newtoniano permanece nas idéias de Monge e Kant, aproximando ciência e arte.

Antes das lições de Monge, no século XVII, arte e ciência buscaram formas de conhecimento que se constituíram em sistema, já no século XVIII, com suas bases, foram mais adiante, e buscaram um modo de sistematizar o próprio sistema. A ciência apoiava-se na objetividade, baseada na razão, em contraposição à arte, que se firmava na subjetividade sensível. Contraposição tal que as distinguia completamente. Entretanto, num paradoxo, o modo de sistematizar, tanto arte quanto ciência, era o mesmo. A subjetividade foi entendida, nesta época, como algo que pertencia ao sujeito, não como algo único, senão como um ser universalizado que tinha critérios de perceber, conceber e julgar generalizáveis e que, portanto, podiam ser convertidos em objetivos. Em efeito, arte e ciência, distintas no sistema em si, apresentavam premissas semelhantes que fundamentavam seus sistemas. Na raiz epistemológica, então, nesta época, arte e ciência tinham a mesma origem. .(GUTIÉRREZ, 2003)

¹¹⁷ Em 1793, os chefes da Revolução Burguesa, decidem fechar a Academia de Arquitetura, assim como as de Escultura e Pintura.

Já, em 1794, a mesma Revolução funda a Escola Politécnica, com programas de ensino elaborados por homens das ciências e sob a liderança de Monge. O currículo da nova Escola apresentava um biênio fundamental com ênfase na matemática e física para todos os cursos. Após, um triênio de aplicação, desenvolvido em uma das seis escolas especializadas: em pontes e caminhos, engenharia civil, aplicação de artilharia, engenharia militar, engenharia marítima e minas.

Em 1795, os revolucionários reúnem cinco escolas no Instituto da França, passando o ensino de arquitetura a ser desenvolvido em uma de suas seções. (GRAEFF, 1995)

Se arte e ciência aproximavam-se quanto às premissas de seus sistemas, pode Monge inserir sua representação duplamente, adequada ao espírito da sua época: na ciência, porque se tratava de um tipo de geometria, parte da matemática e, na arte, como ele mesmo considerava vantajoso, contribuindo com critérios considerados objetivos:

Não é menos vantajoso derramar o conhecimento dos fenômenos da natureza, que possam converter-se em proveito das artes.

O encanto que lhes acompanha poderá vencer a repugnância que em geral tem os homens à meditação intensa¹¹⁸, e fará que achem prazer no exercício de sua inteligência, que quase todos olham como penoso e fastidioso. (MONGE, 1799, p. 3, tradução nossa) 119

A idéia de Monge caracteriza a existência de um imaginário teórico para estruturar o conhecimento do exterior, adequando sua representação ao século das luzes ao alimentar a faculdade intelectual, comum às artes e as ciências. Entretanto, como matemático, tem clareza das dificuldades inerentes à sua proposta.

No ensino de arquitetura contemporâneo à publicação da geometria descritiva de Monge, destacavam-se Durand, da École Polytechnique e Quatrénaire da Academia de Arquitetura de Paris. Verificamos as concepções de arquitetura desses dois arquitetos, nesta investigação, ainda que limitadas ao que diz respeito a seus entrelaçamentos com a representação de Monge respondendo o como se deu a inserção das lições de Monge na arquitetura. Também, buscamos entender o como essas concepções de arquitetura interpretavam a teoria de Monge, visando encontrar o fio condutor da sua repercussão nesse tipo de formação¹²⁰.

¹¹⁸ Reencontra-se aqui a mais antiga tradição filosófica, segundo a qual o mais rigoroso do pensamento teórico reside na contemplação da terra e do universo.

¹¹⁹ "Il n'est pas moins avantageux de répandre la connoissance des phénomènes de la nature, qu'on peut tourner au profit des arts.

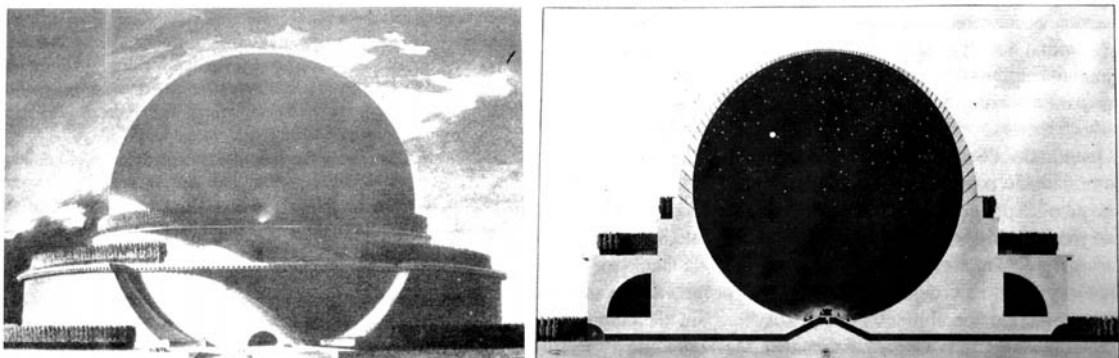
Le charme qui les accompagne pourra vaincre la répugnance que les hommes ont en général pour la contention d'esprit, et leur faire trouver du plaisir dans l'exercice de leur intelligence, que presque tous regardent comme pénible et fastidieux."

¹²⁰ Como formar em arquitetura, neste trabalho, considera-se a interpretação de Jantzen (2001, p.60): o inscrever, por intermédio de aprendizes de habilidades de arquiteto, o aprendiz no sistema ou mundo da arquitetura.

1.4.5.1 DURAND

Podemos considerar Jean Nicolas-Louis Durand (1760-1834), ex-aluno da Academia Real de Arquitetura e discípulo de Boullée (1728-1799), o primeiro professor de arquitetura de um modo mais próximo ao que se entende hoje. Durand contribuiu, de 1797 até 1830, na formação de várias gerações de arquitetos, a partir de sua cátedra na École Polytechnique. (PFAMMATTER, 1997; KRUF, 1991 apud JANTZEN, 2001)

Com Etienne Louis Boullée, Durand vivenciou a idéia da razão governando um mundo idealizado. No Cenotáfio de Newton e em outras reformas urbanísticas, o círculo remete, metaforicamente, a uma forma ideal de ver o mundo, que deveria ser governado do seu centro, simbolizando a razão (figura 2.2). Dessa maneira, na sua formação impregnou-se o ideal iluminista, que ele contribui em perpetuar. Segundo Martínez (2000, p. 21), o método projetual de Durand “não representa uma inovação revolucionária, é bem mais uma legalização das práticas que precedem seu Curso”. Entretanto, Ströher (2006, p. 154) afirma que “preocupado com a praticidade que lhe era exigida e com o mau conceito que os sonhadores arquitetos sofriam por parte de Napoleão, Durand esquece boa parte dos preceitos de seu mestre Boullée e, num exercício notável de racionalização, consegue transcrever o processo que se passa, ou que deveria passar, na cabeça de um arquiteto enquanto cria”.



Fonte: D'AGOSTINO (2006, p. 122)

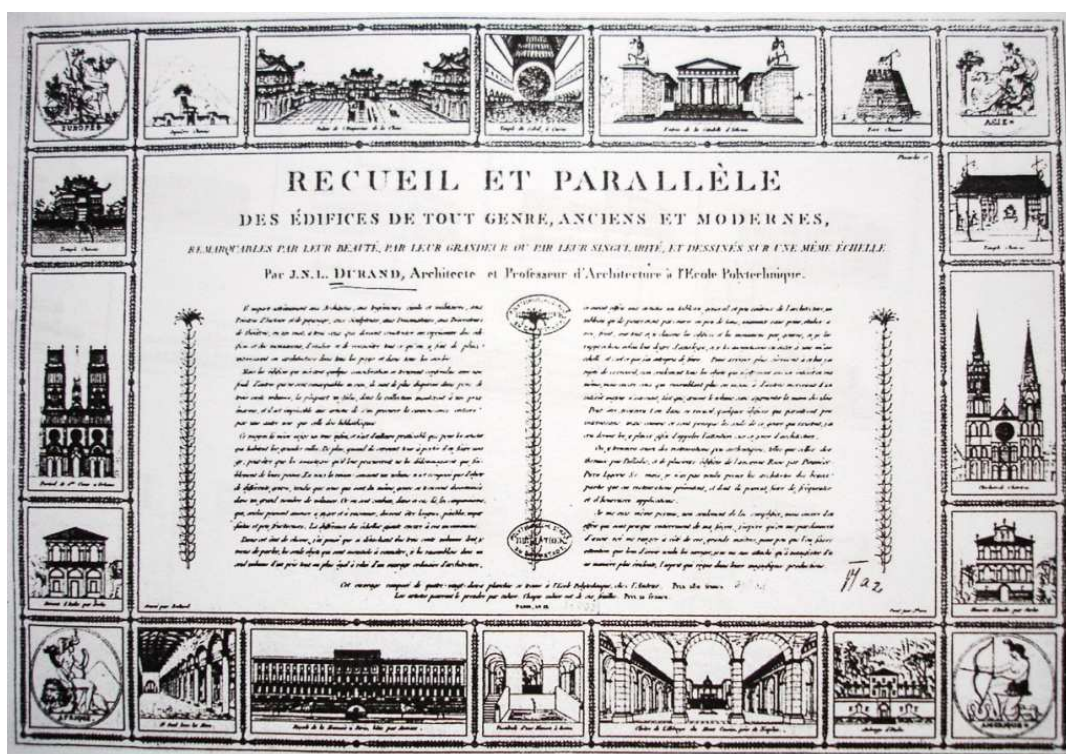
Figura 2.2 – Cenotáfio de Newton de Étienne Louis Boullée. *Essai sur l'art*.

Como professor da École Polytechnique, numa época em que começava aparecer a diferenciação entre a arquitetura, profissão mais antiga, e a engenharia, profissão que apareceu durante a Revolução Francesa, ensinou engenheiros.

Mesmo assim, seu modelo de ensino, inegavelmente influenciou a profissão de arquiteto moderno na França e no resto do mundo.

Creemos que a maioria dos arquitetos contemporâneos envolvidos com o processo de ensino concorde com a afirmação de que em poucas ocasiões um método foi tão eficiente quanto aquele proposto, no início do século XIX, por Jean-Nicolas-Louis-Durand, aos seus alunos engenheiros, da *École Polytechnique* -, e posteriormente transcrito em um de seus dois livros de grande e duradoura influência. (STRÖHER, 2006)

Durand definiu os princípios de sua teoria no Programa do Curso de Arquitetura de 1799, justamente o ano da publicação das lições de Monge. As suas idéias metodológicas e os instrumentos operativos do projeto, organizados em dois volumes, foram publicados de 1802 a 1805, como *Précis des Leçons d'Architecture données à l'École Polytechnique*. A outra obra importante de Durand foi o *Récueil et Parallèle des édifices de tout genre, anciens et modernes, remarquables par leur beauté, par leur grandeur ou par leur singularité, et dessins sur une même échelle* (figura 2.3).

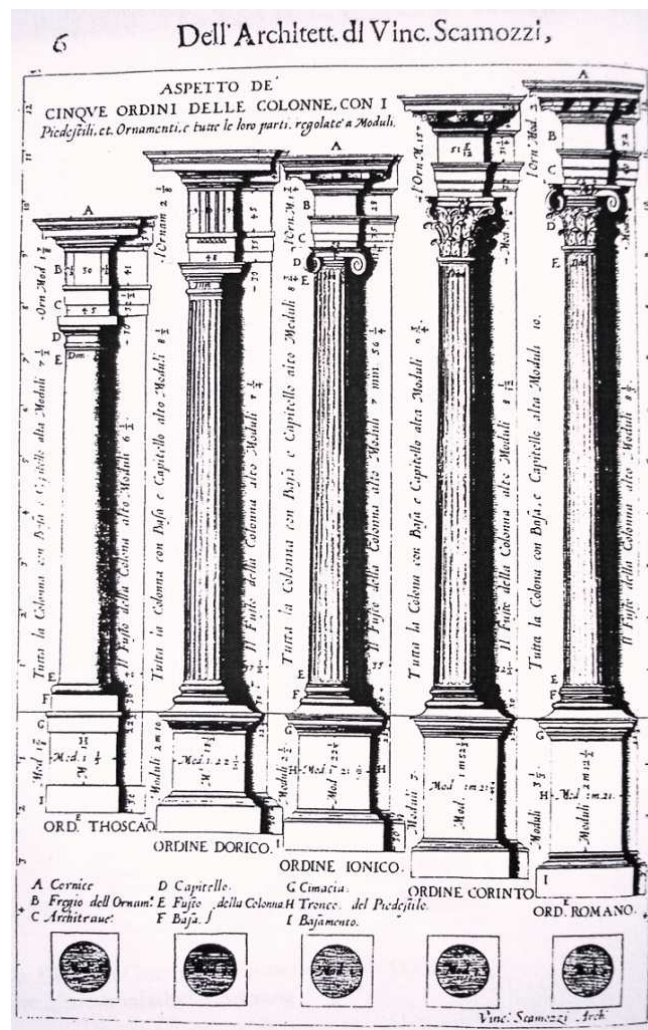


Fonte: Kruff (2004, anexos).

Figura 2.3 – Capa da obra de DURAND.

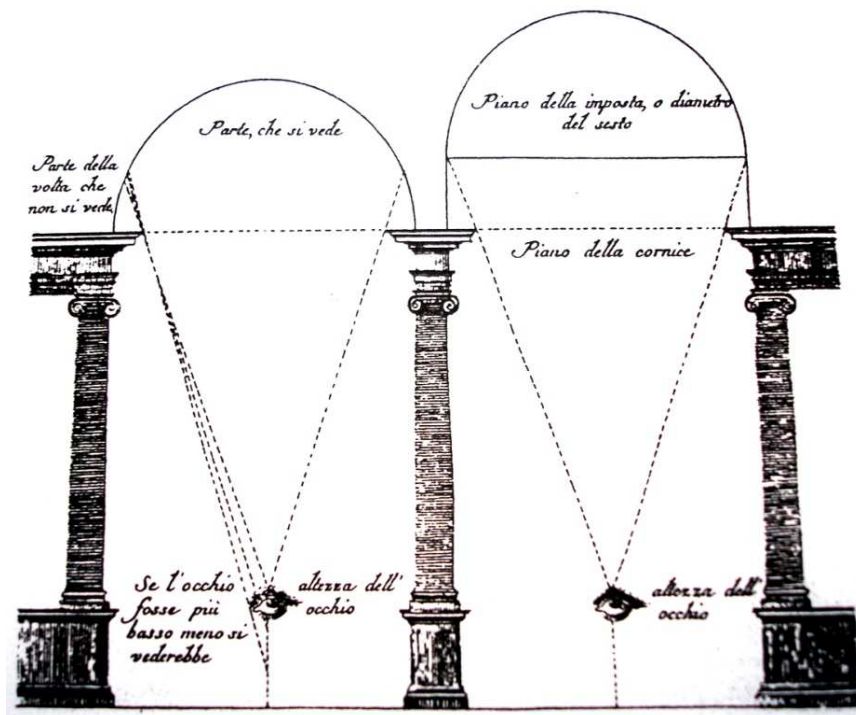
Um método de ensinar arquitetura foi inventado por Durand, e a base desse método era o desenho, já especializado pela geometria descritiva. Mesmo que seu

método fosse redutor e tecnicista, por tratar do ensino para engenheiros, vinculava teoria e prática, tendo o desenho como fundo, como aparelho de assimilação dos saberes do projeto. Os alunos de Durand deviam trazer para as aulas um caderno de 45cmx25,9cm, com folhas quadriculadas com trama vermelha de 4cmx4cm, o conhecido *systeme quadrillage*. Os procedimentos de projeto, a *marche à suivre*, adaptavam noções aprendidas com Boullée, com duas etapas fundamentais: I) o estabelecimento de uma trama, ou suporte geométrico para desenhar plantas baixas, cortes e fachadas, e que estava referida ao lote ou sítio; II) os desenhos de paredes e da ordenação das colunas, com as proporções da trama e não mais as proporções das colunas (figuras 2.4 e 2.5), como nos projetos do Classicismo, orientando o desenho. (JANTZEN, 2001)



Fonte: Kruff (2004, anexos).

Figura 2.4 – Estudos das proporções das colunas, extraído de *L'idea della architettura universale*, de Vincenzo Scamozzi de 1615.



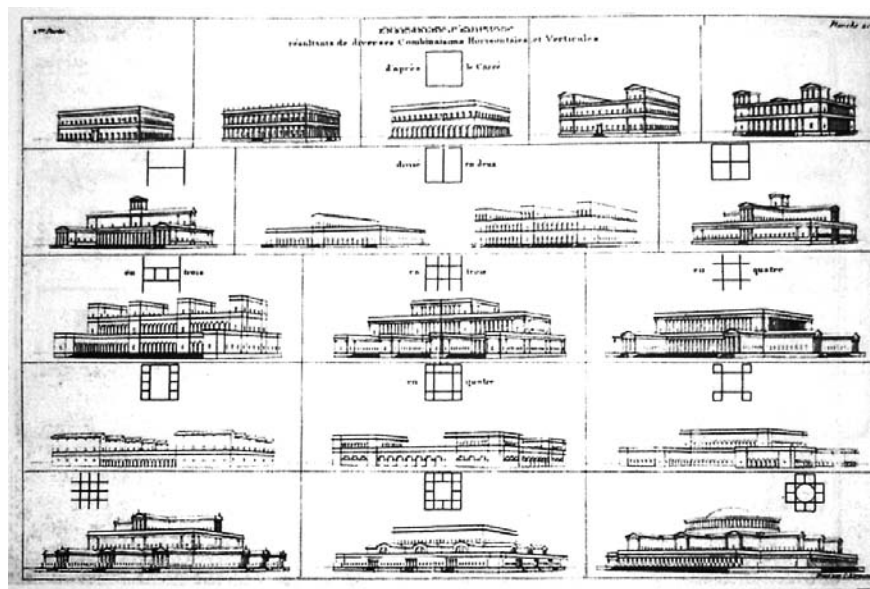
Fonte: Kruff (2004, anexos).

Figura 2.5 – Correção ótica extraída do *Trattato sopra gli errori degli architetti* de Teofilo Gallaccini, 1767

Na trama quadriculada de Durand, cada espaço devia ser ocupado com uma função. “Levada a cargo essa organização de partes utilitárias, será necessário impor sobre essa desordem (formal) que é a ordem (funcional) do conjunto, um sistema formal que subordine as partes, que as reprojete para dotar o conjunto de unidade. [...] Este sistema, a posteriori da primeira organização (que logo se chamará partido) será a técnica da composição”. (MAHFUZ, 1995, p. 9) Neste caso, as partes que integram a composição formal, decorrem da necessidade de envolver as funções, adaptando-se a tipos de arquitetura antiga. Esses ensinamentos de Durand, com conotação de funcionalidade, resultava num todo que é a soma das partes formais (figura 2.6).

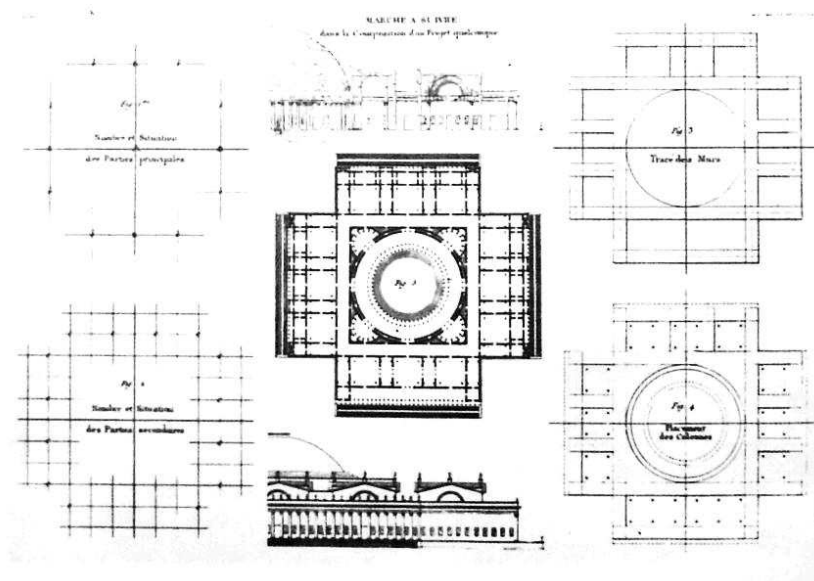
A aproximação dos pensamentos de Durand e de Monge verifica-se na utilização do fundamento básico de concepção do espaço, para eles - a ortogonalidade. A partir dela, Durand adotava a proporção pela trama, atrelada ao sistema métrico decimal, onde cada uma das partes era ocupada por uma função, até abarcar todo o serviço (figura 2.7). A partir dessa funcionalidade, eram associadas partes que formavam o todo em volume, também reguladas pelo sistema métrico. Assim, a composição de Durand, apresentava uma prática projetual atrelada

não mais às proporções da arquitetura renascentista, mas sim ao sistema métrico decimal. Comparece então, outro operador do sistema diédrico no ensino de Durand, o sistema métrico do qual Monge foi um dos encarregados de viabilizar.



Fonte: D'AGOSTINO (2006, p. 122)

Figura 2.6 – Composição de edifícios a partir do quadrado de Jean-Nicholas-Louis Durand do seu livro *Précis de leçons d'architecture*.



Fonte: Ströher (2006, p. 155)

Figura 2.7 – Grelhas e traçados da marche à suivre dans la composition de Jean-Nicholas-Louis Durand do seu livro *Précis de leçons d'architecture*.

Ao utilizar a escala no desenho de vários edifícios do passado, Durand dá continuidade ao método proposto por Monge. Tanto Durand, quanto Monge, chegam a princípios genéricos da representação na arquitetura, subjacendo trabalhos individuais. Em ambos, o comprometimento da arquitetura com a história se vê submetido à síntese formal. Monge, como matemático, tratando a representação com a base na razão requerida pelo iluminismo, e Durand, como arquiteto, fazendo tipologias a partir de monumentos históricos. Durand não aceitava mais a idéia da arquitetura como imitação da natureza ou dos antigos, o que era combatido pelos revolucionistas franceses. Nas pranchas de Durand, apesar de decorrentes do levantamento histórico, podemos observar uma tipologia acima da história e da geografia, decorrentes da sua experiência acumulada.

1.4.5.2 QUATRÉMÈRE

Na École de Beaux-Arts, não se fazia uso da perspectiva, chegando a ser não recomendável para a representação arquitetônica. Só eram utilizadas as projeções ortogonais. As maquetes, que eram utilizadas pelos arquitetos no século XVIII, para investigar os efeitos perceptivos do edifício, comprovando o propósito de controlar a geometria, também foram obstaculizadas na École de Beaux-Arts. Tais limites de representação, coincidiam com a recente sistematização da geometria descritiva, adotada de imediato quando da sua publicação como linguagem de arquitetura, impondo um conhecimento mais científico aos novos arquitetos.

Entendermos a aceitação da representação de Monge na École de Beaux-Arts, requer tratarmos sobre o ensino de projeto nessa escola, o qual exerceu, por longo tempo, influência sobre a formação dos arquitetos ocidentais e de qualquer lugar onde a influência francesa pode ser sentida. Entre esses lugares, o Brasil. Nessa escola, o representante significativo era Quatremère de Quincy, considerado um arquiteto de elites. Publicou, em 1832, o seu *Dictionnaire historique d'Architecture comprenant dans son plan les notions historiques, descriptives, archeologiques, biographiques, théoriques, didactiques et pratiques de cet art*, o qual pelo próprio título, já evidencia sua relevância para a arquitetura. Entretanto, o destaque deste arquiteto para o ensino é a sua conceituação sobre tipo.

A palavra tipo não representa a imagem de uma coisa a ser copiada ou imitada, mas a idéia de um elemento que deva servir de regra para o modelo. O modelo, entendido em termos da execução prática da arquitetura, é um objeto que deve ser repetido como é; o tipo, ao contrário, é um princípio que pode reger a criação de vários objetos totalmente diferentes. No modelo, tudo é preciso e dado. No tipo, tudo é vago. (QUINCY, 1832 apud MAHFUZ, 1995)

O ensino de arquitetura da École de Beaux-Arts, de acordo com Mahfuz (1995, p. 19) “foi a mais direta e poderosa corporificação da crença de que, no curso de um projeto, *primeiro gera-se o todo e depois projetam-se as partes* de acordo com aquele *pré-conceito*. [...] Não se sabe se ele é *concreto ou conceitual*, nem se seria possível visualizar o produto final de um projeto.” (grifos nossos)

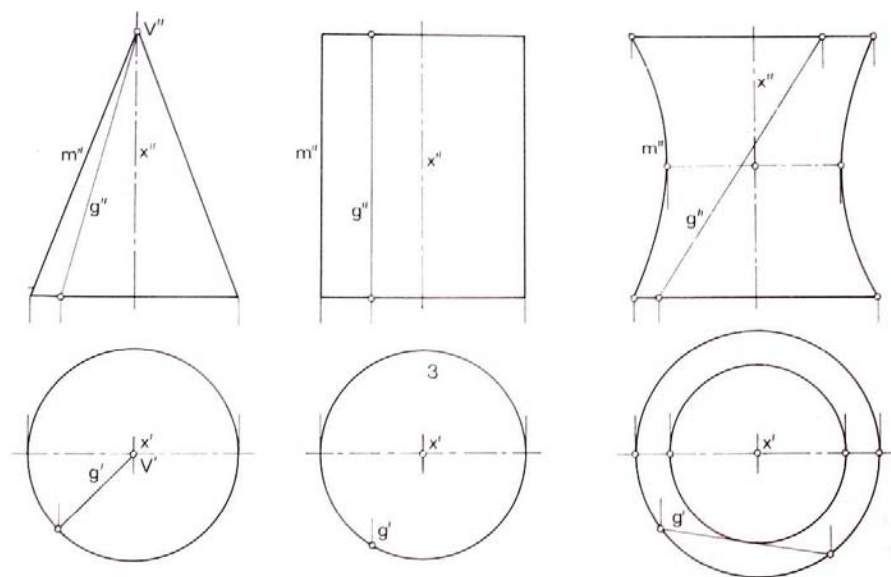
Martinez (1995, p. 24-25), explicando o ensino na École de Beaux-Arts, afirma que

A invenção do objeto arquitetônico como uma disposição de massas ou volumes, registrados no papel em duas dimensões, que darão origem a uma planta ou plantas, como produto da etapa de *esquisse*; seu desenvolvimento posterior no rigor dos estilos ou do ecletismo (ocorrem ambas as possibilidades), juntamente com a indiferença pelos problemas estruturais, gera uma seqüência de projeto que não apenas vai do geral para o particular, que pode ser universalmente válida ou apresentar algumas exceções, senão que promove como seqüência normal de projeto a consideração sucessiva das projeções, tendo a primazia a planta, por razões de praticidade no domínio do objeto, e sendo adiada a consideração das aparências tridimensionais que de algum modo estão implícitas na planta. [...] Até mesmo se justifica a elaboração de fachadas alternativas para um mesmo partido de planta, como se o objeto idealizado, fora de ato separável em suas projeções e não em suas partes. Separá-lo em suas projeções equivale a admitir que as partes são as partes do objeto empírico projetado e não as partes do objeto ideal imaginado.

Embora *l'esquisse*, não estabelecesse com rigor o que era o todo, Mahfuz (1995, p. 20) afirma que “nos concursos realizados na École de Beaux-Arts para definir ganhadores do Grand-Prix de Rome, todos os estudantes tinham que se manter fiéis ao *esquisse* original no desenvolvimento dos desenhos finais, sob pena de serem desclassificados caso agissem de outra forma”. Evidencia-se, assim, um ensino de arquitetura na École de Beaux-Arts, no qual os princípios de projeto alimentavam uma representação inoperante em alguns aspectos da arquitetura. Segundo Martínez (1995), não existia o ensino da construção, ou estava atrasado, enquanto já se praticava a arquitetura do ferro; não eram consideradas necessidades construtivas, limitando-se a deixar espessuras em cortes e plantas para que ali fossem encaixados os elementos de sustentação da construção.

