

## A conceptualização da Geometria Descritiva: da origem à queda de uma disciplina científica

### The conceptualization of Descriptive Geometry: from the origin to the fall of a scientific discipline

Ana Mary Fonseca Barreto de Almeida<sup>1</sup>  
Gert Schubring<sup>2</sup>

**Resumo:** Originalmente criada para o Ensino Superior na França, no período da Revolução Francesa, a Geometria Descritiva passou por transformações em seu processo de disciplinarização. A pesquisa tem por objetivo analisar o processo de ascensão, transformação e queda da Geometria Descritiva, cujo caráter é qualitativo, por meio da metodologia de análise textual e de contexto, a qual sinalizou que as duas artes basilares são a Arquitetura e a Fortificação. Após fortes crises na *École Polytechnique*, o campo teórico da Geometria Descritiva é separado de suas aplicações. Assim, as análises revelam que a queda dessa disciplina ocorreu aproximadamente quinze anos após a sua criação, tendo uma complexidade de fatores e dimensões sociais, culturais, epistemológicas e corporativistas como causadoras dessa queda.

**Palavras-chave:** geometria descritiva; estereotomia; fortificações; disciplinarização.

**Abstract:** Originally created for Higher Education in France, during the period of the French Revolution, Descriptive Geometry underwent transformations in its disciplinary process. The research aims to analyze the process of rise, transformation and fall of Descriptive Geometry, whose character is qualitative, through the methodology of textual and context analysis, which indicated that the two basic arts are Architecture and Fortification. After strong crises at *École Polytechnique*, the theoretical field of Descriptive Geometry is separated from its applications. Thus, the analyses reveal that the fall of this discipline occurred approximately fifteen years after its creation, with a complexity of social, cultural, epistemological and corporatist factors and dimensions causing this fall.

**Keywords:** descriptive geometry; stereotomy; fortifications; disciplinarization.

## 1 Introdução

A noção de disciplina científica pertence à Sociologia da Ciência e, particularmente, no Brasil, tem-se um entendimento bastante diferente de uma disciplina de ensino superior. Até o século XVIII, a ciência não foi profissionalizada e os cientistas tinham que atuar em várias áreas de pesquisa, ou seja, eles não eram especializados. Essa profissionalização só aconteceu com o surgimento dos sistemas de ensino superior públicos e, com isso, há um novo padrão de atuação que combina pesquisa e ensino; constituindo, assim, o caráter da disciplina científica, institucionalizada no ensino superior. Como tais instituições pertencem ao sistema de ensino de um Estado, elas sofrem influências diretas dos valores socioculturais dominantes no país.

A Geometria Descritiva se constitui, portanto, como uma disciplina científica que tem um surgimento quase repentino, atingindo um auge bastante destacado e admirado e uma queda acontecendo em várias dimensões e graus diferentes e, mesmo assim, pouco percebida. Nos estudos sociológicos, é evidenciado que disciplinas nem sempre têm continuidade ou se

<sup>1</sup> Instituto Federal Fluminense • Campos dos Goytacazes - RJ — Brasil • ✉ anamary@iff.edu.br • ORCID  
<https://orcid.org/0000-0003-2286-4267>

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro • Rio de Janeiro, RJ — Brasil • ✉ gert.schubring@uni-bielefeld.de • ORCID  
<https://orcid.org/0000-0002-4093-1091>

desenvolvem sucessivamente, como muitos historiadores costumam assumir sem questionar. Mas, que elas podem sofrer declínios, inclusive, com movimentos no sentido de outros direcionamentos, revelando outras áreas de pesquisa e de ensino.

Assim, uma análise da conceptualização da Geometria Descritiva deve ser compreendida desde sua origem até a sua queda. A queda da Geometria Descritiva, até agora, não ficou entendida e pesquisada e, por isso, conceber e desvelar a queda dessa disciplina científica se tornou objeto de pesquisa da primeira autora deste artigo, com orientação do segundo autor. Essa irresoluta situação de queda na historiografia foi observada, principalmente, em artigos como o de Sakarovitch (1992, p. 590), no qual ele promove a ideia – se utilizando de verbos no passado – de que a Geometria Descritiva atingiu os objetivos propostos em sua origem, fugindo de tratar do declínio dessa ciência. Contudo, ele apresenta essa decadência de forma bastante tardia. Contrariamente, Coolidge (1940) aponta para o declínio da Geometria Descritiva pouco tempo depois de sua criação, alegando não haver avanços após as publicações de Jean Nicolas Pierre Hachette (1769 – 1834).

Com isso, foi possível identificar dois eixos da pesquisa: a situação de auge da disciplina de Geometria Descritiva – criando o mito de seu papel especial entre as disciplinas matemáticas – e as quedas, o que tornou necessário aprofundar a origem da Geometria Descritiva e sua ascensão como disciplina científica. A busca pela origem se mostrou bastante complexa e reveladora, uma vez que a historiografia tradicional apresentava sua origem a partir de uma dimensão unilateral, ou seja, apenas a Arquitetura, desconsiderando os estudos e problemas de *défilement*<sup>3</sup> nas fortificações. Além disso, afirmações enganadoras alegavam a utilização da geometria de Euclides em projetos de arquitetura na Idade Média. Compreendeu-se, assim, que esses dois movimentos e desenvolvimentos de grupos sociais e profissionais diferentes – nas Belas Artes e nas Artes Bélicas – foram importantes no processo de conceptualização da Geometria Descritiva e que se articularam, pela primeira vez, numa instituição de ensino para formar engenheiros – a *École Royale du Génie de Mézières*, desde 1748.

Outro ponto revelador da pesquisa – e que justifica a análise desde a Antiguidade – é o sentido dado ao conceito de um dos elementos fundamentais da Arquitetura de Vitruvius a solidez (*firmitas*), que se constituirá, na opinião dos autores deste artigo, o grande motivo para a “matematização” dos processos construtivos e, conseqüentemente, do processo de formação do engenheiro. Essa solidez sofrerá mudanças em sua concepção ao longo dos séculos, o que alterará substancialmente as atitudes e, conseqüentemente, as concepções da Arquitetura e da Fortificação, que são os elementos basilares da Geometria Descritiva, conforme a concepção dos autores deste artigo.

Assim, duas grandes artes – a Arquitetura e a Fortificação – constituir-se-ão como os elementos estruturantes que, quando colocados como objeto de ensino, fundem-se e criam uma ciência: a Geometria Descritiva. Dessa forma, a *École Royale du Génie de Mézières* será o ambiente propício para essa união e as concepções Iluministas da Revolução Francesa darão conta de torná-la um importante instrumento de mudança. Junto com a Revolução Francesa, nasce a *École Polytechnique* que se tornará palco do auge, mas também da queda dessa disciplina; além de influenciar o ensino superior em diversos países, inclusive no Brasil.

