

GEOMETRIA NA ARQUITETURA

Vilmar Silva de Moraes*

Eremita Marques Nogueira Barbosa**

RESUMO

Com este artigo conheceremos um pouco da origem da Geometria e seus estudos, veremos como surgiram algumas formas geométricas e suas respectivas fórmulas, e como a Geometria se tornou uma ciência. Também veremos um resumo da história da Arquitetura e seu desenvolvimento ao longo dos anos. O objetivo geral é mostrar a importância das formas arquitetônicas no auxílio do estudo da Geometria. Os objetivos específicos foram aprender a identificar as formas geométricas nas obras arquitetônicas, ver que é bem mais fácil estudar Geometria com o auxílio das obras arquitetônicas, pois não há forma arquitetônica em que não se possa notar alguma forma geométrica, e com isso aprender um pouco dessas obras. Este artigo foi uma pesquisa qualitativa, feito com artigos publicados na internet. Espero que com esse artigo dê novas ideias aos professores, mostra que a matemática está presente em nosso cotidiano, assim a Geometria está presente na Arquitetura.

Palavras chave: Geometria. Arquitetura. Formas.

* Formando no Curso de Matemática da Faculdade Patos de Minas 2012. Carmo do Paranaíba MG
vilmarsilvacp@hotmail.com

**Professora da Faculdade Patos de Minas. Especialista em Matemática pela Faculdade Patos de Minas, Pós Graduada em Didática e Docência do Ensino Superior.
e-mail: eremita_matematica@yahoo.com.br

ABSTRACT

With this article we will know a little of the origin of Geometry and their studies, as we shall see there were a few geometric shapes and their formulas, and how Geometry became a science. We will also see a summary of the history of Architecture and its development over the years. The overall goal is to show the importance of architectural forms to aid the study of Geometry. Specific objectives were to learn to identify Geometric shapes in architectural works, see that it is much easier to study Geometry with the help of architectural works, because there is no architectural form in which one cannot notice any Geometric shape, and learn a little about it these works. This article is a qualitative research done with articles published on the internet. I hope that this article gives new ideas to teachers, shows that math is present in our daily lives, so the Geometry is present in Architecture.

Keywords: Geometry. Architecture. Forms.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Tema e Delimitação do tema

Geometria na Arquitetura: uma explanação da presença de formas geométricas planas e espaciais nas obras arquitetônicas.

1.2 Formulação do Problema e Hipóteses

1.2.1 Formulação do problema

Não há formas arquitetônicas em que não possam se notar alguma forma geométrica. Na elaboração de todas as construções arquitetônicas projetadas, se pode verificar nitidamente o uso da Geometria. Sendo assim, como podemos estudar Geometria com o auxílio nas obras arquitetônicas?

1.2.2 Hipóteses

- A Geometria faz com que as obras arquitetônicas tenham uma maior visão estética.
- A Geometria tem contribuído e demonstrado através das obras de arquitetos famosos a leveza e beleza de suas formas.
- Usando as obras arquitetônicas, como exemplo sólido, é mais fácil visualizar as formas geométricas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Demonstrar a importância das formas arquitetônicas no auxílio do estudo da Geometria, comparando-as com as formas geométricas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar formas geométricas nas obras arquitetônicas.
- Conhecer um pouco dessas obras.
- Comparar as formas arquitetônicas com as formas geométricas.

1.4 Justificativa

Este estudo se deu devido à dificuldade dos alunos que estão estudando a Geometria e suas formas geométricas.

Os alunos do ensino fundamental e médio encontram dificuldades para visualizar mentalmente as formas geométricas, principalmente as espaciais. Usar obras arquitetônicas, como exemplos sólidos, facilita a compreensão dos alunos na visão dessas formas geométricas.

1.5 Metodologia

A metodologia utilizada na pesquisa deste artigo foi qualitativa, por meio de uma revisão de literatura. Usamos para esta pesquisa livros e artigos publicados em revistas online. As principais palavras foram Geometria, Arquitetura e formas.

Este artigo é uma comparação entre formas geométricas e obras arquitetônicas, visando o estudo da Geometria com ênfase nas obras arquitetônicas.