É espantoso comparar as diferenças reais entre projetos para edifícios submetidos às autoridades e como foram posteriormente executados...No caso da Bibliothèqure Sainte-Geneviève, não existe um detalhe, um pedaço de pedra entalhada ou ferro fundido que corresponda ao projeto original apresentado em dezembro de 1839...Considerada desde o ponto de vista da construção real, a distinção entre a abstração da concepção e o materialismo da realização se torna ainda mais evidente e significativa. (LEVINE, 1975, p.50 apud MAHFUZ, 1975, p. 21)

O ensino da Beaux-Arts, então, nasceu não do funcional, mas sim de um embrião formal, dito assim pela falta de rigor que era definido. Entretanto, estava aí, na origem do projeto, a forma concebida e, a partir dela, a sua fragmentação em projeções ortogonais; e como explicar diversas fachadas para uma mesma planta baixa. Como foi dito, o *esquisse* não determinava com clareza a solução formal que deveria aparecer no projeto final. Nessa indeterminação, como no sistema diédrico de uma mesma planta baixa, podem existir inúmeras fachadas, naturalmente correspondendo a formas diversas (figura 2.8). Diferente do que Monge sistematizou na geometria descritiva: ao objeto no espaço correspondem suas projeções únicas. Porém, sabemos da possibilidade de, distorcendo a idéia original da teoria mongeana, corresponder a uma imagem em projeção, uma segunda que lhe corresponda e a partir delas *deixar* surgir o objeto, como ocorria na École de Beaux-Arts, o que é possibilitado pela fragmentação inerente a geometria descritiva. Como professores, sabemos da persistência dessa fragmentação na representação de muitos projetos de alunos de arquitetura atualmente.



Fonte: RICCA (2000, p.236)

Figura 2.8 – Superfícies retílineas de revolução, cônica, cilíndrica e hiperbolóide..

Questões importantes para esta tese são o ensino de geometria descritiva para a arquitetura e os métodos dos dois arquitetos que acabamos de comentar. Podemos concluir que Durand fundamentou mais seu ensino no desenho do que Quatremère. O processo de Durand desenvolveu seus conceitos em práticas de atelier, detonando um processo pedagógico, enquanto esse último influenciou a teoria arquitetônica. De acordo com Jantzen (2001, p. 269): “Lembrar Durand é criticar, nos dias atuais, muitos cursos de arquitetura: confronta-os com “outra possibilidade”.

1.4.6 IMPRIMIR E SURTIR EFEITO

Ainda, no Programa, Monge (1799, p. 3) afirma ter recolhido em um livro as lições do curso de geometria descritiva dadas na Escola Normal justificando que

como não temos nenhuma obra elementar bem feita sobre esta arte, seja porque os cientistas até agora tenham acreditado ser de pouco interesse, ou porque a tenham praticado de um certo modo obscuramente alguns cidadãos cuja educação não estava suficiente desenvolvida, e que não sabiam comunicar os resultados de suas reflexões, um curso simplesmente oral não teria nenhum efeito.¹²¹

Dentro do plano de educação nacional proposto por Monge, a publicação desta obra resultou em um marco na história do ensino moderno, se consideramos que a partir dos seus ensinamentos "foi possível a consolidação do conceito de ciência da representação como uma disciplina suficiente para entender sem ambigüidade as qualidades métricas e de posição dos desenhos representativos convencionais". (CABEZAS, 19??, p.184, tradução nossa)¹²²

Ao justificar a impressão de suas lições, Monge deixa em suspenso o porquê de não ter existido, até aquele momento, uma obra impressa sobre ‘esta arte’. Pelo

¹²¹ "comme nous n'avons sur cet art aucun ouvrage élémentaire bien fait, soit parce que jusqu'ici les savans y ont mis trop peu d'intérêt, soit parce qu'il n'a été pratiqué que d'une manière obscure par des citoyens dont l'éducation n'avoit pas été assez soignée, et qui ne savoient pas communiquer les résultats de leurs méditations, un cours simplement oral seroit absolument sans effet."

¹²² "ha sido posible la consolidación del concepto de ciencia de la representación como una disciplina suficiente para entender sin ambigüedad las cualidades métricas y de posición de los dibujos representativos convencionales."

que conseguimos investigar sobre as duas hipóteses apresentadas por ele, nem uma pode ser escolhida. Os cientistas, e aqui entendemos o sentido de cientista como qualquer pessoa que avançou sobre esse saber, tinham sim interesse em publicar os resultados dos seus conhecimentos sobre 'esta arte'. Vários tratados foram impressos e Désargues foi o que chegou mais próximo da sua teoria. Recordando, o próprio Monge reconhecia que sua teoria sustentava-se em saberes já consolidados.

Quanto ao fato de terem praticado a teoria da geometria descritiva de certo modo obscuramente, Monge deixava implícito que estava ciente dos avanços do saber nessa arte, idéia esta que deixa transparecer ao afirmar que estavam com a educação não suficientemente desenvolvida.

O que se pode deduzir disso que Monge deixou em suspenso, é que: se não tinham tido interesse sobre essa arte, ele apresentava algo novo, não comum e, por outro lado, se era uma arte conhecida obscuramente, ele inovava. Duplamente apoiado nas suposições, Monge garantia sua autonomia para a impressão das lições. O novo, era a ordem da Revolução, e Monge, revolucionário, obedeceu. Obedeceu com a força que a Revolução precisava, explorando a força comunicativa da imprensa.

A decisão de Monge, sobre imprimir suas lições, assume como ponto de partida que a nova disciplina surta efeito. Tal impressão, para surtir efeito, encontra eco com a explicação de Jantzen (2001, p. 446):

a arquitetura é uma disciplina, uma matéria que inclui produções individuais e que se transforma por meio dessas inclusões, requer uma apostila (ou algo semelhante) com um mínimo de sistematização, para que professores e alunos possam entender-se sobre o que pode ser o quê. Sem essa codificação, ainda que precária, não há posicionamento, nem diálogo possível, pois se não há o que por, também não há o que contrapor.

Publicar as lições de Monge para o ensino de arquitetura, como possibilidade de representação, está de acordo com a idéia de Jantzen (2001, p. 291): prefiro que se aprenda arquitetura, com conhecimento de desenho e obra.

As lições de Monge foram publicadas como referência ao ensino de geometria descritiva que deveria expandir-se. Na própria obra, *Géométrie descriptive*, Monge (1799,p.3) reconhecia a necessidade do ensino da sua nova disciplina por outros professores, quando afirmava que “é pois necessário para o

curso de geometria descritiva que se reúnam a prática e a execução com a viva voz dos métodos”. (tradução nossa)¹²³

1.4.7 UM MUNDO REPRESENTADO COM RÉGUA E COMPASSO

Na Idade Média, a geometria teve lugar de destaque, na educação clássica. Fazia parte do currículo como disciplina das chamadas ‘artes liberais’: o trivium (gramática, retórica e dialética) e o quadrivium (aritmética, geometria, música e astronomia). Nessa época, era considerada como uma disciplina necessária ao desenvolvimento da intuição intelectual e espiritual, já que sua prática aproximava-se do universo que ordena e sustenta (figura 2.9). (LAWLOR, 1996 apud KOPKE, 2006)



Fonte: KOPKE (2006, 78)

Figura 2.9 – Concepção medieval representando Cristo que utiliza um compasso, metaforicamente a geometria para reconstruir o mundo a partir do caos original.

¹²³ “Il est donc nécessaire pour le cours de géométrie descriptive, que la pratique et l’exécution soient jointes à l’audition des méthodes.”

Tratava, então, o ensino de geometria medieval, da representação do mundo: um mundo criado por Deus e interpretado pelo homem. Acompanhando essa idéia, o que existia na arquitetura era a *representação do espaço*, que sustentava a prática de não ser considerada a autoria do projeto ao arquiteto medieval. A ele, era atribuído um reconhecimento de autoria indireto, sendo considerado como *operário por excelência*.

Decorrente do prestígio profissional do arquiteto medieval, resultado da sua auto-organização, no período Gótico o arquiteto era enterrado com honras nas Igrejas que desenhara e representado com seus instrumentos de trabalho, em especial as maquetes na mão. Carregar a maquete na mão simboliza em tal situação uma noção de autoria, equivalente a uma assinatura clandestina. Segundo a espiritualidade da época, a autoria de uma obra terrena reivindica a sua propriedade espiritual, uma vaidade só permitida aos níveis superiores da sociedade, raramente exteriorizada e que, entretanto, à arquitetura se pode associar, devido a sua perenidade. Mais relevante pode ser considerado o reconhecimento social do arquiteto medieval se consideramos que sua origem era plebéia. (BRANDÃO, 2004)

Como exemplo de *operário por excelência*, encontramos a significativa gravação sobre a pedra tumular de Hugues Libergier (figura 2.10). Nesse trabalho, Libergier segura na mão direita uma maquete, enquanto na mão esquerda afirma a virga geométrica - símbolos, na época, de *operário por excelência*. A maquete e a virga mantém conotação com a construção da obra, a virga no mando dos operários e a maquete na obra concluída. Aos pés de Libergier, encontram-se, do lado direito, um esquadro, e do esquerdo, um compasso de hastes cruzadas, utilizado para representações em pequenas dimensões, assumindo o sentido da representação da obra. Entretanto, não podem estar na mão porque a autoria da representação não é reconhecida.

Mais adiante, no Iluminismo, a geometria contribui com a sustentação da idéia da razão ordenando o Universo, e passa, assim, a *determinar o espaço*. Com essa nova visão, segundo Argan (1973, p. 18), “nos anos 600 começa a ser aceita a idéia de que o arquiteto não representa um espaço, uma realidade que existe por fora dele, senão que essa realidade se vai determinando através das próprias

formas arquitetônicas.” Isso requer uma explicação, o arquiteto que *representa* utiliza elementos formais que existe a sua disposição e que compõe em seu edifício partindo das partes para o todo. De maneira diferente, o arquiteto que *determina* o espaço, parte da sua invenção.



Fonte: OLIVEIRA (2002, fig. 59).

Figura 2.10 – Pedra tumular de Hugues Libergier (Caisse Nationale des Monuments historiques).

Ao sistematizar a representação do espaço como uma língua necessária a quem concebe um projeto, Monge disponibilizava aos arquitetos a autoridade de determinar o espaço; e ganhando, assim, autonomia através da representação, diferenciavam-se dos operários, pelo caráter intelectual do seu trabalho. Com a representação de Monge é possível a passagem de operário por excelência à arquiteto. A esse ponto, nos interessa voltar ao texto de Monge que explica sobre o ensino de geometria descritiva aos diversos cidadãos.

Aqueles cidadãos, em cujos estudos anteriores se dirigiram para a geometria ou outras ciências exatas, se exercitarão nas salas particulares das construções gráficas da geometria descritiva.

Duas partes dessa arte tem métodos gerais, com os quais se familiarizarão os cidadãos valendo-se da régua e do compasso, sem os quais seria difícil que chegassem a poder ensiná-los. (MONGE, 1799, p. 3, tradução nossa)¹²⁴

É aceitável que, entre os primeiros *cidadãos* a que se refere Monge, podemos incluir os arquitetos pela intelectualidade. Ao mesmo tempo, fica implícito estabelecemos vinculação da régua e compasso, da expressão de Monge, com o Tratado de Euclides, referido no início da *Géométrie descriptive* (1799) como condição básica de seu estudo. É verdadeiro que o mais famoso tratado da matemática grega, os Elementos de Euclides, considera somente figuras definidas por linha e círculos cujos traçados podemos executar com os instrumentos régua e compasso¹²⁵.

1.4.8 NECESSIDADE DE APLICAÇÃO

Entre as diferentes aplicações que se pode fazer do método de projeções há duas notáveis por sua generalidade e pelo que tem de engenhosas, que são as construções de perspectivas e a determinação rigorosa das sombras nos desenhos. Estas duas partes se podem considerar como o complemento da arte de descrever objetos. Serão exercitadas estas duas partes aos cidadãos, porque sendo seu destino ensinar algum dia os procedimentos da geometria descritiva, é necessário que conheçam todos os seus recursos. (MONGE, 1799, p.3, tradução nossa).¹²⁶

¹²⁴ “Ainsi ceux des citoyens dont les études antérieures auroient été dirigées vers la géométrie, ou vers les autres sciences exactes, seront exercés dans des salles particulières aux constructions graphiques de la géométrie descriptive.

Les deux parties de cet art ont des méthodes générales, avec lesquelles les citoyens se familiariseront par l’usage de la règle et du compas, et sans lesquelles il seroit difficile qu’ils se missent en état de l’enseigner eux-mêmes.”

¹²⁵ Entretanto, segundo Tournès (2001) nas considerações de traçados de reta e de círculos no tratado de Euclides, régua e compasso não são mencionados. Ainda, de acordo com o que afirmou, no século V, o comentador Proclus apud Tournès (2001), o conteúdo deste tratado é limitado do ponto de vista geométrico, porque Euclides não admitiu todos os elementos que poderia coletar, mas todos aqueles que eram possíveis ser informados.

¹²⁶ “Parmi les différentes applications que l’on peut faire de la méthode des projections, il y en a deux qui sont remarquables, et par leur généralité, et par ce qu’elles ont d’ingénieux: ce sont les constructions de la perspective, et la détermination rigoureuse des ombres dans les dessins. Ces

Monge estabeleceu a aplicação prática da geometria descritiva na solução das perspectivas e das sombras, ou seja: entende que diferentes possibilidades de representação na arquitetura, são complementares. Sua visão ainda encontra-se válida, embora tal validade não tenha encontrado repercussão por completo no ensino de arquitetura.

No contexto profissional, o arquiteto, utilizando sistemas de representação de maneira concomitante, estabelece uma atividade conceitualmente integradora. No contexto do ensino, a geometria descritiva tem demonstrado sua amplitude teórica e prática em abarcar o próprio sistema de projeção cônico. Tal amplitude pode ser comprovada nos índices dos tratados de Geometria descritiva, quando apresentam uma parte que tenha por título 'geometria descritiva e sua aplicação à perspectiva'. (BORDA, 2001)

Entretanto, nem todos os tratados de geometria descritiva seguem a visão integradora da representação diédrica à representação em perspectiva preconizada por Monge. Cabezas (1997, p. 165) critica a falta de síntese de alguns tratados: "[...] a obrigação de uma síntese chega necessariamente às disciplinas acadêmicas por causa da impossibilidade material de se conhecer sua totalidade. [...] Esta realidade aborda uma questão importante: estabelecer a hierarquia de conhecimentos que compõe uma disciplina. [...] em contraste com os tratados clássicos". Os tratados clássicos, a que se refere Cabezas (1997), são os que seguem a tradição francesa, dos saberes enciclopédicos, e que podem ser reconhecidos pelo caráter taxonômico e pela casuística. O que lhes identifica é a separação dos sistemas que, com frequência, ocupam tomos separados, um para o diédrico e outros para os sistemas cônico, axonométrico e cotado, e a apresentação de múltiplos casos sobre determinado problema, que poderia ser explicado com um denominador comum.

deux parties peuvent éter considérées comme le complément de l'art de décrire les objets. On y exercera ces citoyens, parce qu'étant destinés à enseigner un tour les procédés de la géométrie descriptive, il est nécessaire qu'ils en connoissent toutes les ressources."

Podemos apontar o professor Álvaro Rodrigues¹²⁷ como exemplo do ensino tradicional da geometria descritiva no Brasil. Este autor, cuja obra foi referência no ensino de arquitetura, tratou a geometria descritiva com falta de síntese, estendendo o sistema diédrico em dois volumes, nos quais não abordou a perspectiva vinculada ao diédrico. Para esse autor, o conteúdo do sistema diédrico foi tratado com casuísmo, como por exemplo nos seus estudos de ponto, reta e plano apresentados na obra.

Existem explicações para a individualização do sistema diédrico, em relação a outros sistemas no contexto de ensino de arquitetura; uma, como foi exposta, é o ensino baseado na tradição, e outra é a hegemonia do sistema diédrico. Essa supremacia do diédrico, é evidente na publicação portuguesa recente, que recebeu o título de *Geometria descritiva: método de Monge* na qual Ricca (2000) trata somente de sistema diédrico.

A possibilidade de desenvolver a perspectiva a partir do próprio sistema diédrico, conforme designava Monge, conferia a este sistema um caráter de metasistema. Segundo Cabezas (1997) desde que Monge incluiu a perspectiva

¹²⁷ Reproduzimos aqui, para que seja entendido o reconhecimento deste autor e de sua obra no ensino brasileiro, suas próprias palavras, que foram publicadas À MARGEM DA 6ª EDIÇÃO, em RODRIGUES, Álvaro J. *Operações fundamentais e poliedros*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1973.

“Renovo aqui meus agradecimentos ao “Grupo de Trabalho dos Professores de Geometria” da Universidade do Estado da Guanabara, sob a chefia do eminente professor Felipe Reis, pela honrosa distinção que me conferiu, indicando-me generosamente como o *terceiro “Exemplo Vivo” dos mestres da Geometria Descritiva* na solenidade presidida pelo Magnífico Reitor dessa Universidade, professor Haroldo Lisboa da Cunha, e realizada no Salão Nobre da Escola Nacional de Belas Artes, em 19 de outubro do ano passado.

Consigno aqui meus agradecimentos aos ilustres professores: Quirino Campofiorito, da Escola Nacional de Belas Artes; Gerson Pinheiro, da Faculdade Nacional de Arquitetura; Mendel Coifman, da Escola Fluminense de engenharia, Léa Bustamante, da Faculdade de Engenharia da Universidade da Guanabara; Sr. Sérgio de Lima, presidente do Diretório Acadêmico da ENBA e professor George Sumner, mestre emérito do Colégio `Pedro 2, oradores dessa significativa homenagem, - pelas honrosas referências feitas a esta obra didática.

Sou também, muito grato ao ilustre professor Alfredo Galvão, criador e diretor do anuário “Arquivos” da Escola Nacional de Belas Artes, excelente órgão cultural da Universidade do Brasil, pelo destaque proporcionado no nº IX, de 12 de agosto do corrente ano, à referida solenidade com a *transcrição dos discursos ali pronunciados*.

Rio de Janeiro, 28 de agosto de 1963.

O autor” (grifos nossos)

como aplicação prática do sistema diédrico, muitos tratados, a partir do conceito de seção plana da pirâmide visual em planta e fachada, desenvolveram a perspectiva, demonstrando tal hegemonia do sistema de dupla projeção. Assim, não é infreqüente que sejam encontrados tratados de Geometria descritiva apresentando uma parte dedicada para a “aplicação à perspectiva”.

Entre as obras que destinam uma parte para a aplicação à perspectiva, encontramos *Modelli Grafici dell'architettura e del territorio* de Vito Cardone (1999). Salientamos que essa obra trata de representação mongeana como problema gráfico para arquitetura, conforme seu título, diferindo da quase totalidade das obras de geometria descritiva direcionadas para diversas profissões. Nessa obra atual, ao tratar dos modelos perspectivos, o italiano Cardone denomina uma parte como *Prospettiva in Monge*. Tratando a perspectiva a partir do sistema diédrico, como era indicado na *Géométrie descriptive*. Assim, Cardone reconhece a hegemonia do sistema diédrico, embora tratando o ensino da representação para a arquitetura com o uso de diversos sistemas, incluindo o axonométrico.

[...] utilizado em fase de projeto (isto é na pesquisa da solução definitiva), para estudar as articulações volumétricas, para a descrição de elaborações relativas a particularidades construtivas complexas – como exemplo estruturais ou de ligação entre vários elementos - pelos quais consegue ser muito explicativo. Não a acaso todos os esquemas gráficos que desejamos visualizar em modo compreensível a configuração espacial vem apresentada em axonometria (como aquelas que foram feitas recurso várias vezes neste volume)¹²⁸ (CARDONE, p. 226, tradução nossa)

Em sentido diferente de Cardone, no ensino encontramos visões reducionistas da representação na arquitetura por parte de alguns autores, os quais fragmentam os sistemas de representação, carecendo de entendimento epistemológico e conceitual do que defendem. Cabezas (1997) relata que por radicalismo acadêmico, chegou a ser proposto por La Gournerie a supressão dos

¹²⁸ “[...] utilizzato sia in fase di progetto (cioè nella ricerca della soluzione definitiva), per studiare le articolazioni volumetriche, que per la redazione di elaborati relativi a particolari costruttivi complessi – ad esempio strutturali o di collegamento tra vari elementi – per i quali riesce as essere molto esplicativo. Non a caso tutti gli schemi grafici que vogliono richiamare in modo comprensibile la configurazione spaziale vengono eseguiti in assonometria (come quelli cui si è fatto ricorso più volte in questo stesso volume).”

planos de estereotomia da École Polytechnique, os quais continham representação em perspectiva cavaleira.

Por outro lado, a fragmentação do ensino da representação em arquitetura, nem sempre está atrelada a radicalismos acadêmicos. Borda (2001) afirma que os modelos pautados na Geometria Projetiva são algébricos e que, com esta linguagem, suas formulações teóricas conseguem integrar a todos os conceitos projetivos; entretanto, a dificuldade de traduzi-los para a linguagem gráfica, até que a informatização dos sistemas projetivos tenha absorvido o problema, impediu-lhe de ser inserida no sistema de ensino de arquitetura.

Uma classificação acadêmica dos sistemas de representação gráfica, quanto às suas funções, está generalizada em dois sistemas: o de análises e medidas e o perceptivo, ou métricos e não-métricos. (CABEZAS, 1997) Podemos acrescentar a esta classificação as investigações de Borda (2001) sobre as estruturas de saber em torno dos problemas geométricos fundamentadas em três linhas: a partir de procedimentos projetivos, de onde é possível visualizar a geometria por meios construtivos; a partir de procedimentos algébricos, controlando a geometria por expressões formais-algébricas; e a partir de procedimentos algébricos, que passam a controlar tanto a geometria como o sistema de projeção. De acordo com estas classificações, o sistema diédrico de análises e medidas, possibilita visualizar a geometria por meios construtivos.

Voltando à hegemonia do sistema diédrico, ampliando a discussão sobre o que até aqui foi exposto, no capítulo seguinte trataremos sobre limites de contribuições da representação de Monge na arquitetura. Isso implica em verificarmos como o sistema diédrico abarca outros tipos de representação, como Monge preconizou, para a sua teoria afirmando que “em seguida o método das projeções se aplicará as construções gráficas necessárias ao maior número de artes, tais como a feição do corte das pedras, aquelas da carpintaria, etc.” (MONGE, 1799, p. 4, tradução nossa)¹²⁹

¹²⁹ “Ensuite on appliquera la méthode des projections aux constructions graphiques, nécessaires au plus grand nombre des arts, tel que les traits de la coupe des pierres, ceux de la charpenterie, etc.”

Tratando da amplitude de representação do sistema diédrico, o professor Ardevan Machado publicou *Perspectiva*, em 1926, como, de acordo com o prefácio da sua obra, “um complemento do livro “Geometria Descritiva¹³⁰” desse mesmo autor. E atendendo a amplitude de aplicação desejada por Monge para a sua teoria, Machado (1988), na 5ª edição de *Perspectiva*, explica na sua capa: *Livro básico para as Escolas de Arquitetura, Belas-Artes, Engenharia e Filosofia*. Entendemos como ampla a aplicação da perspectiva na visão de Machado, devido à especificidade dos trabalhos de cada profissão a qual se dirige esse autor. Ainda nessa edição, o autor inclui um capítulo referente à axonometria ortogonal, explicando que tal tipo de perspectiva vinha sendo estudada em escolas de Arquitetura. Concluimos que, dos autores brasileiros que se dedicaram a geometria descritiva, Ardevan Machado destaca-se pela visão de um ensino de representação diversificado para a arquitetura.

1.4.9 MAIS UMA VEZ: ENSINAR PARA AUMENTAR O PODER NACIONAL

Muito apropriadamente ao momento em que a Geometria Descritiva é publicada, a representação do mundo passa por uma crise de apresentá-lo como um espaço finito. Vive-se o reflexo da Revolução Industrial inglesa, onde o artesão foi sendo substituído pelo operário, visto como mão-de-obra indiferenciada. Neste sentido, a produção dos objetos não tem autor específico, a autoria passa a ser indefinida. Assim como na produção dos objetos, suas representações são realizadas sem um observador definido; não importa quem represente determinado objeto, a representação será sempre igual. A indefinição do autor deve-se à posição em que a geometria coloca o observador, ou seja, o infinito. O corpo sofre mutilação,

¹³⁰ Podemos verificar o alcance dessa obra no ensino brasileiro pelo número de suas edições que é de 26, segundo Machado (1988).

não tem olho real. “[...] sofreram a violência de um pensamento cartesiano¹³¹ (e das heranças que o próprio pensamento recebeu e dos herdeiros que deixou) que não pára de mutilar os desejos e aniquilar os corpos” (KEIL, 2004, p. 142).

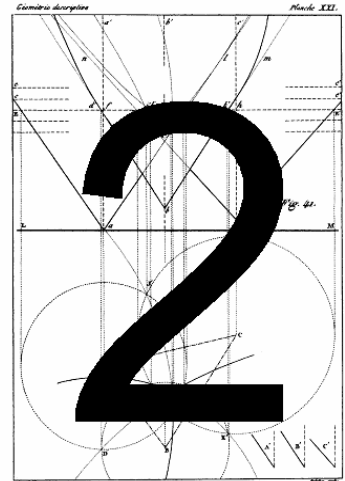
Mutilar o olho, distanciar do sensível, operar a representação adequada à era industrial, como requer Monge para aumentar o poder nacional.

Enfim, o resto do curso se empregará em princípio na descrição dos elementos das máquinas, a fim de estudar suas formas e efeitos, e depois nas máquinas cujo uso é muito importante difundir, seja que tenham por objetivo dar ao trabalho mais precisão e uniformidade, ou seja que tenham por fim empregar na produção de um certo trabalho as forças da natureza, e por isto aumentar o poder nacional. (MONGE, 1799, p. 4, tradução nossa)¹³²

¹³¹ O pensamento de Descartes mostrava interesse na sistematização de novos valores seguros e universais sobre os quais vão se constituir a modernidade. Pontos principais da epistemologia cartesiana: 1. Busca de um método e de uma racionalidade matemática; 2. Abandono da experiência sensível pela abstração do mundo; 3. Concepção do universo reduzido a propriedades geométricas que podem ser manipuladas e compreendidas pelo homem; 4. Recusa da intervenção da imaginação no conhecimento do real a favor da lógica e da clareza; 5. Concepção do corpo humano como máquina; 6. Espírito de ordem e classificação em bases matemáticas e racionais inabaláveis; 7. Compreensão das coisas evidenciando do simples ao complexo. (BRANDÃO, 2001).

¹³² “Enfin le reste de la durée du cours sera employé, d’abord à la description des éléments des machines, afin d’en étudier les formes et les effets, et ensuite à celle des machines dont il est le plus important de répandre la connaissance, soit que les machines aient pour objet de donner au travail plus de précision et plus d’uniformité, soit qu’elles aient pour but d’employer à la production d’un certain travail les forces de la nature, et par là d’augmenter la puissance nationale.”

CAPÍTULO



REPLICANDO A TEORIA MONGEANA

Quem cala, sobre o teu corpo
Consente na tua morte...
Quem cala morre contigo
Mais morto do que está agora...
Quem grita, vive contigo...
(NASCIMENTO & BASTOS, 1976).

A partir da idéia que replicar é dobrar sobre si mesmo, consideramos neste capítulo que as lições de Monge serão duplicadas de significação. Na perspectiva dessa idéia, na pluralidade de sentidos possíveis para a palavra replicar destacamos uma como central: responder às objeções que se apresentam na teoria mongeana para a representação na arquitetura.

