



A MATEMATICA DA ARQUITETURA IDEAL

Maria Madalena dos Santos
UFES - Universidade Federal do Espírito Santo, DAU
maria@npd.ufes.br

RESUMO

A Proporção Geométrica foi na Grécia e na analogia de Vitrúvio, harmoniosamente ordenada e ritmicamente repetida. Simetria, como definido pelos gregos e romanos, bem como os mestres do barroco, e os arquitetos e pintores da renascença, e diferente de nosso moderno termo para simetria. A definição de Vitrúvio para simetria reside na correlação de medidas entre vários elementos do plano e entre cada um desses elementos e aqueles do corpo humano. Isto procede de proporção que o grego chamava de analogia. Esta simetria é regulada pelo módulo, o padrão de medida comum, que os gregos chamavam de número. Quando todas as partes do edifício são colocadas em proporção por uma correlação entre comprimento e largura, entre largura e altura, e quando estas partes têm também sua relação na simetria total do edifício, obtém-se eurhythmia. Palladio e Le Corbusier usaram essa harmonia em suas obras, como veremos.

Palavras chave: harmonia, proporção, simetria, história.

ABSTRACT

The name of the geometrical proportion was in Greece and in Vitruvius analogy; harmoniously ordered or rhythmically repeated. Proportions or analogical recurrences in all consciously composed plans. Symmetry as defined by Greek and Roman architects as well as the Gothic builder masters, and by the architects and painters of the renaissance, from Palladio to Leonardo, is quite different from our modern term symmetry. The definition of Vitruvius to symmetry resides in the correlation of the measurements among various elements of the plan and between each one of these elements and these "as the human body". Palladio and Le Corbusier works were full of this harmony.

Key words: harmony, proportion, symmetry, history

1 Introdução

Existem dois tipos de beleza: a natural e a proveniente dos costumes. A natural consiste, devido às leis da geometria, em Homogeneidade, Simetria e Proporção. A beleza proveniente do costume origina da necessidade. Dai provêm erros simples, possivelmente porque a verdadeira beleza é sempre a natural ou beleza geométrica. Figuras geométricas são de natureza tão agradáveis quanto irregulares: o quadrado e o círculo são os mais belos (figura 01), seguidos do paralelogramo e da oval. Existem apenas duas belas orientações da linha reta, quer dizer, a linha vertical e a linha horizontal. Isto vem absolutamente assim da natureza, porque nada é tão firme como a linha vertical (ROWE, 1976).

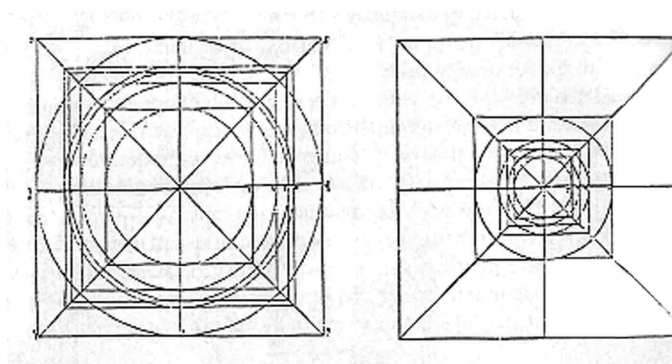


Figura 01 – Quadrado e círculo como sinônimo de beleza

A convicção, desde o grego clássico, de que a ordem no universo estabeleceu-se em números é tão grande quanto à de que em número se fundamenta a beleza artística.

Vitruvio realizou uma mistura de método aritmético e proporção geométrica no projeto de uma regra de medidas, que ele abordou na disponibilidade de estimar razão. Sua representação de arquitetura agradável alimenta-se da idéia clássica grega de número, na qual foram fundamentados a beleza e o trabalho artístico.

Vitruvio foi o primeiro, que se tem notícias a quase exclusivamente usar o recurso da proporção humana como argumento racional para determinar formas que devem ser sentidas como belas. Prova maior da beleza pura e geométrica é o *homo vitruvianus*, que foi inserido no círculo e no quadrado para demonstrar a perfeição da proporção humana. Desde então o antropomorfismo, sempre foi usado na arquitetura, em todas as obras sobre harmonia, não apenas no renascimento, mas também no barroco, assim como a arquitetura moderna (Ernest Neufert e Le Corbusier), se inspirou no antropomorfismo tradicional (FRINGS, 1998).

2 A base na Idade Antiga e Idade Média

Vitruvio vale-se das antigas comparações, na área política, com o organismo humano. Pois no tempo do sofismo, Platão introduziu o Estado como organismo ou como unidade individuum; em

compensação, Aristóteles dirige sua idéia de harmonia de diferentes membros tanto no estado como no corpo. Um grande fator, no sistema platônico de estética, foi a importância dada aos cinco poliedros regulares e as proporções que eles revelam; este ponto de vista foi transmitido pela idade média para a renascença e adiante, com o estudo de algumas proporções e a aplicação na composição artística (GHYKA, 1977).