2 A ORIGEM E O ESTUDO DA GEOMETRIA

Para Braz (2009), a Geometria está relacionada com as construções da época e o movimento dos astros. A Geometria é muito usada também para calcular volumes, áreas e superfícies. A Geometria começou a ser estudada na antiguidade, nas antigas civilizações Babilônicas e Egípcias, algo em torno do século XX a.C. Tudo começou com as enchentes do rio Nilo. Todos os anos, o rio Nilo transbordava inundando suas margens. Após as enchentes, as terras próximas às margens do rio viravam ótimos campos para plantação, ricos em nutrientes. Mas também com as enchentes, infelizmente, as delimitações de posse de terras ficavam destruídas impossibilitando dizer quem era dono daquela propriedade. Assim, surgem os

agrimensores, funcionários com a função de avaliar os prejuízos das enchentes e remarcar as divisas de posse de terra novamente. Com esses agrimensores nasce a Geometria, esses funcionários aprenderam a delimitar as áreas em torno do rio Nilo, dividindo a terra em triângulos e retângulos.

Com o surgimento da Geometria surgiu também suas fórmulas e formas. De acordo com Braz (2009), a descoberta da fórmula da área do retângulo surgiu com as observações de mosaicos quadriculados e o descobrimento da fórmula da área do triângulo foi com o ato de dividir o retângulo ou o quadrado em duas partes pela diagonal. A necessidade de calcular a área do círculo surgiu com alguns problemas nas construções da época que necessitavam dessas formas. Os antigos estudiosos da época perceberam uma semelhança entre o raio e o comprimento do círculo.

O comprimento do círculo é sempre 6,68 vezes maior que seu raio. Mais tarde a descoberta da fórmula da área do círculo foi encontrada por um escriba egípcio com o nome de Ahmes a cerca de 2000 a.C. Ahmes notou uma relação entre a área de um círculo com a área de um quadrado, formulou que para saber a área de um círculo bastava apenas calcular a área do quadrado, que no caso do círculo seria o raio ao invés do lado, e multiplicar o resultado por 3,14. Hoje, conhecemos esse valor como a medida de π . Assim, Ahmes determinou a fórmula do círculo.

