

A INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA NA CONCEPÇÃO PROJETUAL DO ARQUITETO SANTIAGO CALATRAVA

Prof^a. MSc. Mônica Maria Fernandes Lima – UFRN
Prof^a. MSc. Sheila Oliveira de Carvalho – UNP
Prof^a. Dr^a. Maísa Fernandes Dutra Veloso – PPGAU/UFRN

RESUMO

O presente trabalho trata de uma análise a respeito da influência da geometria na concepção projetual. Realizou-se um breve histórico sobre as ferramentas usadas como parâmetros para a obtenção da forma arquitetônica ao longo da história da arquitetura, tais como: o plano geométrico egípcio, os elementos dos edifícios do curso de Durand, a proporção áurea no classicismo da arquitetura grega, os traçados reguladores das construções renascentistas, os arcos da arquitetura romana, o racionalismo das construções modernistas e o uso das curvas cônicas permitido pela maleabilidade do concreto armado. Tem-se como objeto de estudo a geometria na obra de Santiago Calatrava. Para tanto, decidiu-se fazer uma apreciação de várias de suas obras com o intuito de averiguar a influência da geometria na concepção formal do referido arquiteto. Constatou-se que existe uma forte ligação entre as formas arquitetônicas e as formas geométricas utilizadas como princípios norteadores da concepção projetual de Calatrava. Percebeu-se também que a dimensão intelectual da criação do arquiteto, baseia-se na analogia formal a elementos da natureza, fonte de inspiração em sua obra. Conclui-se que a geometria continua sendo um princípio norteador do processo de concepção projetual.

RESUMEN

Este documento es un análisis sobre la influencia de la geometría en el diseño proyectual. Se realizó una breve historia de las herramientas utilizadas como parámetros para obtener la forma arquitectónica a lo largo de la historia de la arquitectura, como el plano geométrico egipcio, los elementos de los edificios, del curso de Durand, la proporción áurea en la arquitectura griega clásica, los reguladores de los trazados de los edificios renacentistas, los arcos de la arquitectura romana, el racionalismo de los edificios modernistas y el uso de las curvas cônicas permitido por la flexibilidad de lo hormigón armado. Ha sido objeto de estudio de la geometría en la obra de Santiago Calatrava. Para ello, hemos decidido hacer una evaluación de varias de sus obras con el fin de determinar la influencia de la geometría en la concepción formal del arquitecto. Se encontró que existe un fuerte vínculo entre las formas arquitectónicas y las formas geométricas utilizadas como guía de los principios del diseño proyectual del arquitecto Santiago Calatrava. También se consideró que la dimensión intelectual de la creación del arquitecto, basado en la analogía formal con elementos de la naturaleza, una fuente de inspiración en su trabajo. Llegamos a la conclusión de que la geometría sigue siendo un principio regidor del proceso de diseño proyectual.

1.- INTRODUÇÃO

Sabe-se que ao longo da história da arquitetura as ordens clássicas e os traçados reguladores, recursos baseados na geometria e na proporção áurea, foram ferramentas usadas como parâmetros para a obtenção da forma arquitetônica. Portanto, pode-se afirmar que desde a antiguidade até o modernismo havia instrumentos utilizados pelos arquitetos para a obtenção de suas concepções formais.

Este trabalho tem como objetivo principal realizar uma análise da utilização da geometria na concepção projetual, desde os traçados reguladores e a proporção áurea até os nossos dias, tendo como principal objeto de estudo da atualidade a obra do Arquiteto Santiago Calatrava.

Pretende-se com esta pesquisa investigar até que ponto a geometria continua influenciando a concepção projetual atualmente. Para atingir este objetivo foram realizados primeiramente uma pesquisa bibliográfica e um estudo exploratório de algumas obras clássicas de arquitetura para detectar a presença da geometria em suas fachadas e plantas baixas.

Constatando-se a importância da geometria na elaboração de projetos desde os primórdios dos tempos, pretende-se com este trabalho verificar se os recursos da geometria ainda são utilizados como princípios norteadores pelos arquitetos para fundamentar seus estudos de concepção projetual, em especial o arquiteto Santiago Calatrava, levando-se em consideração a grandiosidade e a relevância de sua obra.

