

# O DESENHO DAS ESTRUTURAS GEOMÉTRICAS SUPERFÍCIES DE DUPLA CURVATURA



Maria Alzira Loureiro<sup>1</sup>

Loureiro, M. A. ,Revista Assentamentos Humanos, Marília, v6, nº1, pag. 101 - 106, 2004.

## RESUMO

Trata-se de um procedimento metodológico para o ensino da Geometria Sólida por meio da linguagem gráfica 3D do AutoCAD, ou de um procedimento metodológico para o ensino da linguagem gráfica 3D do AutoCAD por meio dos conhecimentos da Geometria Sólida.

**PALAVRAS CHAVE:** *Desenho - Estruturas geométricas - Poliedros Platônicos - Poliedros Arquimedianos - Superfícies de Dupla Curvatura - AutoCAD 3D-*

---

<sup>1</sup> Professora Titular da UNIP - BAURU, Professora aposentada da FAAC - UNESP - BAURU  
Titulação : Mestrado e Doutorado pela FAU-USP



## INTRODUÇÃO

Este artigo é o início de uma série de trinta e cinco aulas tipo “passo –a passo” sobre desenhos de superfícies poliédricas geradas a partir dos poliedros platônicos e arquimedianos. O início são exercícios simples, mas muito importantes para desenvolver a criatividade e a aprendizagem do AutoCAD em 3D. Aos poucos se aprende a desenhar as estruturas arquimedianas mais complexas geradas a partir dos poliedros platônicos: tetraedro regular, hexaedro regular, octaedro regular, dodecaedro regular e icosaedro regular, até chegar no desenho de geodésicas.

A inovação desta série é apenas a linguagem gráfica informatizada do AutoCAD, porque antes do AutoCAD, os desenhos eram criados sobre o papel, com instrumentos gráficos tradicionais (prancheta, compasso, régua, esquadros, etc.) Os instrumentos gráficos tradicionais são extensão das mãos e tem como suporte, o plano bidimensional. O conjunto de instrumentos gráficos informatizados (AutoCAD) é extensão do cérebro e tem como suporte, o espaço 3D virtual. Por estas razões, o AutoCAD revolucionou todo o procedimento metodológico do Ensino do Desenho, tanto os relacionados com a geometria plana (desenho geométrico) como os relacionados com a geometria espacial (desenhos projetivos e projetuais).

A série completa consta das construções dos seguintes assuntos:

a) Poliedros Platônicos: Tetraedro Regular, Hexaedro Regular ou Cubo, Octaedro Regular, Dodecaedro Regular, Icosaedro Regular.

b) Poliedros Arquimedianos: Troncotetraedro, Troncooctaedro, Troncoicosaedro, Troncododecaedro, Rombicuboctaedro, Cuboctaedro, Icosidodecaedro, Cubo Achatado, Dodecaedro Achatado, Troncocuboctaedro, Troncoicosidodecaedro, Rombicosidodecaedro.

c) Superfícies de Dupla Curvatura

**OBJETIVO:** É iniciar o ensino de AutoCAD por meio da geometria plana e espacial ou... iniciar o ensino da geometria plana e espacial por meio do AutoCAD. Desenvolver um procedimento metodológico fácil, capaz de despertar a curiosidade e o gosto pela pesquisa do Desenho das Estruturas Geométricas e pela linguagem gráfica informatizada.

**PÚBLICO ALVO :** a) Pessoas iniciantes na linguagem do AutoCAD. b) Professores de Desenho Técnico, Desenho Expressivo, AutoCAD, Geometria Plana e Espacial, Matemática, Artes Plásticas. c) Alunos, professores e profissionais nas áreas de projeto, ciência e arte: arquitetura, desenho industrial, engenharia, matemática, artes plásticas.