As lições de *Géométrie descriptive* apresentam-se em cinco capítulos, que estão organizados em itens numerados muito adequadamente ao pensamento cartesiano e positivista: colocados em ordem e classificação com bases matemáticas, levando à compreensão da representação do espaço num passo a passo, evidenciando conceitos dos mais simples ao mais complexos. Monge expõe sua teoria na mesma linha epistemológica de seu próprio conteúdo, apreendendo a

realidade do mundo com racionalidade matemática. Acompanhando a ordem expressa por Monge desenvolvemos este capítulo.

Ao replicarmos as lições de Monge, nos interessa neste capítulo traçarmos analogia com lições de arquitetura que tratem do ensino do projeto. A analogia entre tais lições encontra-se na organização do espaço em um processo com fortes vínculos estabelecidos desde que a representação ganhou status de projeto. Reconhecer esses vínculos trata de afastar a possibilidade da criação integral e dedicar operadores entre as partes do todo na atividade projetual expressa através da representação. Assim contribuimos para que seja desfeito o mito do arquiteto gênio e se formem arquitetos que aprenderam a projetar, implicitamente representar.

No discurso deste capítulo abordamos conceitos de representação e a materialização desses conceitos, condições que necessariamente requer a representação entendida como projeto. A (re)apresentação confere forma, presença tangível dos elementos existentes na mente, que quando são operados se constituem em projeto. Logo, retomamos sobre conceitos de representação arquitetônica da parte I deste trabalho.

Nesta imbricada discussão de conceitos que devem replicar a teoria mongeana na arquitetura e em especial no seu ensino para a arquitetura, Monge aparece como principal autor consultado. Além dele, na elaboração deste capítulo destacamos pesquisas em obras de Argan, D'Agostino, Gani, Gilla, Gutiérrez, Oliveira, Mahfuz, Machado, Massironi, Ricca, Rodrigues e Serres.

2.1 A GEOMETRIA DESCRITIVA TEM DOIS OBJETIVOS

Antes de qualquer arquitetura, uma superfície de base limpa que a receba, um dos mais antigos trabalhos humanos. Terrenos como tábuas rasas, lembrando que esta expressão tem origem no trabalho do escrivão que apagava as informações contidas nessas superfícies para descrever outra situação. Isto nas origens da geometria. Com Descartes, tábua rasa ou lugar limpo de novo. E neste espaço torna-se possuidora a razão. Agora, uma superfície de papel, tábua rasa

novamente, na qual se descreve a arquitetura e Monge retoma o trabalho dos harpedonaptas¹³³ na sua geometria. Evolui a geometria, eis seus objetivos:

[...] o primeiro é dar métodos para representar sobre um papel de desenho, que não tem mais que duas dimensões, a saber, comprimento e largura; todos os corpos da natureza, que estão em três, comprimento, largura e profundidade, estabelecendo contudo que esses corpos possuem definição rigorosa.

O segundo objetivo é dar o modo de reconhecer por meio de uma descrição exata as formas dos corpos, e deduzir todas as verdades que resultam sejam de suas formas ou de suas posições respectivas. (MONGE, 1799, p. 5, tradução nossa)¹³⁴

No capítulo I, item 1, Monge comenta os dois objetivos principais da geometria descritiva, que já haviam sido expostos no Programa. Sobre estes objetivos a descrição difere no programa e no capítulo I quanto ao uso da ordem das palavras, entretanto, em essência a idéia é a mesma. Após expor os seus objetivos para a geometria descritiva, Monge acrescenta que primeiro vai apresentar os procedimentos que uma longa experiência permitiu descobrir, para cumprir o primeiro objetivo e que depois deverá abordar o modo de atender ao segundo.

Esses procedimentos são conhecimentos sobre a representação bidimensional do espaço que é tridimensional, através da projeção cilíndrica com definição rigorosa, o que realmente vinha sendo especulado por várias outras experiências¹³⁵. Dessa maneira, cabe o mérito a Monge sobre a sistematização desse método de representar o espaço apresentado na geometria descritiva e não sobre a sua fundamentação. Estudiosos da esterotomia, Desárgues e Descartes, já tinham estabelecido suas bases. Entretanto, a sistematização de Monge é permeada de novidade para a época se consideramos que, de fato, é com suas lições que a

¹³³ Os harpedonaptas são os primeiros geômetras, aqueles de que se podiam alugar os serviços no notário para redistribuir as terras que a inundação tirou os limites. Sabiam obter as superfícies com comprimentos, pelo cordão, com a unidade, a medida, a escrita e o prestígio. (SERRES, 1993).

¹³⁴ "le premier, de donner les méthodes pour représenter sur une feuille de dessin qui n'a que deux dimensions, savoir, longueur, largeur et profondeur, pourvu néanmoins qu  ces corps puissent être définis rigoureusement.

Le second objet est de donner la manière de reconnoitre d'après une description exacte les formes des corps, et d'en déduire toutes les vérités qui résultent et de leur forme et de leurs positions respectives."

¹³⁵ Sobre essas experiências pode ser consultada a parte I, capítulo 1, desta tese, que trata da história da representa o na arquitetura.

solução dos problemas práticos da arquitetura encontra base na matemática de maneira simples.

Para atender o seu segundo objetivo, Monge dedica-se ao estudo das superfícies, explicando-as pelas suas leis de geração. É a idéia de movimento na representação do espaço apresentada por Monge em sua teoria de representação que se repete no estudo das superfícies. Justamente é o movimento um dos fundamentos que utilizou Monge, o que lhe permite a aproximação da realidade das formas. Deixamos então o movimento inserido na representação do espaço como uma das contribuições relevantes de Monge para arquitetura.

É interessante salientar que desde o início da sua exposição Monge (1799, p.1) interage com seus alunos, conduzindo o aluno a participar ativamente da aprendizagem. Para isso diz: “vamos primeiramente” (tradução nossa)¹³⁶, quando poderia ter dito vou primeiramente. Nessa atitude, Monge, professor representante do poder francês, deixa implícita a exigência de participação do aluno, como reflexo do poder francês de dar mando às atividades sociais, revelado no ensino que esse poder controlava. Ainda com essa fala mostra o ‘capturar’ forças mentais para alavancar a nação francesa. Ao que se sabe, Monge era um entusiasmado professor revolucionário.

2.2 A POSIÇÃO DE UM PONTO NO ESPAÇO

Depois de expor os objetivos de seu método, no item 2, Monge (1799) afirma que as superfícies de todos os corpos podem ser consideradas como compostas de pontos e o primeiro passo que vai dar com os alunos sobre este tema deve ser indicar o modo de representar a posição de um ponto no espaço, definindo o espaço como sem limites com todas suas partes perfeitamente semelhantes, nada tendo que as caracterize e nenhuma delas servindo de termo de comparação para indicar a posição de um ponto. Sendo portanto necessário referir o ponto a outros objetos.

¹³⁶ “Nons allons d’abord [...]”

Quando Monge (1799, p. 5) diz: “o primeiro passo que vamos dar nesta matéria deve ser indicar o modo de representar o ponto no espaço” (tradução nossa)¹³⁷, ele desvia-se de explicar o conceito de ponto. No entanto, conseguimos investigar o que ele entendia por ponto acompanhando suas lições. A representação do ponto, de fato, Monge só vai mostrar quando aborda o problema da projeção do ponto, o modo de representar o ponto na figura 1 de *Géométrie descriptive*. Analisamos tal representação ao comentarmos sobre a projeção do ponto seguindo o discurso de Monge.

“As superfícies de todos os corpos da natureza podem ser consideradas de pontos” (tradução nossa)¹³⁸, como entende Monge (1799, p. 6), o que lhe assegura dar o primeiro passo necessário ao método, e de fato é um pensamento antigo. De acordo com Ribnikov (1991), a aplicação do ponto encontrou-se relacionada à idéia filosófica atomista ainda na escola de filosofia natural de Demócrito (aproximadamente 460-370 a. C.). Demócrito considerava os corpos constituídos de pequenos átomos, ou seja dimensões primárias, e as diferenças entre os corpos determinadas pela forma, posição e método de união dos átomos que os compõe.

Essa idéia de Monge em entender os corpos como possíveis de serem lidos pela matemática, considerando-os definidos por pontos, antecipa a maneira que ainda tratamos as formas na arquitetura. O sistema de Monge nos trouxe a possibilidade de entender as formas como são reconhecidas nos sistemas de computação gráfica. O que na verdade muda é o aparato de leitura das formas, compostas por pontos: em Monge se dá diretamente através do desenho, enquanto nos sistemas informáticos a representação gráfica aparece como resultados de operações com números.

Por outro lado, a possibilidade de transcrever o espaço perceptivo com pontos elimina a incerteza que tem a mão ao desenhar livremente, “o traçado fica deste modo, poupado a qualquer alienação verificável na natureza e atinge a precisão do sinal que reflete a modalidade de proceder na abstracção

¹³⁷ “[...] lê premier pas que nous allons faire dans cette matière doit être d’indiquer la manière dont on exprime la position d’un point dans l’espace.”

¹³⁸ “Les surfaces de tous les corps de la nature pouvant être considérées comme composées de points”

lógica”.(MASSIRONI, 1982, p.148) Assim, Monge se serve de próteses mentais, o que podemos considerar uma preliminar aproximação dos atuais sistemas de gráfica digital.

Antes de Monge, Descartes entendeu que a geometria ocupava uma posição intermediária entre o sensível e o abstrato, e que por essa razão podia filtrar os dados da pesquisa empírica na construção de um saber unitário. Nesse sentido, certamente Descartes sabia que não se podia prescindir da percepção e que se deveria chegar ao intelecto.

O mundo da qualidade sensível, imediatamente acessível ao conhecimento, é substituído por um mundo de grandezas, formas e relações, por um mundo suscetível de mensuração. O que durante séculos foi considerado um autorizado critério de verdade, o conhecimento directo – é agora julgado ilusório... afirmando que a realidade não é necessariamente a que aparece aos nossos sentidos. O que até agora foi o fundamento último da explicação dos fenômenos, torna-se, por sua vez, um problema que exige ser explicado com novas categorias. (AMSTERDAMSKI, 1981 apud MASSIRONI, 1982)

A motivação de Monge para representar o espaço graficamente se deu pela necessidade de simplificação da matemática que já estava muito avançada para a época.

“A extensão progressiva do campo matemático, a purificação contínua dos seus conceitos, o poder sempre reforçado dos seus métodos, o movimento de avanço para uma matemática concebida como horizonte levam pensar numa forma evolutiva conexas, mas pontuada de estádios, de etapas e de crises, reorganizações globais dum saber transmitido sem perdas, portanto, incessantemente acumulado.[...] No seu progresso, as matemáticas melhoram o seu rigor e a sua pureza [...] O julgamento recorrente torna-se então julgamento de aplicação.

Para nós, a geometria de Tales reduz-se a uma métrica de mestre-pedreiro, Desargues não nos parece mais que um perito a talhar pedras, abóbodas e escadas, Descartes um engenheiro, Monge um arquitecto ou um perito em desaterros ou aterros de gênio civil [...]” (SERRES, 1993, p. 22)

Monge criou uma linguagem matemática universal nova para a representação na arquitetura, da qual podemos reconhecer o conceito de ponto utilizado para representar as superfícies do espaço como resultado de uma evolução de entender o espaço. Com Monge consolidou-se a possibilidade da imagem ser

resultante de um conjunto de pontos, o que ocorre na fotografia¹³⁹ e nos atuais pixels da telas de computador, também recursos da representação arquitetônica.

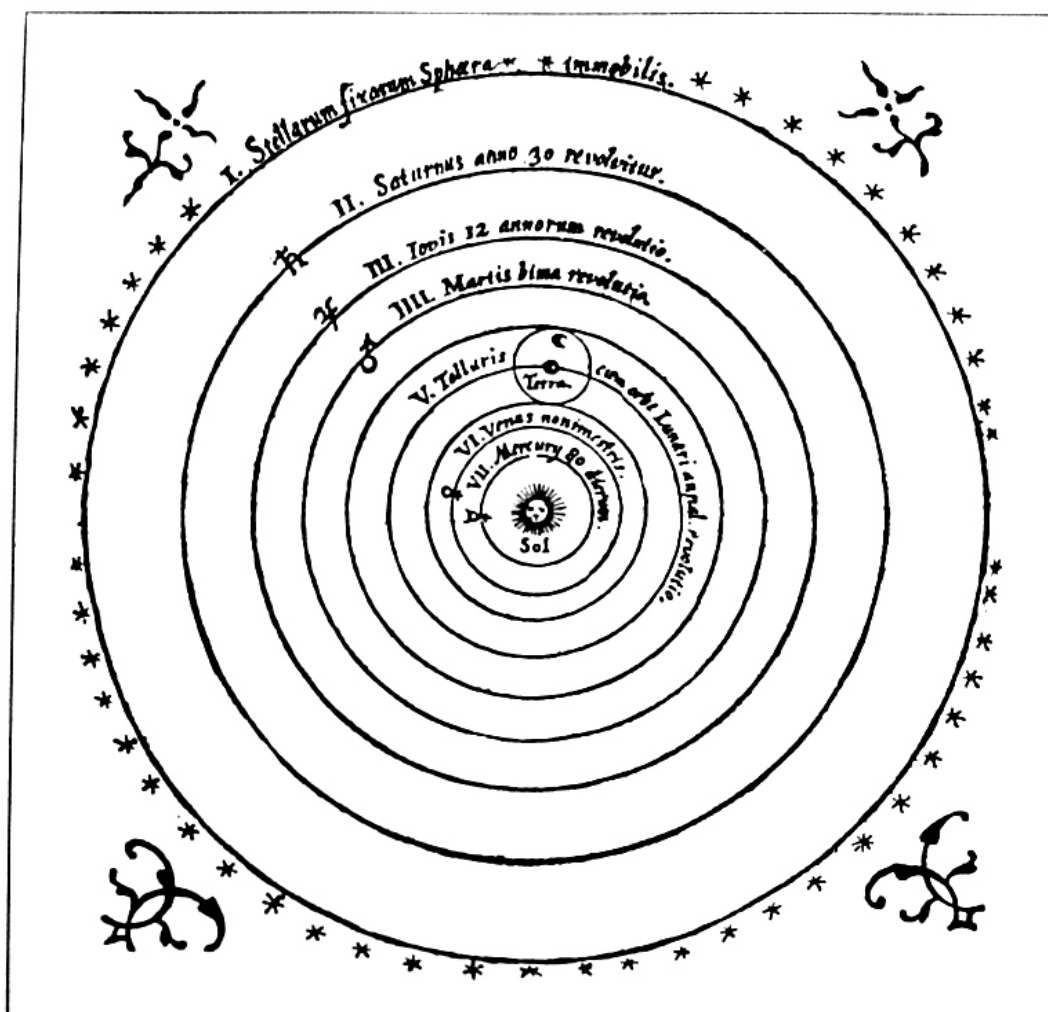
Epistemologicamente, o ponto esta na origem da concepção do universo. Não nos interessando se a representação do universo ptolomaica ou a copernicana nos diz mais da verdade do universo. O certo é que nas duas representações encontram-se tornados visíveis os conhecimentos amadurecidos até aquele momento. (figuras 2.11 e 2.12)



Fonte: MASSIRONI (1982, p.135)

Figura 2.11 – Modelo de universo segundo a concepção ptolomaica da edição de 1539 da *Cosmografia* de Pietro Apiano.

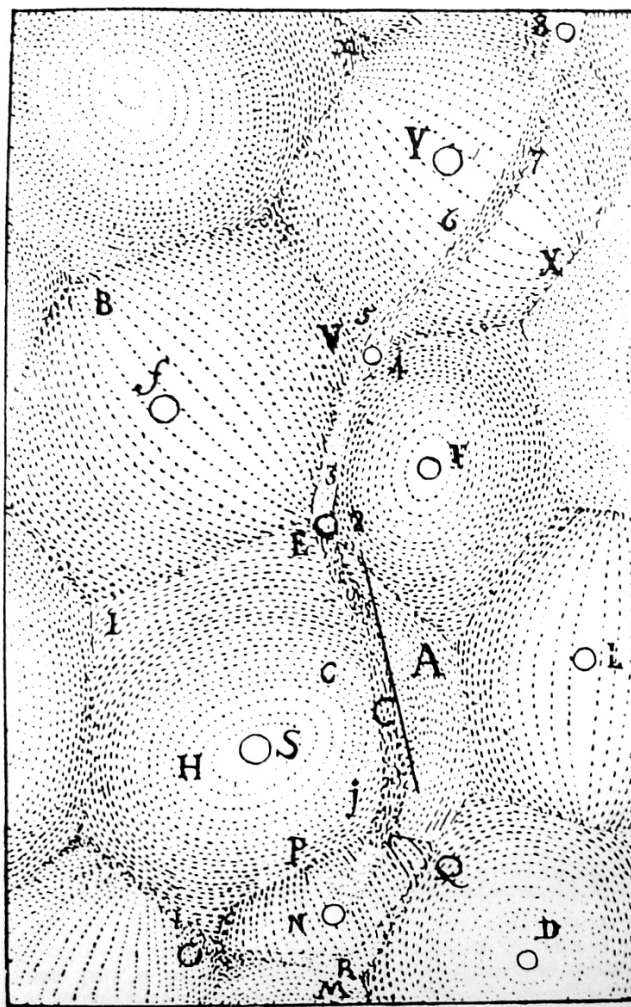
¹³⁹ Sobre a fotografia como representação na arquitetura encontramos ampla crítica em *Arquitettura como collage* de Fuão (1992).



Fonte: MASSIRONI (1982, p.135)

Figura 2.12 – Modelo de universo apresentado na primeira edição (1543) do *De Revolutionibus Orbium Coelestium* de Nicolau Copérnico.

De fato, uma das condições de inteligibilidade dos modelos de universo, quer seja de Ptolomeu ou de Copérnico, é possuir uma forma registrável pelos nossos aparelhos sensoriais, que medie a identificação formal entre o objeto e sua descrição. Segundo Massironi (1982, p. 136), “disso depende o facto de a aproximação morfológica ser inerente à ciência da natureza”. No pressuposto de mundo, nos dois exemplos, de um ponto original central estruturava-se o mundo. Então o ponto, nessas duas representações, está na origem do mundo visível como recoloca Monge, ainda a exemplo de Descartes (figura 2.13), que também reconhecia a possibilidade de tornar visíveis as idéias representando pontos.



Fonte: MASSIRONI (1982, p.127)

Figura 2.13 – Representação da estrutura dos vórtices de Descartes em 1644.

Para Monge (1799, p. 5), “o espaço não tem limites; todas as suas partes são perfeitamente semelhantes, nada tem que as caracterize, e nenhuma delas pode servir de termo de comparação para indicar a posição de um ponto”. (tradução nossa)¹⁴⁰ O espaço é abstrato e nele o ponto (entendido como abstração matemática) dá visibilidade às formas. Monge repete o mistério da criação. Desde os primeiros versículos do Gênesis a visibilidade do mundo depende de Deus, o que vai se invertendo com avanços da ciência. Justamente nesse movimento da ciência contra a metafísica avançava a matemática, incluindo os conceitos dos quais Monge

¹⁴⁰ “L'espace est sans limites; toutes ses parties sont parfaitement semblables, elles n'ont rien qui les caractérise, et aucune d'elles ne peut servir de terme de comparaison pour indiquer la position d'un point.”

se apropria para representar o ponto, dando visibilidade aos corpos no espaço abstrato.

Monge insere os problemas da natureza, os corpos da natureza no espaço, uma relação reconhecida por Argan (1961, p. 14), que afirma: “não há dúvida de que o *problema da natureza* é um componente do conceito de espaço”.(tradução nossa)¹⁴¹. Porém, o problema da conceituação do espaço, recortando ao que interessa para a arquitetura, vai se transformando continuamente. No final do século XVI e início do século XVII a arquitetura é pensada como representação do espaço, e à medida que o tempo avança passa a ser tratada como determinação do espaço, como consideramos atualmente.

Para Monge, o ‘espaço indeterminado’ precede o objeto que se insere no espaço, necessariamente determinado por um sistema de referência a ser estabelecido. Um sistema de referência é um modelo de hierarquia. Segundo Serres (1993, p. 109), é “a razão de todos esses lugares, pontos ou fenômenos, referindo-os a um elemento, com isso privilegiado: pólo, vértice, ponto, recta ou plano, qual a importância? Ele ordena, comanda e dita a lei. Transfere-se para lá o poder e a razão. [...] Daí, o irresistível apelo da nossa razão cultural, nascida sem dúvida nesses tempos, [...] a pensar que só é racional um sistema de referência. Se razão iguala relação, referir vale raciocinar”.

Eis no plano de referência, fixadas a ordem da construção e da arquitetura como trabalho intelectual, uma nova linguagem.

2.1.3 REFERÊNCIA

Para alcançar o primeiro objetivo da geometria descritiva, ou seja, representar com exatidão o objeto que tem três dimensões em desenhos com duas dimensões, Monge se propõe a estabelecer o modo mais conveniente de representação do ponto no espaço. Inicia afirmando que

¹⁴¹ “No hay duda de que el *problema de la naturaleza* es un componente del concepto del espacio”.

entre todos os objetos simples vamos buscar quais são os que apresentam mais facilidade para determinar a posição de um ponto; e como na geometria nada é mais simples que um ponto, examinaremos a que espécie de considerações se chegaria, se para determinar a posição de um ponto lhe referisse a um certo número de outros pontos cuja posição fosse conhecida; enfim, para expor isto com maior clareza, indicaremos estes pontos conhecidos pelas letras A, B, C etc. MONGE (1799, p. 6, tradução nossa)¹⁴²

Ao denominar os pontos supostos como sistema de referência com letras, Monge pressupõe sua teoria da representação como um sistema de linguagem matemática, idéia comum nas ciências. “O grande livro do mundo, ou seja, a física do macrocosmos, diz Galileu, não pode ser entendida se antes não se começar a entender a língua e a conhecer os caracteres em que está escrito o universo, ele está escrito numa língua matemática, e os caracteres são triângulos, círculos e outras figuras geométricas, sem os quais é impossível entender, humanamente, palavras”. (MELANDRI, 1968, p.662 apud MASSIRONI, 1982, p. 142)

Descartes, com a sua geometria algébrica, descobriu uma linguagem particularmente fiel para exprimir em fórmulas, variáveis visíveis. Ele fala do desenho melhor que Euclides. Tratava não só da percepção, mas de constatar a funcionalidade operativa dos problemas tratados. Dessa maneira, configurou o pensamento mecanicista que procurava conjugar a observação sistemática da realidade com hipóteses matemáticas, as bases da geometria descritiva.

É natural que nessa linguagem matemática que Monge propôs na procura de desvelar as formas da natureza ele necessitou de objetos artificiais, no caso os elementos geométricos que, com base em um trabalho mental, conseguem obter analogia com o real. Requer aqui que tratemos a linguagem da geometria descritiva como operadora da metáfora, admitindo desde o início o entendimento de que a metáfora opera na arquitetura como adequada à prática projetual. Enquanto a metáfora inventa a alegoria copia.

¹⁴² “Parmi tous les objets simples, nous allons rechercher quels sont ceux qui presentment plus de facilité pour la détermination de la position d’un point; et parce que la géométrie n’offre rien de plus simple qu’un point, nous examinerons dans quell genre de considerations on seroit entraîné, si, pour déterminer la position seroit connue; enfin, pour mettre plus de clarté dans cette exposition, nous désignerons ces points connus par les letters successives A, B, C, etc.”

O projeto, embora não despreze a atividade manual, mantém fortes vínculos com a atividade intelectual e, como tal, é uma idéia que vem sendo exposta a partir da noção de *mímesis*, introduzida por Aristóteles. Ganha corpo na formação do pensamento arquitetônico com o primeiro grande tratado de arquitetura – *De reaedificatoria* – publicado por Alberti no século XV, na sua teoria clássica da imitação, e é retomado por Quatremere de Quincy no século XIX. (PANISSON, 2005)

Conforme Oliveira (2001, p. 74), Quatremere de Quincy ultrapassa a concepção tradicional que via na mímese, a ação de emular a natureza. Definindo-a como um processo de abstração, remete o problema para limites reconhecíveis dentro de um quadro epistemológico cujo interesse mantém, hoje, plena validade.

A representação arquitetônica constitui a primeira condição da imitação. A imitação modifica e aperfeiçoa o tipo, enquanto (re)apresenta o projeto, o que não caracteriza cópia. A reprodução, ou cópia, apenas duplica o modelo, apresentando-o sem novas composições ou recomposições. Na composição arquitetônica vista como processo imitativo, a operacionalização do projeto deve ser tratada com recursos de representação vinculados à metáfora. Isto é, ao reconstruir a imagem de um objeto a partir de outro a metáfora inova.

Oliveira (1992), fundamentado em Ricoeur, explica que é freqüente a confusão entre metáfora e alegoria. Talvez seja possível ver eventualmente na alegoria o remanescente de uma metáfora tornada “decorativa” pela evocação nostálgica de um sentido que já não mais opera no sentido da linguagem. A imagem neste caso não se instala na própria estrutura do discurso, mas a ele adere superficialmente, tornando-se efetivamente ornamento ou mesmo máscara.

Enquanto a metáfora remete ao tipo e a invenção, a alegoria em vez de transformar o objeto não faz mais do que refleti-lo como se fosse espelho. Fica então implícita a validade da invenção, na prática da arquitetura, explicitando relações entre os objetos como se fosse um novo reescrever, oferecendo uma nova leitura, operada pela metáfora. D’agostino (2006, p. 89) observa que

a estrondosa resposta dada pela contemporaneidade a diretrizes estéticas modernas – revivescendo preocupações tipológicas, contextualistas [...] – pôde ver-se igualmente atraída pela Ilustração – e não por acaso seu interesse pelas questões de representação e

linguagem sugere uma nova orientação estética, influenciada pela lingüística.

Argan (1973, p. 157) nos diz que “a cultura dos projetos veio depois de um outro tipo de cultura, que era a cultura do modelo. Há uma diferença notável entre a idéia de projeto e a idéia de modelo”. Uma vez que a ação projetual seja entendida como explica Argan, não a cópia de um modelo mas sim a invenção a partir do tipo, é coerente reconhecer o aparecimento da figura da metáfora. Um reconhecimento que recai sobre a metáfora como elemento de transposição do tipo a um novo projeto, operando intrinsecamente à representação.

Segundo Oliveira (2000), não há filiação entre invenção e representação mas o desenrolar de percursos paralelos. Assim, entre invenção e representação há uma interação fundamental, ou seja, se “supõe que o sujeito se represente os dados oferecidos à sua visão de um modo inteiramente distinto de como os percebe diretamente: corrige em espírito a coisa que vê, isto é, evoca posições, deslocamentos ou, talvez, até mesmo objetos, sem que os observe atualmente em seu campo visual” (PIAGET, 1936, p. 306 apud OLIVEIRA, 2000, p. 102).

Considerando discutido o vínculo da representação com a invenção, retomamos ao assunto da escolha de referência para explicar a representação do ponto no espaço, Monge (1799, p. 7-11) afirma que

se vê que empregando, para determinar a posição de um ponto no espaço, suas distâncias a pontos conhecidos, os quais necessariamente devem ser três, nos vemos conduzidos a considerações que não são bastante simples para servir de base aos procedimentos de um uso freqüente.

Busquemos agora quais seriam as condições que encontraríamos, se em lugar de referir a posição do ponto a outros três conhecidos, se lhe referisse à linhas retas de posição dada. [...]

Para simplificar chamaremos sucessivamente A, B, C, etc as retas que nos veremos obrigados a empregar. [...]

Se vê que as considerações pelas quais foi necessário passar para determinar a posição de um ponto no espaço, por meio do conhecimento de suas distâncias a três linhas retas conhecidas, são muito menos simples que aquelas que deram lugar a suas distâncias a três pontos, e que por conseqüência são menos úteis para servir de base à métodos de que se deve fazer-se uso com freqüência.