A abordagem inclui uma análise cuidadosa de documentos, buscando assuntos bem aprofundados ou não bem aprofundados na literatura, a partir de uma busca intensiva de fontes primárias a fim de esclarecer questões abertas e analisar os desenvolvimentos, numa perspectiva refletida metodologicamente para ir além do mito com que se avalia normalmente a história da

<sup>3</sup> *Défilement* é a arte de proteger do fogo inimigo pontos dentro do perímetro de uma fortificação a partir do espaço exterior envolvente da fortificação (CARLEVARIS, 2014, p. 632).

## Geometria Descritiva.

A pesquisa se norteou a partir de uma questão principal: quais são as influências conceituais, socioculturais e políticas no processo de ascensão, transformação e queda da Geometria Descritiva? E para buscar a resposta da questão proposta, estabeleceu-se que o objetivo geral da pesquisa era analisar como se deu o processo de ascensão, transformação e queda da Geometria Descritiva. Para isso, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: (i) investigar trabalhos que abordam a Geometria Descritiva, os Tratados de Arquitetura dos tempos modernos e as influências nos trabalhos dos mestres pedreiros do período medieval; (ii) investigar o ensino na *École Royale du Génie de Mézières*; (iii) aprofundar o entendimento conceitual entre teoria e prática; (iv) investigar o desenvolvimento institucional ocorrido na França.

## 2 Aspectos Metodológicos e o Estado da Arte

Como atividade humana e social, a pesquisa carrega, inevitavelmente, valores e preferências que orientam o pesquisador, pois é a partir das interrogações que ele se faz – baseado no que ele conhece do assunto e da teoria a respeito – que se vai construir o conhecimento sobre o fato pesquisado (Lüdke; André, 2020, p. 3, 5). Optou-se por uma pesquisa qualitativa, por meio da metodologia de análise textual – também compreendida por análise documental por Lüdke e André (2020, p. 45-46), uma vez que se trata de uma pesquisa qualitativa na ciência e na educação. Paralelamente à análise textual, a pesquisa se baseou na análise histórica de contexto como situação a partir de uma abordagem crítica. A palavra contexto se refere ao conjunto de gestos concretos, procedimentos e práticas codificadas, atestadas em graus variados pelas fontes escritas, que é denominado de contexto como situação, segundo Bernard e Proust (2014, p. 3). Embora o contexto como situação possa ser aplicado de forma geral a vários objetos de estudo histórico, ele é particularmente útil e relevante no caso de contextos de ensino e aprendizagem. Mais especificamente, essa metodologia de análise leva em conta os contextos de transmissão, especificamente o contexto de ensino em que o conhecimento foi elaborado, utilizado e transmitido (Bernard; Proust, 2014, p. 1, 4).

Em especial, a análise da queda da Geometria Descritiva como campo de pesquisa e ensino levou em conta a análise do contexto da Revolução Francesa e o conservadorismo das corporações. Assim, a produção textual combinou descrição e interpretação, em um esforço de expressar os entendimentos atingidos a partir da impregnação intensa com o *corpus* da análise. Para Moraes e Galiazzi (2016, p. 167), “o descrever e o interpretar quando concebidos em conjunto constituem parte do esforço de expressar a compreensão de um fenômeno”.

Ao abordar a Geometria Descritiva neste trabalho, buscaram-se as práticas matemáticas que explicam esse conhecimento como disciplina e objeto de pesquisa. Portanto, foi a partir das evidências, contextos e relações que o estudo buscou responder à questão norteadora, o que constitui este trabalho como uma pesquisa em História da Matemática/ Educação Matemática a partir de três dimensões norteadoras da pesquisa: (i) o entendimento conceitual da disciplina; (ii) as mudanças sofridas no seu processo de ensino e (iii) o processo de disciplinarização no Brasil.

A análise da origem da Geometria Descritiva não ocorreu de forma internalista e intramatematicamente, mas a partir de uma metodologia sociopolítica de contextualização, corroborando Taton (1954, p. 5, tradução nossa), “a história da origem da Geometria Descritiva não pode ser simplesmente atribuída à história da geometria, mas em grande parte deve ser atribuída às técnicas e à história da arte”. A pesquisa se caracterizou pela abordagem de procurar extensamente a literatura já publicada em relação com a história da Geometria Descritiva para

avaliação e análise cuidadosa desses textos; de analisar os assuntos bem ou não bem aprofundados na literatura, destacando contradições e mostrando aspectos ainda não considerados; de procurar fontes primárias e secundárias ainda não conhecidas ou não consideradas; além de confrontar mutuamente essas fontes primárias e secundárias na busca de novos resultados.

A revisão da literatura visa a compartilhar os resultados de outros estudos intimamente relacionados com a pesquisa, de modo a permitir reflexões e ampliação sobre a temática. E, quando se volta para a literatura, percebe-se que as pesquisas sobre Geometria Descritiva são recentes. Estudos como o de: (i) Évelyne Barbin – francesa, historiadora das ciências e professora da Universidade de Nantes – *Descriptive Geometry in France: History of élémentation of a method* (1795 – 1865) publicado em 2015 e *Monge's Descriptive Geometry: his Lessons and the Teaching Given by Lacroix and Hachette* publicado pela Springer Editora, em 2019. (ii) Joël Sakarovitch – que foi professor de História da Ciência na Universidade René Descartes (Paris V) – um artigo publicado como capítulo do livro *Encyclopédie des métiers: la maçonnerie et la taille de Pierre*, que apresenta o livreto de lapidação de pedra de Girard Desargues – publicado em 1640 e o livro *Épures d'architecture: de la coupe des pierres à la géométrie descriptive XVI<sup>e</sup> – XVII<sup>e</sup> siècles*. (iii) Gert Schubring, Vinicius Mendes e Thiago Oliveira, *The dissemination of descriptive geometry in Latin America* (iv) Danusa Chini Gani – professora do curso de Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – dissertação intitulada *As lições de Gaspard Monge e o ensino subsequente da Geometria descritiva*, defendida em 2004, no programa de pós-graduação de Engenharia da UFRJ.

Cabe destacar que a revisão da literatura permitiu identificar algumas lendas como a atribuição ao conhecimento dos *Elementos* de Euclides para justificar as experiências geométricas dos mestres pedreiros medievais; bem como revelar a visão unidimensional – a partir da Arquitetura – para os modos de representação no plano de objetos tridimensionais. O processo de disciplinarização da Geometria Descritiva acaba tendo um olhar no Ensino Secundário, e pouca discussão no Ensino Superior. Além disso, a revisão permitiu identificar ausência de um olhar para o processo de ascensão da Geometria Descritiva mais voltado para as práticas sociais aplicadas não só pelas Belas Artes (pela Arquitetura), mas também pelas Artes Bélicas. Identificou-se, ainda, uma tendência de desconsiderar os movimentos existentes nas disciplinas científicas, atribuindo a elas uma continuidade. A historiografia tende a ver a disciplina como algo eterno, ou seja, uma vez iniciada ela vai se desenvolver cada vez mais. Ao avaliar essa literatura, foi possível identificar várias dimensões importantes e possíveis de desvelar.