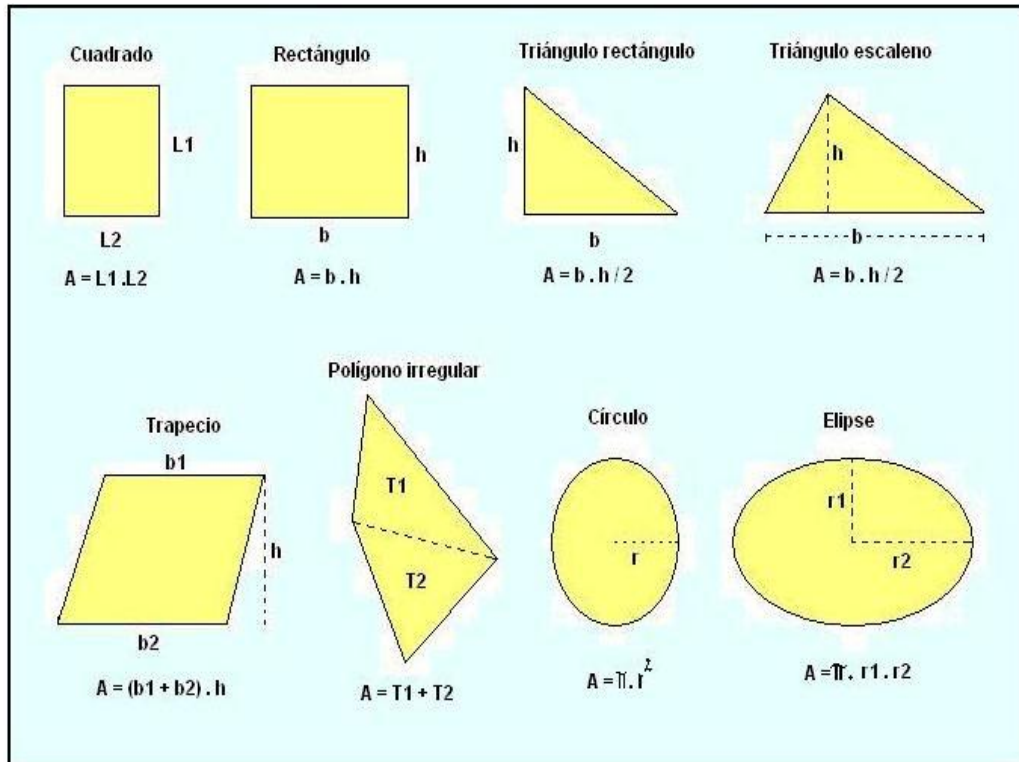


Figura 1 - Formas geométricas com suas respectivas formula

Fonte: <http://iesrioaguas.wordpress.com/2011/03/08/formulas-geometricas/>

Após esses acontecimentos, em torno de 500 anos a.C. na Grécia as primeiras academias de estudo da Geometria foram criadas. Também surgem as primeiras tentativas para deduzir os conceitos geométricos. Mais somente com Euclides que a Geometria se tornou uma ciência em torno de 300 anos a.C., afirma Braz (2009).



Figura 2 - Euclides

Fonte: <http://educacao.uol.com.br/biografias/euclides.jhtm>

“Foi através da Geometria Euclidiana, e até antes dela, que a humanidade pode construir suas casas, suas cidades e seus principais monumentos.” (SOUZA, 2006, p.106). A Geometria alavancou o desenvolvimento da humanidade na área das construções, com a geometria as antigas civilizações passaram a projetar melhor suas construções. Mas a Geometria também não só favoreceu na área da construção civil como também nas artes, nos meios de medidas e outros.

De acordo com Sousa (2006), mesmo sem o reconhecimento da Geometria com caráter científico, e com uma tecnologia bem ultrapassada, tivemos vários exemplos extraordinários de construções na Idade Antiga como Machu-Pichu, as pirâmides do Egito e as cidades astecas. A Geometria mesmo sem seu reconhecimento merecido sempre estava presente nas construções.

“A seguir, já com a consolidação dos conhecimentos científicos anteriores, Euclides ao formular seus postulados e axiomas, criou as bases para um desenvolvimento geométrico que perdura há mais de 2.000 anos.” (SOUZA, 2006, p.106). Com o reconhecimento da Geometria como ciência dedutiva que trabalhava através de hipóteses ou axiomas, que foram apresentadas em dois tópicos por Euclides, as noções comuns e as postuladas. A diferença entre esse dois grupos que não eram bem defendidos são; as noções comuns são aquelas teoria que era aceitável em qualquer ciência, postulada seriam hipóteses que se referiam a somente a Geometria. Exemplos de noções comuns: coisas iguais a uma mesma coisa são também idênticas, o todo sempre será maior do que qualquer uma de suas partes, e coisas que se coincidir uma com a outra serão iguais. Exemplos de postuladas: ligando um ponto a outro se traça uma única reta. Uma reta pode ser prolongada finitamente se continuar em uma única linha reta, e todos os ângulos retos (90 graus) são iguais.

Para Braz (2009), ao final de século XIX, a Geometria Euclidiana perdeu o seu lugar de verdade inquestionável, e a Geometria Hiperbólica já estava sendo aceita. Essa nova Geometria inovou a matemática, e até Albert Einstein utilizou o espaço curvo na Teoria da Relatividade.

De acordo com Braz (2009), hoje a maioria dos alunos do ensino fundamental não está apta para notar detalhes na Geometria dedutiva, pois até grandes matemáticos ao longo história tiveram dificuldades para descobrirem falhas nos conceitos de seus antepassados. O aluno para estudar Geometria necessita ter uma base formada no assunto, por isso a escola básica não é o local adequado para uma

discussão axiomática. Os professores de educação básica devem formar essa base e estimular a visão do aluno para o ensino médio. Para isso o professor de matemática deve ter o domínio da Geometria Pós-euclidiana, pois ele tem o dever de saber como a Geometria se desenvolveu após Euclides.

“A Geometria é parte intrínseca do nosso universo físico e seu ensino faz parte do currículo das escolas de todos os países do mundo.” (OLIVEIRA, 2007, p.02) A Geometria é uma matéria essencial para o desenvolvimento de quase todas as carreiras acadêmicas. Se estudar matemática estará estudando Geometria, pois Geometria é matemática. A Geometria como vemos está presente em vários tipos de forma existente, principalmente nas obras arquitetônicas. A Geometria é uma disciplina obrigatória em todas as escolas de nível fundamental e médio.