Entre os objetos mais simples que considera a geometria é necessário notar particularmente: 1o o ponto que não tem dimensão alguma, 2o a linha reta que não tem mais de uma dimensão; 3o o plano que tem duas dimensões. Vejamos se seria mais simples determinar a posição de um ponto por meio de suas distâncias referidas a planos conhecidos, que não empregar suas distâncias a pontos ou a linhas retas dadas.

Suponhamos pois que haja no espaço planos não paralelos, conhecidos de posição, e que indicaremos sucessivamente pelas letras A, B, C, D e etc.[...]

Se vê pois que, ainda a respeito de suas dimensões, o plano seja um objeto menos simples que a linha reta, que não tem mais de uma, e que o ponto, que não tem nenhuma, apresenta não obstante mais facilidade que o ponto e a linha reta para a determinação de um ponto no espaço; este é o procedimento que se emprega ordinariamente na aplicação da álgebra à geometria, na qual, para buscar a posição de um ponto, costuma-se buscar suas distâncias a três planos de posição conhecidas.

Porém na geometria descritiva, que muito tempo antes haviam posto em prática um grande número de homens, para quem o tempo era precioso, se tem simplificado ainda os procedimentos; e em lugar da consideração de três planos, chegou-se, por meio de projeções, a não ter necessidade explicitamente senão de dois. (tradução nossa) 143

Considerando as reflexões de Monge com relação à determinação do sistema de referência, Fourier discutiu a interdependência entre elas (figura 2.14), baseado na idéia de lugar geométrico. Na conclusão da verificação explica que o lugar geométrico dos pontos fixos equidistantes de um ponto é uma esfera, dos

¹⁴³ “On voit qu'en employant, pour déterminer la position d'un point dans l'espace, ses distance à d'autres points connus, et don't le nombre est nécessairement trois, l'on est entraîné dans des considérations qui ne sont pas assez simples pour servir de base à des procédés d'un usage habituel.

Recherchons actuellement quelles seroient les considerations auxquelles on seroit conduit, si, au lieu de rapports la position d'un poin à trios autres points connus, on le rapportoit à des droites données de position.[...]

Pour simplifier, nous nommerons successivement A,B,C, etc.,ls droites que nous serons obligés d'employer. [...]

On voit que les considérations auxquelles on est conduit pour déterminer la position d'un point dans l'espace par la connoissance de ses distances à trois lignes droites connues, sont encore bien moins simples que celles auxquelles donnent lieu ses distances à trios points, et qu'ainsi elles peuvent encore moins server de base à des méthodes qui doivent être d'un service fréquent.

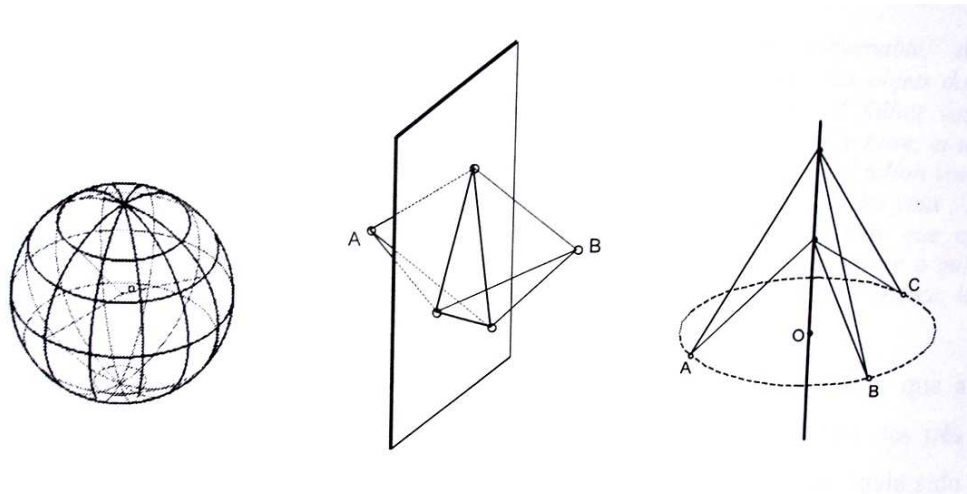
Parmi les bjets simples que la géométrie considée, il faut remarquer principalement, 1^o. le point qui n'a aucune dimension; 2^o. la ligne droite qui n'em a qu'une; 3^o. le plan qui em a deux. Recherchons s'il ne seroit pas plus simple de déterminer la position d'un point par la connoissance de ses distances à des points ou à des lignes droites.

Supposons donc qu'il y ait dans l'espace, des plans non parellèles, connus de position, et que nous désignerons successivement par les lettres A, B,C, D, etc. [...]

On voit donc que, quoique, par rapport au nombre de ses dimensions, le plan soit un objet moins simple que la ligne droite qui n'en a qu'une, et que le point qui n'em a pas, il présente cependant plus de facilité que le point et la ligne droite pour la détermination d'un point dans l'espace: c'est ce procédé que l'on emploie ordinairement dans l'application de l'algèbre à la géométrie, ou, pour chercher la position d'un point, on a coutume de chercher ses distances à trois plans connus de position.

Mais dans la géométrie descriptive, qui a été pratiquée depuis beaucoup plus long-temps par un beaucoup plus grand nombre d'hommes, et par des hommes dont le temps étoit précieux, les procédés se sont encore simplifiés ; et au lieu de la considération des trois plans, on est parvenu, au moyen des projections, à n'avoir plus besoin explicitement que de celle de deux. ”

pontos eqüidistantes de dois pontos fixos é um plano e dos pontos eqüidistantes de três pontos fixos é uma reta, o que foi muito elogiado por Monge. (GANI, 2004).



Fonte: GANI (2004)

Figura 2.14 – Estudos sobre lugar geométrico propostos por Fourier.

Quanto às explicações de Monge sobre a escolha da referência para a projeção de um ponto salientamos a complexidade do raciocínio que resultou na simplicidade do método que irá introduzir explicando a projeção ortogonal. Podemos concluir que para Monge o exercício da razão deve permear o entendimento dos problemas espaciais precedendo à solução gráfica.

Precedendo à proposição de Monge, a perspectiva interpretava e controlava a realidade pela razão. Quando Dürer coloca a imagem num quadrilátero geométrico nos apresenta o processo de algebrização dos procedimentos projetivos utilizados. Entretanto, de acordo com Borda (2001) a perspectiva não acrescentava melhoras na representação arquitetônica e foi valorizada por um curto período. Devemos então a Monge a retomada da racionalização na representação, abarcando problemas perceptivos e métricos.

Curiosamente, os raciocínios demonstrados por Monge quando inicia suas lições de geometria descritiva não são encontrados em alguns livros consultados entre, os quais Cardone (1999), Machado (1988), Ricca (2000) e Rodrigues (1973). É de se pressupor, entretanto, que tais livros tenham sido utilizados como referência para o ensino de geometria descritiva no ensino de arquitetura atualmente.

2.1.4 PROJEÇÃO ORTOGONAL

Só depois de feitas considerações para escolher o sistema de referência para um ponto no espaço e estabelecido o plano para tal fim é que Monge (1799, p. 11) vai estabelecer o conceito de projeção ortogonal. Inicia então o item 6, dizendo que “se chama projeção de um ponto sobre um plano o extremo da perpendicular baixada desde o ponto até o plano” (tradução nossa)¹⁴⁴. Em seguida, estabelece as condições de projeção do ponto, ainda no espaço, a partir do conceito de projeção do ponto que apresenta. “Apoiado nisto, existindo dois planos de posição conhecida no espaço e, se sobre cada um destes existir uma projeção de um ponto cuja posição se quer determinar, este ponto estará perfeitamente determinado.” (tradução nossa)¹⁴⁵

Continua, explicando a reversibilidade do processo de determinação de um ponto no espaço, dizendo que,

Em efeito, se a partir das projeções do ponto nos planos de projeção conhecidos forem tiradas perpendiculares, estas serão retas do espaço que ao se interseccionarem determinam a posição do ponto no espaço: [...] logo este ponto se achará ao mesmo tempo sobre duas linhas retas de posição conhecida no espaço, será por conseguinte o único ponto de sua intersecção, e enfim se achará perfeitamente determinado. (tradução nossa)¹⁴⁶

Monge mais uma vez privilegia o entendimento espacial como requisito do bidimensional. Depois de explicar sobre a projeção do ponto e da necessidade de plano de projeção de referência, apresenta os procedimentos da projeção do ponto sobre os planos de projeção sem ainda tratar da representação como resultado bidimensional.

¹⁴⁴ “On appelle projection d’un point sur un plan le pied de la perpendiculaire abaissée du point sur le plan.”

¹⁴⁵ “Cela posé, si l’on a deux plans connus de position dans l’espace, et si l’on donne, sur chacun de ces plans, la projection du point dont on veut définir la position, ce point sera parfaitement déterminé.”

¹⁴⁶ “En effet, si par la projection sur le premier plan on conçoit une perpendiculaire à ce plan, il est évident qu’elle passera par le point défini; de même si, par la projection sur le second plan, on conçoit une perpendiculaire sur ce plan, elle passera de même par le point défini: donc ce point sera en même temps sur deux lignes droites connues de position dans l’espace; donc il sera le point unique de leur intersection; donc enfin il sera parfaitement déterminé.”

Entendemos a partir da explicação de Monge sobre projeção de um ponto a sua idéia de projeção, a mesma dos gregos. De acordo com Serres (1993), em *As origens da geometria* a produção dos gregos é a projeção. É a otimização de um sítio projetante, originada das posições assumidas pelos observadores dos encenadores ilusionistas como um sobrevôo do alto ou de fora do mundo. A projeção do ponto na geometria descritiva retira quem representa do espaço de representação e coloca-o 'fora do mundo'.

Cabe lembrarmos que, segundo Gani (2004), a idéia de colocar o observador no infinito para operar com projeções foi considerada na obra *Manière universelle* de Desargues, em 1636. Entretanto, os trabalhos de Desargues, considerados complexos para a sua época, não foram bem aceitos. Coube a Monge retomá-los. Então, numa época em que precisão e uniformidade eram exigidas, o espaço matemático com o observador no infinito enfim foi bem aceito. Um observador no infinito, requisitado por aspectos sociais, representando, em projeção ortogonal, códigos iguais para todos, enquanto permite obscurecer a desigualdade social.

O plano de representação, na projeção ortogonal, exclui a diferença entre as linhas e os planos derivados de uma hierarquia da profundidade avaliada de um ponto de vista no horizonte. O horizonte é uma linha hipotética definida a partir da altura do olhar do observador. O infinito é um conceito abstrato tal como abstrato é o funcionamento do capital, baseado na dinâmica de uma relação.

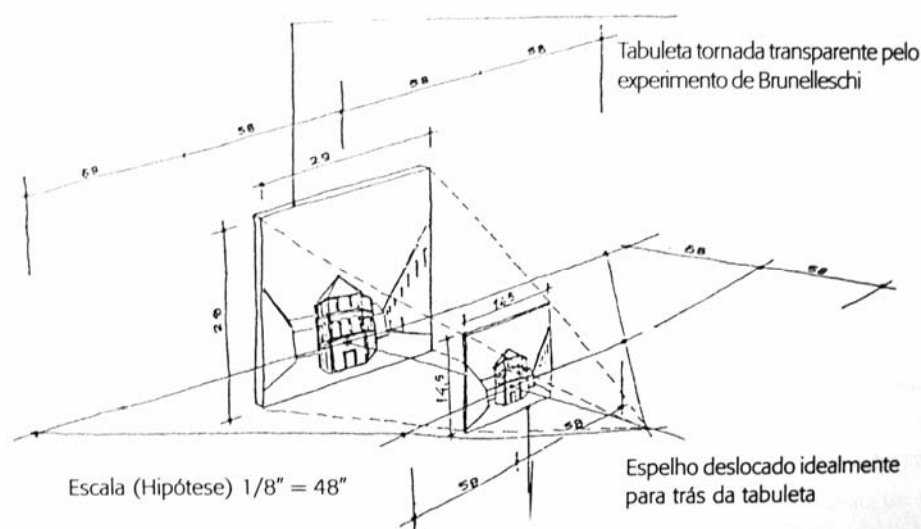
É como o mundo burguês gosta de se representar numa imagem sem profundidade, desprovida dos conceitos abstratos de liberdade e igualdade – todos os homens são teoricamente iguais – assim a complexidade dimensional dos objetos representados perde espessura, desagregada em planos que permitem – leitura única – a sua medição quantitativa e isotrópica. (MASSIRONI, 1982, p. 41)

Antes de Monge a projeção foi utilizada em tempos remotos como saber intuitivo. De saber intuitivo passou a ser estudada na perspectiva, na representação que imitava o olho que percebia um espaço. O olho que especulava o espaço nas tabuletas de Brunelleschi¹⁴⁷: (figura 2.15)

Seu aparato colocava o olho do observador no centro de projeção, dando uma total ilusão de profundidade. Evidentemente, a borda do

¹⁴⁷ No capítulo *A perspectiva florentina e o desenvolvimento da ciência moderna*, Katinsky (2002) trata sobre as tabuletas de Brunelleschi com minuciosa explicação.

orifício tinha por objetivo eliminar o campo periférico, ou seja descurvar o espaço perceptivo e dar-lhe a maior homogeneidade possível a zona focal central, onde a curvatura é mínima. Essa circunscrição do olhar é a *condição da geometrização do campo de visão*, e toma como ponto de partida o buraco da câmera. O invento põe o olho do observador dentro do espelho, justo no ponto virtual da imagem, produzindo assim o efeito de profundidade, de realismo, e destruindo o sentido de orientação. *Tirava o observador de dentro da cena, de dentro do representado.* (FUÃO, 1992, p. 45, tradução nossa, grifos nossos)¹⁴⁸



Fonte: KATINSKY (2002, p. 85)

Figura 2.15 – Representação ideal da tabuleta e do espelho na experiência de Brunelleschi.

A geometrização do campo da visão e a retirada do observador do espaço da representação ocorridas na perspectiva anunciam uma revolução na teoria da representação do espaço que vai se adequar aos fundamentos da sistematização da geometria descritiva. A idéia de projeção ortogonal de Monge não é nova. Desargues ao querer unir os dois tipos de projeção, paralela e central, entendeu que a projeção paralela podia ser considerada como uma projeção central na qual o ponto de vista estava no infinito e assim generalizar os dois sistemas de projeção. O que restou a Monge foi propor a projeção ortogonal como um conhecimento

¹⁴⁸ “Su aparato colocaba el ojo del observador em el centro de proyección, dando una total ilusión de profundidad. Evidentemente, el borde del orificio tenia por objetivo eliminar el campo periférico, o sea descurvar el espacio perceptivo y darle la mayor homogeneidad posible a la zona focal central, en donde la curvatura es mínima. Esta circunscripción de la mirada es la condición de la geometrización del campo de visión, y toma como punto de partida el agujero dela cámara. El invento pone el ojo del observador dentro del espejo, justo en el punto virtual del imago, produciendo así el efecto de profundidad, de realismo, y destruyendo el sentido de orientación. Tiraba al observador dentro de la escena, dentro de lo representado.”

adequado à sua época. De pé e olhando de frente ninguém vê o mundo como veria olhando de cima. Ao possibilitar a vista de cima o esquema teórico da visão autoriza habilidades. A representação vista de cima é como se houvesse outro mundo. Da mesma maneira que a projeção, na sua origem, fazia os gregos acreditarem na democracia, retomada por Monge preconiza ideais revolucionários.

Do ponto de vista histórico-econômico, a formação da geometria descritiva acontece na altura em que a acumulação capitalística (sic) leva à concentração da produção em face da dispersão da oficina artesanal e transforma o mestre-artesão em operário. E se, no início se poderia de uma aristocracia operária cônica do próprio profissionalismo, à distância devia tornar-se mão-de-obra indiferenciada, puro valor de troca. Eis então que o “ser aqui e agora” do Príncipe – visto como propósito no ponto de fuga da construção perspéctica – se transforma numa “presença indefinida” que se impõe com o paralelismo das suas regras, apresentadas como princípios morais e por isso como tais, provenientes do infinito e tendentes ao infinito, em analogia com os conceitos de “Liberdade, Igualdade e Fraternidade”. (MASSIRONI, 1982, p. 41)

No plano teórico da geometria descritiva, um dos ganhos mais importantes que Monge alcançou foi a determinação dos fundamentos da projeção diédrica como sistema de representação:

Porém na geometria descritiva, que muito tempo antes a havia posto em uso um grande número de homens, para que o tempo era precioso, se tem simplificado alguns procedimentos; e em lugar da consideração de três planos, chegou-se, por meio de projeções a não ter necessidade explicitamente mais de dois. (MONGE, 1799, p, 11, tradução nossa)¹⁴⁹

Após a conclusão de Monge em usar dois planos de projeção para sistema de referência, Gino Lória trata da introdução de um terceiro plano de projeção, conhecido como plano de perfil, perpendicular aos outros dois, constituindo a base de um sistema de coordenadas cartesianas ortogonais. Lória na sua obra *Metodi di Geometria Descrittiva*, publicada em Milão explica que

O plano horizontal, o plano vertical e o plano de perfil constituem um triedro triretângulo, o qual pode servir de base a um sistema de coordenadas cartesianas ortogonais. Escolhida uma unidade arbitrária de medida, um ponto qualquer terá três determinadas coordenadas. É claro que, sendo dadas a primeira e a segunda, as coordenadas do ponto ficam determinadas; e vice-versa, estas sendo dadas podem

¹⁴⁹ "Mais dans la géométrie descriptive, qui a été pratiquée depuis beaucoup plus long-temps par un beaucoup plus grand nombre d'hommes, et par des hommes dont le temps étoit précieux, les procédés se sont encore simplifiés; et au lieu de la considération des trois plans, on est parvenu, au moyen des projections, à n'avoir plus besoin explicitement que de celle de deux."

desenhar-se as projeções do ponto considerado. Da mesma forma conduzem-se da representação analítica de uma reta ou de um plano a correspondente representação gráfica, recorrendo-se aos traços da reta e do plano, considerados nos três planos ortogonais. Tal operação torna possível enunciar com precisão numérica qualquer problema de geometria descritiva (supondo-se fixos cada ponto mediante as suas três coordenadas e determinados os planos e retas por meio de suas equações) e atingir a perfeição de resolver por dois processos diferentes, isto é, pelo cálculo e pela épura, qualquer questão geométrica. (LORIA, 1925 apud RODRIGUES, 1960, p.70)

Com o terceiro plano de projeção podemos afirmar que Loria secundava uma idéia de Monge. “A intervenção do plano de perfil na representação das figuras do espaço pelo método de Gaspar Monge, sem constituir pòpriamente(sic) o terceiro plano de projeção, já é uma operação auxiliar comumente empregada pela Geometria descritiva desde sua instituição como ciência.” (RODRIGUES, 1960, p. 71)

Com sentido estritamente prático, o terceiro plano de projeção vem sendo utilizado na geração de três vistas, em especial para a indústria. O interesse da representação com três planos de projeção para o aperfeiçoamento do desenho industrial culminou no método da tríplice projeção ortogonal. Nesse método, a ortogonalidade dos planos de projeção horizontal e vertical é dispensada, o terceiro plano de projeção é quem se conserva perpendicular aos outro dois¹⁵⁰.

Antes já tratamos sobre a idéia de Monge de que não é necessária a ortogonalidade entre planos de projeção. E mais, conforme a teoria mongeana os planos de projeção podem mudar de posição, assumindo diversas posições angulares entre si, ao que autores subseqüentes denominaram em geral, nas suas obras, como um método descritivo conhecido por mudança de plano de projeção. Monge explicou diferente. Estudou ao explicar a projeção da reta, como apresentamos a seguir.

¹⁵⁰ Segundo Rodrigues (1960, p. 72), Mario Gionardi apresentou esse método à Accademia delle Scienze Fische e Matematiche da Sociedade Nacional de Ciências de Nápolis como “Perspectiva Linear Cilíndrica”.

Observamos que ao tratar sobre a projeção do ponto no final do item 6, Monge (1799, p. 12) revela que essa obra escrita foi adaptada das suas lições dadas na École normale ao afirmar “nos parágrafos seguintes” (tradução nossa)¹⁵¹.

2.1.7 PROJEÇÃO DE UMA RETA

Os meios de fazer a transposição para o papel, do ponto no espaço, Monge aborda no item 7 e ilustra na figura 1, que encontramos no final da *Géométrie descriptive* com todas as demais figuras para às quais a obra refere-se como anexo. Monge não apresenta um só ponto para explicar a construção do ponto no espaço, mas sim o insere na reta determinando-a com as projeções de dois pontos.

Como dois pontos bastam para determinar a posição de uma linha reta, para construir a projeção de uma reta basta construir a de dois de seus pontos, e a reta tirada pelas projeções destes dois pontos será a projeção pedida.

Disto segue, que se a reta proposta é perpendicular ao plano de projeção, sua projeção se reduzirá a um ponto, que será o seu próprio contato com o plano. (MONGE, 1799, p. 12, tradução nossa)¹⁵²

O autor enfatiza ainda que as perpendiculares que projetam cada ponto no plano de projeção encontram-se todas em um mesmo plano e, com base nesta explicação, pode ser concluído que a projeção de uma reta em um plano é a intersecção desses dois planos: o plano de projeção e o plano definido pelas retas perpendiculares que projetam cada ponto da reta no plano de projeção (figura 2.16). Dizendo diferente, a projeção de uma reta é sempre uma reta, salvo o caso em que a reta estiver perpendicular ao plano de projeção, o que resulta em um ponto. Monge diz ainda que, como dois pontos são suficientes para construir uma reta, estes são bastantes para construir sua projeção.

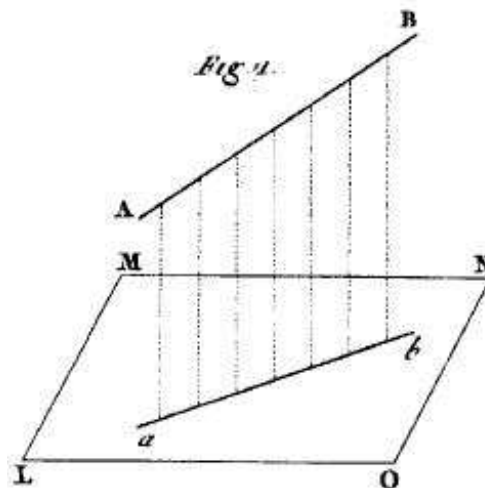
A simplicidade da exposição de Monge sobre a determinação de um ponto no espaço, com o apoio em uma figura, da qual se aproveita para explicar também a

¹⁵¹ “Dans les paragraphes suivants, [...]”

¹⁵² “ Comme deux points suffisent pour déterminer la position d’une ligne droite; pour construire la projection d’une droite, il suffit de construire celles de deux de ses points, et la droite menée par les projections de ces points sera la projection demandée.

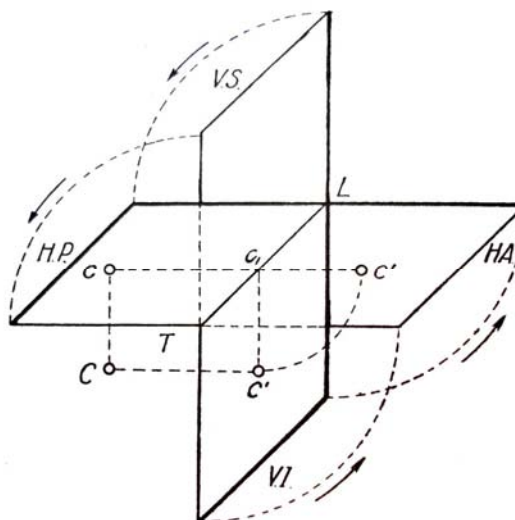
Il suit de là que, si la droite proposée est elle-même perpendiculaire au plan de projection, sa projection se réduira à un seul point, qui sera celui de sa rencontre avec le plan.”

determinação da projeção da reta, marca uma forte diferença na teoria de Monge exposta por ele e por autores subsequentes. A exemplo, no livro *Operações fundamentais e poliedros* de Rodrigues (1973), para explicar a projeção do ponto na geometria descritiva são elaboradas 21 figuras, apresentadas das páginas 11 a 24 da referida obra (figura 2.17). No F.I.C. (1910) também são encontradas 21 figuras para explicar a projeção do ponto.



Fonte: <http://gallica.bnf.fr>

Figura 2.16 – Projeção ortogonal de uma reta, colocando em evidência as linhas de projeções de cada ponto. (MONGE, 1799, *planche I, fig. 1*)

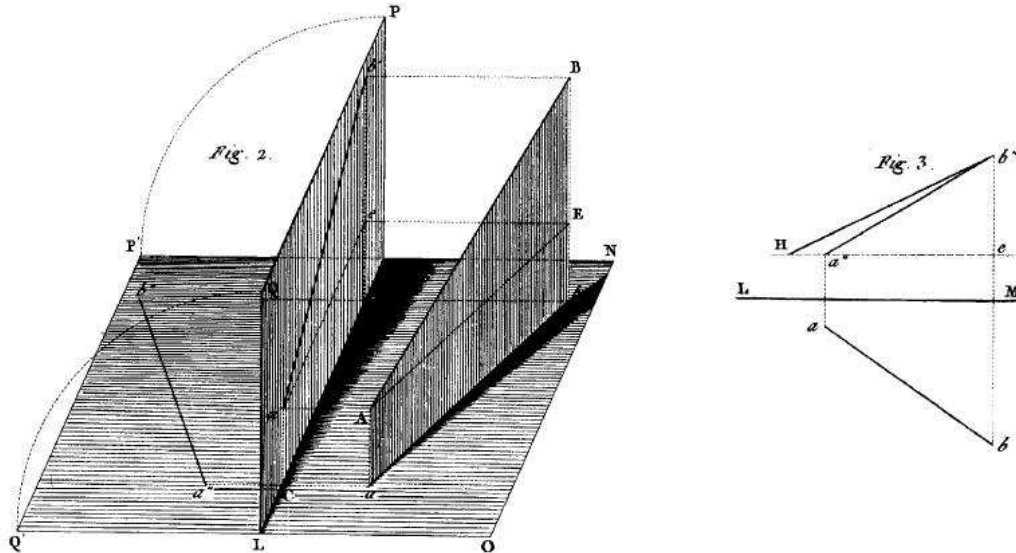


Fonte: RODRIGUES (1973)

Figura 2.17 – Representação das projeções do ponto.

A figura número 2.18 mostra o funcionamento dos planos de projeção para que o ponto do espaço possa ser colocado sobre o papel, esclarecendo a questão

do rebatimento desses planos. Nesta figura, para melhor entendimento do problema da determinação do ponto, são utilizados dois pontos, que individualizam um segmento de reta.



Fonte: <http://gallica.bnf.fr>

Figura 2.18 – Projeção ortogonal de uma reta, colocando em evidência as linhas de projeções de cada ponto. (MONGE, 1799, *planche I, fig. 2 e 3*)

Observando as figuras 2.14 e 2.16 descobrimos sobre o conceito de ponto de Monge. O ponto aparece identificado apenas pelas letras, nenhuma marca no desenho lhe caracteriza. O interpretamos como conceitualizado, abstrato como requer a matemática. No elemento mais primário da representação de Monge, o ponto, ele o apresenta fundamentado na matemática.

Ao conceber a reta, Monge trata a definição do espaço com base na geometria euclidiana. O espaço euclidiano correspondia a um espaço tridimensional em que a distância entre dois pontos era a linha reta, o que de certa maneira é uma incoerência com o mundo, se o observamos como modelo físico que é uma esfera e que, ao sair de um ponto para outro o percurso é uma curva. Entretanto, da base euclidiana que considerava o observador imóvel Monge dá um salto. Com sua teoria o corpo ganha movimento e a representação vai ao encontro de simular a apreensão da realidade.