### 3 O conhecimento geométrico dos arquitetos e mestres pedreiros medievais

A busca pela origem da Geometria Descritiva, disciplina criada no final do século XVIII, remonta aos Tratados de Arquitetura do período dos Tempos Modernos. Esses tratados têm sua origem no final do século XV com os arquitetos Humanistas que resgatam conceitos idealizados na Antiguidade.

Este estudo identificou que muitos tratados – de diversas naturezas – foram escritos na Antiguidade com o propósito de que todo o conhecimento construído até então pudesse ser utilizado na posteridade. Entretanto, essas ideias deixaram de ser registradas – ou foram pouco registradas – marcando um período no qual o conhecimento da profissão era passado oralmente e restrito apenas aos membros de corporações, característica que se consolida na Idade Média. A questão é esta: em que momento a cultura dos textos por meio de tratados se desfaz?

O rompimento da cultura dos textos e, em certos aspectos, o rompimento da cultura greco-romana pode ser marcado pela queda do Império Romano do Ocidente, em 476, bem como das constantes invasões bárbaras que mergulham a civilização num período conhecido como “Idade das Trevas”, período que dura até, aproximadamente, o império de Carlos Magno. O único Tratado de Arquitetura da Antiguidade conhecido é a obra de Vitruvius – o *De Architectura* – também denominada pelos *Dez Livros* de Vitruvius. Essa importante obra data do século I a.E.C. – segundo seus próprios relatos, Vitruvius viveu até o período governado pelo imperador romano César Augusto (27 a.E.C. – 14 E.C.). Sabe-se pouco sobre Vitruvius, mas o seu próprio texto permite algumas revelações a seu respeito, tal como não pertencer a famílias de grandes posses e evidenciar a atenção e cuidado dos seus pais em sua educação e sua instrução dada por seus professores.

Portanto, sou muito grato e infinitamente agradecido aos meus pais pela aprovação desta lei ateniense e por terem cuidado para que eu aprendesse uma arte, e de um tipo que não pode ser levado à perfeição sem aprendizado e educação liberal em todos os ramos da instrução. Graças, portanto, à atenção dos meus pais e à instrução dada pelos meus professores, obtive uma ampla gama de conhecimento e, pelo prazer que tenho em assuntos literários e artísticos e na escrita de tratados, adquiri posses intelectuais cujos principais frutos são estes pensamentos: que a superfluidade é inútil e que não sentir falta de nada é a verdadeira riqueza. Pode haver algumas pessoas, no entanto, que considerem tudo isso sem consequência e pensem que os sábios são aqueles que têm muito dinheiro. Por isso é que muitos, em busca desse fim, assumem sobre si uma segurança impudente e alcançam notoriedade e riqueza ao mesmo tempo (Morgan, 1914, p. 168-169).

O texto de Vitruvius ficou conhecido desde a Antiguidade até o Renascimento, uma vez que foi recopiado com um número considerável de manuscritos. Do total de 78 manuscritos do seu texto atualmente existentes, 34 são anteriores ao século XV (Vitorino, 2004, p. 42). O retorno da tradição vitruviana dos tratados de arquitetura é marcado pelo *De Re Aedificatoria*, ou como ficou mais conhecido, pelo *Tratado de Arquitetura* de Leon Battista Alberti (1404 – 1472). O texto foi escrito em 1452, tendo sido a primeira obra do gênero a ser publicada nos Tempos Modernos, mais precisamente em Veneza, no ano de 1485. Essa obra teve como referência o *De Architectura* e foi organizada a partir dos três princípios básicos e elementares da arquitetura, definidos por Vitruvius: *firmitas*, *utilitas* e *venustas*, respectivamente, solidez, consistência (utilidade) e beleza. Além do precioso Tratado de Vitruvius – que data do século I a.E.C. –, não há testemunho pessoal de nenhum arquiteto da Antiguidade e muito pouco da Idade Média. Com isso, não há praticamente nenhum texto sobre a transmissão das ideias e habilidades, no período. Poucos desenhos sobreviveram e é possível assumir que uma grande quantidade de discurso permanece perdido. O máximo de evidências literárias vem da Idade Média, de fontes clericais que consistem, em sua maioria, de documentos de cálculos relativos às construção ou desenhos de arquitetos e pedreiros (Rykwert, 1984, p. 15). Maçons (pedreiros) e outros artesãos sempre estiveram ligados a uma guilda que, segundo Rykwert (1984, p. 15), pode-se argumentar que era uma sociedade secreta na qual a transmissão de ideias ocorria dentro dela e seus procedimentos, propositalmente, não eram registrados.

É graças ao *Sketchbook* de Villard Honnecourt do século XIII e aos quinze livretos escritos e impressos por mestres pedreiros alemães no final do século XV e início do século XVI que estudiosos sobre o assunto puderam entrar em terrenos mais firmes. Villard Honnecourt foi um importante mestre pedreiro francês do século XIII e o seu *Sketchbook* (Caderno de desenho) continha problemas aplicados a desenho de rostos e a corpos de homens e animais, bem como a formas de calcular alturas de torres. Um desses mestres pedreiros

alemães era o experiente Mathias Roriczer que publicou um livreto sobre a maneira de construir pináculos – partes elevadas de um edifício.

A pesquisa revelou a dificuldade na designação e nomeação do arquiteto na Idade Média. Ficou compreendido que os arquitetos não eram mais aqueles grandes conhecedores do ofício da construção, pois o arquiteto na Idade Média estava associado aos bispos, duques, condes e abades que ficaram encarregados da execução – da fundação ao cume – de uma igreja real. Segundo Binding (1993, p. 18), muitas das referências remontam à Bíblia na primeira carta de Paulo aos Coríntios, capítulo 3, versículo 10 (Coríntios 3: 10), na qual Paulo diz: “Pela graça de Deus que me foi dado como sábio arquiteto, lancei o fundamento, mas que outros construam sobre ele.” Assim, nos séculos XII e XIII, os teólogos em particular, como doadores, construtores e organizadores de edifícios, eram repetidamente referidos como arquitetos.