Vitrúvio descreve eurhythmia como “aparência graciosa”. Sob simetria, Vitruvio entende o termo Harmonia em uma construção cujas proporções são desenvolvidas em um módulo. Daí resulta a inevitável comensurável proporção, isto é, razão entre grandezas, com medidas em comum, como Euclides (300 AC) definiu. Assim a “Simetria” de Vitrúvio estaria em Harmonia com a matemática grega, com a precisa tradução de comensurabilidade (TZONIS, 1987).

Como exemplo para a formação simétrica, ele se serve do corpo humano, cujos termos de medida: cúbito, pé, mão e dedo são comparáveis. Com isso, Vitrúvio faz alusão sobre determinada harmonia desses termos de medidas, como era determinada no antigo sistema de medidas divulgado: o dedo é contido quatro vezes na mão, esta é contida quatro vezes no pé e seis vezes no cúbito. A simetria é assim condição prévia de eurhythmia, que pode ser indicada como manifestação da simetria. No corpo humano observa-se, sem dúvida, uma semelhança em um módulo baseado em comensurável proporção (FRINGS, 1998).

O arquiteto Leon Baptista Alberti (1404-1472) em um tratado de 1452, “De re aedificatoria libri decem”, sistematiza rigorosamente o princípio fundamental vitruviano sobre partes das construções, materiais, funções e proporções. Para ele, a qualidade da planta mostra-se no critério da finalidade, dignidade, conforto ou funcionalidade, estética e qualidade de vida do usuário. Ele compara o todo com a cidade: que “a cidade é uma grande casa, e uma casa é uma pequena cidade”. Essa união de diferentes partes em um todo harmônico passa como verdadeira exigência de uma bem sucedida e bela arquitetura.

No tratado, Alberti descreve um método que inventou para determinar a forma e medidas da pintura ou imagem visual de um quadrado de lado dado na horizontal, para uma distância conhecida do observador (SANTOS, 2000).

3 A Simétrica Forma Humana

Vitrúvio trata a aparência do corpo humano como termo de comparação, a saber: Ordinatio, Dispositio, Eurhythmia, simetria, decor e distributio.

O conceito de simetria é tão complicado quanto a atual definição de simetria axial. A definição de Vitrúvio para simetria reside na correlação de medidas entre vários elementos do plano e entre cada um desses elementos e aqueles do corpo humano, sendo a “divisão das obras de construção mesmo se demonstrando harmonia e que sobre estimada parte (módulos), base da reciprocidade de parte única, para se separado, formar a obra de construção num todo”.

Vitrúvio faz uma distinção entre simetria e proporção: proporção apresenta: “quando a divisão em toda a construção e uma determinada parte (módulos) do conjunto da obra sendo colocada como base de medida”, donde se resulta o sistema de simetria. Para entender

claramente foi proposta a proporção como grandeza de comparação de partes soltas como um todo e daí distinguir a simetria, que da comparação da parte solta, seguem uma pequena unidade fundamental. Alguns autores tratam o atual conceito de proporção como a harmonia na simetria de Vitruvius, mas sua proporção considera somente “a pura proporção numérica”.

O concreto exemplo para modelagem bem proporcional, para Vitruvius é: “como no corpo humano de articulações, pé, mão, dedo e resto de partes do corpo que a qualidade do ritmo simétrico, assim também e na execução das obras de construção”.

4 A Proporção Humana

Vitruvius fez um dos mais conhecidos estudos sobre simetria dos templos e apresenta a proporção entre as partes do corpo tal qual a cabeça seria $1/8$ da altura do corpo, os pés seriam $1/6$ do corpo e a face seria $1/10$ do corpo. Essa regra indica espantosa diferença com a natural harmonia corporal, como fazem alguns comentários da renascença, que muitos estimulam a correção. Assim, Leonardo da Vinci, informa para largura do busto como $1/4$ da altura do corpo, cuja razão aplica-se sobre os ombros. Da Vinci também reduziu o pescoço de $1/15$ do corpo humano para $1/24$ e o pé de $1/6$ da altura do corpo para $1/7$ (figura 02).