No século XIX a geometria buscou estruturas totalmente independentes do objeto a ser representado. Nasceram assim as geometrias não-euclidianas, que sustentavam um modelo espacial independente do espaço real concebido pela física. Em 1822 Poncelet publicou o Tratado das propriedades projetivas das figuras,

no qual se analisavam as implicações matemáticas das técnicas projetivas. Pretendia buscar as propriedades invariantes das projeções. Poncelet não se conformava com uma geometria descritiva baseada nas transformações das figuras. (RIBINIKOV, 1991)

Em 1829 Lobachevsky publicou *Sobre os princípios da geometria*, onde escrevia sobre uma geometria não-euclidiana. Quase ao mesmo tempo de Lobachevsky, Bolbay também reconhece o espaço como não-euclidiano. Ainda no sentido de configurar um espaço não-euclidiano trabalha Riemann, que, como professor na Universidade de Gotinga em 1854, professou os princípios que fazem da geometria uma disciplina. Pela sua exposição os espaços podiam ter ou não ter forma, ter um número variado de dimensões, determinados por um sistema coordenado e uma métrica que servia para medir a distância mais curta entre dois pontos. Esta visão geométrica de Riemann serviu de base para a física de Einsten e deu lugar ao nascimento da topologia, uma geometria das relações. Riemann, assim, desprezou a métrica e chegou, se consideramos a etimologia de geometria, a uma não geometria. (RIBINIKOV, 1991)

Podemos afirmar que Riemann e Monge confrontavam-se conceitualmente. Entretanto, para a representação arquitetônica, devido a necessidade da métrica, permanecem válidas as lições de Monge.

Quem quer ensinar geometria de verdade sabe que ela é a tradicional medida da terra, a medida dos tamanhos fundamentais, que são os comprimentos, os ângulos nas superfícies e os volumes. Antes de comparar a medida nos objetos é necessário adquirir uma intuição do espaço em movimento. O movimento de nosso corpo comparou a medida. A previsão do movimento no espaço é uma abstração.

O ato de imaginar antecipa uma trajetória da abstração geométrica, a origem cognitiva das linhas que conhecemos para projetar sem espessura. No ensino da geometria parece necessário que o aluno aprenda inicialmente como ver o espaço ou aprofundar pelo menos a percepção espontânea. Não podemos ver como geômetras só aqueles que criaram teorias inovadoras, Arquimedes, Descartes Newton, Monge ou Poncelet. Também os encontramos entre aqueles que foram interessados na geometria prática. Ao ensinar com o uso dos instrumentos de desenho podemos facilitar o acesso ao conhecimento geométrico. Segurando os

instrumentos na mão sentimos os movimentos que são as curvas das quais são compostas as figuras geométricas. A realização, a observação e a transformação das figuras, elementos essenciais do processo da descoberta conduzem às conjunturas e a prova das propriedades novas.

Do trabalho prático necessário ao corte das pedras, surgiu a estereotomia e dessa a geometria descritiva, como ‘medida’ necessária. “Sem figuras significativas, não pode haver figuras ideais, mas, sem figuras ideais, dificilmente se vai além das figuras significativas mais imediatas”. (TOURNÈS, 2000, p.133, tradução nossa)¹⁵³

2.1.8 PLANOS DE PROJEÇÃO

Considerando que a teoria da representação mongeana é comumente apresentada com o uso de dois planos de projeção perpendiculares entre si, apresenta novidade os esclarecimentos do item 8: sobre a determinação de um ponto do espaço, segundo Monge (1799, p. 12), “é independente da posição dos planos de projeção, e se verifica igualmente, qualquer que seja o ângulo que estes dois planos de projeção façam entre si” (tradução nossa)¹⁵⁴, porém, se forem muito obtusos geram retas perpendiculares entre si muito agudas na determinação de um ponto e daí, na prática, pequenos erros poderiam ser alterados para grandes na determinação da posição de uma reta.

Monge sugere que para evitar inexatidão e para familiarizar com a linguagem dos artistas sejam colocados os planos de projeção, um na posição horizontal e outro na posição vertical. Monge (1799, p. 13) justifica que “[...] como a maior parte dos artistas que fazem uso do método das projeções estão muito familiarizados com a posição de um plano horizontal, e com a direção de um fio à prumo, costumam supor que dos dois planos de projeção, um seja horizontal e o

¹⁵³“Sans figures sensibles, il ne peut y avoir de figures idéales, mais, sans figures idéales, on ne va guère au-delà des figures sensibles les plus immédiates.”

¹⁵⁴ “est indépendant de la position des plans de projection, et a lieu également, quel que soi l'angle que ces deux plans fassent entre eux.”

outro vertical”. (tradução nossa) ¹⁵⁵ E, como as matemáticas evoluem, vasculhando tempos anteriores a Monge encontramos outras origens para o diedro:

[...] os construtores ou architectos não começam nunca a edificar sem colocar “chaises” (“cadeiras”) cuja forma marca e mede a pequena parte de terra que se propõe a organizar aqui e acolá, nos cantos normais do edifício a nascer, eles enterram pequenas estacas, pelo menos três, ligadas por pranchas planas, horizontais e perpendiculares entre si. Este aparato sobre os terrenos, antes que se cave lá a fundação, chama-se cadeira: tripla base ou referência, em comprimento, largura e altura, esta velha palavra francesa, polida pelo uso, reproduz, escondendo-a, a palavra erudita cátedra, que é preciso entender aqui no sentido que a geometria dá ainda às palavras diedro e poliedro.

Os eixos de coordenadas cartesianas reproduzem, portanto, as cadeiras; nem um historiador, se enganaria, se a língua as denominasse cátedras. Mestre do espaço, Descartes, construtor, transpôs para o plano os actos dos pedreiros. Ele dispôs-se a construir uma catedral. Não, a cadeira ou a cátedra não designam, aqui, o assento do bispo, mas a referência para qualquer medida do edifício; ora o assento do bispo evocou também esta função. As cadeiras são a fundação abstracta do edifício. Os eixos de referência, em Descartes, preenchem as mesmas condições. (SERRES, 1993, p. 24)

São assim explicadas a origem e a fundamentação do diedro na representação de Monge, e que nos interessa duplamente na construção. Monge confirma, busca solução de problemas da construção de edifícios com sua geometria. Entretanto sobre a adoção da posição dos planos de projeção, comparando-se as proposições de Monge com publicações subseqüentes sobre a sua teoria, novamente encontra-se diversidade. Os planos de referência da figura 2.16 limitam-se a mostrar o espaço dividido em duas partes e, não em quatro diedros como comumente é apresentada a teoria mongeana. Esses quatro diedros como é comumente apresentada a geometria descritiva são invenções posteriores, que ainda são reforçadas pela denominação de sistema diédrico.

É com a determinação dos planos de projeção que aparece o termo charneira, definida como a reta de intersecção entre os planos vertical e horizontal de projeção, utilizada para, através do giro do plano vertical, colocá-lo sobre o plano horizontal e possibilitar a construção das projeções com os planos nesta situação. Monge explica que foi a necessidade de fazer os desenhos das projeções no mesmo

¹⁵⁵ “comme la plupart des artistes qui font usage de la méthode des projections sont très-familiarisés avec la position d’un plan horizontal et la direction du fil à plomb, ils ont coutume de supposer que, des deux plans de projections, l’un soit horizontal et l’autre vertical.”

papel que determinou a concepção do plano vertical girando entorno da charneira sobre o plano horizontal. Fica determinado então que a projeção vertical está sempre traçada sobre o plano horizontal, como ilustra a figura número 2.16, resultando que uma vez traçada a projeção horizontal de um ponto do espaço a projeção vertical deste ponto, rebatida entorno da charneira sobre o plano horizontal, vai ser encontrada sobre uma reta perpendicular a charneira, na qual encontram-se projeção vertical e horizontal do referido ponto no espaço.

A diferenciação entre Monge e autores que utilizam quatro diedros na apresentação do espaço remete a visão essencial diferenciada de Monge, próxima dos problemas práticos, enquanto os outros estabelecem conotações mais abstratas. Nos pronunciamos assim por Monge.

2.1.9 VERDADEIRA GRANDEZA DE UMA RETA

No item 9, os problemas da posição do segmento de reta no espaço e sua verdadeira grandeza são discutidos com base nas projeções de seus pontos. Explica-se que se o segmento de reta é paralelo a um dos planos de projeção, sua verdadeira grandeza aparece neste plano e pode ser verificado com segurança seu paralelismo nesta condição, quando sua projeção sobre o outro plano de projeção for paralela ao primeiro destes dois planos e também a charneira. No caso do segmento de reta ser oblíquo aos dois planos de projeção seu tamanho real é maior do que aparece nas projeções e pode ser deduzido de maneira simples, como ilustra a *figura 2, planche I*, da obra (figura 2.16): o tamanho real do segmento é a hipotenusa de um triângulo cujos lados que formam o ângulo reto são iguais a projeção horizontal deste segmento e a diferença de cotas entre os pontos no espaço. Monge salienta que estando em perspectiva paralela, o triângulo da *figura 2, planche I*, não mantém nenhuma relação com o método das projeções e apresenta então a *figura 3, planche I*, para resolver a questão com simplicidade.

A figura 2.16 apresenta o segmento de reta com suas projeções não em verdadeira grandeza e, na mesma figura em projeção vertical a verdadeira grandeza deste segmento, em uma operação que só graficamente não ilustra com clareza o

método para encontrar a verdadeira grandeza de um segmento de reta oblíquo aos dois planos de projeção. O texto que refere-se a *figura 3, planche I*, explica que o comprimento do segmento em projeção horizontal é transportado para a projeção vertical como um dos lados do triângulo retângulo cuja hipotenusa é a verdadeira grandeza do segmento em questão.

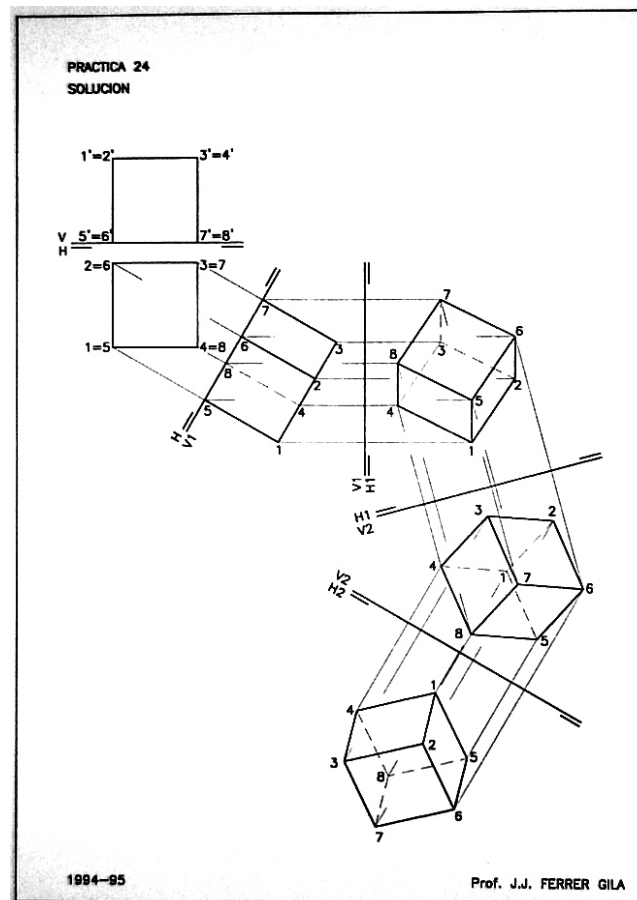
Por essas demonstrações das *figura 2 e figura 3, planche I*, que apresenta Monge, pode-se concluir que Monge valorizava o entendimento tridimensional para a posterior solução gráfica do problema. Recai sobre isso, então, forte diferença se comparada à maneira de tratar a representação como encontramos em alguns tratados anteriores a obra de Monge. Essas obras não conseguiam fazer com clareza e domínio a transposição do tridimensional para o gráfico como sistematiza Monge. Esse problema comparece ainda na produção subsequente a obra de Monge, como constata Gani (2004): as discussões teóricas da geometria descritiva, foram permutadas por exercícios propostos para treinar o método.

[...] se vê que se têm duas projeções de um corpo determinado por superfícies planas, por arestas retilíneas e por vértices de ângulos sólidos, projeções que se reduzem a sistemas de arestas retilíneas, será fácil determinar o comprimento de qualquer de suas dimensões; pois ou esta dimensão será paralela a um dos planos de projeção, ou será ao mesmo tempo oblíqua aos dois; no primeiro caso o comprimento pedido da dimensão será igual a sua projeção; no segundo caso se deduzirá a dimensão de suas duas projeções pelo método que acabamos de descrever. (MONGE, 1799, p. 15, tradução nossa)¹⁵⁶

Com essa explicação, que implica em entender a reta com movimento no espaço, portanto assumindo diferentes posições no espaço, Monge sistematiza a possibilidade de representar o objeto em movimento no espaço. A representação da reta depende da sua relação com o plano de projeção, portanto se mudamos o plano de projeção temos nova representação para a reta do espaço. Podemos acompanhar uma simulação prática desta explicação com a figura 2.19. Nesta

¹⁵⁶ “on voit que si l’on a les deux projections d’un corps terminé par des faces planes, par des arêtes retilignes, et par des sommets d’angles solides, projections qui se réduisent aux systèmes des celles des arêtes retilignes, il sera facile d’en conclure la longueur de telle de ses dimensions qu’on voudra: car, ou cette dimension sera parallèle à un des deux plans de projection, ou elle sera em même temps oblique aux deux; dans le premier cas, la longueur demandée de la dimension sera égale à sa projection; dans le second, on la déduira de ses deux projections par le procédé que nous venons décrire.”

aplicação, as diferentes posições que o cubo assume em relação aos planos de projeção nos apresentam resultados do cubo representado em projeção ortogonal, em cavaleira e em axonométrica. Com este exemplo podemos verificar então que a partir do estudo do movimento do objeto no espaço Monge abarcou outros sistemas de representação.



Fonte: FERRER (1996).

Figura 2.19 – Representação do cubo através de mudanças de planos de projeção

2.1.10 POLIEDROS

Uma vez apresentados o ponto e a reta, Monge (1799, p.16) diz que seria a hora de apresentar os sólidos determinados por planos e arestas retilíneas;

porém não existe uma regra geral para esta operação: se verifica de ver em efeito, que segundo os supostos que determinem a posição dos vértices dos ângulos de um sólido, a construção de suas projeções

pode ser mais ou menos fácil, e que a natureza da operação deve depender desses supostos. Acontece nisso o mesmo que na álgebra, na qual não há nenhum método geral para por o problema em equação. (tradução nossa)¹⁵⁷

Embora Monge não tenha se interessado em aprofundar o estudo dos poliedros, devido à variedade de posições que podem assumir seus vértices, encontramos no exemplo de ensino do professor Ferrer, na Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, interesse na representação dos poliedros, combinando solução de problemas de geometria plana com geometria descritiva (figura 2.20)

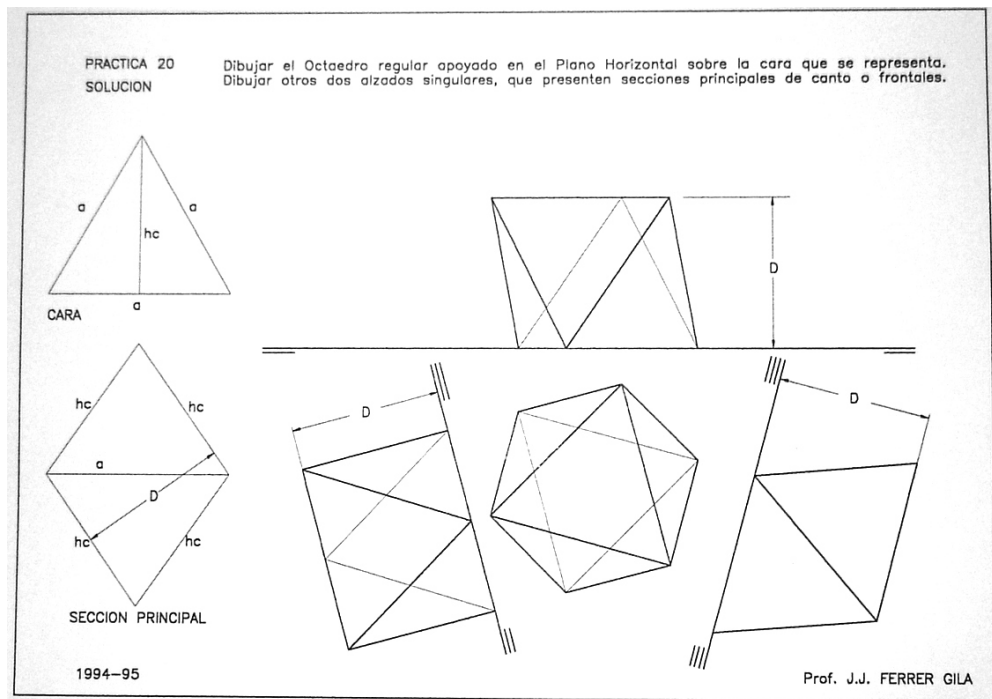
É possível entender a explicação de Monge sobre o seu pouco interesse em estudar os poliedros devido à dificuldade de uma equação geral sobre o problema. Entretanto, reconsiderando a justificativa de Monge podemos investigar sobre o conhecimento abarcando os poliedros na época das aulas de Monge, o que na verdade pode ter reforçado o desinteresse em aprofundar estudos sobre eles. Gani (2004, p. 126) afirma que “a representação de corpos poliédricos, assim como, a determinação de intersecções entre eles, não chegava a ser um problema para os precursores de Monge. Muito embora não houvesse um método específico, os arquitetos e engenheiros eram capazes de solucionar inúmeros casos de intersecções. Quanto aos corpos limitados por superfícies curvas, porém, a situação é bastante diferente”.

Por outro lado, o conhecimento que já estava bastante adiantado sobre os poliedros quando Monge deu suas lições não fazia parte dos requisitos do espaço métrico desejado para a época, fazendo-se ressalva ao cubo entronizado no poder da ilustração em substituição a proporção.

No seu *Arquitetura na Era da Ilustração*, Kaufmann comenta com palavras enfáticas a consolidação do “cubismo” como um procedimento compositivo revolucionário na época. Identificando seus precursores e centrando a atenção na *Horse Guards* de Willian Kent, conclui que primeiro os arquitetos progressistas

¹⁵⁷ “mais il n’y a pour cette opération aucune règle générale: on sent en effet que, selon la manière dont la position des sommets des angles d’un solide est définie, la construction de leurs projections peut être plus ou moins facile, et que la nature de l’opération doit dépendre de celle de la définition. Il en est précisément de cet objet comme de l’algèbre, dans laquelle il n’y a aucun procédé général pour mettre un problème en équations.”

ingleses e depois com mais violência os franceses lutaram pelo domínio do espaço mediante o cubismo. Assim, embora com resultados tímidos a *Horse Guards* sinaliza uma mudança mais profunda. (D'AGOSTINO, 2006)



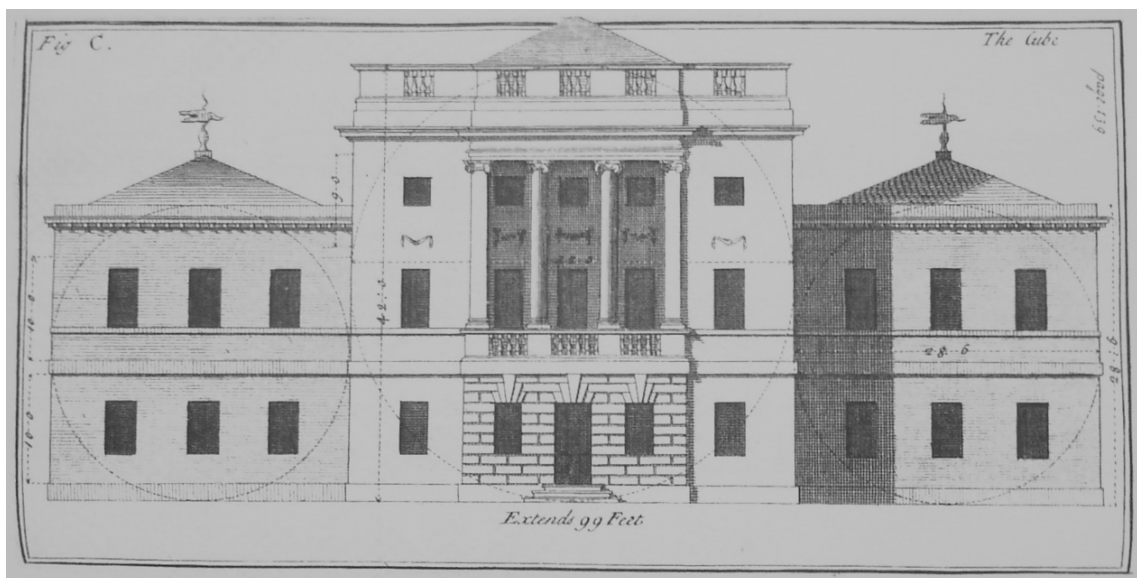
Fonte: FERRER (1996).

Figura 2.20 – Representação de poliedro em sistema diédrico a partir de fundamentos de geometria plana.

Em *Lectures on architecture* Morris elaborou um método de estudo das qualidades da arquitetura tendo em vista à compreensão dos princípios compositivos reguladores a partir de um cubo como unidade-célula que deveria deslocar-se horizontal e verticalmente. Como observa Kaufmann, o cubo adquire para Morris caráter mental que evidencia a idéia compositiva por trás das fachadas (figura 2.21). Com o deslocamento do entendimento da arquitetura valorizando a regularidade geométrica anuncia-se uma estética que busca a idéia compositiva como domínio do espaço, o que vem substituir o modo correto de ver pressuposto na perspectiva. Porém, este projeto esteve longe de ser levado às últimas conseqüências por Morris. (D'AGOSTINO, 2006)

Da efervescente discussão iluminista sobre a arquitetura ganha força o ensino das Escolas de Engenharia, de onde passam a se graduar a maior parte dos projetistas. Na *École Polytechnique*, Durand ministra o curso de Arquitetura com a propriedade de ter sido discípulo de Boullée e espectador das batalhas do período

revolucionário. O mérito do ensino de Durand recai em empregar o legado teórico e complexo que recebeu para transmitir um sistema de regras racionais e práticas com base na *conveniência* e na *economia*. A conveniência impõe que o edifício seja sólido, salubre e cômodo e a economia que seja de forma tão simples quanto possível, regular e simétrico. (BENEVOLO, 1998)



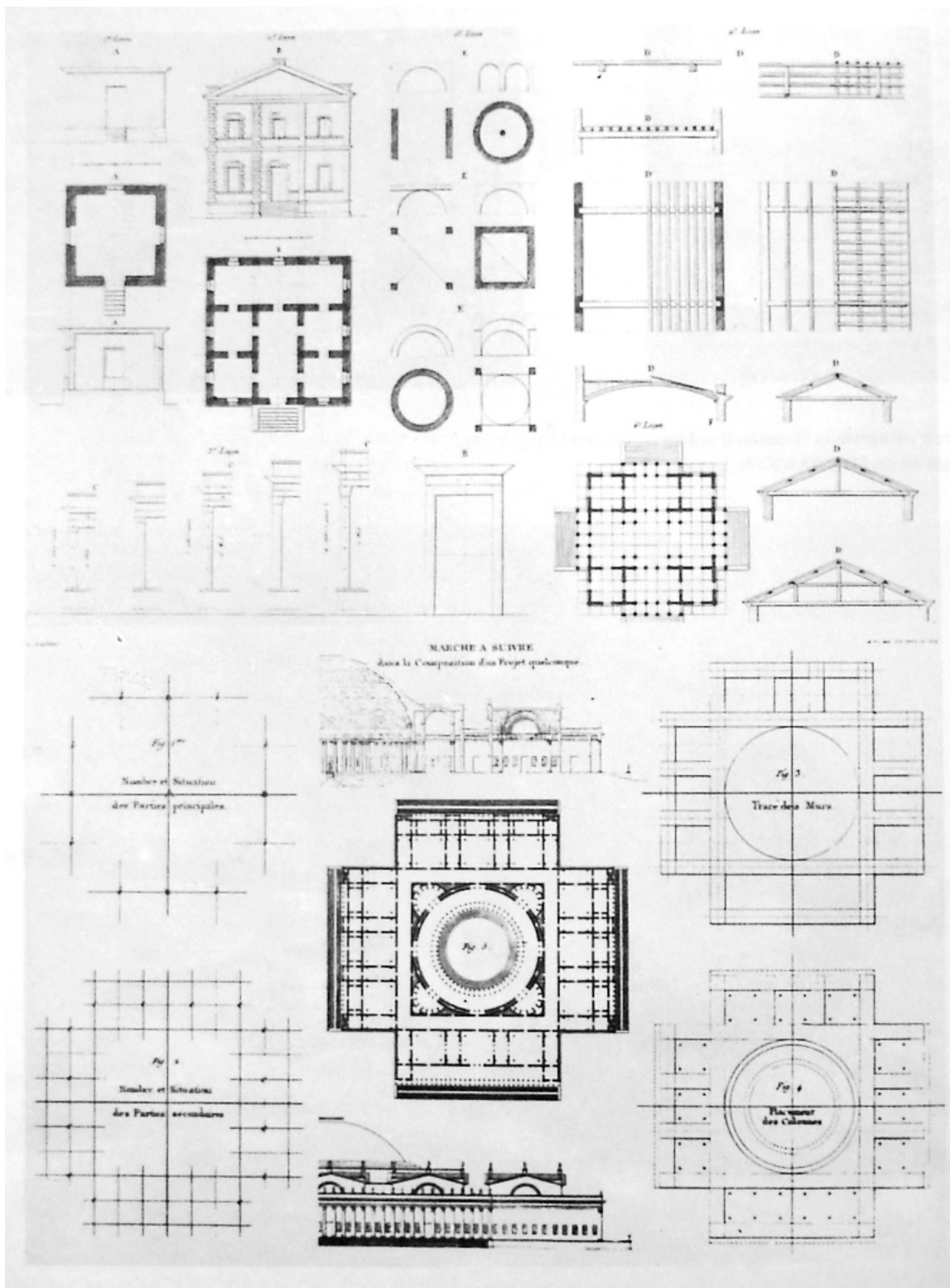
Fonte: D'AGOSTINO (2006, p. 95)

Figura 2.21 – Villa composta por três cubos extraída de *Lectures on architecture*, 2ª edição de 1759.

Com o ensino de Durand, o cubo: sólido, forma simples, regular e simétrico, prenuncia a ordem na arquitetura conduzido como elemento de linguagem compositiva, *marche a suivre dans la composition d'un projet quelquonque*, como requer Durand (figura 2.22). A partir de suas lições a composição por justaposição resulta em formas elementares e na predileção da cota por números redondos organizando a retícula. Com essa supremacia do cubo na composição arquitetônica é fácil entender porque Monge não se interessava por investigar detalhadamente os outros poliedros. O que já não lhe atraía por terem sido estudados e pela dificuldade de lei de geração única. De fato Monge buscava uma representação voltada para a racionalização.

D'Agostino (2006, p.104) explica que Argan alertou para a formação de um domínio formal e visual novo, contraposto aos valores numérico-proporcionais das ordens clássicas, com base no cubo como unidade espacial repetível ao infinito e no

standart, módulo regulador do organismo harmônico como princípio construtivo racionalizador.



Fonte: BENEVOLO (1998, p. 58)

Figura 2.22 – Os elementos dos edifícios e o método a seguir no projeto de um edifício qualquer, extraídos dos fascículos do curso de Durand na École Polytechnique.

2.1.11 GEOMETRIA DESCRITIVA & ÁLGEBRA

Se Monge tivesse adotado a antiga classificação da Geometria analítica, pelo grau das equações, por causa da reunião de formas díspares, não teria chegado ao resultado de classificar as superfícies pelo próprio conceito de superfície. Partindo da definição de superfície Monge estabeleceu duas classes de superfícies pelas geratrizes: as geradas pela reta e as geradas pela curva.