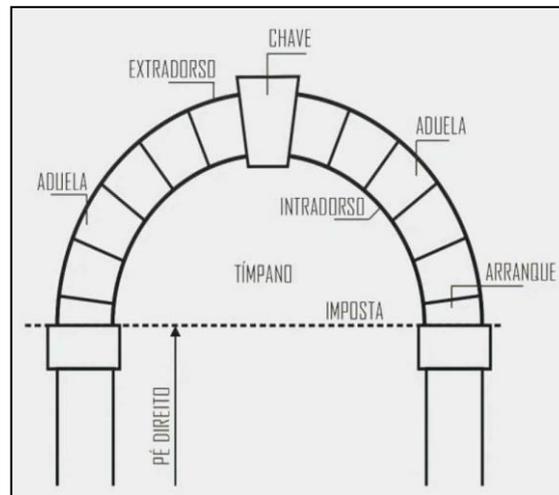
A literatura voltada para a Idade Média também revelou que a maioria dos autores que estudou a história da arquitetura partiu do pressuposto de uma geometria euclidiana alegadamente conhecida. Na verdade, as práticas da geometria se revelaram muito mais a partir da geometria praticada por Vitruvius, ou seja, a partir de uma prática empirista. Portanto, tomaram-se por base os estudos de Jens Høyrup [1987; 1990; 2014] sobre o que ele denomina de conhecimento científico e subcientífico. Resumidamente, o conhecimento científico visa à verdade e o subcientífico é direcionado para a utilidade. Com isso, em vez de alegar um uso da geometria científica dos Elementos de Euclides no período da Idade Média, as práticas de geometria, nesse período, consistiram em um saber de uma geometria subeuclidiana, como denominado por Høyrup (2014, p. 111) ou também chamado de geometria construtiva por Shelby (1972, p. 419).

A geometria subeuclidiana seria aquela derivada dos agrimensores e dos estratos dos textos euclidianos, mas que continha definições euclidianas, postulados e proposições dos três primeiros Livros de Euclides (Høyrup, 2014, p. 111). A geometria construtiva consiste em procedimentos geométricos básicos para transformação em desenhos arquitetônicos (Shelby, 1972, p. 419). Portanto, a transmissão do conhecimento seguiu uma tradição subcientífica (Høyrup, 1990, p. 64), acontecendo dentro das guildas ou das oficinas Bauhütte na Alemanha, ou seja, os mestres pedreiros não recebiam um ensino formal e as tradições eram transmitidas oralmente. As guildas eram corporações de ofício, associações de artesãos de um mesmo ramo, isto é, pessoas que desenvolviam a mesma atividade profissional e que procuravam garantir os interesses de classe e regulamentar a profissão. Bauhütte é um termo alemão para instituição/oficina, criado no período da Idade Média por todos os trabalhadores de uma obra, principalmente de uma catedral.

#### **4 O início da teorização da Arquitetura: surgimento conceitual da Geometria Descritiva**

As pedras foram utilizadas como material de construção devido à sua durabilidade e disponibilidade. Os problemas geométricos na Arquitetura surgem devido ao corte de pedras o qual estava associado às construções de abóbodas e cúpulas. Mas as abóbodas e cúpulas já existiam desde a Antiguidade. Portanto, o que mudou?

Tudo começa a partir do aprimoramento nos métodos de lapidação de pedras para as construções de arcos e abóbodas chaveadas, ou seja, aqueles arcos e abóbodas que contêm uma pedra central em forma de cunha a qual se apoia sobre as aduelas vizinhas, permitindo que as forças laterais entre elas sejam resistentes às forças recebidas pelo arco (Figura 1). Mas é quando a escassez de matéria-prima começa a ditar a necessidade de economia nos processos construtivos que vai surgir a necessidade de métodos geométricos mais precisos.

**Figura 1:** pedras chave e aduelas

**Fonte:** <https://contatoboxconstruc.wixsite.com/websitebox/post/a-engenharia-das-estruturas-em-arco>.  
25/06/2024.

É o início da mudança de pensamento na construção; pois, ao longo da Antiguidade até a Alta Idade Média, a construção dos edifícios era pensada no sentido em que iria sendo executada, ou seja, de baixo para cima. As mudanças das técnicas de corte na construção das abóbodas exigiu uma inversão no pensamento arquitetônico e esse passa a ser um primeiro passo para a teorização dos processos construtivos (Sakarovitch, 1998, p. 131).

É possível observar, com isso, o surgimento de um quarto elemento a ser acrescentado aos princípios elementares da Arquitetura definidos por Vitruvius – a Economia. Assim, a Economia junto com as técnicas de corte de pedras para construção de arcos e abóbodas chaveadas serão os responsáveis pelo início da teorização na Arquitetura. Isso fica evidente nos Tratados de Arquitetura dos Tempos Modernos a partir do século XVI, em especial, o Tratado de Arquitetura de Philibert de l’Orme. O Tratado de Arquitetura de Philibert de l’Orme (1514 – 1570), publicado em 1567 – *Le premier tome de l’architecture* –, continha dois Livros (os Livros III e IV) totalmente dedicados à estereotomia, ou seja, à técnica de dividir, cortar e ajustar com rigor as pedras. O tratado de Philibert de l’Orme marca o início da teorização, justamente porque de l’Orme faz uso do estudo das projeções para determinar a verdadeira grandeza das pedras (Sanabria, 1989, p. 271). Assim, ao buscar métodos para expressar as medidas exatas, Philibert de l’Orme inaugura uma nova concepção de tratados (Sakarovitch, 1998, p. 136). É, portanto, o uso da tecnologia do corte de pedras para construção de abóbodas chaveadas aliado à economia de matéria-prima – no caso, das pedras, que dão início à geometria científica, na concepção de Høyrup [1987; 1990; 2014], nos processos construtivos e que é denominado pelos autores de “matematização” nos processos construtivos.

Mas é no século XVIII, com a publicação do volume 1 do Tratado de Arquitetura de Amédée Frézier (1682 – 1773), publicado em 1737 – *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois pour la construction des voûtes ou Traité de stéréotomie à l’usage de l’architecture* –, que o *coupe de pierres* significará muito mais a matemática que subjaz o corte de pedras. O volume 1 trata das seções de corpos redondos, cone, cilindro e esfera, como forma de conhecer as partes e interseções de abóbodas. A importância desse tratado é que, além dos processos de projeção do espaço tridimensional, ele marca a tentativa de generalizar e teorizar, definindo a relação entre empirismo e racionalismo nos processos arquitetônicos. Além disso, o tratado de Frézier vai influenciar Nicolas Chastillon (1699 – 1759) no ensino para formação de engenheiros na *École Royale du Génie de Mézières*. É o surgimento de um novo elemento – o ensino – que vai articular o empirismo e o racionalismo. Com isso, o domínio do empirismo

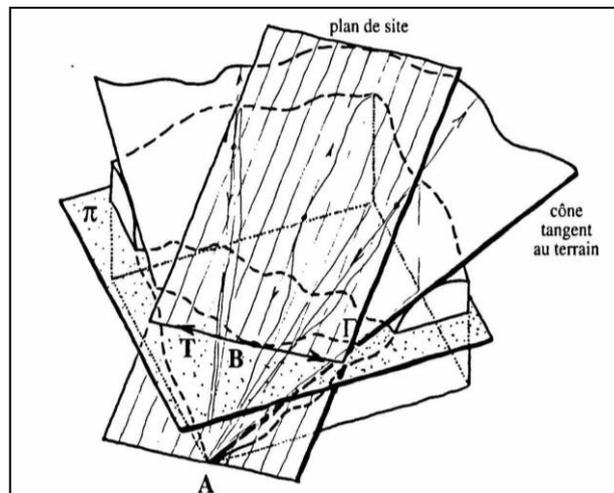
começa a ser substituído pelo ensino que articula teoria e prática, promovendo o desenvolvimento das instituições de ensino.