3 A HISTORIA DA ARQUITETURA E SEU DESENVOLVIMENTO

Para Pádua (2005), foi na pré-história que os primeiros exemplares de obras arquitetônicas foram criados. As obras feitas de pedras foram esses primeiros exemplares de criações arquitetônicas e artísticas depois das pinturas dos homens das cavernas. As pinturas rupestres são aquelas escrituras, desenhos ou pinturas feitas há muitos anos, em rocha e cavernas. A Arquitetura na pré-história também é conhecida como a Arquitetura Neolítica, essa é a primeira definição da arquitetura. Foi na Arquitetura Neolítica que o homem começou a trabalhar com a rocha, ele criou escultura, moradia, até coisas que até hoje não se sabe a verdadeira utilidade ou serventia. Exemplos de criações da arquitetura neolítica são: Dólmen e Anta São Geraldo em Portugal, Stennes Stones e Callanish Stones na Escócia e também as cabanas indígenas.



Figura 3 - Toca de Salitre exemplo de pinturas rupestres

Fonte: <http://www.fumdham.org.br/pinturas.asp>

A Arquitetura Antiga pode ser dividida em várias divisões de cultura e povos, como a Arquitetura Egípcia, Assíria, Babilônica, Etrusca, Persa, Micênica, Minoica e Suméria. Cada uma com seu estilo de construção. De acordo com Dias (2009), a Arquitetura Egípcia mostrava muita simplicidade em suas formas, sempre eram inspiradas na residência do imperador, que possuía base retangular e palmeira ou árvores em torno de si. Mas sem dúvida alguma, o maior exemplar da Arquitetura Egípcia são as pirâmides.

A Arquitetura Grega para Dias (2009), os gregos foram os pioneiros a utilizar as medidas de acordo com a natureza, ou seja, de acordo com a física. Eles tinham uma noção de proporção muito boa. Um dos pontos bem marcante na Arquitetura Grega são as colunas, são aqueles pilares redondos que sustentam os templos e as casas, essas colunas eram tão importantes para eles, que elas indicavam até a proporção e os estilos dos templos que seriam construídos.

Para Dias (2009), a Arquitetura Romana é formada por uma mistura de elementos da Arquitetura Grega e Egípcia. A Roma com o controle de quase todo o território mediterrâneo, a Arquitetura também foi uma forma de demonstrar o poder e grandeza do Império Romano. Os romanos construíram vários palácios e templos para demonstrar o seu poder.



Figura 4-O Coliseu um exemplo de arquitetura romana

Fonte: <http://wwwmatematiks.blogspot.com.br/2011/02/arquitetura-romana.html>

A Arquitetura foi evoluindo com o passar dos anos, na Idade Média o ponto mais marcante na Arquitetura são as catedrais, afirma Souza (2006). A Arquitetura na Idade Média se divide em Bizantina, Otoniana, Românica, Carolíngia e Gótica. Arquitetura Bizantina inspirada nas construções gregas e orientais, a igreja de Santa Sofia em Istambul é um exemplo. Arquitetura Otoniana que se originou dos povos que tinha como idioma o alemão, e estilo se confundia com o estilo Românico. A Arquitetura Românica como o próprio nome diz é um tipo de Arquitetura com traços da antiga Arquitetura Romana. Arquitetura Carolíngia é o tipo de obra que vigorava nas áreas do antigo reino franco. E a Arquitetura Gótica foi a evolução da Arquitetura Românica.

“O termo Renascimento é comumente aplicado à civilização europeia que se desenvolveu entre 1300 e 1650.” (BENEVOLO, 2005, p.02). A Arquitetura do renascimento revive a antigo estilo Greco-romano. Esse período foi de evolução na ciência, nas artes, e da literatura. Surgem, então, os arquitetos maneiristas profissionais que dominavam os traços da arquitetura clássica, mas que a consertavam seus erros e a reutilizavam em seu benefício.