## OBSERVANDO O HEXAEDRO REGULAR OU CUBO.

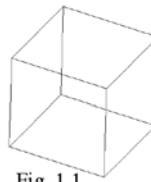


Fig. 1.1

**Primeiro passo:** Antes de iniciar o desenho, é necessário observar a forma do cubo (Fig. 1.1) a fim de entender o porquê de cada construção. O cubo é formado por seis quadrados perpendiculares entre si

dois a dois, por doze arestas e por oito vértices denominados nós da estrutura. Cada nó é composto por três quadrados. Os comprimentos das alturas do hexaedro regular coincidem com os comprimentos de suas arestas.

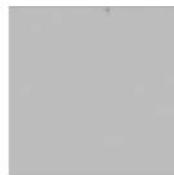


Fig. 1.2

**Segundo passo:**

Passamos a observar as suas projeções ortogonais (vistas). As projeções ortogonais de cima, de frente e laterais têm a forma de quadrado (Fig.1.2). Cada projeção mostra duas de

suas faces opostas, coincidentes, sobrepostas e em verdadeiras grandezas e as

outras quatro coincidentes com os seus contornos.



Fig. 1.3

**Terceiro passo:** Por fim, vamos observar o cubo em perspectiva. (Fig. 1.3)

O contorno do cubo é um hexágono. Visualizamos apenas três faces e os outros três ficam invisíveis. A visão em perspectiva isométrica ( $x, y, z = 1, 1, 1$ ), nem sempre é a ideal, porque geralmente coincidem arestas e/ou vértices, dificultando a construção. Escolheremos diferentes pontos de vista, quase sempre em perspectiva, para facilitar a montagem e a modelagem da estrutura geométrica. Sendo todas as construções em 3D são muito simples, podem ser construídas pelas versões AutoCAD 14 ao 2004.

## DESENHANDO O CUBO ARAMADO (ARESTAS, PERÍMETRO)

**Primeiro passo:**  
Desenhando a face inferior do cubo

Preparar os instrumentos e desenhar um quadrado de 100 mm em perspectiva. Seguir o primeiro e o segundo passo do CUBO SÓLIDO. (Fig. 3.1)

Segundo passo: Desenhando as arestas da face superior.

- Modify - copy - select object - (clique num dos lados) (Enter)
- Specify base point - (clique num dos vértices do quadrado).
- Specify second point - digitar: @0,0,100 (Enter)
- Aparecem as arestas da face superior em perspectiva. (Fig.3.2)

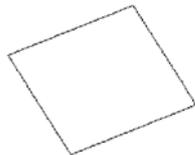


Fig.3.1

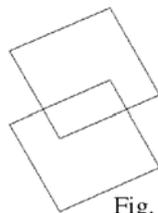


Fig. 3.2

**Terceiro passo:**

Desenhando as arestas laterais.

- Draw - Line - Specify first point- (clique

num vértice superior)

- Specify second point (clique no vértice oposto inferior) (Enter-Enter)
- Repetir para as outras três arestas.
- Modify - explode - (clique sobre os quadrados superior e inferior a fim de separar as arestas).
- Aparece o cubo em perspectiva. (Fig. 3.3)

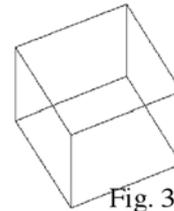


Fig. 3.3

## DESENHO DE UMA SUPERFÍCIE COM RETAS REVERSAS.

### (DUPLA CURVATURA OU PARABOLÓIDE)

**Primeiro passo :** Organizando a visualização técnica.

- Desenha-se um cubo do tipo aramado (ver aula nº 3)
- Modifica-se a visualização técnica a fim de não coincidir pontos:  
No teclado: Command: Vpoint (enter) - current view direction: 1,2,3
- Specify a view point: (4, 3,5). ( Fig. 13)

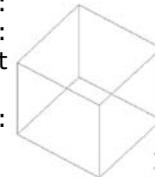


Fig.13

**Segundo passo:** Traça-se as arestas reversas (diagonais das faces laterais) .

- Draw - line - endpoint (on) - Clique nos vértices das diagonais das faces. (Fig. 14)

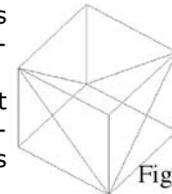


Fig. 14

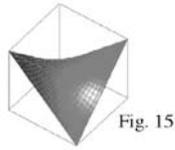
**Terceiro passo :** Organizando os instrumentos:

- No teclado: Command: surfTAB1 (enter) - default (6) - digita-se 20 (enter).
- Command: surfTAB2 (enter) - default (6) - digita-se 20 (enter).