A *École Royale du Génie de Mézières* funcionou de 1748 a 12 de fevereiro de 1794, quando foi transferida para Metz, em função fortemente reduzida. Criada para formar todo o corpo de engenheiros da França, suas vagas eram destinadas para os jovens de origem nobre. Contudo, na década de 1760, Chastillon criou uma instituição anexa à escola de oficiais com o objetivo de formar pessoal técnico para atuar junto ao corpo de engenharia, chamada com escárnio de *La Gache* (Sakarovitch, 1998, p. 220; Arago, 1854, p. 432). Os alunos da *La Gache* não estavam vinculados à condição de fortuna ou nascimento, mas sim às suas habilidades e, portanto, poderiam requerer o posto de segundo-tenente de engenheiros (Arago, 1854, p. 432).

Chastillon via a estereotomia como uma forma de desenvolver a visão espacial e de propiciar uma formação em geometria. Portanto, a estereotomia deixa de ser entendida como uma técnica de construção e passa a constituir a gênese da teoria geométrica (Sakarovitch, 1998, p. 221). Uma outra arte será tomada por objeto de ensino na *École Royale du Génie de Mézières*, a Fortificação. Contudo, os problemas de *défilement* até meados do século XVIII ainda eram tratados de forma empírica por engenheiros militares seguidores dos engenheiros Sebastian de Vauban (1633 – 1707) e Louis de Cormontaigne (1696 – 1752). Portanto, são estas duas artes – Arquitetura e Fortificação – que serão tomadas como objeto de ensino. A primeira “matematizada” e a segunda ainda empírica. Essa união será, na concepção dos autores, o primeiro passo para o ensino do que virá a ser a Geometria Descritiva.

Mas é com a chegada de Gaspard Monge (1746 – 1818) à *École de Mézières* no final de 1764, que ele resolve, em 1765, o problema de *défilement* por métodos puramente geométricos (Figura 2). Contudo, esse método foi tomado como segredo e, portanto, não fez parte do ensino em Mézières. A Figura 2 consiste na resolução de um problema de *défilement* realizada por Monge, utilizando os princípios das projeções que já eram utilizadas na Estereotomia.

Figura 2: solução geométrica de monge para problema de *défilement*



Fonte: Sakarovitch, 1998, p. 228.

Gaspard Monge chegou à Mézières a convite do oficial superior de engenharia, o coronel Antoine-Nicolas-Bernard du Vignau, após apresentação do desenho da planta de sua cidade natal, Beaune (Arago, 1854, p. 433). Como Monge não era de origem nobre, ele fora escalado para a *La Gache*. É, também, nessa *école* que Nicolas Pierre Hachette será aluno de Monge, antes de se tornar seu assistente na *École Normale* e na *École Polytechnique* (Sakarovitch, 1998, p. 220). Ao propor uma técnica gráfica que substitui as tentativas empíricas, Monge foi recompensado por sua invenção com o lugar de tutor em Matemática, ou seja, dava

aulas individuais para alunos em salas de estudo próprias para o trabalho gráfico. Mas é só em 1783 que assume como professor de matemática, substituindo Bossut (Arago, 1854, p. 434, 448).

## 5 O auge da Geometria Descritiva

A Geometria Descritiva surgiu como disciplina científica de maneira repentina e num momento único na história: nos primeiros anos da Revolução Francesa, estabelecendo um ensino superior num primeiro sistema de ensino público. Ela se mostrou, nesse contexto, como paradigmática para o valor da ciência para a prática, postulado pelo Iluminismo.

Monge tem destacado esse caráter absolutamente novo e inovador no seu *Programme* (1795) com o qual ele introduziu as suas lições da Geometria Descritiva na *École Normale de l'an III*, enfatizando o ensino das ciências como o meio para o desenvolvimento econômico da nação. E Monge destacou, em particular, o papel da Geometria Descritiva para as novas práticas de aprendizagem e de indústria nacional. De fato, o *Programme* se realizou, colocando a Geometria Descritiva como uma disciplina científica principal no ensino superior público, estabelecida, agora, pela primeira vez em um país.

Nesse papel, a Geometria Descritiva se tornou uma das disciplinas principais na *École Centrale des Travaux Publics*, criada em 1794, como novo tipo de um ensino superior voltado para as aplicações. E sendo renomeada como *École Polytechnique* um ano depois, o enfoque para a formação profissional marcou também, ainda mais paradigmaticamente, a articulação da teoria com a prática. Junto com a química, a Geometria Descritiva constituiu um representante chave do método de análise, entendida como meio epistemológico para conseguir conhecimentos científicos. E, também, na *École Normale de l'an III*, 1795, para a formação dos professores – para o novo ensino público.

A análise desse período da história da Geometria Descritiva se baseia fortemente numa fonte pouco utilizada na extensa literatura sobre a Geometria Descritiva: os *Développemens sur l'enseignement adopté pour l'École Centrale des Travaux Publics*, elaborados por Monge em 1794, que constitui como o primeiro currículo para uma instituição do ensino público superior e é o primeiro momento em que a denominação Geometria Descritiva aparece formalmente em um documento, no qual, inclusive, Monge irá explicar o que significa. Nesse documento, Monge afirma que o objetivo da *École* é dar aos jovens conhecimentos necessários para ordenar, dirigir e administrar os trabalhos de todos os gêneros, comandados para utilidade geral e executados à custa da República.

O *Développemens sur l'enseignement de l'école centrale des travaux publics* apresenta a Geometria Descritiva como uma linguagem que deve se tornar habitual e, portanto, os alunos deveriam praticá-la continuamente durante os três anos de duração do curso na *École* (Monge, 1794, p. 4). Segundo Monge (1794, p. 4),

a Geometria Descritiva é uma linguagem necessária e comum ao engenheiro que concebe um projeto, aos artistas que devem dirigir a execução e aos operários que devem executar. Essa linguagem, suscetível de precisão, ainda tem a vantagem de ser um meio de pesquisar a verdade e de chegar aos resultados desejados e desconhecidos. Como todas as outras linguagens, ela só pode se tornar familiar por meio do uso habitual; assim, durante os três anos que durará o curso de instrução na *école centrale des travaux publics*, os alunos a praticarão continuamente. (Monge, 1794, p. 4, tradução nossa).

A Geometria Descritiva, também, tem uma segunda função como linguagem científica,

pois é considerada uma linguagem suscetível de precisão que, de acordo com Condillac (1715 – 1780), é um método de pesquisa (Paul, 1980, p. 99).

Embora pensada originalmente para a *École Centrale des Travaux Publics*, a Geometria Descritiva foi ensinada primeiramente na *École Normale de l'an III*, cujo objetivo era instruir os futuros professores nas ciências úteis e na arte de ensiná-las. Os cursos na *École Normale* aconteceram durante quatro meses para cerca de 1400 alunos – cidadãos de todas as partes da República já educados nas ciências – que seriam responsáveis por formar professores os quais atuariam em escolas primárias nas diversas regiões da França.