Para Dias (2009), Barroco é o significado da palavra mau gosto, um período da arte que vai do ano 1600 ao 1780, caracterizado principalmente pelo exagero de

ornamentação. A Arquitetura Barroca nasceu na Roma e se espalhou pelos os países da Europa. Na Arquitetura Barroca o dinamismo e teatralidade assumem o lugar dos conceitos de volumes e simetria da Arquitetura do Renascimento.

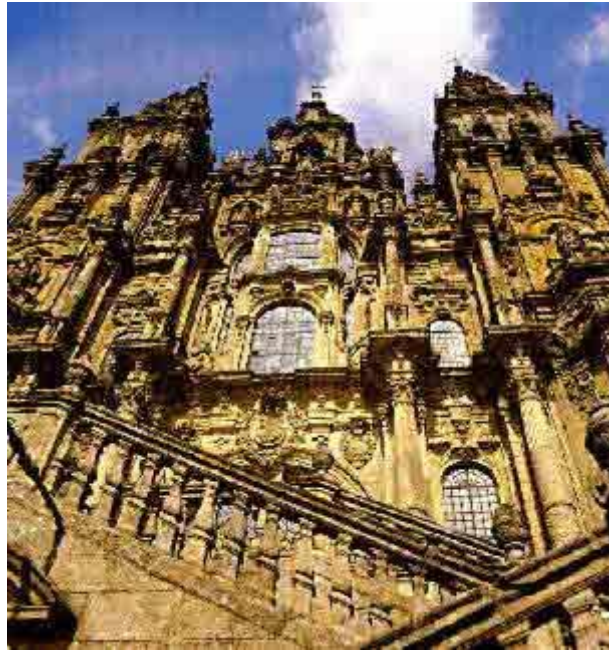


Figura 5 - Catedral de Santiago de Compostela um exemplo de arquitetura barroca

Fonte: <http://www.historianet.com.br/conteudo/default.aspx?codigo=246>

“Neoclassicismo é um movimento artístico que se desenvolveu especialmente na Arquitetura e nas artes decorativas” (DIAS, 2009, p.10). A Arquitetura Neoclássica nasceu na França e na Inglaterra no ano de 1750, com a influência do arquiteto Palladio. Mas o estilo neoclássico estoura em meio ao século XVIII em plena Revolução Francesa, se esparramando para os outros países da Europa. A Arquitetura Neoclássica é inspirada no estilo Greco-romana, descartando as formas da Arquitetura Barroca, revivendo a arquitetura clássica.

De acordo com Franco (2010), a fase da Arquitetura Moderna passou-se durante o século XX, e sua origem pode ser dividida em três movimentações. A primeira está ligada à visão de mundo iluminista, a Arquitetura faz inovações com o passar tempo, e de acordo com as evoluções industriais. A segunda movimentação foi quando a arte redefinia seus conceitos na sociedade no século XIX. E a terceira

movimentação foi com a origem do movimento moderno, com várias mudanças na vanguarda artística das primeiras décadas do século XX.

“A alta tecnologia é uma corrente da Arquitetura Pós-Moderna que encontrava no desenvolvimento tecnológico fundamentos para o desenvolvimento de uma Arquitetura voltada à construção” (FRANCO, 2010, p.44) A Arquitetura Contemporânea passou a estar voltada principalmente para as construções e bem estar da sociedade, deixando de lado um pouco da arte e de excesso de detalhes que não têm serventia. A Arquitetura atualmente pode ser interpretada de várias maneiras; básica, essencial, luxuosa, até caótica. Hoje as pessoas contraem suas casas seus prédios de acordo com suas necessidades e poder capitalista.

4 A GEOMETRIA COM ÊNFASE NA ARQUITETURA

A Geometria e a Arquitetura estão sempre juntas começando por um ponto. “O ponto de partida para a teoria das formas é o ponto” (SOUZA, 2006, p.106). Tanto na Geometria quanto na Arquitetura o princípio de tudo é um ponto. Na Geometria toda forma se inicia com um ponto, exemplo: um ponto ligado a outro forma uma reta, três retas ligadas pelas suas extremidades formam um triângulo, quatro triângulos unidos a um quadrado como base, formam uma pirâmide de base quadriculada.