Um tema discutido por várias vezes na *Géométrie descriptive* é a analogia entre a análise e a geometria descritiva, como por exemplo no item 10 do capítulo I: " Não há nenhuma construção de geometria descritiva que não possa ser traduzida em análise; e quando o problema não comporta mais de três incógnitas, cada operação analítica pode ser considerada como a escritura de uma representação em geometria." (MONGE, 1799, p.16, tradução nossa) ¹⁵⁸

Segundo Gani(2004), na École Centrale de Travaux Publics Monge, responsável pelos trabalhos de estereotomia e de análise aplicada à geometria, associava uma folha de análise a cada prancha de geometria descritiva dada aos alunos, procurando incentivar a correspondência entre essas duas disciplinas.

Theodoro Olivier no seu *Cours de Géométrie Descriptive* de 1843 transcreveu a declaração de Monge: "Se eu refizesse minha obra que tem o título "de análise aplicada à Geometria" eu escreveria em duas colunas: na primeira eu daria as representações pela Geometria descritiva, em outras palavras pelo método das projeções, na segunda, as demonstrações pela análise"¹⁵⁹. (RODRIGUES, 1960, p. 71, tradução nossa)

Associar geometria e números não é novidade de Monge. Tal tipo de associação pode ser verificado em datas remotas. Monge inova com a sua

¹⁵⁸ "Il n'y a aucune construction de géométrie descriptive qui ne puisse être traduite en analyse; et lorsque les questions ne comportent pas plus de trois inconnues, chaque opération analytique peut être regardée comme l'écriture d'un spectacle en géométrie."

¹⁵⁹ "Si je refaisais mon ouvrage qui a pour titre "de l'analyse appliquée à la géométrie" je l'écrirais en deux colonnes: dans la première je donnerais les représentations par la géométrie descriptive, en d'autre termes par la méthode des projections, dans la second, les demonstrations par l'analyse".

geometria ao buscar uma superação à álgebra. Podemos entender essa inovação no contexto histórico.

Desde Platão a geometria era considerada a mais concisa, ideal e essencial das linguagens filosóficas. Para os gregos a aritmética (figura 30) era representada por uma figura feminina não tão nobre em seus adereços como a geometria, o que indica talvez, simbolicamente, a consideração da geometria como um nível superior de conhecimento. (KOPKE , 2006)

[...] a geometria como prática contemplativa é personificada por uma elegante e refinada dama, pois as funções geométricas, como atividade mental e intuitiva, sintetizadora e criativa, mas também exata, associa-se ao princípio feminino. Mas quando estas leis geométricas vêm a ser aplicadas na tecnologia da vida diária, são representadas como princípio masculino e racional: a geometria contemplativa se transforma em geometria prática. (LAWLOR apud KOPKE, 2006, p. 73)

Comparando as figuras 2.23 e 2.24, respectivamente, a aritmética e a geometria encontram-se associadas a uma interpretação indireta do mundo no caso da aritmética, através dos livros nas mãos da figura feminina e a uma interpretação direta a geometria, apoiada na contemplação. Ambas apresentam aplicações práticas.

Na Alta Idade Média podemos dizer que a geometria só existia como uma matemática da forma e que se encontrava muito atrás dos ensinamentos de aritmética, sem dúvida mais avançados. Quando afirmamos que a geometria era pouco considerada como tal, não queremos afirmar que as formas geométricas não eram utilizadas. Bem ao contrário, porém, esta utilização verificava-se como uma forma gráfica de levar ao projeto as relações aritméticas em relação à proporção. Dizendo de maneira diferente, circunferências, quadrados e outras formas geométricas tinham a função de transladar para a arquitetura a boa proporção. A presença das relações de boa proporção era algo inquestionável, vinculada à idéia de um cosmos como reflexo da perfeição divina. Configurava-se assim através da matemática um mundo pitagórico.(GUTIÉRREZ, 2003)



Fonte: KOPKE (2006, p. 74)
Figura 2.23 – Aritmética.



Fonte: KOPKE (2006, p. 73)
Figura 2.24 – Geometria.

Na Baixa Idade Média a influência aristotélica foi impondo-se sobre os princípios religiosos que dominavam o conhecimento. Isso resulta das Cruzadas que em seu propósito de cristianizar o Oriente traziam consigo algo da tradição árabe na qual haviam se enraizado as idéias de Aristóteles, de maneira mais profunda do que no Ocidente. Ao que nos interessa, essa tradição em alguns aspectos contradizia ao cristianismo, o que permitiu gradual transformação no conhecimento da época. Nesse contexto, um pouco da verdade do mundo podia ser entendida como acessível pela razão e o mundo que era reflexo da perfeição divina, recebeu a participação da razão como verdade revelada.

Com a influência árabe das Cruzadas foi introduzido o pensamento aristotélico, além de uma renovação ao interesse pela geometria no mundo Ocidental. Se na Idade Média parecia ter se perdido o interesse pela geometria, a geometria árabe começou a devolvê-lo. Entretanto é a junção da geometria ao pensamento aristotélico que promovem a crise do renascimento, (GUTIÉRREZ, 2003)

Segundo Foucault (1985), a razão era interpretada pela operação de semelhança nesta época. Espelhava a perfeição que Deus havia colocado no mundo, herança como foi visto da perfeição divina no mundo do período medieval.

O interesse pela aritmética, herança medieval, juntou-se com uma florescente geometria em torno de 1550 (figura 2.25). Assim, da conjunção de interesses propiciados por cada um desses ramos da matemática, foi possível o nascimento da análise algébrica. Tinha-se assim na matemática uma combinação perfeita entre a concreção dos números e a teorização generalista da geometria. O número servia-se de uma representação teórica para chegar a sua determinação concreta na prática. (GUTIÉRREZ, 2003) O que estava sucedendo-se no saber matemático era um aspecto do que ocorria no conhecimento em geral.

No final do século XVIII o fato de que o processo de algebrização havia se incrementado, ao ponto de que os aparatos de cálculo estavam muito complexos para auxiliar a solução de problemas de geometria, implicou no reaparecimento dos métodos 'sintéticos'. Isto é, incrementa-se o processo de não-algebrização busca-se a visualização com a sistematização da geometria descritiva. (BORDA, 2001)



Fonte: Kruft (2004, anexos).

Figura 2.25 – Capa da obra *La Nova Scientia* (1550) de Nicolò Tartaglia.

A proposição de Monge não é elementar. Tratava uma série de problemas novos e difíceis. Ele investigou as superfícies com aresta de retrocesso, as superfícies geodésicas e as linhas de maior declividade sobre elas, as superfícies de declividades idênticas, entre outras coisas, inspiradas em suas pesquisas geométrico-diferenciais (RIBINIKOV, 1991).

2.1.12 CLASSIFICAÇÃO DAS SUPERFÍCIES

O item 11 é dedicado à justificativa de que as convenções, apresentadas para representar os corpos poliédricos, não são convenientes para as superfícies curvas. Para representar os corpos determinados por superfície curvas seria necessário um grande número de pontos, buscando a aproximação da realidade. Para solucionar esse problema propõe no item seguinte o recurso utilizado para representação das superfícies curvas.

Não tem nenhuma superfície curva que não possa ser considerada como gerada pelo movimento de uma linha curva, ou seja de forma constante quando muda de posição, ou variável ao mesmo tempo de forma e de posição no espaço. [...]

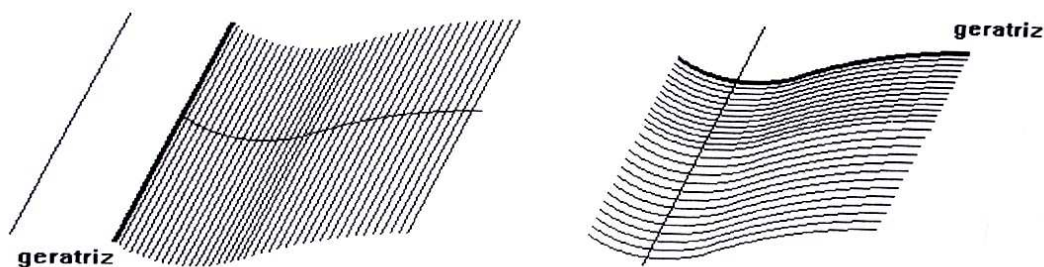
Portanto, não é representando a posição das projeções de alguns pontos particulares pelo quais passa a superfície curva que se determina sua forma e posição, mas sim, de modo que por qualquer um dos pontos da superfície curva seja possível construir a curva geratriz, segundo a forma e a posição que deva ter ao passar por esse ponto. Sobre o que é necessário observar: 1º que cada superfície curva podendo ser gerada de diferentes maneiras, depende da destreza de quem a representa, eleger entre as possibilidades de geração a que empregue a curva mais simples e que exija considerações menos trabalhosas; 2º que a experiência tem mostrado que indicar para cada ponto da superfície curva duas geratrizes é vantajoso em relação a considerar uma única com o estudo da lei do movimento e da mudança de forma de sua geração. (Monge, 1799, p. 18-20, tradução nossa)¹⁶⁰

“Assim, em geometria descritiva, para expressar a forma e a posição de uma superfície curva basta eleger um de seus pontos e por este passar duas geratrizes em projeção horizontal e vertical.” (MONGE, 1799, p. 20, tradução nossa)¹⁶¹ (figura 2.26)

¹⁶⁰ “Il n’y a aucune surface courbe qui ne puisse être regardée comme engendrée par le mouvement d’une ligne courbe, ou constante de forme lorsqu’elle change de position, ou variable en même temps et de forme et de position dans l’espace.[...]”

Ce n’est donc pas en donnant les projections des points individuels par lesquels passe une surface courbe, que l’on en détermine la forme et la position, mais en mettant à portée de construire par un point quelconque la courbe génératrice, suivant la forme et la position qu’elle doit avoir en passant par ce point. Sur quoi il faut observer, 1º que chaque surface courbe pouvant être engendrée d’un nombre infini de manières différentes, il est de l’adresse et de la sagacité de celui qui opère, de choisir, parmi toutes les générations possibles, celle qui emploie la courbe la plus simple, et qui exige les considérations les moins pénibles; 2º qu’un long usage a appris qu’au lieu de ne considérer pour chaque surface courbe qu’une seule de ses générations, ce qui exigeoit l’étude de la loi du mouvement et celle du changement de forme de sa génération.”

¹⁶¹ “Ainsi, dans la géométrie descriptive, pour exprimer la forme et la position d’une surface courbe, il suffit, pour un point quelconque de cette surface, et dont une des projections peut être prise à volonté,



Fonte: GANI (2004)

Figura 2.26 - Ilustração da idéia de Monge, sobre as gerações das superfícies cilíndricas.

O item 13 explica sobre o plano, que para Monge (1799, p. 20-21),

entre todas as superfícies é a mais simples e que se emprega com maior freqüência.

O plano é gerado por uma primeira reta de posição dada, e que se move de modo que todos os seus pontos descrevem retas paralelas a uma segunda reta dada. Se a segunda reta se encontra no plano que se considera, se pode também dizer que o plano é gerado pela segunda reta, que se move de modo que todos os seus pontos descrevem linhas retas paralelas a primeira. (tradução nossa)¹⁶²

Entretanto, no estudo da geometria descritiva indica-se a posição de um plano com as retas deste plano que interseccionam os planos de projeção, que são chamadas de traços do plano.

A partir do item 14 até o item 22 Monge apresenta a solução de nove questões para exercitar os métodos de projeção e de nos acostumar a fazer novos progressos com o uso da geometria descritiva. A primeira questão estuda paralelismo entre retas; a segunda, paralelismo entre planos; a terceira aborda a determinação de uma reta perpendicular a um plano passando por determinado ponto exterior ao plano e o pé desta perpendicular no plano; a quarta mostra como traçar um plano que seja perpendicular a uma determinada reta e que contenha um ponto determinado exterior a esta reta; a quinta mostra como construir a intersecção

de donner la manière de construire les projections horizontales et verticales de deux génératrices différents qui passent par ce point.”

¹⁶² “de toutes les surfaces, est la plus simple, et celle dont l’emploi est le plus fréquent.

Le plan est engendré par une première droite donnée d’abord de position, et qui se meut de manière que tous ses points décrivent des droites parallèles à une seconde droite donnée. Si la seconde droite est elle même dans le plan que l’on considère, on peut dire aussi que ce plan est engendré par la seconde droite, qui se meut de manière que tous ses points décrivent des droites parallèles à la première.”

de dois planos; a sexta como encontrar o ângulo entre dois planos determinados por seus traços; a sétima como encontrar o ângulo entre duas retas dadas; a oitava com encontrar o ângulo entre reta e plano determinados; e, por último, a nona estuda como determinar a projeção horizontal do ângulo dado entre duas retas das quais se conhece também o ângulo que fazem com o plano horizontal de projeção.

2.1.13 SUPERFÍCIES CURVAS

O capítulo II da obra trata das superfícies curvas. Expõe o método utilizado para representar planos tangentes e normais às superfícies curvas, na resolução de problemas nos quais intervêm as superfícies esféricas, cilíndricas, cônicas e de revolução. Justificamos este capítulo com exemplos de uso dos planos tangentes e das normais na arquitetura, na pintura e na solução de problemas de geometria.

O interesse de Monge em classificar as superfícies em desenvolvíveis e reversas é anterior a publicação de *Géométrie descriptive*. Segundo Rodrigues, suas primeiras idéias sobre este tema são lançadas em sua “Memoire sur les propriétés de plusieurs genres de surfaces courbes, particulièrement sur celles des surfaces developpables, avec une application à la theorie des ombres et des penombres”, apresentada à Academia de Paris em 11 de janeiro de 1711. O Interesse desse trabalho era o de corrigir o erro cometido pelos autores de livros de Estereotomia que não concebiam a diferença entre superfícies desenvolvíveis e reversas.

A relação espacial entre plano e superfície é o tema central do capítulo II. Explica-se no item 23 que todas as superfícies curvas podem ser geradas por movimentos de linhas curvas e que se por um ponto qualquer da superfície estiver passando duas geratrizes para as quais se concebem tangentes neste ponto, então o plano que passa por estas duas tangentes é o plano tangente a esta superfície. Pelo ponto de contato entre o plano tangente e a superfície curva pode ser tirada a perpendicular ao plano tangente que é considerada normal a superfície curva.

Os planos tangentes e as normais às superfícies curvas são úteis a um grande número de artes, e os exemplos apresentados serão tomados da arquitetura e da pintura, esclarece Monge. Na arquitetura busca o exemplo das abóbadas que são compostas de partes, que apresentam juntas perpendiculares entre si e são

perpendiculares à superfície curva da abóbada. Portanto a decomposição de uma abóbada em partes exige a consideração dos planos tangentes e das normais à superfície curva da abóbada.

Sobre a pintura comenta que é geralmente composta de duas partes: uma que requer do artista um grande uso da filosofia, exigindo conhecimento exato sobre a natureza das coisas para despertar a emoção no expectador; e outra que tem por objetivo a exata execução das concepções da primeira, onde nada é arbitrário e tudo pode ser previsto por raciocínio rigoroso. Exemplifica a segunda com as relações de luz e sombra dos pontos de uma superfície curva que podem ser estudadas com o auxílio do plano tangente a estes pontos dependendo do olho do observador.

Além da utilidade nas artes, o estudo dos planos tangentes e das normais às superfícies curvas apresentam facilidade na solução de outros exemplos, que são apresentados nos itens 28 a 34. Em alguns casos para facilitar a solução da questão abrevia-se o método geral da determinação do plano tangente exposto no item 23, porém por algo equivalente. Quanto às normais serão consideradas como retas perpendiculares aos planos tangentes para simplificar o entendimento.

As três primeiras questões desse capítulo abordam os casos de planos tangentes a um ponto considerado sobre as superfícies cilíndrica, cônica e de revolução, das quais se conhece a projeção horizontal; a quarta questão estuda a menor distância entre duas retas dadas e que é perpendicular a estas retas; a solução é encontrada considerando uma superfície cilíndrica tocada por um plano, o que não seria necessário.

Sobre a determinação dos planos tangentes às superfícies curvas, passando por pontos exteriores a elas, as explicações são baseadas em exemplos utilizando fortificações e a pintura. O exemplo baseado nas fortificações explica sobre o plano de desfilamento. No exemplo baseado na pintura explica que o ponto brilhante de uma superfície funciona como um espelho e envia ao olho uma parte da imagem do corpo luminoso. Nessa condição, o raio de luz incidente sobre o objeto e o raio reflexo que se dirige ao olho do observador estão contidos em um plano perpendicular ao plano tangente neste ponto.

Os planos tangentes às superfícies curvas por pontos exteriores a elas são estudados com ênfase nos planos tangentes à superfície esférica. Abordam-se os

casos de plano tangente à superfície esférica: que passe por uma reta dada exterior a esfera, que seja tangente a duas esferas dadas e também o que seja tangente a três esferas dadas. Os casos de plano tangente à superfície cilíndrica e à superfície cônica por um ponto qualquer exterior a elas e, o plano tangente à uma superfície de revolução dada que passe por uma reta dada, encerram os exemplos apresentados no capítulo II.

2.1.14 INTERSECÇÃO DAS SUPERFÍCIES CURVAS

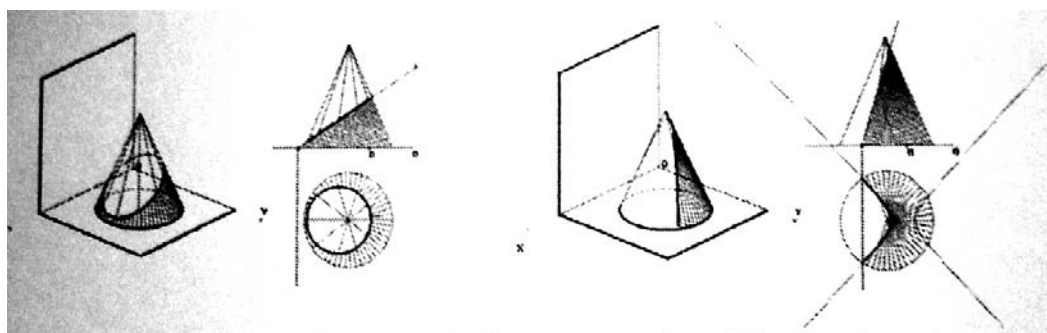
As intersecções de superfícies curvas e as tangentes a essas intersecções são tratadas no capítulo III da obra. Esclarece que em geral o resultado dessas intersecções são curvas de 'dupla curvatura', por pertencerem ao mesmo tempo às curvaturas das duas superfícies, e acrescenta possibilidades de representação particulares para essas curvas, como planas, linhas retas e até mesmo o ponto. Antes de determinar as intersecções das superfícies curvas, trata da analogia entre geometria e análise, ressaltando a importância de pensar em ambas como representação. Apresenta então a intersecção de superfícies como caso geral, seguida de diversos exemplos de complexidade crescente.

Quando a geração de duas superfícies curvas está determinada e conhecida, e os pontos do espaço por quais passam não são arbitrários; quando tomando qualquer uma das projeções de seus pontos é possível construir a outra, então a posição dos pontos em comum entre estas duas superfícies está determinada. A posição destes pontos é consequência da geração destas superfícies, afirma Monge no capítulo III. Entre os resultados obtidos como intersecção de duas superfícies curvas o caso mais geral é uma curva, que pode ser plana ou de dupla curvatura. Em casos raros pode ser uma reta, e mais dificilmente pode ser reduzida a um ponto.

As operações de eliminação em álgebra apresentam analogia com as operações pelas quais na geometria descritiva são determinadas as intersecções de superfícies curvas. Assim sendo as operações analíticas são a escritura dos resultados de movimentos de pontos, linhas, curvas e superfícies no espaço. Essa relação entre a álgebra e a geometria descritiva é o que nos permite tratar

problemas da geometria descritiva utilizando computação gráfica como no exemplo apresentado na figura 2.27.

O primeiro problema apresentado por Monge mostra a definição de uma curva de dupla curvatura resultado da interseção de duas superfícies curvas; o segundo problema mostra um plano tangente a uma curva de interseção. Seguem-se exemplos de interseção de superfície cilíndrica e cônica com um plano secante, de superfícies cônicas entre si e cônica com esférica, de superfícies cilíndricas, de superfícies de revolução e ainda de planificação da superfície cônica com sua seção.



Fonte: GANI (2004)

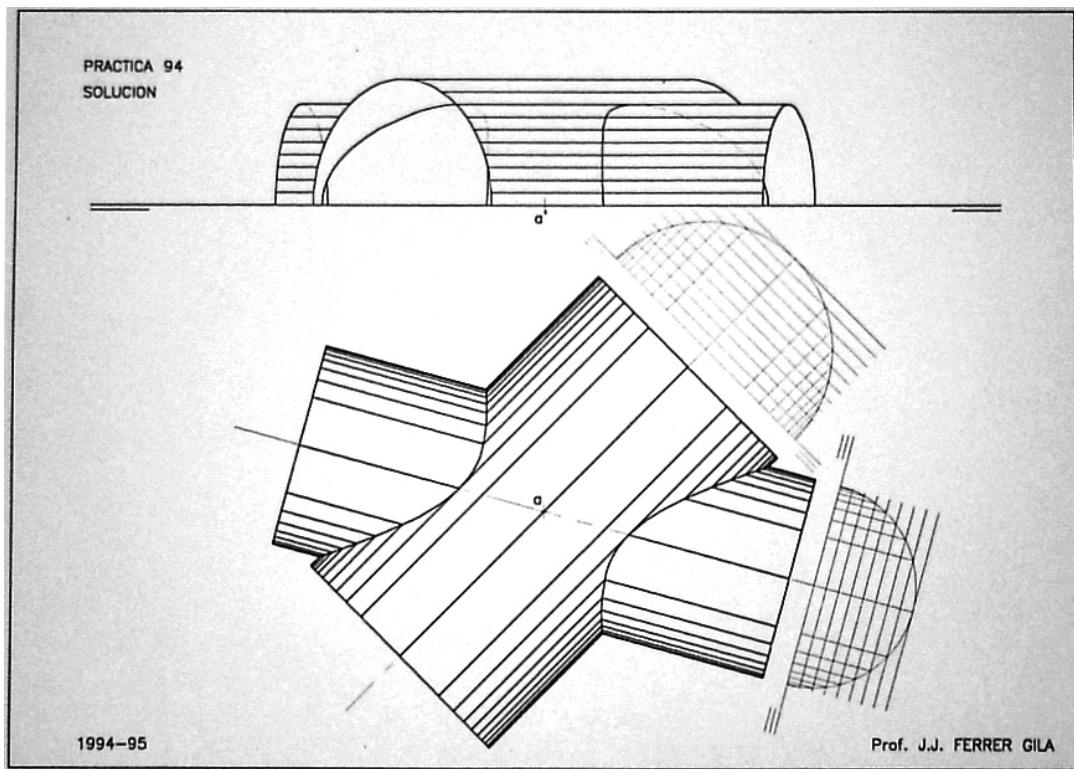
Figura 2.27 - Ilustração da idéia de Monge, sobre seções em superfícies utilizando recursos de informática.

2.1.15 APLICANDO SUPERFÍCIES CURVAS

Como aplicação do método para descrever a intersecção das superfícies são resolvidos três problemas de caráter prático e outros três de natureza geométrica, no capítulo IV. Essas aplicações são apresentadas como esclarecimentos, uma vez que Monge constata que no capítulo III o problema da intersecção das superfícies foi abordado de maneira abstrata.

No quarto capítulo são apresentadas diversas questões aplicando o método de construir as intersecções das superfícies curvas para o que Monge justifica: deve a geometria descritiva um dia chegar a ser uma das partes principais da educação nacional porque os métodos que apresenta são tão necessários aos artistas como é a leitura, a escrita e a aritmética. Cremos que é útil mostrar, através de exemplos,

como pode superar a análise na resolução de um grande número de questões que à primeira vista não parecem suscetíveis deste tipo de solução. Estes exemplos começarão pela intersecção de planos e seguirão com as intersecções de superfícies curvas (figura 2.28).



Fonte: FERRER (1996).

Figura 2.28 – Aplicação da idéia de geração de superfícies de Monge aplicada à solução de um problema de arquitetura .

A propósito do exemplo apresentado, “as interrelações entre as partes, e entre elas e o todo, são o que mostra a mudança de uma arquitetura para outra, não o estilo em si”. (KAUFMANN apud MAHFUZ , 2005, p. 13).

2.1.16 APROFUNDANDO O ESTUDO DAS SUPERFÍCIES CURVAS

O último capítulo dedica-se a investigar sobre a curvatura das linhas e superfícies com considerações da geometria descritiva. O autor ressalta que o que foi visto até o capítulo quatro é suficiente para os alunos da escola secundária.

Entretanto, para que os professores se tornem capazes de resolver qualquer problema, e que sejam capacitados para ajudar os artistas diante de novos problemas que possam se deparar, julga necessário aprofundar o estudo das curvas nessa parte. Com a consciência de que pela análise é mais fácil estudar as superfícies curvas, expõe sobre esse assunto como representações gráficas, por conhecer a não familiarização dos artistas com a análise e a relevância dos resultados sobre este tema para seus trabalhos.

2.1.17 ADIÇÕES

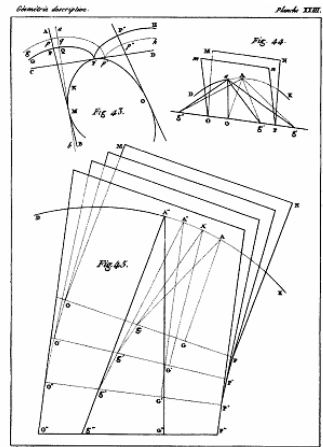
Depois dos capítulos, 'as adições' complementam os estudos abordados nos itens 4, 12 e 30. Sabe-se por Taton (1951) que essas adições foram extraídas dos *comptes rendus* das seções de debates e das folhas de análise aplicadas à geometria.

Nessa última parte do livro, Hachette acrescenta explicações sobre três temas abordados nos capítulos da obra. Na Adição I é estudada a interseção de três cilindros de base circular. Isso complementa o item quatro da publicação, em que Monge analisa a viabilidade de utilizar três retas como referência para um ponto do espaço.

A Adição II trata da geração das superfícies curvas. Esta adição exemplificando a geração das superfícies reversas completa o item doze, em que são tratadas as gerações das superfícies cilíndricas, cônicas e de revolução.

Com a Adição III é traçado um plano tangente a uma superfície por um ponto, sendo a superfície reversa. Essa última adição dá seqüência ao item 30, em que Monge estudou o plano tangente a uma superfície de revolução por um ponto.

CONCLUSÕES



Organizamos esta investigação em duas partes consideradas fundamentais. A primeira, por tratarmos dos subsídios necessários para a segunda parte. E a segunda, por desconstruirmos a teoria mongeana na busca de argumentar sobre a hipótese enunciada para este trabalho. Entendemos, assim, a partir desta organização, que para estas últimas reflexões, o sustento principal está na segunda parte do trabalho, a desconstrução de *Géométrie descriptive*.

Na desconstrução da *Géométrie descriptive*, a qual acompanhou a linearidade do texto, aspectos variados imbricavam-se nos subterrâneos, embora surgissem de maneira fragmentada por muitas vezes de item para item. Enfocavam alternadamente o social, o poder, o ensino, a representação, etc. dependendo de quanto queiramos aqui fracionar os saberes. Afirmamos isto para justificar a especial relevância que se insere nesta conclusão, que terá o papel de juntar as 'peças' espalhadas ao longo da desconstrução e apresentar um corpo novo.