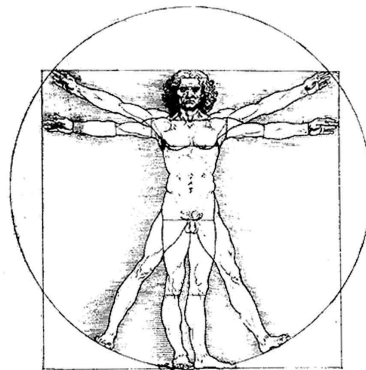


Figura 02 – Homem Vitruviano

No homem vitruviano, que com membros abertos deixa-se tocar por um círculo, cujo centro situa-se no umbigo. Um quadrado resulta da igualdade de altura a largura sobre os braços estendidos, cujo ponto médio fica no sexo, como mostra o desenho realista de Da Vinci. De fato a maioria das ilustrações da Idade Média mostram a simpatia por microcosmos e macrocosmos como uma figura masculina com medidas dos membros estendidos no círculo, raramente em retângulo ou quadrado.

Vitruvius também discute os números perfeitos, seis e dez, cuja adição dá o perfeito número 16. A perfeição será explicada em relação às reduzidas medidas humanas como dedo, palma, pé e braço. A discussão de número perfeito é baseada na forma humana. Vitruvius coloca a metade do corpo humano como forma perfeita, por ordem numérica como exemplo para

arquitetura. O que não pode ser tomada da simetria do corpo “a média proporcional”, e a razão geométrica de Pitágoras.

5 Contribuições de Palladio e Le Corbusier na Arquitetura Harmônica

Como tipo ideal de construção, Palladio planejou a Villa Capa-Rotonda. Porque ela foi pensada matematicamente, abstrata, quadrada e sem função conhecida, bem como totalmente inesquecível, suas construções são divulgadas e apreciadas universalmente. Para Palladio, uma casa deve refletir por séculos a ordem harmônica de sua concepção e de seus ocupantes. Palladio deve ter se sentido em casa na província Poussius entre seu volume geométrico claro e o aspecto de natureza virgem que Le Corbusier fez alusão.

Le Corbusier, que elaborou uma escala harmônica relacionando proporções humanas com a razão áurea, inscreve um corpo humano em um duplo quadrado, sendo considerado como a mais significativa tentativa moderna de relacionar arquitetura com medidas humanas orientada por uma ordem matemática (LE CORBUSIER, 1995).

A Vila Stein de Le Corbusier e a Vila Malcontenda de Palladio são interpretadas como construções monolíticas, e sob consideração de diferentes tratamentos dos telhados se confirmam, que ambos os edifícios com oito unidades de comprimento, $5 \frac{1}{2}$ de largura e 5 de altura. Além disso, há uma estrutura semelhante na distribuição (figura 03). Ambas as casas demonstram um alterado ritmo duplicado e simples intervalo espacial, e cada casa apresenta um idêntico ritmo, 3 partes do corpo da casa (NAREDI, 1995; ROWE, 1976).

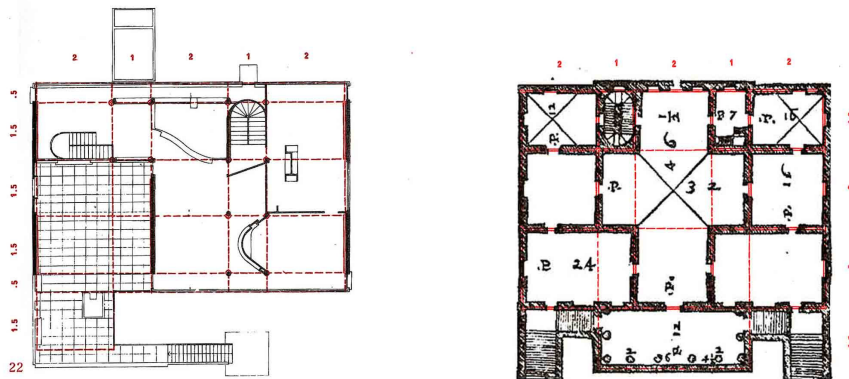


Figura 03 – À esquerda Vila Stein e à direita Vila Malcontenda.

Pela utilização do resultado $1/2$ unidade rítmica construiu Le Corbusier uma concentração no meio do terreno e deixou por isso o peso sobre outra parte, enquanto em Palladio a dominância transcorre, salvo pelo qual ele concentrou a delicadeza muito forte nestas duas áreas. Aqui Palladio vai da disposição lógica de motivo geral conhecido, mas ele procura uma base construtiva para denominar a simetria do projeto.

O sistema construtivo de Palladio se faz quase inevitavelmente, a mesma planta em cada andar da casa repetida, enquanto o Pilotis de Le Corbusier permite uma formação flexível. Mas ambos os arquitetos levantam uma exigência, que o balanço ultrapasse um pouco sobre a base, paredes maciças, esclarece Palladio, exige simetria, uma armação de esqueleto de uma construção, prega Le Corbusier, pede uma livre disposição em planta. Mas essa afirmação deve, no mínimo em parte, ser na exigência estilista pessoal - então edifícios assimétricos são sólidos convencionais de arte construtiva, e até mesmo armações de construção com tradicional planta são completamente satisfatórios estéticos.