Na Arquitetura acontece o mesmo, para se criar as obras arquitetônicas que conhecemos hoje é necessário primeiro fazer um projeto, também conhecido como planta (desenho do projeto). A planta é um desenho da obra de como ela deverá ficar após ser construída. Um ponto ligado a outro forma uma reta, na planta essa reta poderá representar uma parede de uma casa, quatro retas ligadas por suas extremidades formam uma forma quadriculada, que poderá representar as paredes externas dessa casa. Com o ponto como origem pode se criar inúmeras formas geométricas e inúmeros projetos arquitetônicos (SOUZA, 2006).

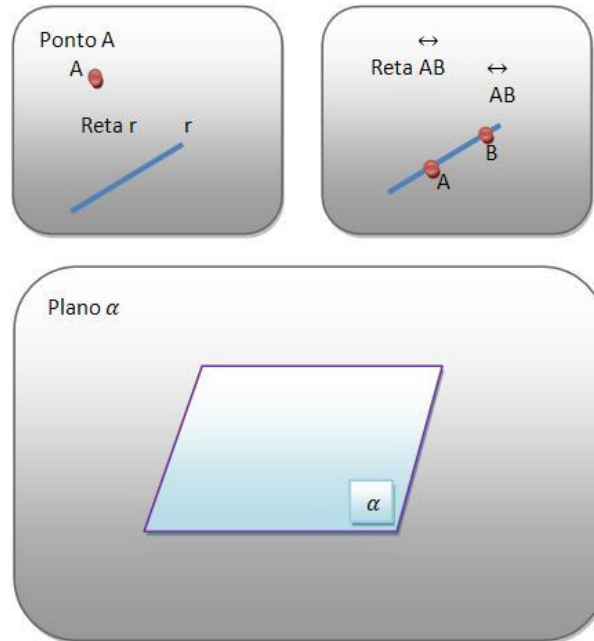


Figura 5 - O desenvolvimento de uma forma geométrica

Fonte: <http://www.colegioweb.com.br/matematica/ponto-reta-e-plano.html>

“Arquitetura é obra construída. O processo de produção de uma obra construída deve passar, obrigatoriamente, pela elaboração e desenvolvimento de um projeto.” (SOUZA, 2006, p.106). Para se construir uma obra é preciso primeiro fazer um projeto ou uma planta, um desenho que poderá representar a obra depois de pronta. Porém, esse projeto não pode ser qualquer desenho, por trás dessa planta há muito estudo, onde se observam as medidas as proporções. Essa planta é muito importante, pois com esse desenho é possível planejar sua construção antes, e com esse planejamento é possível mudar portas, janelas e paredes de lugar antes de passar para a construção.