2.- UM BREVE HISTÓRICO SOBRE A INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA NA CONCEPÇÃO PROJETUAL

No Egito a geometria era utilizada como recurso para garantir a otimização da forma, a expressão plástica resultava de um rigoroso plano geométrico, um traçado reticular que consistia em relações numéricas básicas entre seus elementos. Desta maneira, chegava-se à definição da forma arquitetônica das partes ao todo. Regras geométricas regiam o desenho de todos os elementos definindo o vocabulário arquitetônico egípcio. Portanto para os arquitetos do Egito o processo projetual procedia das relações existentes e possíveis entre partes e todos, tendo-se como princípio de organização o plano geométrico.

Atualmente, um entendimento contemporâneo do processo projetual em arquitetura não vai de encontro ao pensamento do arquiteto na era da arquitetura clássica. Como se pode observar pela citação “O produto final do processo de projeto será um todo construído, um artefato construído por partes organizadas com base em um partido, ele mesmo uma combinação de partes conceituais e um princípio de organização”. [1] Seguindo o mesmo raciocínio Araújo cita que o plano geométrico correspondia a “... um sistema de medidas referidas a uma unidade básica, o módulo, que guia o contínuo processo de decisão sobre a medida adequada a cada parte e cada peça, assegurando que a dimensão é adequada e que todas elas formam um conjunto coerente.” [2].

Outro processo de projeto conhecido, baseado em partes para o todo, é o curso de Durand que “...delineou uma teoria cuja ideia fundamental consistia na combinação de elementos precisamente definidos” [1]. Esses elementos (fundações, paredes, tetos e partes do edifício) classificados a partir da antiguidade, podiam ser adaptados a permutações e combinações variadas.

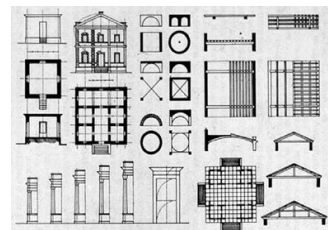


Figura 1: curso de Durand. [1]

Como mostra a Figura 1 pode-se observar que no curso de Durand a definição dos elementos parte da geometria euclidiana: arcos, quadrados e círculos estão presentes na geração dos referidos elementos que compõem as partes.

Na Grécia a proporção áurea foi largamente utilizada como processo projetual com o objetivo de se obter harmonia e estética das edificações, compondo desta forma o repertório formal grego. “A beleza é aquilo que agrada à mera contemplação. Muitas coisas que são consideradas belas apresentam uma proporção chamada áurea que é agradável à vista e agradável esteticamente.” [3]. Um exemplo clássico na arquitetura grega é o Parthenon, templo construído no século 5 a.C pelo arquiteto e escultor Fídias. Na Figura 2 tem-se o retângulo áureo, princípio organizador, estabelecendo as relações entre

as alturas do entablamento e das colunas, evidenciando o uso da referida proporção como elemento definidor da fachada.

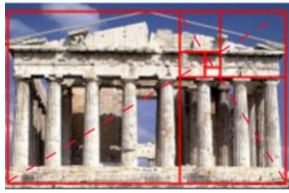


Figura 2: retângulo áureo no Parthenon. [4]

A Figura 3 apresenta o traçado da Villa Garzador de Andrea Palladio (1508-1580) concebida a partir da construção clássica de um retângulo áureo (em azul) inscrito em uma semicircunferência, resultando em um sistema de medidas proporcionais (A, B, C) que organizam o plano. [3]. Como ilustra a referida figura a proporção é obtida tendo como base o módulo d, diâmetro de uma coluna clássica. As medidas proporcionais são definidoras tanto das alturas na fachada como na divisão espacial dos ambientes na planta baixa.

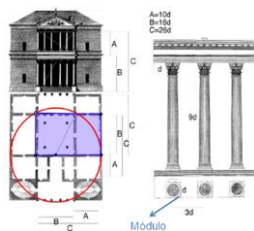


Figura 3: O traçado da Villa Garzador. [2]

As ordens clássicas e os elementos arquiteturais, tais como as colunas, pilares, entablamentos, arcos e domos formam o vocabulário das construções Renascentistas. Como ilustra a Figura 4, podem ser observados os traçados reguladores da fachada da Igreja Santa Maria Novella, do arquiteto italiano Alberti, constatando-se mais uma vez a presença da geometria como fundamentação para a concepção projetual.

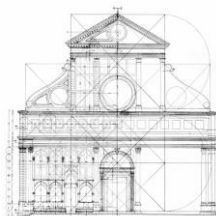


Figura 4: Santa Maria Novella, Alberti, [5]

Os arquitetos romanos fazem uso de arcos e abóbadas como novo repertório formal, fato que representou um avanço no sistema estrutural, inaugurando uma nova

arquitetura. O coliseu ilustrado na Figura 5 é um exemplo clássico do uso do arco como elemento estrutural. Tem-se também na Figura 5 o emprego de uma abóbada, possivelmente a primeira utilizada em uma residência: a Domus Aurea.