Nesta conclusão não seguimos a ordem linear orientadora da desconstrução, mas sim, encaminhamos para a colocação das 'peças', com seus devidos encaixes, não na busca do Frankenstein da representação da arquitetura, mas sim da apresentação de um corpo teórico renovado para a representação da arquitetura. Renovado, não no sentido de ter sido criada uma nova teoria de representação, mas sim, de vir a ser apresentado sem fissuras e remendos com outros saberes de representação na arquitetura, desde a sua publicação no final do século XVIII. Tratamos então estas conclusões, a seguir, com uma visão da

representação na arquitetura produzida a partir 'de diversas lentes', filtrada no seu próprio processo.

Encontramos a primeira apresentação da *geometria descritiva* no *Projet d'écoles secondaires pour artisans et ouvriers* de 1793 para a organização do ensino francês por Monge. Portanto, a representação de Monge toma repercussão a partir de iniciativa do ensino como saber oficial, como requeriam seus conteúdos de base matemática. Em seguida foi ministrada na *École Centrale de Travaux Publics* em cursos revolucionários de três meses com seis horas de aula ao dia. Somadas tais horas de aula temos aproximadamente 400 horas de aula o que é um número bem maior do que costuma constar nos nossos atuais currículos de arquitetura.

Depois de ensinada na *École Centrale de Travaux Publics* foi instituída na *École Normale*, e daí com o fechamento desta escola passou para o ensino de engenheiros na *École Polytechnique*. Iniciou-se o ensino da geometria descritiva, antes para engenheiros do que para arquitetos. E, com as escolas politécnicas espalhando-se pelo mundo no final do século XVIII e início do XIX, foi facilmente assimilada pelas escolas de engenharia, mais aproximada da solução de problemas técnicos do que estéticos.

No Brasil iniciaram-se os estudos de geometria descritiva na Academia Real Militar, em 1812 e nesse mesmo ano foi feita uma tradução da *Géométrie descriptive* na qual seu autor acrescenta no final umas notas e adições nas quais ressalta a importância da geometria descritiva para as arquiteturas civil, militar e naval. Pelo que conseguimos investigar é a partir desta data então que a geometria descritiva ingressou no ensino de arquitetura no Brasil, embora só com a República temos um curso de arquitetura independente na Academia Nacional de Belas Artes. A geometria foi então inserida no Brasil por requisitos do governo como tinha ocorrido na França, estabelecendo vínculos entre representação e poder. Naturalmente contribuindo com a hierarquia social.

Destacamos como importante na valorização e permanência da geometria descritiva no ensino brasileiro, a figura de Rui Barbosa, com preocupações, não diretamente ligadas à arquitetura mas sim a industrialização. Tal influência de Rui Barbosa devemos às exposições universais mantendo o desenho com visão utilitarista. Entretanto, conseguimos acompanhar mudanças de legislações no Brasil,

as quais levaram o desenho a ser incorporado nos livros de matemática e o ensino de geometria descritiva relegado aos departamentos de matemática como um saber não aplicado. Constatamos então um distanciamento entre as soluções de problemas práticos da arquitetura e o ensino da geometria descritiva nas escolas de arquitetura.

Resgatando a história da representação em arquitetura encontramos como possibilidades de representação o sistema diédrico, as perspectivas cavaleiras, axonométricas e as cônicas, além das maquetes. Sistemas de representação que podem ser operados à mão ou a mouse. Até aqui nada de novo, o que pode impressionar é que a partir do sistema diédrico podem ser geradas todas as outras representações que acabamos de citar. Do sistema diédrico serem geradas perspectivas cônicas, já se sabe à partir das explicações de Monge e de outros autores. A relação do diédrico, com as cavaleiras e especial as axonométricas, é que estava encoberta pelos tratados de ensino de representação subseqüentes à Monge, os quais referendavam suas diferentes origens históricas.

O grande avanço de Gaspard Monge para a representação em arquitetura foi instituir o movimento na representação. Se antes de sua teoria a perspectiva apreendia o espaço de um ponto fixo, a partir dela o espaço é dinâmico, epistemologicamente adequado ao contexto da sua sistematização. E é, justamente o movimento dos planos de projeção que permitiu que o sistema diédrico incorporasse a representação cavaleira e axonométrica. Nesse sentido atribuímos hegemonia ao sistema diédrico.

Ainda com o movimento, que Monge explicou como operador da representação diédrica, passou a ser possível tratar de verdadeiras grandezas dos objetos, ou seja, tratar de problemas métricos. Resolvendo os problemas métricos através da representação se constitui a geometria descritiva adequada a arquitetura pela reversibilidade inerente a seus procedimentos gráficos que permitem a reconstrução dos objetos no espaço. Incluindo as maquetes reais.

Até aqui, concluímos que a geometria descritiva extrapola o sistema de representação que lhe deu origem, entretanto ao que nos parece, seria pouco se limitada ao desenho à mão diante do paradigma da computação gráfica em que nos encontramos. Verificamos que não existem fissuras profundas entre a geometria

descritiva e a informática devido à base que a geometria descritiva foi sistematizada, a matemática. Assim, incorporada a teoria mongeana, da sua tradição de representação manual para a digital justifica-se sua sobrevivência no ensino de representação da arquitetura

Quanto ao método de ensino da geometria descritiva recomendamos para a seqüência do ensino da geometria descritiva que tenha como objetivo central o entendimento do espaço tridimensional, requisito da arquitetura, pressuposto de Monge. Isso requer uma simplificação da exposição do método, tratando os conceitos do método sem casuística. Para que fique bem claro, explicar sobre a reta e o ponto no espaço não requer sete demonstrações diferentes de posições de reta no espaço, enquanto que explicar o ponto no espaço, não necessita de nove posições especiais. Isso implica em voltar a breve exposição de Monge, ao seu simplificado diedro de plano horizontal e vertical, originado das *chaises*, que serviam para resolver problemas práticos de construção, deixando de lado especulações em quatro diedros. Assim, apontamos um ensino de geometria descritiva purificado da produção subsequente que a distanciou dos problemas práticos projetuais.

Aprofundando o questionamento da geometria descritiva na representação arquitetônica verificamos que essa teoria da representação influenciou nas bases do ensino do projeto arquitetônico na época de sua publicação, na École Polytechnique e na École de Beaux-Arts. Assim epistemologicamente, encontramos fundamentos das lições de Monge em Durand e Quatremère.

Recorrendo a Quatremère, não devemos confundir o tipo com modelo, um tipo é uma idéia geral da forma de um edifício e permite variação enquanto que um modelo se copia. Nesse sentido, de um estudo que vai do geral para o particular, com origem na invenção podemos considerar a geometria descritiva operadora do projeto arquitetônico.

Considerando os estreitos vínculos da representação mongeana com o método de ensinar projeto constituído por Durand, o qual instituiu um método excelente no que se refere a que os alunos possam operar com a ausência da realidade da construção, apropriando-se de espaços em escalas diferentes da natural, interpretamos o uso da escala métrica decimal e a modulação como operadores da prática projetual legados das lições de Monge.

Por fim, a geometria descritiva se mantém na representação da arquitetura, fundamentalmente por esta inserida com profundidade no pensamento moderno constituído em fortes bases matemáticas. A tecnologia dos aparelhos informáticos absorve a matemática e, portanto dialoga com a teoria mongeana, permitindo que esta se constitua atual na realidade da representação. Não é necessário mudar todo o ensino da geometria descritiva para a arquitetura, o que seria o mesmo que elimina-la dos currículos, o que é necessário sim, é (re)significar seu ensino a partir de alguns pressupostos, que foram apontado neste trabalho.

Ainda, um depois da tese

A trajetória desta pesquisa, tinha como ponto de partida alguns questionamentos da minha atividade docente na disciplina de Geometria Descritiva no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Passo Fundo. Em especial em relação ao método de representação do espaço da geometria descritiva com a arquitetura. E, justamente pensando nessa fase inicial da investigação lembro de dois nomes importantes, a professora Mari Claire Pola e o professor Vito Cardone. Explico porque. Com esta estudiosa da geometria descritiva consegui cópia de um original de *Géométrie descriptive* (1799), o que significou ao longo do estudo manusear as lições de Monge com a sua paginação verdadeira, diferente das outras possibilidades que tinha até então de estudá-la por suas traduções. Obrigada Mari, e, também por me apresentar o Professor Cardone. A esse professor italiano ao qual também agradeço, devo muitas das referências citadas neste trabalho aos seus envios de correio.

Para resolver meus questionamentos sobre ensino da geometria descritiva, escrevi este trabalho. Ao concluí-lo tenho esclarecidas algumas possibilidades de seqüência para minha trajetória de ensino. Um ensino de geometria descritiva, preconizado nos fundamentos da representação mongeana, dispensando a abstração do ensino de alguns professores posteriores à Monge. Com a mesma certeza que Monge afirmava no programa de *Géométrie descriptive* (1799, p.1) “[...]”

todos esses objetivos só se conseguirão dando a educação uma direção nova [...]”¹⁶³ acredito em mudanças no ensino de geometria descritiva.

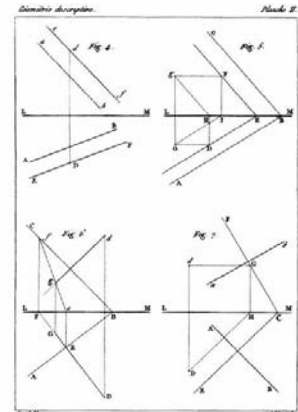
Ao findar este estudo deixo a abertura de sua continuidade apontando em especial, para o aprofundamento da investigação sobre as lições de representação das superfícies de Monge no ensino de arquitetura.

Eliane Panisson

Passo Fundo, abril de 2007.

¹⁶³ “[...] toutes ces vues qu’en donnant à l’éducation nationale une direction nouvelle [...]”

REFERÊNCIAS



Associação Brasileira de Professores de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. **Síntese dos quatro Simpósios Nacionais de Geometria Descritiva e Desenho Técnico realizados entre os anos de 1955 e 1963.** Fundação Educacional de Bauru. Faculdade de Engenharia. Departamento de Representação Gráfica, 1983.

ALBERTI, Leon Battista. **Da pintura.** Tradução de Antonio da Silveira Mendonça. Campinas: Editora da UNICAMP, 1992.

ALMAGRO, Antonio. **Fotogrametria y representación de la arquitectura.** Comitê Nacional Español del ICOMOS. Comité Internacional de Fotogrametria Arquitectónica. CIPA. X Symposium Internacional. Granada, 1998.

ALONSO, Jesús San José. **La vocación de aprender arquitectura. Consideraciones sobre el levantamiento arquitectónico en el Renacimiento.** In: Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica. Año 4. Las Palmas de Gran Canaria, 1996. Número quatro. Departamento de Expresión Gráfica y Proyección Arquitectónica de la E.T.S.A. de Las Palmas de Gran Canaria.

AMODEO, F. **Albrecht Dürer, precursore di Monge.** In: Atti della Reale Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche, série Segunda, v. XIII, Napoles, 1908.

ANDRADE, Manuel Caetano Queiróz. **Representação Cavaleira.** Tese de concurso para provimento da cadeira de geometria descritiva, projetiva e aplicações técnicas na Escola de Engenharia de Pernambuco da Universidade do Recife. 1955. Recife: Inery, 1955.

ARAGO, D. F. J. **Gaspard Monge, biographie lue en séance publique de l'Academie des Sciences.** In: Gide et J. , T.O. Weigel, Oeuvres complètes de François Arago, Notices Biographiques, t.2, v. 2, Paris, Leipzig, 1854, p.428-592. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr>>. Acesso em: out. 2005.

ARGAN, Giulio Carlo. **El concepto del espacio arquitectónico desde el Barroco a nuestros días.** Tradução: Liliana Rainis. Buenos Aires: Nueva Visión, 1973.

BARBOSA, Rui 1849-1923. **Desenho: um revolucionador de idéias.** [cento e vinte anos de discurso brasileiro]/Rui Barbosa; diretor editorial Luiz Vidal Negreiros Gomes. Santa Maria: sCHDs, 2004.

BARTHES, Roland. **A câmara clara: nota sobre a fotografia.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1984.

BARTHES, Roland. **Crítica e verdade.** São Paulo: Perspectiva, 1999.

BASTOS, Simone. **De que época vem a representação arquitetônica por meio de plantas e cortes?** In: AU Arquitetura e Urbanismo, Ano 21, n. 153, dez/2006, Ed. PINI.

BELHOSTE, B.; TATON, R. “**L’invention d’une langue des figures**”. In: DHOMBRES, J. L’École normale de l’na III. Leçons de mathématiques. Paris: Dunod, 1992, p. 269-317.

BELHOSTE, Bruno. **Représentation de l’espace et géométrie de Dürer à Monge.** In: La science à l’époque moderne. Actes du colloque de 1996. Bulletin n. 21. Paris: Presses de l’Université de Paris-Sorbonne, 1998.

BELL, E. T. **Historia de las matemáticas.** Tradução de R. Ortiz. México: Fondo de Cultura Económica, 1996, 2ª ed.

BENEVOLO, Leonardo. **História da arquitetura moderna.** São Paulo: Perspectiva, 1998.

BOYER, Carl Benjamin. **História da matemática.** São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

BORDA, Adriane B. A. S. **Los saberes constitutivos del Modelado Geométrico y Visual, desde las instituciones científicas e profesionales a las escuelas de Arquitectura: Un análisis de Transposición didáctica.** Tese de doutorado, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, Espanha, 2001.

BORGES, Marcos Martins. **Formas de Representação de projeto.** In: NAVEIRO, Ricardo Manfredi e OLIVEIRA, Vanderli Fava de.(org) O projeto de engenharia, arquitetura e desenho industrial: conceitos, reflexões, aplicações e formação profissional. Juiz de Fora: Ed. UFJF, 2001.

BOSSE, Abraham. **La pratique du trait a preuves de Mr. Desargues Lyonnais, pour la coupe de pierres en la architecture.** Paris: l’auteur, 1643. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr>>. Acesso em: out. 2005.

BOSSE, Abraham. **Traité des manières de dessiner les ordres de l’architecture antique em toutes leurs parties.** Paris: l’auteur, 1664. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr>>. Acesso em: out. 2005.

BOUTINET, J. –P. **Antropologia do projeto.** Porto Alegre: ARTMED, 2002.

BRAGA, Marco et al. **Breve história da ciência moderna: das Luzes ao sonho do doutor Frankenstein.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2005, v. 3.

BRANDÃO, Carlos Antônio Leite. **A formação do homem moderno vista através da arquitetura.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.

BRANDÃO, Pedro. **Ética e profissões, no design urbano. Livro II - Profissão de arquiteto - identidade e prospectiva.** Tese de doutorado, Universidade de Barcelona, Barcelona, 2004.

CABEZAS GELABERT, Lino. **La enseñanza del dibujo técnico, entre el academicismo da la geometría descriptiva y las nuevas tecnologías.** (19??)

CABEZAS GELABERT, Lino. **Los nuevos planteamientos en la enseñanza de los sistemas de representación, con aplicación a la enseñanza secundaria.** Cuadernos de Didáctica. Universidad de Zaragoza, 1997.

CAMPOS, Ana Rita Sulz de Almeida. **O estado do desenho no ensino oficial brasileiro.** In: Graphica2000. Ouro Preto, 2000.

CANAL, Maria Fernanda (Ed). **El gran libro de la perspectiva.** Barcelona: Parramón, 1999.

CARDONE, V. **Evolución de la enseñanza de las asignaturas de la expresión gráfica en las facultades de ingeniería, en Italia.** In: Atas do GRAPHICA2001. São Paulo, 5-9 de novembro, 2001.

CARDONE, Vito e DI MAIO, Luciano. **L'applicazione della riforma nelle facoltà di ingegneria: situazione, problemi, prospettive.** Salerno: CUES, 2003.

CARDONE, Vito. **Ancora su Gaspard Monge e la geometria descrittiva.** In: XY – Dimensione Del disegno. Anno XII, n. 32-33, gennaio-agosto, 1998, p. 64-77.

CARDONE, Vito. **Centralità dell'insegnamento della geometria descrittiva nell'era del disegno automatico.** In: Relazioni e memorie del XVII Convegno internazionale dei docenti della Rappresentazione nelle Facoltà di Architettura e di ingegneria. Praha, 21-25 de agosto, 1995, p. 19-26.

CARDONE, Vito. **Dalla geometria descrittiva al CAD.** In: EMMER, L. e MANARESI, M. Matematica, arte, tecnologia, cinema. Milão: SPRINGER-VERLAG, p. 201-211, 2001.

CARDONE, Vito. **Gaspard Monge scienziato della rivoluzione.** Nápoles: CUEN, 1996.

CARDONE, Vito. **Modelli grafici dell'architettura e del territorio.** Napoli: CUEN, 1999.

CATTANI, Airton. **Recursos informáticos e telemáticos como suporte para formação e qualificação de trabalhadores na construção civil.** Tese de doutorado em Informática na Educação. UFRGS, CINTED, PGIE, Porto Alegre, 2001. Disponível em www.ufrgs.br/des

CHOAY, Françoise. **A regra e o modelo – sobre a teoria da arquitetura e do urbanismo**. São Paulo: Perspectiva, s.d. Traduzido de: La règle et le modele – Sur la théorie de l'architecture et d'urbanisme, 1980.

COTTINGHAM, Jonh. **A filosofia de Descartes**. Tradução: Maria do Rosário Sousa Guedes. Lisboa: edições 70, 1986.

D'AGOSTINO, Mario H. S. **Geometrias simbólicas da arquitetura**. São Paulo: HUCITEC, 2006.

DE L'ORME, P. **Le premier tome de l'architecture**. Paris: Federic Morel, 1567. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr>>. Acesso em: out. 2005.

DE L'ORME, P. **Nouvelles inventions pour bien bastir et à petits fraiz**. Paris: Federic Morel, 1561. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr>>. Acesso em: out. 2005.

DELEUZE, Gilles. **A dobra: Leibnitz e o barroco**. São Paulo: Papyrus, 1991.

DERRIDA, Jacques. **La desconstrucción en las fronteras de la filosofía: la retirada de la metáfora**. Barcelona: Paidós, 2001.

DESARGUES, G. **Coupe des pierres**. In: POUDRA, N. G. Oeuvres de Desargues. Paris: Leiber, 1864, t.1. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr>>. Acesso em: out. 2005.

DÍAZ, Enrique Rabasa. **El dibujo de proyecciones y el significado de “ver”, en los escritos de L. Wittgenstein**. In: Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica. Año 4. Las Palmas de Gran Canaria, 1996. Número quatro. Departamento de Expresión Gráfica y Proyección Arquitectónica de la E.T.S.A. de Las Palmas de Gran Canaria.

DIEGO, Margarita de Luxán García de. **Arquitectura y enseñanza: fundamentos epistemológicos/conversaciones hermeneúticas**. In: Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica. Año 8. Valencia, 2003. Número ocho. Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica de la U.P.V.

DIEHL, Astor Antônio. **Vinho velho em pipa nova: o pós-moderno e o fim da história**. Passo Fundo: Ediupf, 1997.

DIRETRIZES CURRICULARES PARA O ENSINO DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO. Brasília: MEC, 1996. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces06_06.pdf Acesso em abril de 2007.

DORFMAN, Beatriz. **A arquitetura na era da dobra**. In: Agora. Vol. 8, n.1 e 2. (Jan./Dez. 2002). – Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2003.

DÓRIA, Renato Palumbo. **Entre a arte e a ciência: o ensino do desenho no Brasil do século XIX**. In: MARTINS, R. A.; MARTINS, L.A.C.P.; SILVA, C.C; FERREIRA, J. M.H. (eds.) Filosofia e história da ciência no Cone Sul: 3º Encontro. Campinas: AFHIC, 2004. p 378-385.

EVES, Howard. **História da Geometria**. Tradução: Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1992.

F.I.C. **Elementos de geometria descritiva**, revistos e adaptados por E. B. Raja Gabaglia. Rio de Janeiro: H. Garnier, 1910.

FERREIRA, António Gomes. **Dicionário de português-latim**. Porto: Porto Editora, 1997.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

FERRER GILA, Juan José. **Prácticas resueltas y ejercicios de evaluación**. Curso 1994-95. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, 1996.

FERRO, Sérgio. **O canteiro e o desenho**. São Paulo: Prolivros, 2005.

FIOCCA, A. **La geometría descriptiva in Italia (1798-1838)**. In: Bollettino di Storia delle Scienze Matematiche, v. XII (1992) fasc.2, pp.187-249.

FOUCAULT, Michel. **As palavras e as coisas: uma arqueologia das ciências humanas**. Tradução: Salma Tannus Muchail. São Paulo: Martins fontes, 1985.

FRÉZIER, A.. **La théorie et la pratique de la coupe des pierres e des bois, pour la construction des voûtes et autres parties des bâtiments civils & militaires, ou Traité de stéréotomie a l'usage de l'architecture**, t.1. Strasbourg: Jean Daniel Doulsseker lê Fils. Paris: L.H.Guerin, 1737. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr>>. Acesso em: out. 2005.

FUÃO, Fernando Freitas. **A arquitectura como collage**. Tese de doutorado. Universitat Politècnica da Catalunya, Barcelona, 1992.

FUÃO, Fernando Freitas.. **A representação do Matias**. Palestra originalmente proferida no SIGRADI 2004 – UNISINOS – São Leopoldo – Brasil e publicada em http://fernando.fuao.arq.br/fuao_artigo_repmatias.htm. Acesso em: jun 2005.

GANI, Danusa Chini. **As lições de Gaspard Monge e o ensino subsequente da geometria descritiva**. Dissertação de Mestrado em História da Ciências e das Técnicas e Epistemologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

GARCÍA, Carmen. **Proyecto docente**. Concurso oposición para Profesor Titular de la Universidad Politécnica de Madrid. ETSAM. 1998.

GARCÍA, Rolando. **O conhecimento em construção: das formulações de Jean Piaget à teoria de sistemas complexos**. Trad. Valério Campos. Porto Alegre: Artmed, 2002.

GASPARD Monge. <http://perso.wanadoo.fr/alta.mathematica/monge.html>. Acesso em: jan. 2004.

GEOMETRIA descritiva. www.terravista.pt/enseada/1524/ . Acesso em 04/01/2004

GRAEFF, Edgar A. **Arte e técnica na formação do arquiteto**. São Paulo: Studio Nobel: Fundação Vilanova Artigas, 1995.

GRILLO, Antonio Carlos D.. **Lá arquitectura y la naturaleza compleja: arquitectura, ciência y mimesis a finales del siglo XX**. Tese de doutorado. UPC/Departament de Composició Arquitectònica, Barcelona, 2005.

GROPIUS, Walter. **Bauhaus: nova arquitetura**. Tradução: J. Guinsburg e Ingrid Dormien. São Paulo: perspectiva, 1988.

GRUSZYNSKI, Ana Cláudia. **Design Gráfico: do invisível ao inteligível**. Rio de Janeiro: 2AB, 2000.

GUTIÉRREZ, Mercedes Carretero. **Claves epistemológicas del arte y la ciencia em los desarrollos de la modernidad**. Tese de doutorado. UCM/Facultad de Bellas Artes, Madrid, 2003.

HARVEY, David. **Condição Pós-Moderna**. Tradução: Adail Ubirajara Sobral e Maria Stela Gonçalves. São Paulo: Loyola, 2004.

JANTZEN, Sylvio Arnoldo. **Por uma Pedagogia da Arquitetura: formação crítica e tradição da profissão**. Tese de doutorado. UFRGS/FE, Porto Alegre, 2001.

JOUSSE, Mathurin. **L'art de charpenterie**. Paris: T. Moette, 1642.

KATINSKY, Júlio Roberto. **Renascença: estudos periféricos**. São Paulo: FAUUSP, 2002.

KEIL, Ivete e TIBURI, Márcia. **Diálogo sobre o corpo**. Porto Alegre: Escritos Editora, 2004.

KOPKE, Regina Coeli Moraes. **Geometria, desenho, escola e transdisciplinaridade: abordagens possíveis para a educação**. Tese de doutorado. UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

KRUFT, Hanno-Walter. **Geschichte der architekturtheorie**. München: Verlag, 2004.

KRÜGER, Mario. **As leituras e a recepção do De Re Aedificatoria de Leon Battista Alberti**. Revista eletrônica homelessmonalisa. Departamento de Arquitectura da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Disponível em: <http://homelessmonalisa.darq.uc.pt/MarioKruger/ParaumaLeituradoDeReAedificatoria.htm> Acesso em: mai. 2007.

Lei 9.394 – Lei de diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1996.

LINS, Ivan Guimarães & MARTINS, Vitor. **Daquilo que eu sei**. 1981. Disponível em: <http://www.ivanlins.com.br>. Acesso em: jan. 2007.

LIPPERT, H.G. Baugeschichte. **Materiellen zur Vorlesung**. III-1. Dresden: TU Dresden, 2004.

LIPPERT, H.G. Baugeschichte. **Materiellen zur Vorlesung**. III-2. Dresden: TU Dresden, 2004.

LORIA, G. **Storia della Geometria Descrittiva dalle origini ai nostri giorni**. Milão: Hoepli, 1921.

LORIA, G. **Storia delle matematiche**. Milão: Hoepli, 1921, v. III.

MACHADO, Ardevan. **Perspectiva: teoria e exercícios**. São Paulo: Pini, 1988

MAFHUZ, Edson da Cunha. **Ensaio sobre a razão compositiva**. Viçosa: UFV, Impr. Univ.; Belo Horizonte: AP Cultural, 1995.

MARQUES, Mario Osório. **A orientação da pesquisa nos programas de pós-graduação**. In: Bianchetti, L. e Machado, Ana Maria Netto (org.). *A bússola do escrever: desafios e estratégias na orientação de teses e dissertações*. Florianópolis: Ed. da UFSC; São Paulo: Cortez, 2002.

MARTÍNEZ, Alfonso Corona. **Ensaio sobre o projeto**. Tradução de Ane Lise Spaltemberg. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2000.

MASSIRONI, Manfredo. **Ver pelo desenho**. São Paulo: Martins Fontes, 1982. Tradução de Cidália de Brito.

MATHURIN, Jousse. **L'art de charpenterie de Mathurin Jousse, corrigé et augmenté de ce qu'il y a de plus curieux dans cet art, et des machines les plus nécessaires à un charpentier**. Paris: Moethe, 1702. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr>>. Acesso em: out. 2005.

MEDEIROS, Lígia Maria Sampaio de. **O desenho como suporte cognitivo nas etapas preliminares de projeto**. Tese de doutorado em Engenharia de Produção. Rio de Janeiro: COPPE, 2002.

MIGLIARI, Ricardo. **La vita e l'ópera di Monge: critica de un'apologia**, XY, dimensioni del disegno 27-28, 1996, pp. 22-28.

MIRANDA, Samuel Santos de. **O papel da geometria descritiva espacial: um estudo das seções de um cubo**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – PUC, São Paulo, 2006. Disponível em: http://www.pucsp.br/pos/edmat/ma/dissertacao_samuel_miranda

MONEDERO, Javier. **Dibujo intuitivo y técnicas de representación**. In: Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica. Año 4. Las Palmas de Gran Canaria, 1996. Número quatro. Departamento de Expresión Gráfica y Projectación Arquitectónica de la E.T.S.A. de Las Palmas de Gran Canaria.

MONEDERO, Javier. **Enseñanza y práctica profesional de la arquitectura em Europa y Estados Unidos**. Departament d'Expressió Gràfica Arquitectònica I, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, 2003.

MONGE, G., **Géométrie Descriptive**. Paris: Baudoin, 1799.

MONGE, Gaspard. **Geometria descriptiva**. Madrid en la Imprenta Real, año de 1803. Edición Facsimilar del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, 1996.

MORA, José Ferrater. **Dicionário de filosofia**. Tomo I (A-D). Barcelona: Ariel, 1994.

NASCIMENTO, Milton. & BASTOS, Ronaldo. **Menino**. 1976. Disponível em: <<http://odia.terra.com.br/especial/outros/milton>. Acesso em: x jan.2007.

OLIVEIRA, Mário Mendonça de. **Desenho de arquitetura pré-renascentista**. Salvador: EDUFBA, 2002.