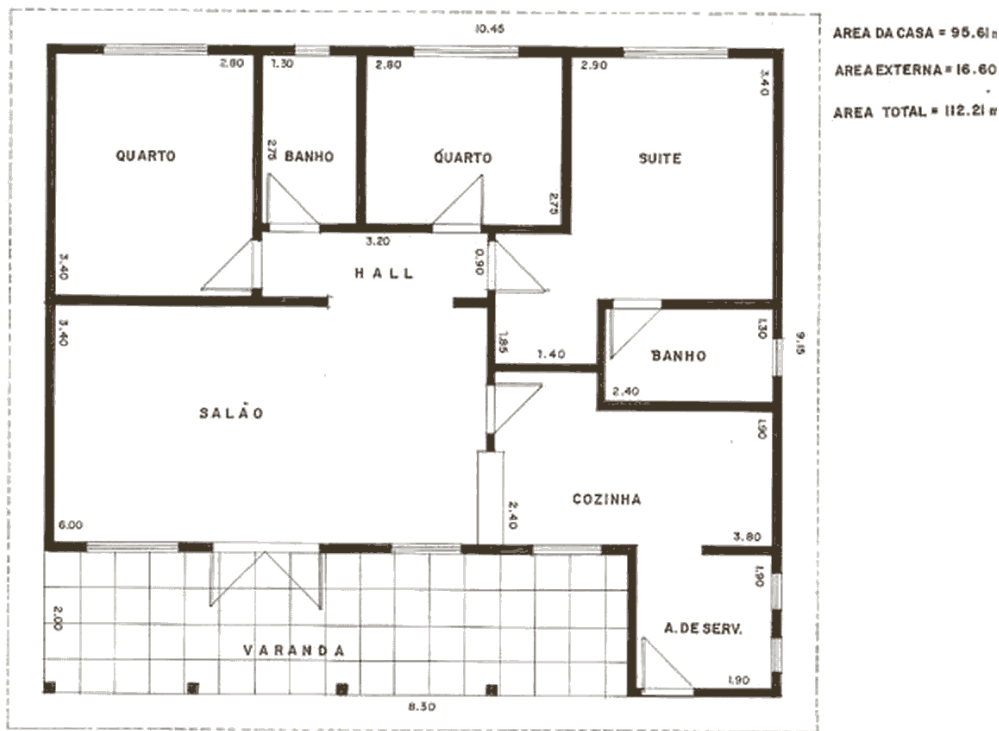


Figura 5 - Planta de uma casa

Fonte: <http://www.ionline.com.br/plantas-de-casas-modelos-de-plantas-gratis/>

“A Arquitetura pode ser compreendida como o resultado construído, fruto da manipulação de sólidos geométricos, através da composição de volumes cheios e vazios,” (SOUZA, 2006, p.106). As obras arquitetônicas de nosso meio são inspirações de formas geométricas. Se essas obras arquitetônicas forem observadas sempre nos lembrara de alguma forma geométrica, seja essa forma geométrica definida ou indefinida.

“No estudo da Geometria, tanto no ensino fundamental como o ensino médio, os alunos possuem dificuldade de entender os conceitos e aplicações que envolvem os conteúdos estudados.” (BALDISSERA, 2007, p.02). Os alunos encontram uma enorme dificuldade para compreender as formas geométricas, principalmente as espaciais, pois são formas bem mais detalhadas, são sólidos em terceira dimensão, e, em muitas vezes os alunos não têm uma visão concreta dessas formas geométricas. Assim, podemos então entrar com o auxílio da Arquitetura e suas obras, para facilitar a visão dessas formas. Como exemplo, o Palácio do Planalto, local onde está localizado o gabinete presidencial, obra criada pelo famoso arquiteto Oscar Niemeyer. No Palácio do Planalto, podemos observar bem no centro da obra

dois prédios, que na Geometria se assemelha com dois paralelepípedos paralelos, nas extremidades há duas metades de uma esfera, uma de um lado com a divisão voltada para cima e outra do outro lado voltada para baixo. As pirâmides do Egito, na geometria espacial se assemelham com pirâmides de base quadriculada. Há varias obras que podemos notar varias formas geométricas o Hotel Unique e o Estádio do Morumbi são mais alguns desses exemplos de obras, criações do famoso arquiteto Ruy Ohtake. Com o uso da Arquitetura no auxílio do estudo das formas geométricas espaciais fica bem mais fácil e simples a compreensão dos alunos.



Figura 5 - Palácio do planalto

Fonte: <http://www.artefinal.com/2009/12/as-fantasticas-obras-de-niemeyer.html>



Figura 6 - Pirâmides do Egito

Fonte: <http://www.infoescola.com/historia/piramides-do-egito/>



Figura 7 - Hotel Unique

Fonte: <http://madeinjapan.uol.com.br/2004/03/24/obras-de-ruy-ohtake-chamam-atencao-da-imprensa-americana/>

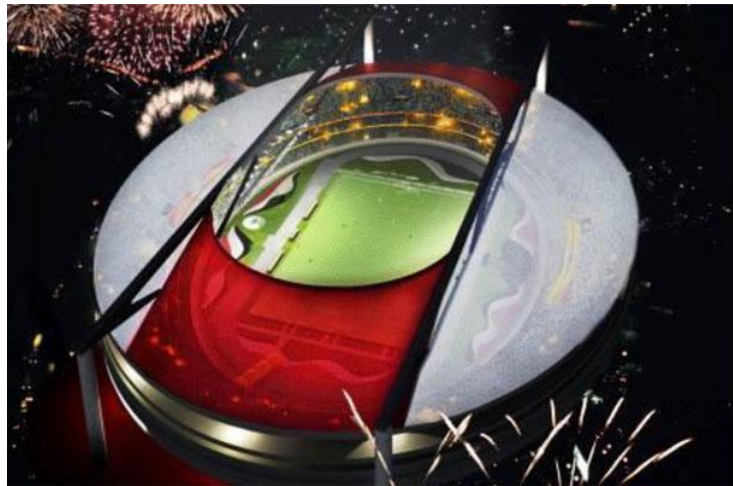


Figura 8 - Estádio do Morumbi

Fonte: <http://www.piniweb.com.br/construcao/arquitetura/estadios-da-copa-de-simples-reformas-a-cobertura-que-simula-140301-1.asp>