Figura 5: O Coliseu e a Domus Aurea. [6]

A Figura 6 expõe a planta baixa e um corte da Domus Aurea, como se pode observar tem-se o emprego do arco definindo a abóboda como elemento estrutural da cobertura do pátio octogonal com uma abertura zenital para permitir a entrada da luz. “... Os arquitetos desenharam duas das principais salas de jantar flanqueando um pátio octogonal, este último coroado por uma cúpula com um gigante oculus central para permitir a entrada de luz. Foi provavelmente a primeira vez que uma cúpula foi usada fora de um templo dedicado aos deuses...” [7]

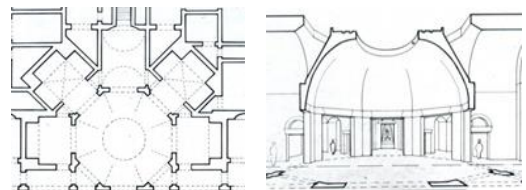


Figura 6: Planta baixa e corte da sala octogonal da Domus Aurea – Roma [8]

O mérito do racionalismo moderno como repertório formal das construções se deve ao fato de ter definido as tipologias da cidade contemporânea em termos estritamente geométricos e com uma visão totalizadora. “O plano geométrico se resolve com uma soltura nova, sem rigor matemático: o que importa é a topologia do esquema, sobre o que pode explorar-se o espaço com uma nova liberdade”. [2]. A Villa Savoye do arquiteto Le Corbusier é um bom exemplo de topologia, onde se vê uma significativa relação entre cheios e vazios como ilustra a Figura 7.



Figura 7: Villa Savoye – Le Corbusier [9]

Segundo Araujo "... Le Corbusier traça uma ponte equivalente entre a tecnologia industrial e a geometria do classicismo". [2]. Este fato é observado na Villa Garche, quando o arquiteto retoma o uso da proporção áurea como definidora da fachada, apresentada na Figura 8.

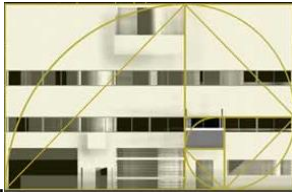


Figura 8: Villa Garche de Le Corbusier [10]

Le Corbusier recupera o papel da geometria como organizadora da forma no sentido clássico, concedendo uma grande importância ao traçado regulador optando pelo uso das progressões geométricas e da seção áurea. "O traçado regulador traz essa matemática sensível que dá a agradável percepção da ordem. A escolha de um traçado regulador fixa a geometria fundamental da obra; ele determina então uma das impressões fundamentais. A escolha do traçado regulador é um dos momentos decisivos da inspiração, é uma das operações capitais da arquitetura". [11]

As curvas cônicas, por sua vez, são empregadas na engenharia e na arquitetura como elemento estrutural ou até mesmo estético, como se pode ver nas pontes e nas grandes obras arquitetônicas. Oscar Niemeyer, um arquiteto aficionado pelo uso da linha curva, explora com maestria as curvas cônicas em suas obras, como exemplo cita-se o Palácio da Alvorada e a Catedral, ilustradas na figura 9.



Figura 9: Palácio da Alvorada e a Catedral de Brasília, Oscar Niemeyer. [13]

A paixão do arquiteto pela linha curva revela-se através do seu poema à curva:

"Não é o ângulo reto que me atrai, nem a linha reta, dura, inflexível criada pelo homem. O que me atrai é a curva livre e sensual. A curva que encontro no curso sinuoso dos nossos rios, nas nuvens do céu, no corpo da mulher preferida. De curvas é

feito todo o universo, o universo curvo de Einstein". [12]

Para o arquiteto Oscar Niemeyer a paixão pela linha curva e o emprego do concreto foram os fatores que o impulsionaram a produzir uma arquitetura diferenciada. Este fato está explícito no depoimento a seguir: "... Nós queríamos impor a curva que é a solução natural do concreto. Quando você tem um espaço grande assim, a solução natural é a curva não é a linha reta. Então eu cobri a igreja de curvas. E a arquitetura se fez diferente..." [12]

Concordando-se com o pensamento de Vitruvius: uma obra arquitetônica será bela se seus elementos forem proporcionais de acordo com os princípios de simetria. O arquiteto deve buscar através da matemática ou da geometria uma ordenação para a sua construção. Assim procedendo, alcançará harmonia e estética em seus projetos arquitetônicos.