OLIVEIRA, Rogério de Castro. **Conhecimento e projeto: o conceito de imitação como fundamento de um paradigma didático da arquitetura**. Dissertação de mestrado em Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1992.

OLIVEIRA, Rogério de Castro. **Construções figurativas. Representação e operação no projeto de composições espaciais: traçados, modelos, arquiteturas**. Tese de doutorado em Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

OLIVEIRA, Rogério de Castro. **Projeto arquitetônico, projeto educativo: algumas considerações sobre um falso dilema pedagógico**. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Arquitetura, junho/91. Trabalho apresentado no 1º fórum sobre conceitos atuais no ensino de arquitetura, Campo Grande, 25 a 27/jul/91.

OLIVEIRA, Rogério de Castro. **Quatrèmere de Quincy eo essai sur l'imitation: o alvorecer da crítica no horizonte da modernidade**. In: KIEFER, Flávio et al. Crítica na arquitetura. Porto Alegre: Ritter dos Reis, 2001.

PANISSON, Eliane. **A questão da representação a partir da metáfora e da alegoria**. In: WICKERT, Ana Paula (org.). Arquitetura e urbanismo em debate. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2005.

PANOFSKY, Erwin. **Significado nas artes visuais**. Tradução: Maria Clara F. Kneese e J. Guinsburg. São Paulo: Perspectiva, 1991, 3ª ed.

PEREIRA, Tânia Calovi. **Le Corbusier e Aldo Rossi: dois conceitos de representação**. Dissertação de mestrado. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura. UFRGS/Faculdade de Arquitetura, Porto alegre, RS, 1999.

PEVSNER, Nikolaus. **Os pioneiros do desenho moderno: de Wiliam Morris a Walter Gropius**. São Paulo: Martins Fontes, 1994. Tradução de João Paulo Monteiro.

PIGNATARI, Décio. **Semiótica e literatura**. São Paulo: Perspectiva, 1974.

PÓLA, MARIE-CLAIRE RIBEIRO. GDVISU@L, **Une approche interactive por un meilleur apprentissage de la géométrie descriptive**. Tese de doutorado em Technologie Éducative. Université Laval, Québec, 2000.

POLLION, M. Vitruve. **Livre Premier De L'Architecture**. Disponível em: <http://remacle.org/bloodwolf/erudits/vitruve/livre1.htm#4>. Acesso em: fev. 2007.

PORTELLA, Underléa Bruscato. **De lo digital en arquitectura**. Tese de doutorado em Comunicación Visual en Arquitectura y Diseño. ETSAB/UPC, Barcelona, 2006.

POUDRA, N. G. **Oeuvres de Desargues**. Paris: Leiber, 1864, t 1. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr>>. Acesso em: out. 2005.

REYES, Paulo Belo. **A noção de representação nos processos digitais**. In: O Sentido e o Universo Digital. VIII Congresso Ibero-Americano de Gráfica Digital (10 a 12 de novembro, 2004: São Leopoldo. Anais... São Leopoldo: Impressos Portão, 2004, 390-392.

RIBINIKOV, 1991. **História de las matemáticas**. Tradução ao espanhol, editorial Mir, 1987. 1ª edição 1987. 1ª reimpressão 1991.

RICCA, Guilherme. **Geometria descritiva: método de Monge**. Lisboa: Fundação Calouste Gubelkian, 2000.

RODRIGUES, Álvaro. **Operações fundamentais e poliedros**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1973.

ROSA, José Antonio Ruiz . **Hacia dónde vamos? Retazos y sugerencias conceptuales**. In: VIII CONGRESO DE EXPRESION GRAFICA, 2000. Barcelona. Anais...Barcelona:, 2000, p.

SÁENZ, Santiago Martinez. **El dibujo arquitectónico y la proyectación**. In: Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica. Año 4. Las Palmas de Gran Canaria, 1996. Número quatro. Departamento de Expresión Gráfica y Proyectación Arquitectónica de la E.T.S.A. de Las Palmas de Gran Canaria.

SANTAELLA, Lúcia & WINFRIED, Nöth. **Imagem: Cognição, semiótica, mídia**. São Paulo: Iluminuras, 1998.

SANTOS, J. F.; FOSSA, J. A. **A concepção cartesiana de mathesis universalis**. In: Seminário Nacional de História da Matemática (8 a 11.: 2001: Natal) Anais... Rio Claro: SBHMat, 2001, 296-302.

SANZ García, Maria Agripina y MORATALLA de la Hoz, Ascensión. Geometria y arquitectura (I), **Geometria em la arquitectura**. Cuadernos de apoyo a la docência del Instituto Juan de Herrera de la Escuela de Arquitectura de Madrid. 1998.

SCHMIDT, Mario Furley. **Nova história crítica**. São Paulo: Nova Geração, 2002.

SCHUBRING, G. **Análise histórica de livros de matemática**. São Paulo: Autores Associados, 2003.

SERRES, Michel. **As origens da geometria**. Lisboa: Terramar, 1993.

SILVA, Clóvis Pereira da. **A matemática no Brasil**. Curitiba: Ed. Da UFPR, 1992. Trabalho originalmente apresentado como tese de doutoramento na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, em 1989.

SILVA, João P. E; MONTEIRO, Antônio, PAIS, M.. **Breve resenha crítica dos métodos de representação gráfica até Gaspard Monge**. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA GRÁFICA (XIII.: 2001:Badajós). Anais. Badajós: Universidad de Extremadura, Departamento de Expresión Gráfica, 2001.

STRÖHER, Ronaldo de Azambuja. **Lições Albertianas para a prática da arquitetura contemporânea**. Tese de doutorado. PROPAR-UFRGS, Porto Alegre, 2006.

SOARES, Cláudio César Pinto. **O espírito científico e o medo do novo**. In: ENCONTRO REGIONAL DE EXPRESSÃO GRÁFICA (5, 2006: Salvador. Anais:

TATON, René. **L'Oeuvre scientifique de Monge**. Paris, Presses Universitaires de France, 1951.

TATON, René. Um project d'écoles secondaires pour artisans et ouvriers, prepare par Monge em septembre 1793. In: DHOMBRES, J (dir.), **L'École Normale de l'an III. Leçons de Mathématiques**, Paris, Dunod, p. 574-582.

TOURNÈS, Dominique. **Pour une histoire du calcul graphique**. Revue d'histoire des mathématiques, 6, 2000, pp. 127-161.

TREVISAN, C. **Per la storia della stereotomia: geometrie, metodi e costruzioni**. Ed. Eletrônica, 2000, p. 52-74. Disponível em: <<http://brezza.iuav.it/dpa/ricerche/trevisan/>>. Acesso em: out. 2005.

ULBRICHT, Vania R. **Modelagem cognitiva do módulo avaliação do estudante de um sistema de ensino inteligente auxiliado por computador para a geometria descritiva**. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção) – PPGEP, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1992.

VALLDECABRES, Rafael. **Bases Psicológicas para la Expresión gráfica del Espacio Arquitetónico**. Tese de Doutorado. UPV, Valencia, 1983.

VASCONCELOS, Ângela Petrucci. **O saber do desenho e o ensino de arquitetura: relações, perspectivas e desafios**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Educação da UFPel. Pelotas, 1997.

VIRILIO, Paul. **O espaço crítico**. Tradução de Paulo Roberto Pires. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.

VERBEEK, Yves. **Diccionario de langue française**. França: Connaissance, 1995.

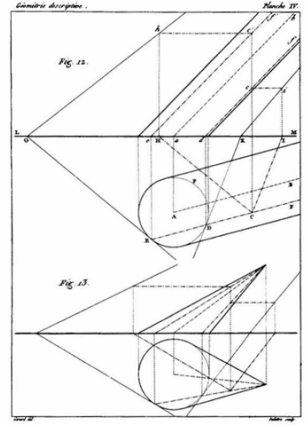
WEBER, Max. **A objetividade do conhecimento nas ciências sociais**. In: COHN, Gabriel (Org.). Weber. 3 ed. São Paulo: Ática, 1986, p. 97. (Coleção Grandes Cientistas Sociais).

WITTGENSTEIN, Ludwig. **Investigações filosóficas**. Trad. José Carlos Bruni. São Paulo: Abril Cultural, 1975.

WITTGENSTEIN, Ludwig. **Tractatus lógico-philosophicus**. Trad. Luiz Henrique Lopes dos Santos. São Paulo: EDUSP, 1994.

ZULUETA Pérez, Patricia e SUÁREZ Sánchez, Raquel. **Algunos textos en la formación gráfica de los técnicos antes de Monge**. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA GRÁFICA (XIII.: 2001:Badajós). Anais. Badajós: Universidad de Extremadura, Departamento de Expresión Gráfica, 2001. p. 12-13

ANEXO 1



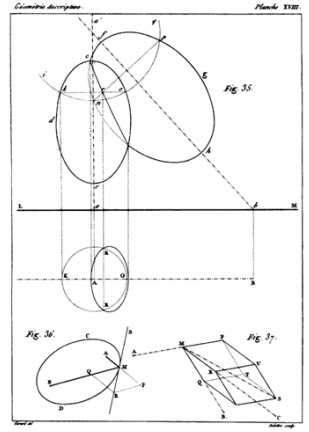
Antecedentes históricos à publicação de
Geometria Descritiva de Gaspard Monge, 1799.

AUTOR ÉPOCA	DADO HISTÓRICO
Euclides 315-215 a.C.	Os Elementos de Euclides tem uma exposição geométrica, inclusive os números estão representados como segmentos. Os meios de construção geométrica estão limitados ao uso da régua e compasso e, devido a isso os <i>Elementos</i> estão ausentes dos métodos de cálculo.
Cláudio Ptolomeu 85-165	Fundador da cartografia utilizava a projeção ortogonal. (CARDONE, 1996) Na sua obra <i>Das três dimensões do corpo</i> , introduziu a noção de três eixos ortogonais, de forma intuitiva.
Vitruvius I d.C.	Apresenta em <i>De architectura</i> as projeções ortogonais para uso em projetos arquitetônicos como ichonographia (planta), orthographia (fachada) e scaenographia (um tipo de perspectiva), sem explicações de como proceder os desenhos. (CARDONE, 1996) A obra de Vitruvius é considerada uma recopilção do saber arquitetônico transmitido de Grécia a Roma e, só foi encontrada e traduzida no final do século XV. (BORDA, 2001)
Villard de Honnecourt	Mostra que a arquitetura gótica exige um desenho detalhado de cortes de pedras embora não exista ainda no campo arquitetônico a ruptura entre projeto e execução. (CARDONE, 1996)
Filipo Brunelleschi (1377-1446)	Estuda a perspectiva com o auxílio das tabuletas e espelhos.
Alberti	Escreveu <i>Da pintura sobre a perspectiva</i> , tratando seu traçado com o uso de uma moldura.
Albrech Dürer 1471-1528	Estudou a relação entre geometria e a técnica prática para desenhar a perspectiva. (CARDONE, 1996) Chegou a ser considerado precursor de Monge por Amodeo (1932).
Vignola (1507-1573)	Elabora um tratado onde a perspectiva era o principal meio de projeção no campo arquitetônico onde já existe a ruptura entre fase projetual e fase executiva. (CARDONE, 1996)

Piero della Francesca	Escreveu <i>De prospectiva pingendi</i> .
Philibert de l'Orme (1510-1570)	Arquiteto francês que se utilizou da dupla projeção para tratar de estereotomia e representação de estruturas complexas sem definir sua importância. (CARDONE, 1996)
Girard Desargues (1591-1661)	Acenou a possibilidade de que um ponto do espaço pode ser medido e transportado a um sistema de referência semelhante ao cartesiano. (Cardone, 1996) Escreveu <i>Bosquejo del camino hacia los fenómenos que ocurren durante el encuentro de un cono con un plano</i> em 1639, servindo de base a nova ciência geométrica, a geometria projetiva. (RIBINIKOV, 1991)
Descartes (1596-1650)	Representou o ponto no espaço usando duas projeções ortogonais simultâneas. (DESCARTES, 1664, p.64)
Mathurin Jousse (1607-1...)	Escreveu duas obras: <i>Le théâtre de l'art de charpentier enrichi de diverses figures avec l'interpretation d'icelles fait et dressé par Mathurin Jousse de La Flèche</i> . La Flèche:George Griveau, 1627. Esta obra foi , foi corrigida e argumentada por M. D. L. H., conforme diz na capa que a apresenta com o título de <i>L'art de charpenterie</i> de Mathurin Jousse, com data de 1702. <i>Le secret d'architecture découvrant fidèlement les traits géométrics, coupes et desrobements nécessaires dans les bastiments</i> . La Flèche: George Griveau, 1642.
François Derand (1588-1644)	Derand em 1763, publicou <i>Architecture des voûtes ou l'art des traits et coupe des voûtes</i> , no qual faz restrições aos tratados anteriores de estereotomia, excluindo o de Desargues e, apesar de ser um tratado bastante incompleto, é a primeira obra que reúne diversos problemas relativos à técnica do desenho de Arquitetura. (TATON, 1951)
Abrahan Bosse (1602-1676)	Elaborou um tratado que privilegia a apresentação de imagens, tratando essencialmente do corte de pedras a partir dos conceitos de Desargues.(TREVISAN, 2001)
Camillo Guarino Guarini (1624-1683)	Tratou questões de relação entre um objeto e suas projeções ortogonais , quase antecipando a descoberta mongeana em dois tratados: <i>Euclides adauctus et methodicus mathematicaque universalis</i> (1671) e na publicação póstuma de <i>Architettura civile</i> (1737). (CARDONE, 1996)
Milliet de Chasles	Na sua obra de matemática pura dedicou um capítulo ao corte de pedras, <i>Lapidum sectione</i> , escrita em 1762. (GANI, 2004)

Philippe de la Hire	<i>Traité de la coupe des pierres</i> . Bibliothèque de l'Institut de France, Paris. 1596.
Jean Baptiste de la Ruë	<i>Traité de la coupe des pierres</i> . Paris: Royale, 1728. Tratou sobre os primeiros passos descritivos da Trompe do Castello di Anet, estudados por Delorme e Padre Derand. (TREVISAN, 2001)
Edme Blanchard	<i>Traité de la coupe des bois pour lê revêtement des voutes, arrières-voussures, trompes, rampes et tours rondes, utiles aux arts de la charpente, menui-serie et marbrier</i> . Paris: Josse et Jombert, 1729. Apresenta representações do ponto com projeções verticais e horizontais que se correspondem, entretanto usando duas letras distintas que referem-se a um mesmo ponto. (TREVISAN, 2001)
Johann Heinrich Lambert (1728-1777)	Foi reconhecido por Taton (1951) como o precursor mais imediato do método mongeano de representação do espaço. Mostrou um controle dos fundamentos geométricos da perspectiva e das técnicas gráficas. (CARDONE, 1996)
Amédée François Frézier (1682-1773)	Mostra que para representar o objeto é necessário duas projeções ortogonais, sem uma clara concepção de relação entre o espaço tridimensional e o plano de desenho. (CARDONE, 1996)
Blaise Boye	<i>L'architecture des voutes</i> . Bibliothèque Municipale Bordeaux, 1741, obra manuscrita com 86 folhas, além do índice apresenta procedimentos descritivos menos intuitivos do que os propostos por De La Ruë, não colocando letras para indicar a correspondência entre as projeções de um mesmo ponto. (TREVISAN, 2001)
Monge (1746-1818)	Pela primeira vez é utilizado o nome Geometria descritiva: em um plano de estudos que Monge preparou para a convenção. (TATON, 1951, p.579) Prepara 24 lições manuscritas que são aplicadas de 21 de dezembro de 1794 a 19 de janeiro de 1795 para a classificação dos alunos selecionados para a <i>Ecole centrale de travaux publics</i> . (TATON, 1951, p.93-95) (O plano de curso destas lições encontram-se traduzidas como axexo em Gani (2004) e não contém a denominação geometria descritiva.
Sylvestre François Lacroix (1765-1843)	Publica um tratado de geometria descritiva. (MIGLIARI, 1996) Contribui com a rápida propagação da geometria descritiva a partir das numerosas edições e traduções de seu tratado <i>Éléments de Géométrie descriptive</i> ou <i>Essais de Géométrie sur les plans et les surfaces courbes</i> . (TATON, 1951)

ANEXO 2



NOUVELLES
INVENTIONS POVR BIEN
 BASTIR ET A PETITS FRAIZ, TROVVEES
 n'agueres par Philibert de L'orme
 Lyonnois , Architecte, Con-
 seiller & Aulmonier ordi-
 naire du feu Roy Henry,
 & Abbé de S. Eloy
 lez Noyon.

✓
 244.



A PARIS,

De l'Imprimerie de Federic Morel, rue S. Iean
 de Beauvais au franc Meurier.

M. D. L X I.

Avec priuilege du Roy.





LE ART
DE
CHARPENTERIE

DE
MATHURIN FOUSSE,

Corrigé & augmenté de ce qu'il y a de plus
curieux dans cet Art, & des Machines
les plus nécessaires à un Charpentier.

Par M^R. D. L. H.

Le tout enrichy de Figures & de Tailles douces.

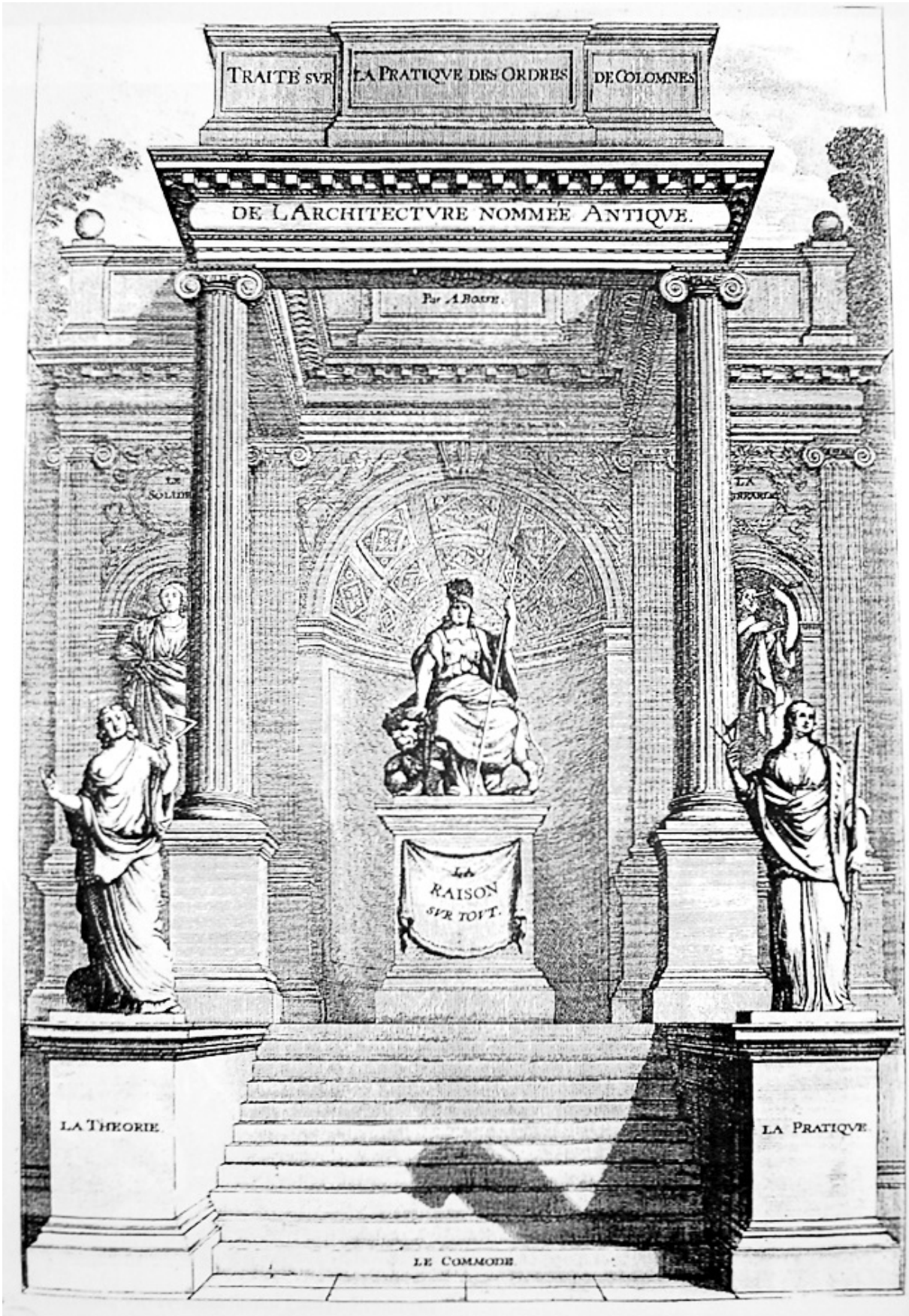


A PARIS,

Chez THOMAS MOETTE, rue de la Bouclerie,
au bas de la rue de la Harpe, près le Pont
Saint Michel, à Saint Alexs.

M. DCCIL

AVEC PRIVILEGE DU ROY.



TRAITE
DES MANIERES
DE DESSINER LES ORDRES
DE L'ARCHITECTURE ANTIQUE
EN TOUTES LEURS PARTIES.

*Avec plusieurs belles Particularitez qui n'ont point
paru jusques a present sous le Bastim de Marquis*

Comme,

*La NATURELLE Entree des gros et menis
Membres de leurs Degrez ou Escaliers.*

Puis,

*Le MOYEN d'arrester par Dessin et Modelle
en petit, les parties d'un Edifice, en sorte
qu'estant Execute' en grand, il fasse l'effet
que l'on s'est proposé.*

Enfin,

*La PRATIQUE de trouver la place geometrique des
jours Ombres et ombrees, sur le Corps Geometrique*

Par A. BOSSE.

*A Paris Chez l'Auteur, au Salon du Palais
sur le Quay vis à vis celuy de la
Magasin.*

MDCCLXIII.

AVEC PRIVILEGE.

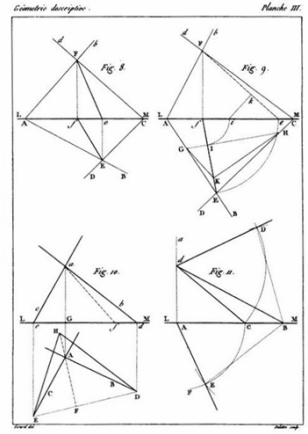
16493
G É O M É T R I E
D E S C R I P T I V E.

LEÇONS
DONNÉES AUX ÉCOLES NORMALES,
L'AN 3 DE LA RÉPUBLIQUE;
PAR GASPARD MONGE, de l'Institut national.

PARIS,
BAUDOUIN, Imprimeur du Corps législatif et de l'Institut
national.

AN VII.

ANEXO 3



Traduções e primeiras obras a partir da obra
Géométrie Descriptive de 1799 de Gaspard Monge

Lezione ad uso delle scuole normale di Francia raccolte per mezzo dei stenografi e rivedute dai professori. Milano: Netti, 1798. Tradução: C.L. Esta obra traduz parte das lições de Geometria Descritiva, dadas às Escolas Normais, no ano 3 da República; por Gaspard Monge, antes dessas lições serem publicadas na edição autônoma de 1799. (FIOCCA, 1992.)

MONGE, G., *Géométrie Descriptive*. Paris: Baudoin, 1799. Reedições desta obra: 3ª edição com um suplemento redigido por Hachette, 1811; 4ª ed. por B. BRISSON, Paris, 1820; 5ª ed. Paris, 1827; 6ª ed. Paris, 1838; 7ª ed. Paris, 1847. Outras edições em francês: Bruxelas, 1827; Bruxelas, 1854, Paris, 1922. (TATON, 1951)

Primeira tradução espanhola

MONGE, Gaspard. *Geometria descriptiva*. Madrid en la Imprenta Real, año de 1803. Edición Facsimilar del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, 1996.

Primeira tradução italiana

Trattato elementare di geometria descrittiva. Tomo I che contiene le lezione di geometria descrittiva di Gaspard Monge tradotto dal francese con note da G. Placci. Bologna: fratelli Masi, 1805. (FIOCCA, 1992.)

Primeiro texto de geometria descritiva italiano

FLAUTI, Vincenzo. *Elementi di geometria descrittiva*. Roma: Salvioni, 1807. (Fiocca, 1992)
TRAMONTINI, Giuseppe. *Saggio teorico-pratico intorno alla eterminazione delle ombre*. Firenze: 1805. In: Problema gráfico, Mem. Mat. e Fis. della Soc. It. , vol. XIII, parte I, 1807, pp. 38-66. (FIOCCA, 1992)

TRAMONTINI, Giuseppe. *Delle proiezioni grafiche e delle loro principali applicazioni, trattato teorico-pratico ad uso della R. Scuola Militare del Genio e dell'Artiglieria come ancora di tutti I giovani architetti ed engegneri civili*. Modena: Società Tipografica, 1811. Esta obra apresenta na primeira parte a teoria de representação desenvolvida segundo o método de Monge e na segunda parte mostra as principais aplicações de geometria descritiva. (FIOCCA, 1992)

BRISSON, 1820 (Contém três lições inéditas encontradas em carta deixada por Monge sobre determinação das sombras, teoria perspectiva aérea e a perspectiva linear. Uma quarta lição sobre vantagens da introdução da geometria descritiva na instrução pública não foi publicada por Brisson e hoje encontra-se perdida. (FIOCCA, 1992.)

Primeira obra de geometria descritiva brasileira

SOUZA, José Vitorino dos Santos e. *Elementos de geometria descritiva; com aplicações a's artes*. Extrahidos das obras de Monge, de ordem de sua alteza real o Principe Regente N.S. Para uzo dos alumnos da Real Academia Militar. Rio de Janeiro: Impressam Regia, 1812.

FLAUTI, Vincenzo. *Geometria del sito sul piano e nello spazio*. Napoli, Tipografia di palazzo Cariatì, 1815. Esta obra possui outras duas edições: 1821 e 1842. (FIOCCA, 1992)

HACHETTE. *Collection des Épures de Géométrie descriptive*. S/d. (Trata-se de uma coleção de 100 pranchas de exercícios produzidas em datas diferentes, como por exemplo 1801- prancha 24 - e 1814 – prancha 16, e contendo muitas sem qualquer data, conforme Cardone (1996).

SERENI, Carlo. *Saggio delle applicazione della geometria descrittiva ad alcuni punti della scienza dell'ingegnere*. In: *Ricerche geometriche ed hifometriche fatte nella scuola degli ingegneri pontifici d'acque e strade l'anno 1821*. Milano: giusti, 1822. (FIOCCA, 1992.)

BORDONI. Antonio. *De ' contorni delle penombre ordinarie*. Pavia: Fusi, 1822. (FIOCCA, 1992)

BORDONI. Antonio. *Sopra le linee uniformemente illuminate*. *Giornale de física Chimica Del Brugnatelli*, tomo VI, 1823, pp. 196

SERENI, Carlo. *Trattato di geometria descrittiva*. Roma: F. E N. De romanis, 1826. (FIOCCA, 1992.)

TUCCI, Francesco Paolo. *Su la permutazione de piani de proiezione in Descrittiva*. *Biblioteca analítica*, série IV, vol. I, 1823, 129

MONGE, G. *Tratato di geometria descrittiva, coll'aggiunta d'una teórica delle ombre e della prospettiva estratta dalle lezione inedite dell'autore per cura del sig. Brisson, prima versione italiana per cura del prof. Filippo Corridi*. Firenze: Ricordi, 1838. (FIOCCA, 1992.)

Monge, Gaspard. *Darstellende geometrie*. Leipzig: W. Engelmann, 1900. Tradução de Robert Karl Hermann Haussner. (FIOCCA, 1992.)

MONGE, G. *Géométrie Descriptive. Leçons donnés aux Écoles Normales, l'an 3 de la République*. Paris: Baudoin, 1799. Paris: Jacques Gabay, 1989.