Para Silveira (1999), a Geometria Descritiva é um conteúdo valioso e importante no estudo da Arquitetura. Se usarmos uma obra arquitetônica qualquer poderemos mostrar diversas formas geométricas contidas nesta obra. Pois Arquitetura é uma extensão das formas geométricas que estão no papel passadas para uma forma concreta.

5 CONCLUSÃO

Como podemos ver, as formas geométricas e as obras arquitetônicas tem muitas semelhanças, são construções que se podem notar diversas formas geométricas, sejam essas formas definidas ou indefinidas, e a necessidade dos cálculos geométricos nas construções. Verificamos que a Geometria e a Arquitetura são dependentes uma da outra, desde as suas origens e aos seus estudos.

A Geometria é uma das partes da matemática voltada para as formas, que surgiu com os agrimensores. Mais foi estudada e repassada como ciência por Euclides, pois antes de Euclides a geometria era somente dados de fórmulas e formas, não tendo o seu valor merecido.

A Arquitetura surgiu como arte, como desenhos e obras feitas com rochas, obras que até hoje não se sabe a serventia e utilidade. Mas com o passar dos anos a Arquitetura foi se desenvolvendo, criando teorias e estudos, para melhor planejamento das construções. Estudos que dependem principalmente das fórmulas geométricas.

Hoje, a Geometria é uma disciplina obrigatória nas escolas de nível fundamental e médio. Como já foi dito a Geometria e a Arquitetura estão sempre unidas de alguma maneira. Se utilizarmos obras arquitetônicas como exemplos concretos, para facilitar a visão dos alunos das formas geométricas, pois é difícil para o ele poder moldar essas formas mentalmente. Assim, visualizar a Geometria permeada pelos sólidos da Arquitetura.

REFERÊNCIAS

BALDISSERA, Altair. **A Geometria Trabalhada a Partir da Construção de Figuras e Sólidos Geométricos**. Santa Terezinha de Itaipu, 2007. 20p.

BENEVOLO, Leonardo. **História da Cidade**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 2005. 113p.

BRAZ, Fernanda Martins et al. **HISTÓRIA DA GEOMETRIA**. Belo Horizonte: Universidade Federal De Minas Gerais, 2009. 34 p.

DIAS, Solange Irene Smolarek et al. **História da Arquitetura I e II**. Cascavel, 2009. 17 p.

FRANCO, Gabriel; FRAGA, Renata; FARIAS, Ana Maria de Souza Martins. **ARQUITETURA MODERNA E PÓS-MODERNA: MUDANÇA DE PARADIGMA**. Cadernos de Graduação: Ciências Humanas e Sociais, Tiradentes, v. 11, n. 11, 2010. 33-52p.

OLIVEIRA, Liliane Lelis. **O Ensino de Geometria nas Escolas de Nível Médio da Rede Pública da Cidade de Guaratinguetá**. Guaratinguetá, 2007. 9p.

PÁDUA, Marco. **Arquitetura Neolítica**. Cruzeiro do Sul, 2005. 12p.

SILVEIRA, José Eusébio Costa. **Investigação de metodologia de ensino de Geometria Descritiva: Uma Experiência com Estudantes de Geometria e Urbanismo**. Belo Horizonte, 1999. 9p.

SOUZA, Edison Eloy et al. **Arquitetura e Geometria**. São Paulo, 2006. 105-118p.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter conseguido conquistar mais um desafio da minha vida. Agradeço também a minha professora e orientadora Eremita que me ajudou na elaboração desse trabalho. A minha professora Nayara pela sua paciência que teve com a minha pessoa. A minha esposa Mariana. A meu pai Wilson. A minha mãe Maria Helena. A meu irmão Vinícius pelo apoio. A meu amigo Emerson por corrigir este trabalho.