Como telhado e terraço, Le Corbusier coloca 1, 2 ou 3 unidades sobre o lado direito da fachada e no outro lado torna uma posição central no corpo construtivo maciço, mas uma simétrica posição no conjunto. Por outro lado, a entrada guarda o elemento pelo qual poderá ser visto como análogo na entrada e no plano superior no Palladio.

A base de proporção ideal, pertencente ao círculo, apresenta-se também na matemática e na música, na qual Palladio se baseava com total convicção. Ele estava certo, que havia uma grande relação apresentada entre número perfeito, proporção da forma humana e elementos da harmonia musical.

Com efeito, não se admite que proporções arquitetônicas originadas de harmonia musical, porém, que a lei de proporção seja fundamentada matematicamente e se estenda por todas as áreas. Conforme o sentido platônico e pitagórico compõe-se o Universo em proporção simples. Pela proporção com um reflexo da harmonia do universo, principio básico fundamental da arquitetura - tanto cientificamente como religioso, quase intangível, e alguém como Palladio poderia se deleitar da certeza estética, que como perfeito objetivo seria considerado.

Le Corbusier formulou semelhante consciência relativamente à proporção. Enquanto na Vila Malcontenda as regras da geometria em todos os compartimentos de todo o prédio soa eficaz, assim parece ao contrario em Vila Stein, a geometria conseqüentemente apenas e encontrada no corpo do edifício como todo e no ritmo dos andares.

A posição teórica, sobre o procedimento de Palladio, coincide com o século 18 quando a proporção foi redescoberta; e inspiração subjetiva, assim que Le Corbusier, apesar dos pesares, a matemática lhe proporciona, simples por sua posição temporária na historia pode substituir de todo modo incontestável de compreender. O funcionalismo representa provavelmente a maior experiência positivista, de novo uma ciência estética, fazer valer, com mesmo significado da antiga, com base no principio platônico e aristotélico.

A posição teórica, sobre o procedimento de Palladio, coincide com o século 18 quando a proporção foi redescoberta; assim, Le Corbusier, apesar de sua posição temporária na historia, pode substituí-la de modo incontestável de compreender sendo a inspiração subjetiva que a matemática lhe proporciona. O funcionalismo representa provavelmente a maior experiência positivista que, de novo uma ciência estética faz valer, com mesmo significado da antiga, baseada no principio platônico e aristotélico.

6 Conclusões

Realizou-se uma abordagem da importância da harmonia na arquitetura desde o classicismo grego, para os quais harmonia era sinônimo de simetria e proporção. Vitruvius cria um módulo de medidas relacionadas com o corpo humano, já que este é simétrico com partes proporcionais entre si, considera que uma obra arquitetônica também deve ser constituída de partes proporcionais entre si contidos em um todo simétrico. Na idade média, vários artistas se valeram da simetria grega para desenvolver suas obras, sendo Leon Albert quem sistematiza o princípio fundamental vitruviano sobre partes das construções, materiais, funções e proporções. Algumas relações de proporções, no corpo humano, definidas por Vitruvius foram corrigidas por Da Vinci na renascença, sendo Palladio quem publica uma vasta obra relacionando proporções e simetrias entre as diferentes partes da construção. A Vila Retonda tem ritmo de distribuição semelhante à Vila Stein projetada por Le Corbusier, cujo Modulor é considerado como a mais conceituada tentativa moderna de se estabelecer um sistema de medidas relacionado com o corpo humano. Hoje consideramos a harmonia como uma transformação projetiva, desenvolvido por Desargues, não necessariamente sendo simétrica, mas toda simetria é considerada como caso particular de harmonia, assim como a auralidade.

Referências

- [1] FRINGS, Marcus: **Mensch und Mass: anthropomorphe elemente in der Architekturtheorie des Quattrocento**, Weimar:VDG,1998.
- [2] GHYKA, Matila, **The Geometry of art and Life**, New York: Dover Publications,1977.
- [3] IVINS, William M., **Art & Geometry: A study in space intuitions**, NY: Dover, 1964.
- [4] LE CORBUSIER, **Der Modulor**, Stuttgart: Deutsch verlag,1995
- [5] NARED, Rainer, **Architektur & Harmonie**, Koln: Dumont,1995.
- [6] ROWE, Colin, **Die Mathematik der idealen Villa und andere Essays**, Berlin:Birkhauser, 1998
- [7] SANTOS, Maria M., **A Expressão Gráfica, história e problemas**. In: Anais do Gráfica2000, Ouro Preto: ABEG, 06/2000.
- [8] SANTOS, Maria M., **A Geometria Projetiva como base da Geometria Descritiva**. In: Anais do Gráfica2001, São Paulo: ABEG, 06/2001.
- [9] SELLENRIEK, Jörg. **Zirkel und Lineal**, München: Callwey, 1987.