**Quarto passo :** Desenha-se a superfície de dupla curvatura ou parabolóide.

- Draw - surfaces - Edge Surface
- Select object 1 (selecionar a primeira diagonal)

- Select object 2 (selecionar a segunda diagonal)
- Select object 3 (selecionar a terceira diagonal)
- Select object 4 (selecionar a Quarta diagonal)
- Aparece a superfície de dupla curvatura (Fig. 15)



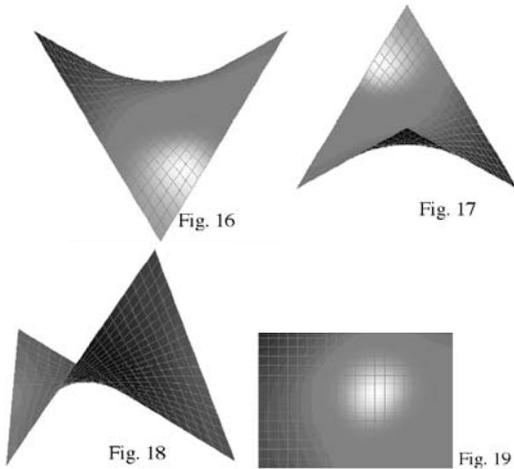
#### Quinto passo : Visualização técnica.

View – Toolbars - View .

Visualizar cada uma das projeções ortogonais (vistas) e cada uma das perspectivas isométricas.

(Fig. 15, 16,)

A seguir, variar os valores das coordenadas **x, y, z** a fim de visualizar a superfície sob diversos pontos de vista. (fig. 17, 18)



(default é 0,0,1) –

- Specify a view point (1,2,3).
- O plano é visualizado em perspectiva. Segundo passo: Organizando as dimensões da estrutura de "aramado".

• Draw- Polygon- Enter number of side (4) (enter) –

• Specify center of polygon or <edge> EDGE(enter)

• Specify first endpoint of edge (Clique num dos vértices)-

• Specify second endpoint of edge: (arraste o mouse para a direita e digitar 100) (enter).

Aparece um quadrado de 100 mm de lado, em perspectiva. (fig. 19)

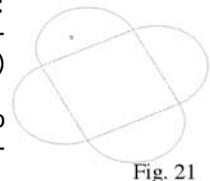
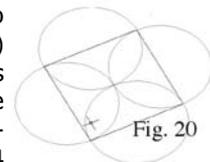
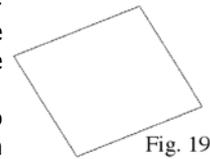
Sobre cada lado do quadrado, desenha-se uma circunferência com centros nos pontos médios dos lados.

• Draw – Circle – Center , Radius - (Clique no ponto médio do lado) (Clique numa das extremidades deste lado). Repetir esta operação para os outros 4 lados. (Fig. 20)

• Modify – Trim – Select objects : (Clique sobre um dos lados do quadrado) (enter)

• Select object to trim : (selecionar as 4 semicircunferências internas) (enter)

• Aparece apenas o quadrado e as 4 semicircunferências. (Fig. 21)



## DESENHO DE OUTRAS SUPERFÍCIES DE DUPLA CURVATURA COM ARCOS (ARCOS OPOSTOS INVERTIDOS DOIS A DOIS)

Primeiro passo: Organizando os instrumentos e o suporte do desenho:

- Clique em F8 (ortho on).
- OSNAP – setting – Endpoint e Midpoint.
- Clique em F3 (snap on)
- No teclado: command : vpoint –

Terceiro passo : Organizando a estrutura em Layers.