No entanto, é na *École Polytechnique*, que a Geometria Descritiva viverá seu auge e, também, o seu declínio. As duas artes, Arquitetura e Fortificação, – que já haviam sido tomadas como objeto de ensino na *École Royale du Génie de Mézières*, sendo a primeira “matematizada” e a segunda, ainda muito empírica a partir dos métodos de Vauban e Cormontaigne – vão constituir como bases, ou seja, os pilares dessa nova disciplina. Diferentemente da *École Royale du Génie de Mézières*, essas duas artes já nascem “matematizadas”. Isso só foi possível a partir da Revolução Francesa, marcando a ruptura do ensino centrado na prática. Contudo, a *École Polytechnique* teve de lidar com a coexistência de engenheiros de dois tipos que marcaram o início do século XIX. De um lado, estavam os engenheiros “artistas”, ou seja, os engenheiros empiristas formados nos últimos anos do *Ancien Régime*, e de outro, os engenheiros modernistas, ou seja, aqueles que passaram pela *École Polytechnique* e que adquiriram uma cultura científica mais extensa.

## 6 A queda da Geometria Descritiva

A união das duas artes, Arquitetura e Fortificação, – na concepção matemática da Geometria Descritiva –, já tinha resistência dentro do próprio corpo docente dos engenheiros militares. Além disso, desde a mudança de denominação – e, conseqüentemente de concepção, deixando de ser *École Centrale des Travaux Publics* para se tornar *École Polytechnique*, um ano depois de sua criação –, a instituição se torna uma escola de formação básica para as *Écoles d'Application*.

A lei de 1795, embora tenha alterado seriamente o contexto institucional da *École Polytechnique*, não previu regulamentos operacionais para a relação das escolas de aplicação com a escola de formação básica. Essa ausência de medidas concretas entre essas instituições levou à primeira crise, que começou em novembro de 1796 (Schubring, 2004, p. 15). Como consequência, as atividades práticas deveriam ocorrer nas *écoles d'application* deixando para a *École Polytechnique* os conhecimentos mais gerais. Uma dessas escolas foi a *École du Génie de Metz*, na qual o corpo dos engenheiros, formados no *Ancien Régime*, tentou reestabelecer uma função independente, como a antiga *École de Mézières*. Mas, é apenas com a lei de 1799 que essa relação fica bem estabelecida. Assim, desde 1800, o conceito de uma formação integrada sofre rupturas e tem o seu estágio máximo em 1810.

As mudanças sofridas nos sucessivos programas de ensino da *École Polytechnique* mostraram que a conjunção da Geometria Descritiva e da Física/Química, no seu programa de ensino original, foi dando lugar à reunião da Análise e da Mecânica. Contudo, a Mecânica seguiu como assunto separado da Análise, visto que a concepção original de análise – no sentido dos métodos analíticos de Condillac – vai, a partir da legislação de 1799, dar lugar à Análise como disciplina matemática – Cálculo Diferencial e Integral – utilizando-se, assim, de um mesmo termo para representar algo totalmente diferente.

Com isso, a disciplina de Geometria Descritiva vai sofrendo reduções em benefício da Análise – Cálculo Diferencial e Integral – e da Mecânica (Fourcy, 1828, p. 260). Dessa forma,

em 1806, a Análise já assume o papel de liderança global entre as disciplinas de ensino na *École Polytechnique* (Schubring, 2004, p. 60).

Com a organização do currículo de Metz, em 1807, o elemento perturbador – conhecimentos básicos da matemática e da ciência – do sistema de formação foi eliminado, e o corporativismo em ação do *Corps du Génie* foi limitado (Schubring, 2004, p. 93). É, nesse momento, que a disciplina de Fortificação deixa de ser ministrada na *École Polytechnique* e passa a ser um curso especial para a área específica da engenharia. Schubring (2004, p. 93) atribui essa conquista à *commission mixte* e, em especial, à Allent. Todavia, é importante ressaltar a necessidade de analisar a partir dos dois lados dessa luta. Ainda que essa decisão fosse uma conquista para a *École* de Metz, ela se constituía como uma derrota para a *École Polytechnique* e toda a concepção inicial de sua formação de integração entre teoria e aplicação. Tal postura se constitui como uma ruptura da Geometria Descritiva com suas bases – Arquitetura e Fortificação.

Além disso, o ensino de Fortificação segue na *École de Metz* com um retorno aos processos tradicionalistas – que se pautavam nos métodos adotados por Vauban e Cormontaigne – contra os processos modernistas, pautados na matemática e nos conhecimentos científicos. Isso demonstra que a Fortificação, como alicerce da Geometria Descritiva, sofre sua ruptura no programa de 1810.

Desse jeito, observa-se que a Arquitetura segue cada vez mais “matematizada” nas concepções da Análise – Cálculo Diferencial e Integral – e a Fortificação voltada para os métodos tradicionais empiristas.

Estabelece-se, assim, que a queda da Geometria Descritiva em sua concepção inicial acontece cerca de quinze anos após a sua criação, uma vez que teve os seus princípios basilares totalmente destituídos. O que permanece é uma repetição de procedimentos completamente desvinculados da prática com objetivo apenas de desenvolver a capacidade de visualização espacial, ou seja, um retorno ao objetivo do ensino de estereotomia na *École du Génie de Mézières*.

## 7 Considerações Finais

Apresentam-se as considerações finais baseadas nas análises textuais e de contexto, a partir do *corpus* da pesquisa. A busca pela queda da Geometria Descritiva permitiu uma compreensão do processo de ascensão, transformação e, posteriormente, queda da Geometria Descritiva. A busca pela origem dessa disciplina científica levou os autores aos tratados de arquitetura dos Tempos Modernos, como a literatura sugeria, mas uma imersão nos procedimentos geométricos utilizados nos processos construtivos permitiram uma análise desde a Antiguidade, no único tratado de arquitetura que chegou até à atualidade – os *Dez Livros* de Vitruvius.

A imersão no Tratado de Vitruvius permitiu compreender a concepção de arquiteto na Antiguidade e a geometria utilizada por ele. Embora procedimentos geométricos tenham sido utilizados, eles se caracterizaram por processos construtivos baseados em sequências de procedimentos, mesmo que abordassem elementos da geometria. Além disso, foi possível identificar os princípios básicos e elementares da Arquitetura definidos por Vitruvius e que sustentam essa arte até os dias atuais: *firmitas* (solidez), *utilitas* (utilidade) e *venustas* (beleza). Ao longo dos estudos, identificou-se que a solidez da Antiguidade dará lugar a uma nova concepção na Modernidade e que levaram a novas atitudes.

Se foi possível analisar os conhecimentos geométricos da Antiguidade a partir da obra

de Vitruvius, uma grande lacuna evidenciou-se no estudo sobre o período da Idade Média. Devido à cultura da oralidade e a falta de registros escritos, identificar o conhecimento geométrico dos mestres pedreiros medievais foi um grande desafio. Além do mais, houve um grande impeditivo para o entendimento do conceito de arquiteto da Idade Média, uma vez que essa denominação era associada à divindade. Assim, os estudos permitiram identificar que os arquitetos medievais eram, na verdade, abades e bispos responsáveis pela construção naquele período, normalmente obras religiosas e, portanto, os arquitetos, na concepção de Vitruvius, eram os chamados mestres pedreiros medievais.

A partir da imersão no *corpus* de análise, observou-se o surgimento de um novo princípio construtivo, a economia, que ditou – e tem ditado –, juntamente com o princípio da solidez da modernidade, o processo de “matematização” dos processos construtivos.

Assim, desde a Antiguidade até o primeiro Tratado de Arquitetura do Renascimento – de Leon Battista Alberti – a geometria presente se traduz num conhecimento de uma matemática subcientífica, ou seja, uma geometria subeuclidiana, também, conhecida por geometria construtiva. Assim, apenas a partir do Tratado de Arquitetura de Philibert de l’Orme, pode-se afirmar o início da geometria científica, ou seja, o uso da matemática científica no uso da solidez da modernidade associada ao princípio da economia. Contudo, esses tratados, até o início do século XVIII, consistiram em instrumentos próprios para a construção, buscando uma linguagem própria a montadores e aos que iriam dirigir as obras, exceto pelo Tratado de Amédée Frézier que era voltado especificamente para os engenheiros.

A solidez como princípio da Arquitetura e, tradicionalmente, identificada desde a Antiguidade – necessidade de construir para a eternidade–, chamada pelos autores deste trabalho de solidez tradicional, revelou-se, por meio de um novo entendimento, – chamado pelos autores de solidez da modernidade – e que caracterizou uma mudança de pensamento nos construtores do século XVIII. Com isso, definem-se construtores mais habilidosos, cuja arte da engenharia vai se tornando cada vez mais dependente dos conceitos matemáticos os quais subjazem os processos construtivos. É, portanto, segundo essas análises, que se conclui serem a solidez da modernidade e a economia os novos princípios que ditaram, e, ainda, ditam a “matematização” na formação dos engenheiros do século XVIII em diante.

A matemática que subjaz o corte de pedras, já presente em tratados arquitetônicos como o de Amédée Frézier, é que vai fundamentar os trabalhos na *École du Génie de Mézières*, berço da Geometria Descritiva. É, portanto, a partir do Tratado de Amédée Frézier, que a estereotomia passa a ser tratada muito mais como a matemática que subjaz o corte de pedra, cuja concepção inspira Chastillon sobre o ensino da estereotomia na *École Royale du Génie de Mézières*. A análise da obra de Chastillon só foi possível a partir dos escritos, como memórias, na obra de Théodore Olivier, publicada em 1847. Contudo, as figuras não faziam parte da obra de Olivier e, surpreendentemente, as figuras foram encontradas numa dissertação de origem alemã. E mesmo que tenham sido discutidas com Belhoste, Picon e Sakarovitch (1990), essa obra não trazia as figuras.

Assim, foi na investigação a respeito do ensino das fortificações e o estudo do *défilement* ocorrido na *École du Génie de Mézières* que se pôde identificar o importante uso das projeções dos objetos tridimensionais no plano para uso exclusivo do serviço militar. Com isso, diferentemente do que a historiografia tradicional sugere, tomaram-se as duas grandes artes – Arquitetura e Fortificação – como as artes basilares que deram origem à disciplina de Geometria Descritiva.

A *École du Génie de Mézières* teve um importante papel nesse processo justamente porque foi o ambiente propício para juntar as duas artes – Belas Artes e Artes Bélicas –

tornando-as instrumentos de ensino. Assim, o estudo das projeções das figuras tridimensionais da Geometria, já tratadas no primeiro volume de Frézier, foram aliadas às aplicações no ensino da Estereotomia. Mas, por outro lado, as Fortificações ainda eram ensinadas a partir de métodos empíricos nas tentativas de acertos e erros até que Gaspard Monge resolveu um problema de *défilement* a partir de um trabalho puramente geométrico e com uso das projeções. Problemas que até então já tinham avançado em seu estudo com Chastillon, mas exigindo grandes cálculos.

É assim que, a partir dos estudos realizados por Monge na *École du Génie de Mézières* e o momento propiciado pela Revolução Francesa, surge a Geometria Descritiva, primeiro no documento de criação da *École Centrale des Travaux Publics*, mas ministrada, inicialmente, na *École Normale de l'an III*. De suas lições, originou-se o livro *Géométrie descriptive: leçons données aux Écoles Normales* publicado em 1799. Logo, a Arquitetura e a Fortificação – com base nos estudos das projeções de objetos tridimensionais – unem-se e formam a Geometria Descritiva.

Um estudo inicial sobre as lições de Monge permitiu observar que o propósito dessas lições era conceber a Geometria Descritiva como uma forma da Análise (no sentido do Iluminismo), trazendo a obviedade, o rigor e a generalidade, a partir da representação de objetos tridimensionais em desenhos em duas dimensões e pesquisando a verdade na geometria. Monge vê na Geometria e na Álgebra meios de obter a precisão e o rigor matemático. Inicialmente concebida a partir de uma Análise fundamentada nas concepções de Condillac, a transformação da *École Centrale des Travaux Publics* na *École Polytechnique* rompe com uma formação inspirada na *École du Génie de Mézières*, na qual a formação teórica e suas aplicações aconteciam de forma integrada. Com isso, a *École Polytechnique* se torna uma escola de ensinamentos básicos para as demais *écoles d'applications*. Essa concepção, aos poucos, vai transformando o ensino de Geometria Descritiva.

Dessa maneira, o que se observou foi um processo cada vez maior de compreensão da necessidade matemática para resolver os problemas de solidez na engenharia que encontraram no Cálculo Diferencial e Integral o ambiente mais propício. Acontece, assim, a “matematização” na Arquitetura fazendo com que a Geometria Descritiva – em sua concepção inicial – perca cada vez mais importância no programa da *École Polytechnique* e dê lugar à Análise de Laplace.

Por outro lado, o estudo permitiu identificar que o ensino de Fortificação foi objeto de crises entre a *École Polytechnique* e as escolas de aplicação, em especial, a *École du Génie*, em Metz. Ao reivindicar todo o ensino aplicado das Fortificações para a *École du Génie*, membros do *Corps du Génie* – em sua grande maioria oriundos de uma formação do *Ancien Régime* –, colocavam-se contra os processos matemáticos que envolviam sua arte. Assim, a luta entre os engenheiros tradicionais e os modernistas geraram grandes crises no ensino, saindo vitoriosos os engenheiros tradicionais com retorno aos métodos sintéticos e aos métodos empíricos de Vauban no ensino de Fortificações.

Com isso, identificou-se que essa “matematização” na Arquitetura e a “desmatematização” nas Fortificações se constituíram como os impulsionadores da queda da Geometria Descritiva, uma vez que, para os autores deste trabalho, eles são os pilares da disciplina de Geometria Descritiva. Assim, mesmo restrita em seus aspectos originários, a Geometria Descritiva permaneceu como disciplina de pesquisa e disciplina de ensino na França até a sua queda, inicialmente na pesquisa e depois no ensino.

Concebida a partir das principais formas da filosofia do Iluminismo e do materialismo do século XVIII, a Geometria Descritiva vai sofrendo em sua concepção visto que o Iluminismo vai sendo substituído pelo Espiritualismo na França, iniciando já durante o período

Napoleônico. Há, com isso, uma mudança das mentalidades nesse período com a valorização das humanidades e das obras de literatura, num movimento de queda dos aspectos científicos e da ciência, em especial, na França. Isso foi um dos fatores que contribuíram para que a Geometria Descritiva perdesse o seu grande apoio social e cultural que levaram ao seu auge em sua origem. Assim, a *École de Monge* teve uma vida breve tendo sua queda acontecido cerca de quinze anos depois de sua criação.

Ao percorrer os caminhos traçados no processo de disciplinarização da Geometria Descritiva no Ensino Superior na França, verificou-se o afastamento da concepção inicial de Monge tornando o ensino cada vez mais particularizado e mais distante dos problemas práticos. Pode se inferir, principalmente, quando esse conhecimento passou a ser condição no processo de admissão na *École Polytechnique* e, portanto, a ser objeto de estudo no ensino secundário – que não tem nenhuma obrigação com a formação profissionalizante – tendo sua queda definitiva no ensino secundário ocorrido na década de 1960, na França.

Vale destacar que, ao longo de uma pesquisa, outras questões vão surgindo e alimentando, assim, o processo de pesquisa. Nesse sentido, destacam-se como forma de continuidade dessa pesquisa:

- i. pesquisar os processos ocorridos na Geometria Descritiva de forma que tornou possível o surgimento de novas ciências como as Transformações Geométricas e a Geometria Projetiva;
- ii. identificar os motivos pelos quais os cursos têm deixado de ofertar a disciplina de Geometria Descritiva.

A abrangência deste trabalho propiciou à primeira autora, enquanto acadêmica e professora dessa disciplina, ampliar os aspectos que envolvem o ensino e a pesquisa da Geometria Descritiva, além de uma reflexão crítica sobre a prática. Este trabalho trouxe, portanto, um aprofundamento teórico para o entendimento de todo o conhecimento geométrico que abrangeu os processos formativos e construtivos desde a Antiguidade, modificando a estrutura cognitiva dos modos de pensar o ensino dessa disciplina.

## Referências

- ARAGO, F. (1854). *Oeuvres complètes: notices biographiques*. 2. ed. Paris: J. Claye.
- BERNARD, A.; PROUST, C. (2014). *Scientific sources and teaching contexts throughout history*. Cham: Springer.
- BINDING, G. (1993). *Baubetrieb im Mittelalter*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buch-Gemeinschaft.
- CARLEVARIS, L. (2014). Nicolas-François-Antoine de Chastillon: the défilement of fortifications at the roots of descriptive geometry. *Nexus Network Journal*. v. 16, p. 631-652.
- COOLIDGE, J. L. (1940). *A history of geometrical methods*. Oxford: Clarendon Press.
- FOURCY, A. (1828). *Histoire de l'École polytechnique*. Paris: Belin.
- GILBERT, G. N. (1976). The development of science and scientific knowledge: the case of radar meteor research. In: LEMAINÉ, G.; MACLEOD, R.; MULKAY, M.; WEINGART, P. (Orgs.). *Perspectives on the emergence of scientific disciplines*. (p. 187-205). Paris: Mouton Co., the Hague and Maison des Sciences de l'Homme.

- HØYRUP, J. (1987). The Formation of “Islamic Mathematics” Sources and Conditions. *Science in Context*. v. 1, 2. ed, p. 281-329.
- HØYRUP, J. (1990). Sub-scientific mathematics: observations on a pre-modern phenomenon. *History of science*, v. 28, n. 1, p. 63-77.
- HØYRUP, J. (2014). Mathematics education in the European Middle Ages. In: KARP, Alexander; SCHUBRING, Gert. *Handbook on the history of mathematics education*. New York: Springer, 2014, p. 109-124.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A (2020). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U, 2020.
- MONGE, G. (1794). *Développemens sur l'enseignement adopté pour l'École centrale des travaux publics, décrétée par la Convention nationale, le 21 ventôse an II de la république: pour servir de suite au rapport concernant cette École, fait à la Convention nationale les 3 & 7 vendémiaire, an III de la république*. De l'Imprimerie nationale.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. (2016). *Análise textual discursiva*. 3. ed. Ijuí: Unijuí.
- MORGAN, M. H. (1914). *Vitruvius: the ten books on Architecture*. Cambridge: Harvard University Press.
- PAUL, M. (1980). *Gaspard Monges “Géométrie descriptive” und die École Polytechnique: eine Fallstudie über den Zusammenhang von Wissenschafts – und Bildungsprozess*. Bielefeld: Institut für Didaktik der Mathematik der Universität.
- RYKWERT, J. (1984). On the oral transmission of a architectural theory. *Journal architectural association school of architecture*, n. 6, p. 14-27.
- SAKAROVITCH, J. (1992). Annexe 21. La géométrie descriptive après Monge. In DHOMBRES, Jean (dir.) *L'école normale de l'an III*. v. 1, Leçons de mathématiques: Laplace - Lagrange – Monge. Paris: Éditions Rue d'Ulm, p. 583-590.
- SAKAROVITCH, J. (1998). *Épures d'architecture: de la coupe des pierres à la géométrie descriptive XVIe – XVIIe siècles*. Berlin: Birkhäuser Verlag.
- SANABRIA, S. L. (1989). p. 266 – 299, Apr. 1989. From Gothic to Renaissance stereotomy: The design methods of Philibert de l'Orme and Alonso de Vandelvira. *Technology and Culture*, v. 20, n. 2, p. 266-299.
- SHELBY, L. R. (1972). The Geometrical knowledge of mediaeval masons. *Speculum*, v. 47, n. 3, p. 395-421.
- SCHUBRING, G. (2004). *Le retour du refoulé: der Wiederaufstieg der synthetischen Methode an der École Polytechnique*. Augsburg: Rauner.
- TATON, R. (1954). *L'histoire de la géométrie descriptive: conférence faite au Palais de découverte le 12 juin 1954*. Paris: Université de Paris.
- VITORINO, J. C. (2004). Sobre a história do texto de Vitruvius. *Cadernos de arquitetura e urbanismo*. v. 11, n. 12, p. 33-50.