3.- A CONCEPÇÃO PROJETUAL DE SANTIAGO CALATRAVA

Para o arquiteto e engenheiro civil Santiago Calatrava a geometria é o ponto de partida na hora da concepção arquitetônica, fonte de inspiração assim como a natureza, como se pode observar na afirmação: "Acredito que a geometria seja fundamental para entender arquitetura. Meu trabalho é feito por meio da geometria. No mundo da arquitetura, a linguagem geométrica é tão importante quanto à linguagem estrutural. As duas são importantes meios de inspiração para mim, junto com as propriedades dos materiais e o mundo da natureza" [14]. A Cidade das Artes e das Ciências em Valencia na Espanha é um bom exemplo do emprego da geometria como fundamentação da concepção arquitetônica do referido arquiteto. Como mostra a Figura 10 o arquiteto se inspira no olho humano ao iniciar o processo projetual da obra citada.

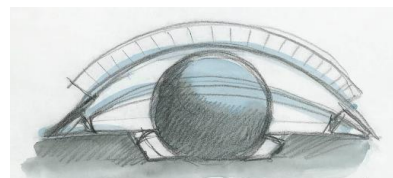


Figura 10: Imagem conceitual do planetário da Cidade das Artes e das Ciências. [16]

Fazendo uma reflexão ao movimento natural de abrir e fechar os olhos no ato de conceber o projeto Calatrava propõe uma

estrutura móvel, uma arquitetura cinética, característica observada em suas obras. Neste caso, valoriza a forma plástica e prioriza a segurança. A Figura 11 ilustra a estrutura móvel do planetário.

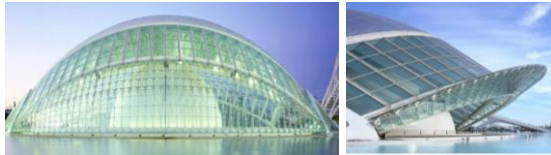


Figura 11: Estrutura móvel do planetário da Cidade das Artes e das Ciências. [16]

Boudon cita que “as ideias do arquiteto são frutos de suas convicções, suas crenças, ou opiniões” [15]. E faz uma distinção entre ideia e inspiração, frisando que a ideia resulta da experiência do arquiteto. Também define o ato de conceber caracterizando-o como sendo uma atividade feita de forma reflexiva e articulada a um conceito e/ou a uma imagem a ele associado.

No tocante à geometria utilizada na concepção da edificação do planetário da Cidade das Artes e das Ciências podem-se destacar as curvas cônicas e a esfera, como mostra a Figura 12.



Figura 12: Cônicas na estrutura do planetário da Cidade das Artes e das Ciências. [16]

A Estação TGV (Train à Grande Vitesse) de Lyon – Satolas representa a nova geração de instalações ferroviárias destinadas a atender o desenvolvimento da rede de trens de alta velocidade da França. Parece ser uma mimese de um pássaro.



Figura 13: Estação TGV de Lyon. [17]

“Essa corrente se baseia em novos conhecimentos geométricos, trazidos pela Biônica, que é a ciência que pesquisa as estruturas e as formas dos elementos da natureza e as incorpora às formas construídas, por cópia, semelhança ou

analogia.” [18]. As imagens conceituais da Estação TGV revelam que o arquiteto se inspirou no corpo humano, na qual os pilares mimetizam o homem de pernas e braços abertos e a cobertura faz alusão ao olho humano. A Figura 14 expõe as imagens conceituais e as analogias formais da estação.

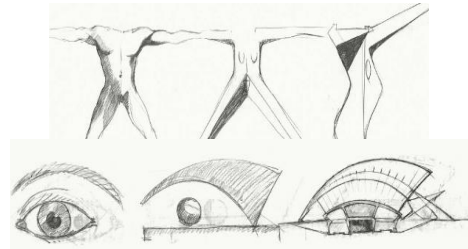


Figura 14: imagens conceituais e analogias formais. [19]

“Sua identificação formal é de um grande pássaro, construído com nervurado de aço, em forma de vértebras e apoiado nas extremidades, sobre dois grandes pilares de concreto em forma de V. Na composição são usadas figuras geométricas curvas, triângulos arredondados, obtidas com o auxílio de programas de computador.” [20]

Na Figura 15 tem-se uma imagem da obra concluída mostrando os pilares que confirmam a utilização da imagem conceitual e a analogia formal do ser humano de braços e pernas abertas.



Figura 15: Pilares da Estação TGV, Lyon. [21]

A seguir expõem-se imagens que comprovam a influência da geometria na concepção projetual da Estação TGV de Lyon. Na Figura 16 observa-se o emprego das curvas cônicas na estrutura da cobertura.



Figura 16: Curvas cônicas na cobertura da Estação TGV de Lyon, Satolas. [16]

A Figura 17 ilustra uma curva cônica na laje e a concordância entre duas retas convergentes e um arco utilizado como estrutura que suporta a cobertura.

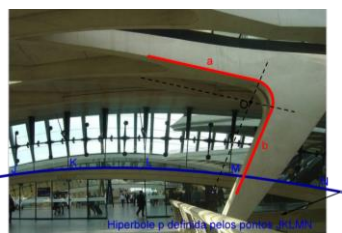


Figura 17: Curva Cônica e Concordância entre duas retas convergentes e um arco.

Para Lawson "... Quando os projetistas produzem desenhos só para si, e não para apresentar informações para os outros, esse processo de reflexão é quase toda a razão de desenhar". [21]. Pode-se concluir que esta forma de projetar com desenhos é utilizada pelo arquiteto Santiago Calatrava. "Para começar, a gente vê a coisa na cabeça e ela não existe no papel, aí a gente começa a fazer uns esboços simples e a organizar as coisas, e aí começa a fazer camada após camada [...] é praticamente um diálogo." [21]

Outra característica observada nas obras de Calatrava é a geometria dos fractais, que são formas fracionadas e divididas em figuras geométricas menores, que não perdem suas características estruturais e morfológicas intrínsecas, na qual a parte se assemelha ao todo e seu processo de construção é repetitivo.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que na obra de Santiago Calatrava a figura humana está sempre presente como fonte de inspiração na definição das suas formas arquitetônicas. No entanto, pode-se observar que a geometria possibilita ao arquiteto atingir seus objetivos, visto que, em sua obra há uma forte ligação entre as formas arquitetônicas e as formas geométricas, utilizadas como princípios norteadores da concepção de seus projetos. Inclusive pode-se comprovar a presença de novos conceitos da Geometria não Euclidiana em sua obra, como uso dos Fractais e da Biônica. Conclui-se, portanto com este estudo, que a geometria fundamenta e serve como princípio norteador para a arquitetura desde os primórdios do classicismo, fundamentando o modernismo e inspirando, na atualidade, a grandiosidade das formas arquitetônicas da obra de Santiago Calatrava.

REFERÊNCIAS

- [1] MAHFUZ, E. C. Ensaio sobre a Razão Compositiva. Belo Horizonte: UFV/AP Cultural, 1995. 89p.
- [2] ARAUJO, Ramón. Geometria técnica y arquitectura. Rev. TECTONICA 17 Geométrías Complejas.
- [3] <http://www.webartigos.com/artigos/proporca-o-aurea/46612/>
- [4] <http://musimaticanando.blogspot.com.br/>
- [5] groupfifteen.inpro.it.
- [6] <http://tazio.uol.com.br/>
- [7] http://pt.wikipedia.org/wiki/Domus_Aurea.
- [8] <http://www.ghis.ucm.es>.
- [9] <http://lcvillasavoye.blogspot.com.br/>
- [10] <http://www.christianwild.de/villagarche>.
- [11] CORBUSIER, Le. Por uma arquitetura. 6ª Edição. São Paulo: Ed. Perspectiva S. A., 2000. 208p.
- [12] http://www.avidaeumsopro.com.br/pt/niemeyer_depoimentos.php.
- [13] <http://www.terramagazine.terra.com.br>
- [14] <http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/103/sumario.asp>.
- [15] BOUDON, Philippe et al, Enseigner la conception architecturale – cours d'architecture. Paris, Éditions de la Villtte, 2000.
- [16] <http://www.calatrava.com>
- [17] <http://noradar.com/arquitetura/lyon-satolas-railway-station/>
- [18] www.ebah.com.br/content/ABAAAA2-EAH/arquitetura-geometria
- [19] <http://www.arketipo.com.br/blog/?p=419>
- [20] http://www.usjt.br/arq.urb/numero_01/artigo_06_180908.pdf.
- [21] LAWSON, Bryan, Como arquitetos e designers pensam. Trad. Maria Beatriz Medina, São Paulo, Oficina de Textos, 2011.