• Crie mais dois layer : Layer – New – News – OK

• Selecionar o quadrado e enviá-lo para o layer nº 1

• Selecionar os 4 arcos e enviá-los para o layer nº 2

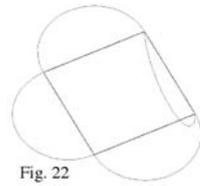
• Modify – 3D operation – Rotate 3D

• Select object (selecionar um dos arcos) (enter)

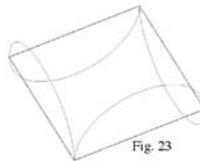
• Specify first point on axis (Clique numa das extremidades do 1º arco)

- Specify second point on axis (Clique na outra extremidade do 1º arco)

- Specify rotation angle : (- 90) (enter) O arco é rotacionado para baixo, em 3D. (Fig. 22)



- Repetir a operação para os outros 3 arcos, especificando o angulo 90 graus e - 90 graus para os arcos opostos, rotacionando assim, dois para cima e dois para baixo. (Fig. 23)



- Layers - (Desativar o FREEZE do layer nº1, para o quadrado ficar invisível, e só aparecer os arcos. (Fig. 24)).



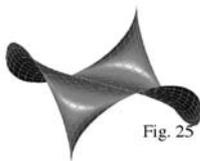
- Draw - Surfaces - Edge Surface -

- Select object 1 for surface Edge: (selecionar o primeiro arco).

- Select object 1 for surface Edge: (selecionar o segundo arco)

- Select object 1 for surface Edge: (selecionar o terceiro arco)

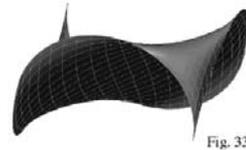
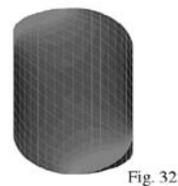
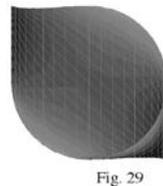
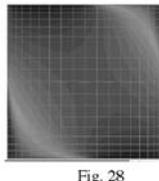
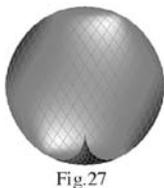
- Select object 1 for surface Edge: (selecionar o quarto arco)



- Aparece a superfície curva tipo folha (Fig. 25)

- Variando os valores das coordenadas (x, y, z) se visualiza diferentes pontos de vista desta mesma superfície topológica. Este tipo de superfície é muito bonito, e possui pontos de vistas totalmente diferentes, enriquecendo a forma arquitetônica.

- View Point : ( x , y , z ) = ( 1,1,1) ( 1,1,0) ( 1,0,1) ( 0,1,1) ( 0,0,1) ( 1,0,0) ( 0,1,0) ( 1,2,3) ( 0.5, 2, 0.3) ( -3, -2, 1) ( 3,2,1) ( 3,-2,1) ( 3,2,-1) etc.



Procure criar novas superfícies para coberturas, variando o contorno das 4 linhas!

1. Rotacionando 3 arcos para cima e um para baixo.
2. Rotacionando 2 arcos para cima e dois para baixo (opostos dois a dois)
3. Rotacionando 2 arcos para cima e dois para baixo (consecutivos dois a dois). Este é o do exemplo desta folha!
4. Se você unir dois segmentos paralelos, terá superfícies planas!
5. Se você unir segmentos de arcos com segmentos de retas, criará novos tipos de superfícies! Imagine! Crie superfícies diferentes seguindo este mesmo raciocínio!

Pesquise a visualização técnica no teclado (VPOINT) ou com "3D órbit", para quem tem AutoCAD 2000 ou 2004. Veja abaixo algum destes exemplos:

