

# Modelação e Visualização Tridimensional em Arquitectura

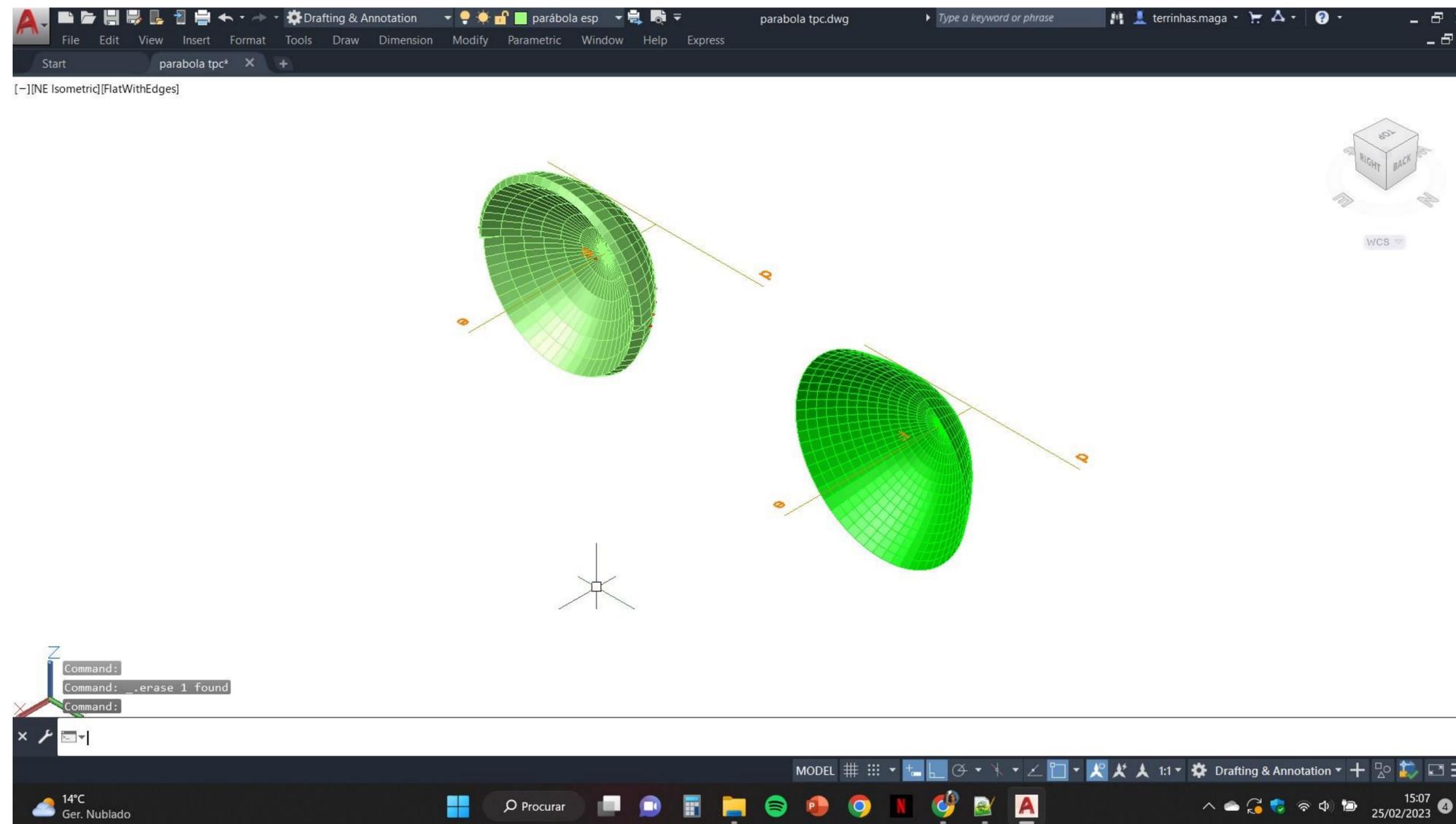
# 20201228



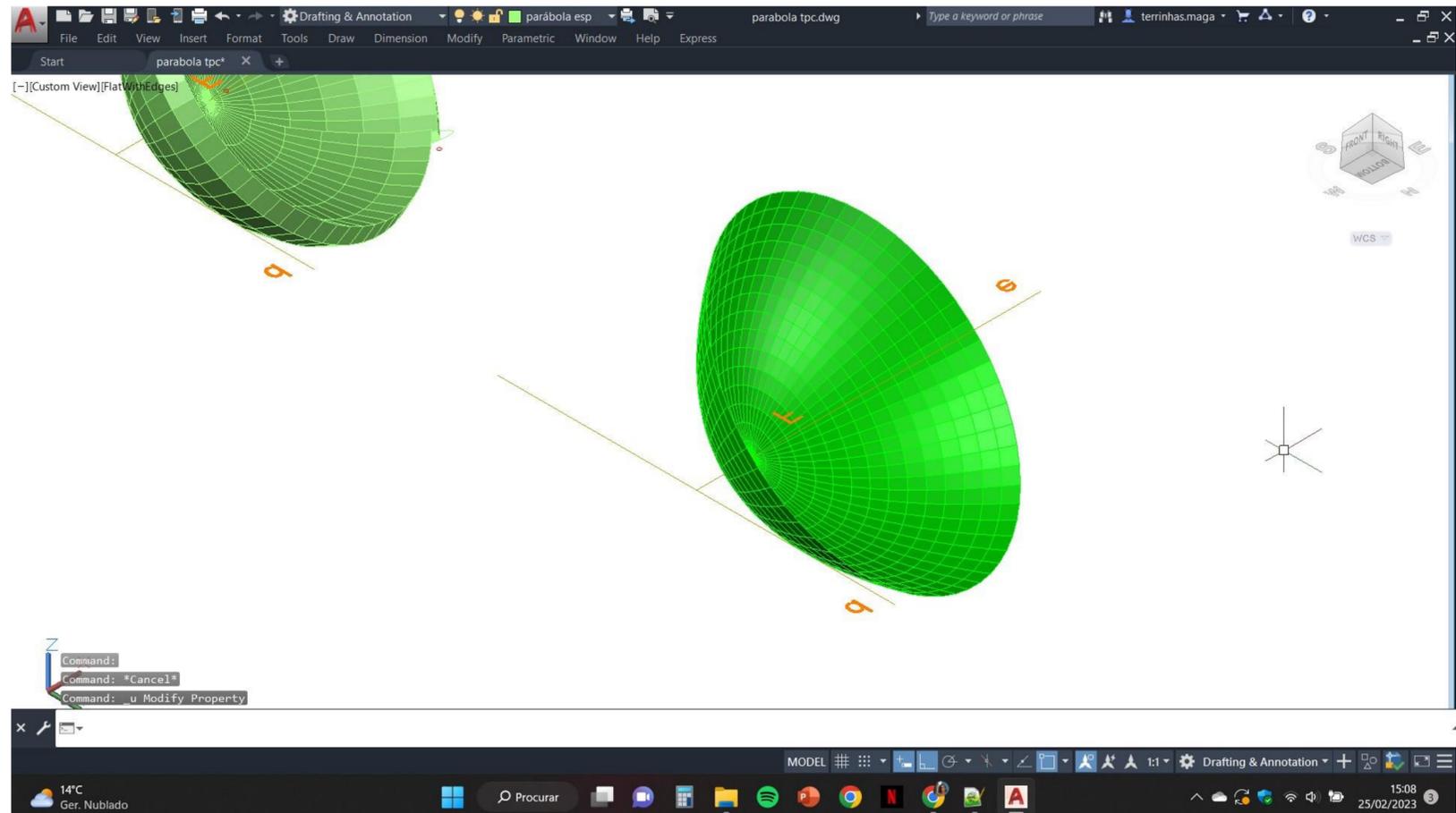
## Margarida Terras Fonseca

# ÍNDICE

- Exercício 1 – superfície parabólica
  - 1.1. parábola simples em aula
  - 1.2. parábola com espessura em casa
- Exercício 2 – polígonos
  - 2.1. Cubo – comando box e extrude
  - 2.2. Cubo e tetraedro – comando 3DRotate
  - 2.3. Octaedro – comando 3DRotate
  - 2.4. Doctaedro – comando 3DRotate
  - 2.5. Dualidade das formas – EULER
- Exercício 3 - Formas Booleanas – união, subtração e interceção
  - 3.1. Formas a partir de secções – circulo, elipsoide, hiperboloide – 3DRotate
  - 3.2. Formas a partir de secções – circulo, elipsoide, hiperboloide – Array
  - 3.3. Hiperboloide através da rotação da geratriz
  - 3.4. Paraboloides hiperbólicas
- Sólido através de Loft
- Exercício 4 – Criar um comando
- Exercício 5 – Comando Helix
- Exercício 6 – Modelação no program 3DSmax
  - 6.1. candeeiro numa mesa



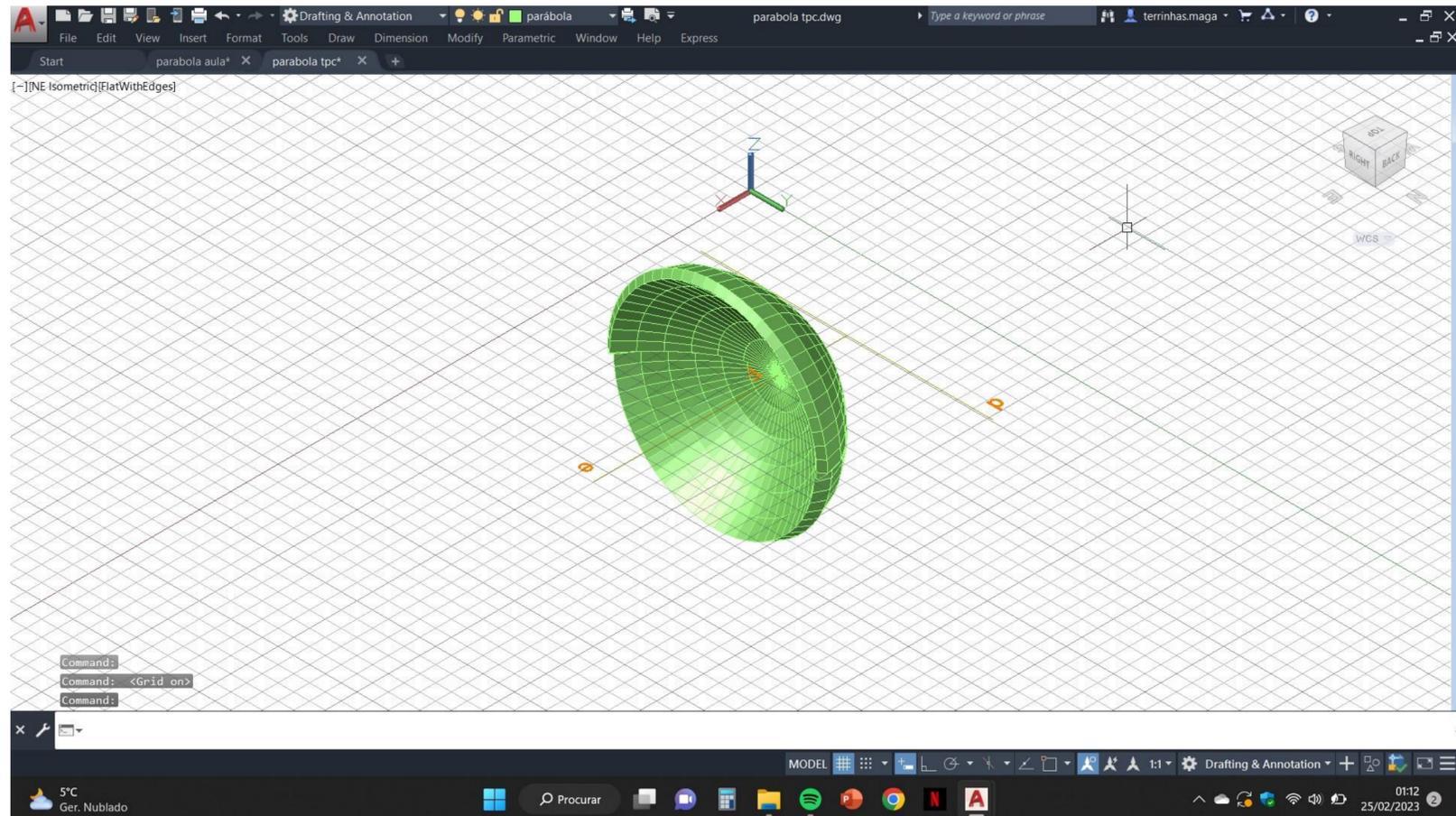
# Ex.1. Parabola



Construção de uma parábola 3D em autocad:

1. XLINE - traçar os eixo da parábola
2. CIRCLE - desenhar um círculo centro em (0,0)
3. POINT - marcar ponto arbitrário perto de uma extremidade da circunferência
4. LINE - traçar linha arbitrária, centro da circunferência, perto do ponto 1
5. POINT - marcar 2 pontos de interseção da linha com a circunferência
6. OFFSET - replicar linha ao longo da circunferência e replicar circunferência, com a mesma distancia de offset, para dentro, o mesmo numero de vezes
7. POINT - marcar todos os 2 pontos de interceção das linhas com as respectivas circunferências
8. SPLINE - traçar uma spline de união de todos esses pontos, de modo a criar uma curva oval
9. 3DORBIT - para ver o desenho em 3 dimensões, rodamos,
10. Congelar linhas auxiliares
11. REVSURF - usando o eixo inicial como eixo de rotação, selecionar curva construída e escrever os ângulos  $0^\circ$  e  $360^\circ$
12. SHADE - para visualização da superfície de forma mais clara

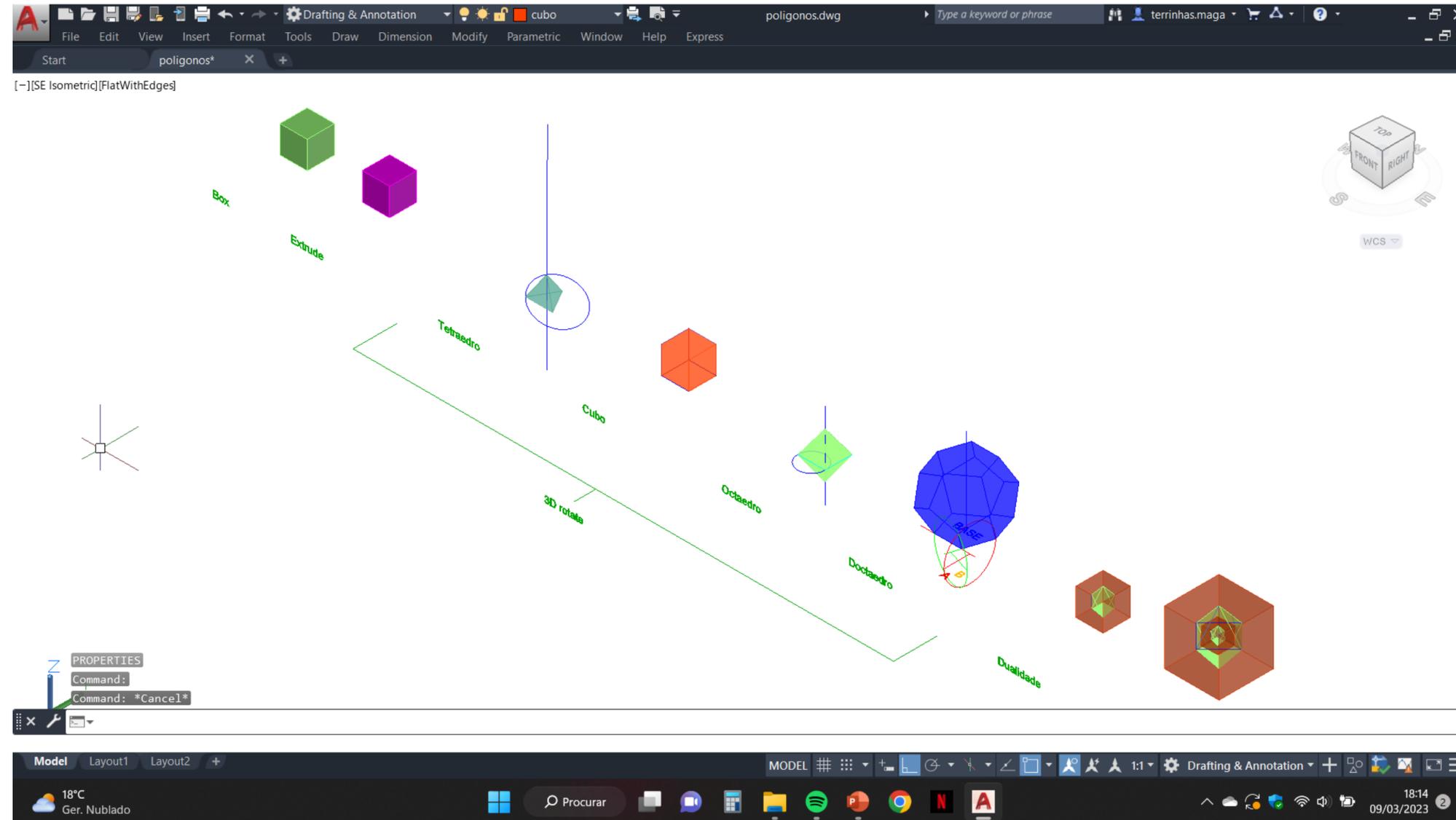
# Ex.1.1. Superfície parabólica - aula



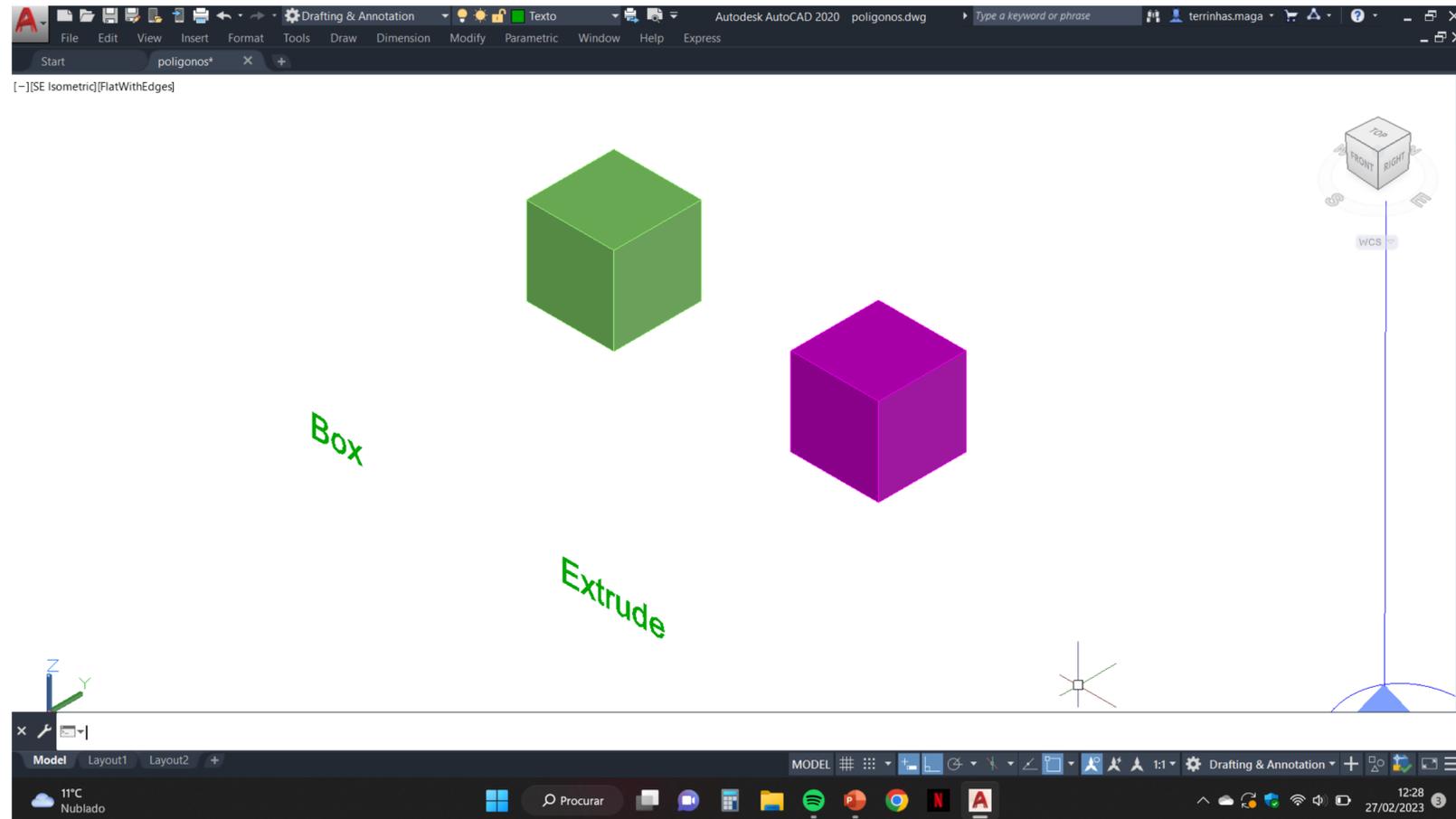
Construção de uma parábola com espessura 3D em autocad:

1. Repetir os passos anteriores 2 vezes ou apenas 1 e fazer COPY
2. OPCIONAL – dar cores diferentes às parábolas, para que o objeto final fique com as duas superfícies evidentemente diferentes
3. Juntar as duas parábolas e unir as extremidades, de forma a criar um formato arredondado, tipo cogumelo

# Ex.1.2. Parábola simples - aula



# Ex.2. Polígonos



CUBO 10X10X10

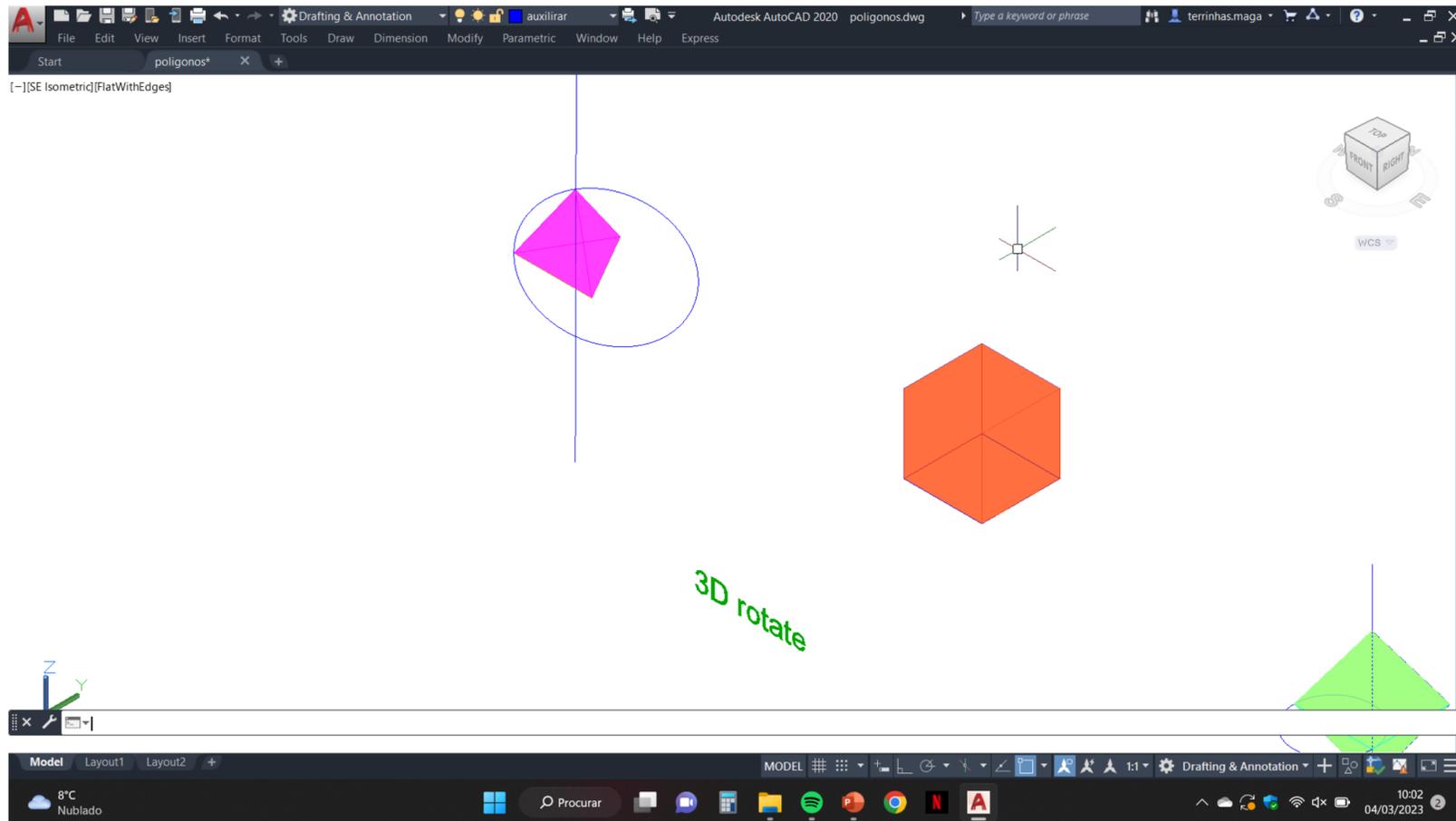
Construção de um cubo 3D em autocad – COMANDO BOX:

1. BOX – selecionar opção **ube** e marcar 10mm

Construção de um cubo 3D em autocad – COMANDO EXTRUDE:

1. PLINE - desenhar um quadrado de lado 10: 10<0; 10<90; 10<180; close
2. EXTRUDE – selecionar o quadrado e subi-lo 10mm

# Ex.2.1. Cubo – comandos box e extrude



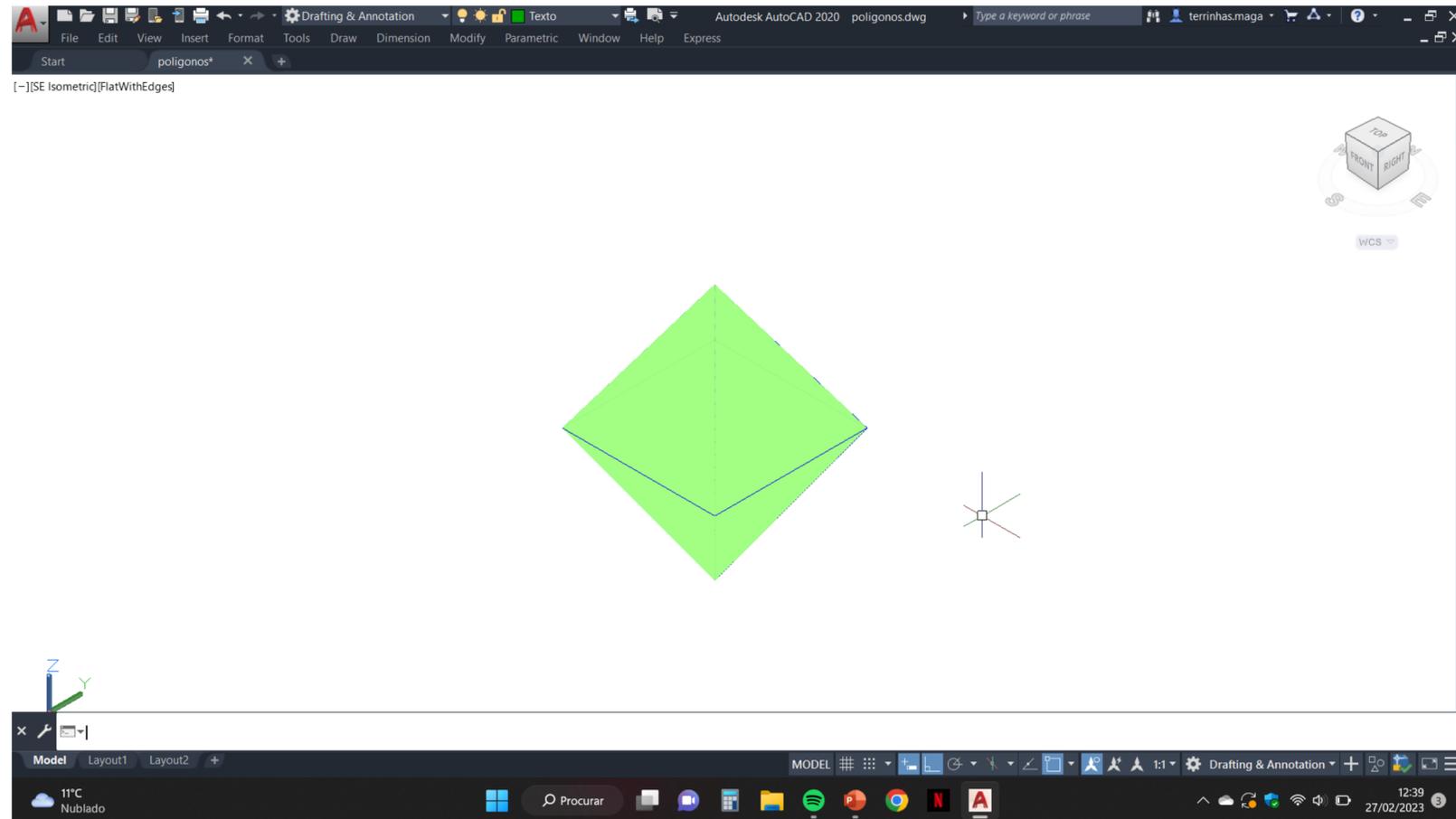
Construção de um cubo 3D em autocad – COMANDO 3DROTATE:

1. Desenhar “molde” de um cubo, a 2 dimensões: colar 6 quadrados, 3 verticalmente e 2 horizontal
2. HATCH – pintar os quadrados, um de cada vez
3. GROUP – agrupar o hatch ao quadrado, nos 6 quadrados, um de cada vez
4. CIRCLE – marcar um circulo com centro no meio da aresta da base do primeiro triangulo que se quer rodar
5. 3DROTATE – selecionar o triangulo escolhido, selecionar o ponto de rodagem (centro da aresta da base), selecionar o eixo de rodagem, definir angulo (cruzamento da linha com o circulo)
6. ARRAY – selecionar o triangulo rodado, depois marcar **polar; itens; 4**
7. Apagar as figuras que sobram
8. Juntar as duas pirâmides

Construção de uma pirâmide 3D em autocad – COMANDO ROTATE3D:

1. Desenhar “molde” da pirâmide, a 2 dimensões: colar 4 triângulos, 1 primeiro e os outros 3, um em cada aresta
2. HATCH – pintar os triângulos, um de cada vez
3. GROUP – agrupar o hatch ao triangulo, nos 6 triângulos, um de cada vez

# Ex.2.2. Cubo e pirâmide – comando 3DRotate



Construção de um octaedro 3D em autocad – COMANDO 3DROTATE:

1. Desenhar um quadrado
2. Desenhar os 4 triângulos, nas quatro arestas
3. HATCH – pintar cada triângulo, um de cada vez
4. Marcar uma linha comprida que passe a altura do suposto octaedro para cima e baixo
5. CIRCLE – marcar um círculo com centro no meio da aresta da base do triângulo (aresta do quadrado também) do primeiro triângulo que se quer rodar
6. 3DROTATE – seleccionar o triângulo escolhido, seleccionar o ponto de rodagem (centro da aresta da base), seleccionar o eixo de rodagem, definir ângulo (cruzamento da linha com o círculo)
7. ARRAY – seleccionar o triângulo rodado, depois marcar **polar**; **itens**; 4
8. Apagar as figuras que sobram
9. Juntar as duas pirâmides

# Ex.2.3. Octaedro – comando 3DRotate

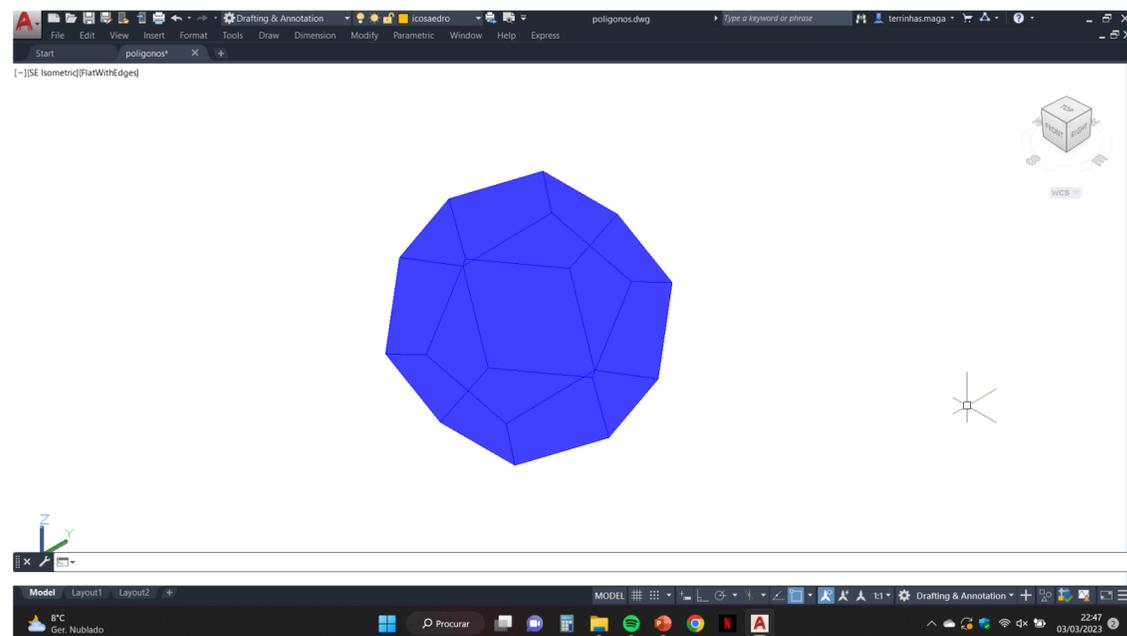


Fig.1

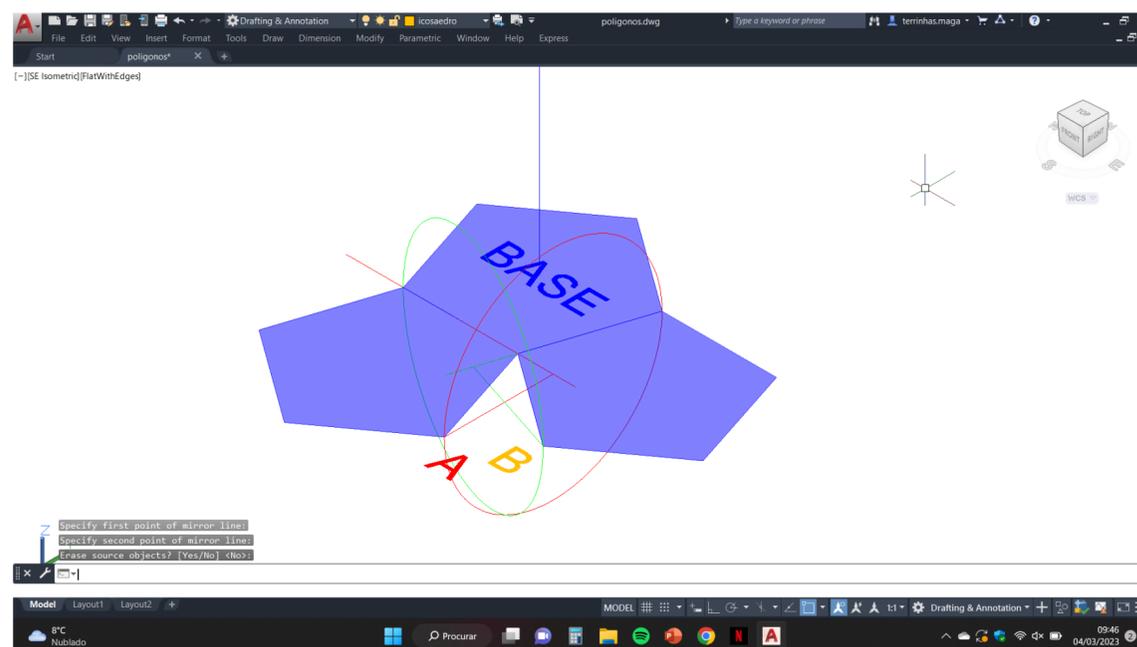
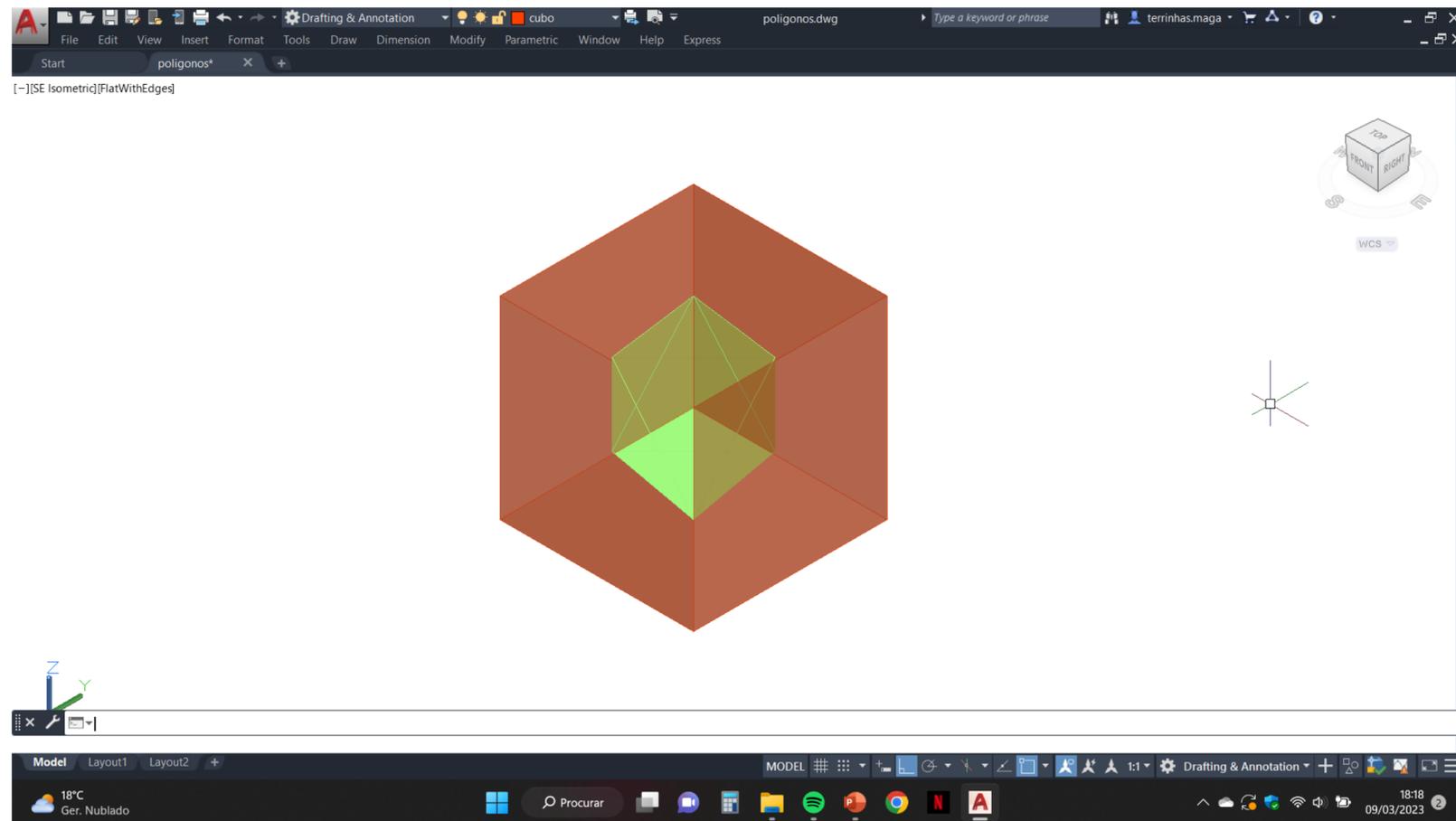


Fig.2

Construção de um doctaedro 3D em autocad – COMANDOS 3DROTATE E ROTATE3D:

1. Desenhar um pentágono com 10m de lado – PLINE - 10 10<0; 10<72; 10<144; 10<216; close
2. 3DMIRROR, para desenhar mais 2 pentágonos, iguais ao anterior, espelhando pela face inferior direita e pela face da base;
3. No primeiro pentágono escrever BASE e nos outros 2 marcar os pontos A e B, um em cada vértice, como abaixo mostrado
4. Traçar duas linhas, uma em cada aresta coincidente entre as duas cópias e o pentágono original. Na aresta da base uma linha de 20m, e na outra de 10m
5. Traçar uma linha a partir do ponto até às linhas do passo anterior, perpendicular à mesma, desligando todos os comandos do OSNAP menos o da perpendicular, tanto no ponto A como no B
6. Traçar dois círculos (CIRCLE) com centro nos pontos A e B e com raio até onde as linhas perpendiculares intersejam as linhas do passo 4.
7. 3DROTATE – rodar os círculos, de modo a rodarem 90° da sua posição inicial
8. Rodar o pentágono copiado da base do original, através do ROTATE3D, marcando a opção **2pontos** e assim rodando pelo eixo da aresta da base e marcando o ângulo, da interseção da linha perpendicular de A à linha do passo 4 que lhe é perpendicular, até ao ponto de interseção dos dois círculos
9. Traçar uma linha perpendicular à base, ligando o comando **geometric center** no OSNAP
10. ARRAY – seleccionar o pentágono rodado e, através da linha do passo anterior, marcar **polar**; depois **itens**; e 5
11. 3DMIRROR, da figura obtida para uma ao contrário e encaixar

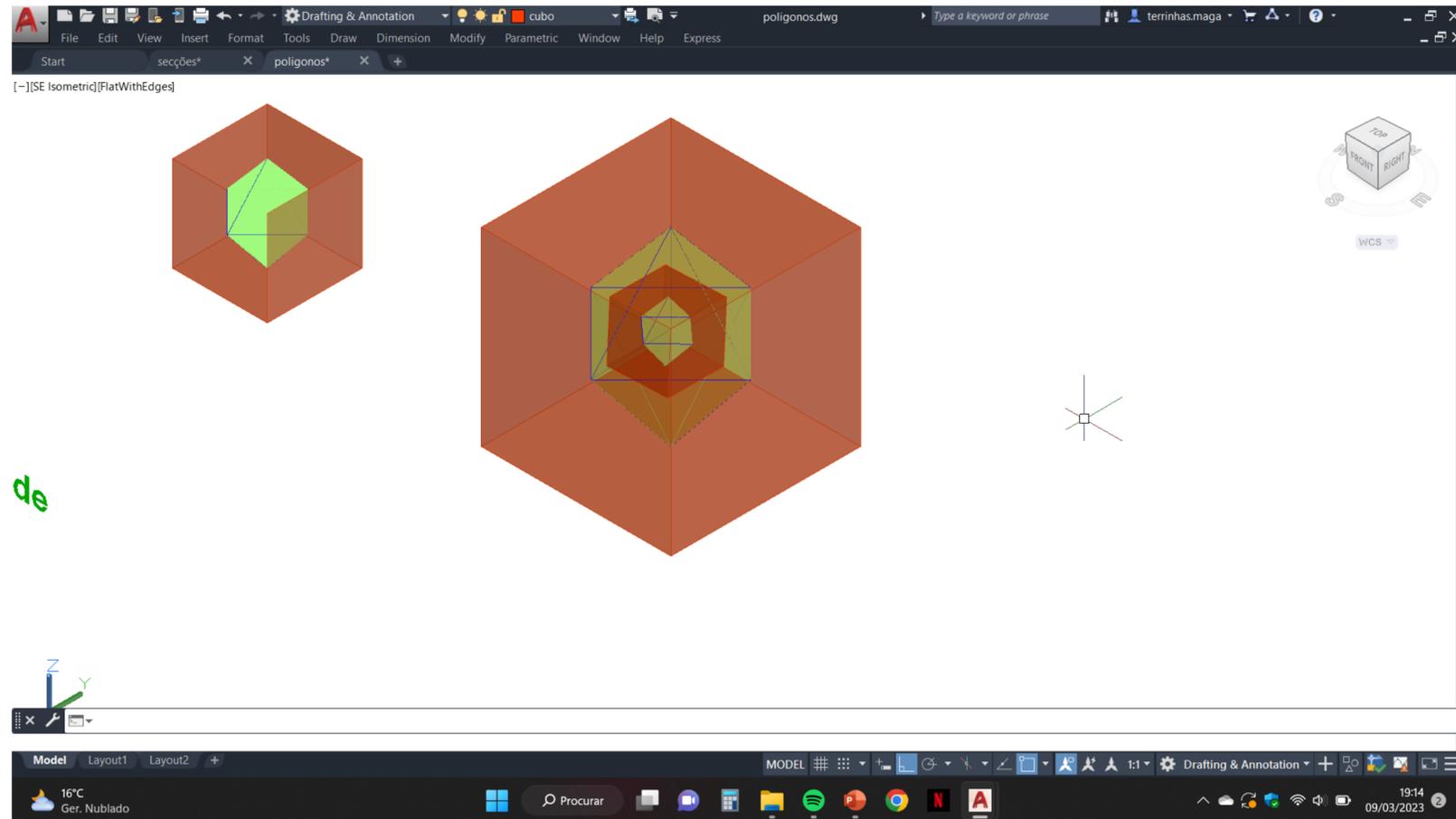
# Ex.2.4. Doctaedro – comando Rotate3D



### Octaedro dentro do Cubo:

1. Antes de mais colocar o octaedro lado a lado com o cubo, para simplificar o processo que se segue;
2. ALIGN – seleccionar o octaedro
3. Pede-nos um primeiro ponto a mover, que será o vértice inferior do octaedro, no caso, e a seguir o ponto de destino, o centro da face inferior do cubo. Voltar a repetir o processo para o vértice e face superiores das figuras. No fim responder que **sim**, é para escalar a figura a mover, de modo a caber dentro da em que ficará envolvida.

Ex.2.5. Dualidade de formas – um octaedro dentro de um cubo



Octaedro dentro do Cubo dentro do Octaedro dentro do Cubo:

1. Desta vez queremos comprovar que tanto é possível encaixar o octaedro dentro do cubo, como o cubo dentro do octaedro.
2. Copiar a figura resultante do passo 2.5. e escalá-la, para o dobro do tamanho;
3. Repetir o processo do comando ALIGN, mas, agora, deslocar os vértices do cubo para os pontos centrais das arestas do octaedro.

Ex.2.6. Dualidade de formas – um Octaedro dentro de um Cubo dentro de um Octaedro dentro de um Cubo

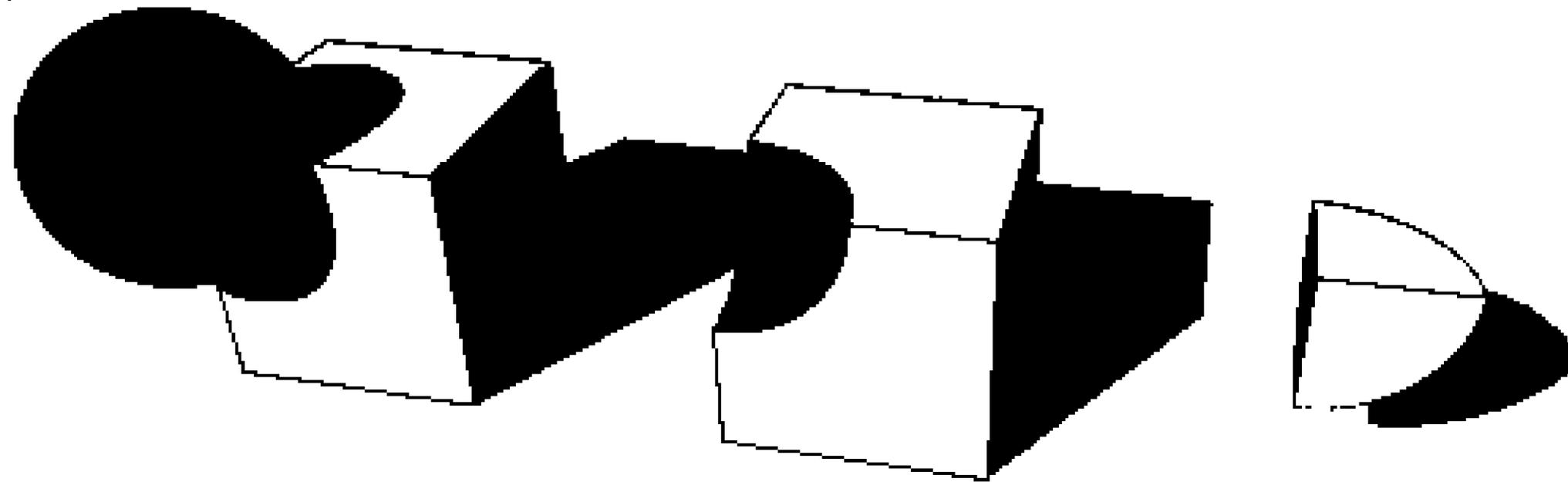
## Dualidade de Forma Geométricas – Fórmula de Euler:

Propriedade de um sólido encaixar dentro de outro, coincidindo os seus vértices com os pontos centrais das faces do outro. Assim foi possível colocar o octaedro dentro do cubo e, depois, o cubo resultante dentro de um outro octaedro, do dobro do tamanho do anterior, que no cubo se encaixou antes.

O mesmo acontece com o doctaedro e o icosaedro.

Já o tetraedro é um sólido especial, que encaixa dentro de si mesmo, é portanto, chamado de sólido autodual.

Propriedades básicas dos Sólidos Platónicos						
Sólido	Faces	Arestas que concorrem em cada Face	Vértices	Arestas por Vértice	Arestas	Sólido Dual
Tetraedro 	4	3	4	3	6	Tetraedro
Cubo 	6	4	8	3	12	Octaedro
Octaedro 	8	3	6	4	12	Cubo
Dodecaedro 	12	5	20	3	30	Icosaedro
Icosaedro 	20	3	12	5	30	Dodecaedro

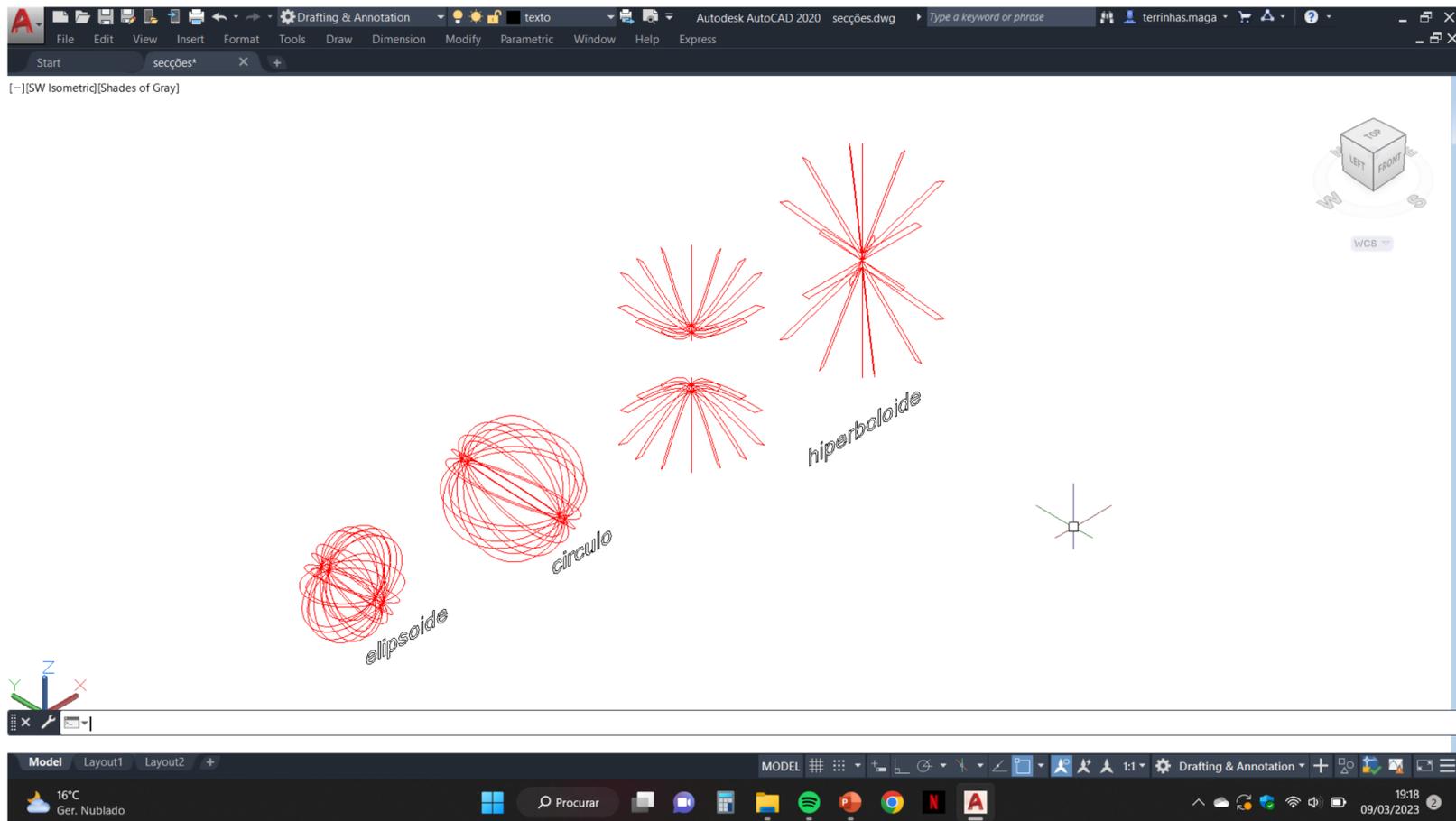


união

interseção

interseção

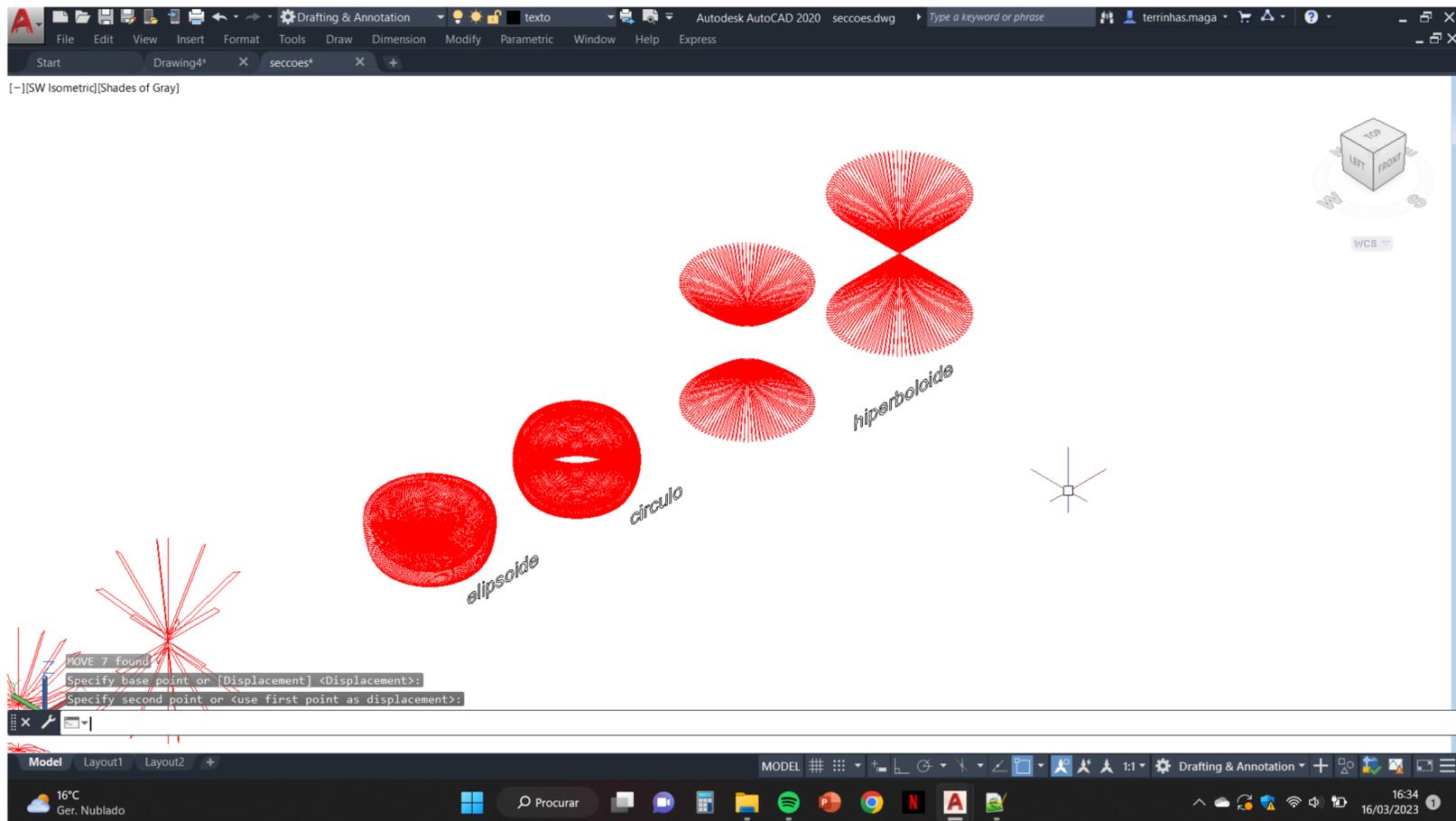
# Exercício 3 - Formas Booleanas – união, interseção e interseção



Formas a partir de secções:

1. Construir uma ampulheta. Comando CONE para a construção do cone inferior, o qual copiar, a uma mínima distancia, e subtrair o segundo em relação ao primeiro, através do comando SUBTRACT, formando um cone único, com alguma espessura. 3DMIRROR para o cone superior. Agrupar os dois, GROUP, resultando na forma final, a ampulheta;
2. Traçar um plano coincidente com a base do cone inferior e copia-lo, colando o 4 vezes sobre si mesmo. 3DROTATE para rodar os planos, um a  $30^\circ$ , outro a  $45^\circ$ , dois a  $90^\circ$ , colocando um no eixo do cone e outro paralelo, mas a metade da distancia do anterior;
3. Marcar as secções delimitadas pelos cortes feitos onde os planos intercetam com a ampulheta através de SECTION e seleccionando a figura e cada um dos planos, um de cada vez;
4. Apagar os planos e a figura, sobrando apenas as secções;
5. Explode, para as secções ficarem apenas representadas por uma linha fechada e separa-las;
6. A partir daí brincar com as formas, rodando-as com o comando 3DROTATE, em torno de um eixo à escolha e formando as figuras representadas na imagem.

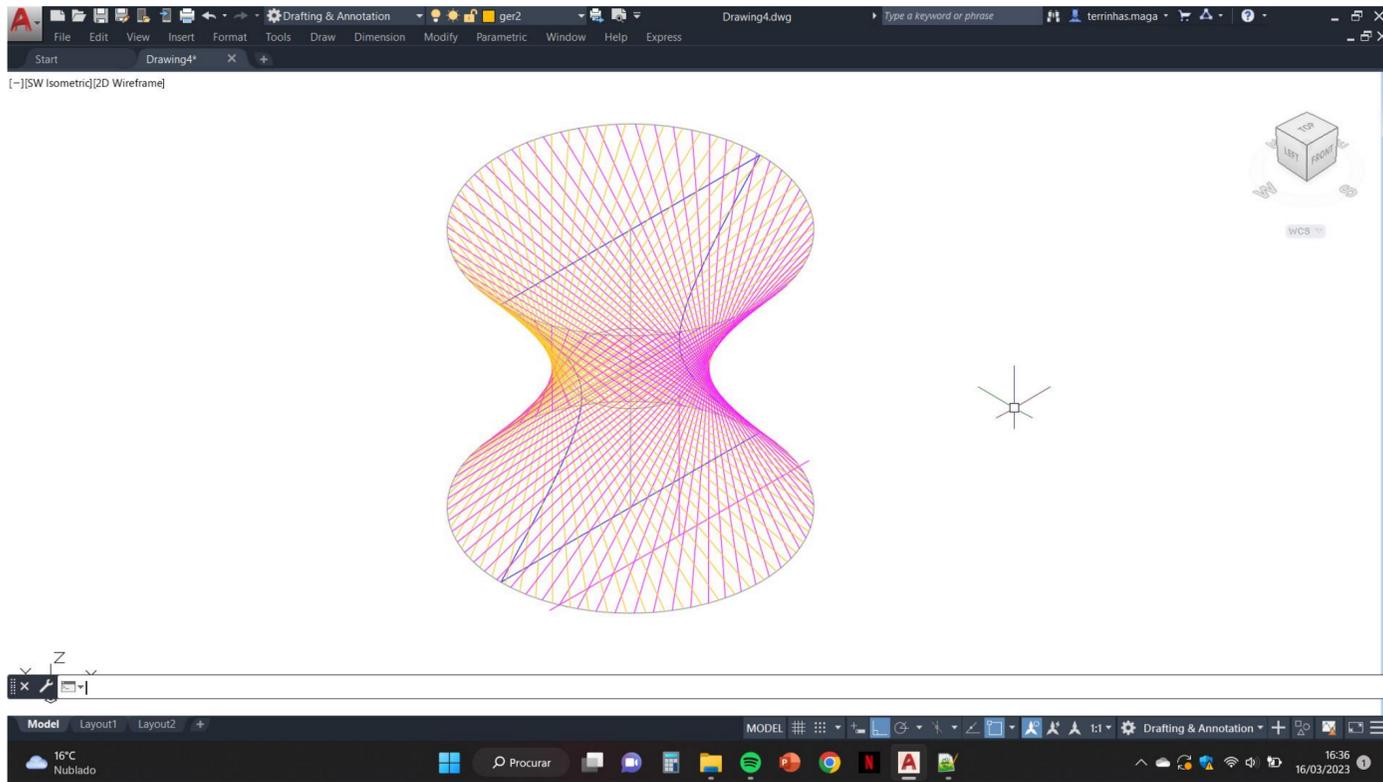
## 3.1. Formas a partir de secções – circulo, elipsoide, hiperboloide 3DR



Formas a partir de secções:

1. Construir uma ampulheta. Comando CONE para a construção do cone inferior, o qual copiar, a uma mínima distancia, e subtrair o segundo em relação ao primeiro, através do comando SUBTRACT, formando um cone único, com alguma espessura. 3DMIRROR para o cone superior. Agrupar os dois, GROUP, resultando na forma final, a ampulheta;
2. Traçar um plano coincidente com a base do cone inferior e copia-lo, colando o 4 vezes sobre si mesmo. 3DROTATE para rodar os planos, um a 30°, outro a 45°, dois a 90°, colocando um no eixo do cone e outro paralelo, mas a metade da distancia do anterior;
3. Marcar as secções delimitadas pelos cortes feitos onde os planos intercetam com a ampulheta através de SECTION e seleccionando a figura e cada um dos planos, um de cada vez;
4. Apagar os planos e a figura, sobrando apenas as secções;
5. Explode, para as secções ficarem apenas representadas por uma linha fechada e separa-las;
6. ARRAY, polar, items, 50 (arbitrário)

## 3.1. Formas a partir de secções – circulo, elipsoide, hiperboloide - AR



Forma feita a partir da secção hiperboloidal resultante do corte da alínea 3.1./3.2.

1. Traçar um quadrado circundante da forma (fig,2);
2. Ativar o Midpoint do OSNAP e traçar os dois eixos (fig,2);
3. TRIM de modo a apagar a linha interior de cada lado da secção e deixar a forma como representado a azul na fig.3;
4. Traçar 3 círculos, um em cada "base" da figura e outro ao meio, com diâmetros iguais às linhas horizontais já traçadas;
5. Copiar a linha de diâmetro da base inferior, arbitrariamente, um pouco para o lado e traçar a geratriz através dessas interseções. MIRROR, para traçar a geratriz oposta;
6. ARRAY, polar, items, 50 (arbitrário) .

Fig.1

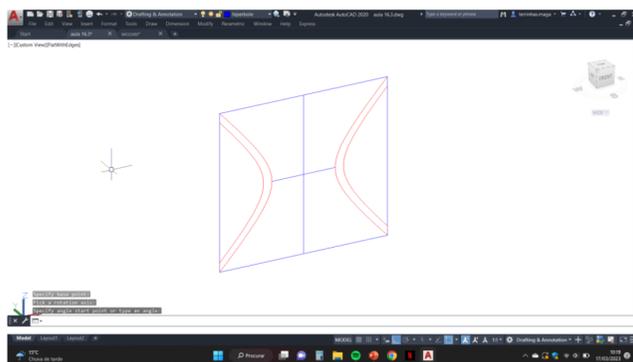


Fig.2

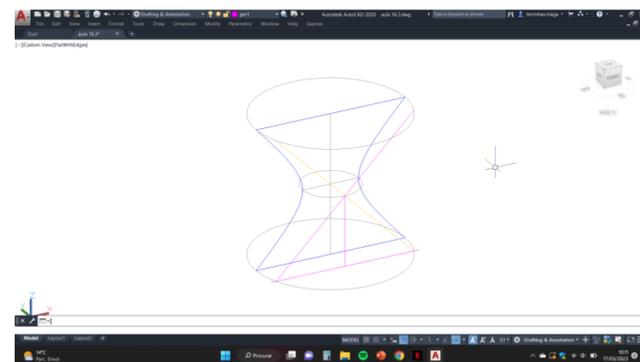


Fig.3

# 3.2. Hiperboloide através da rotação da geratriz

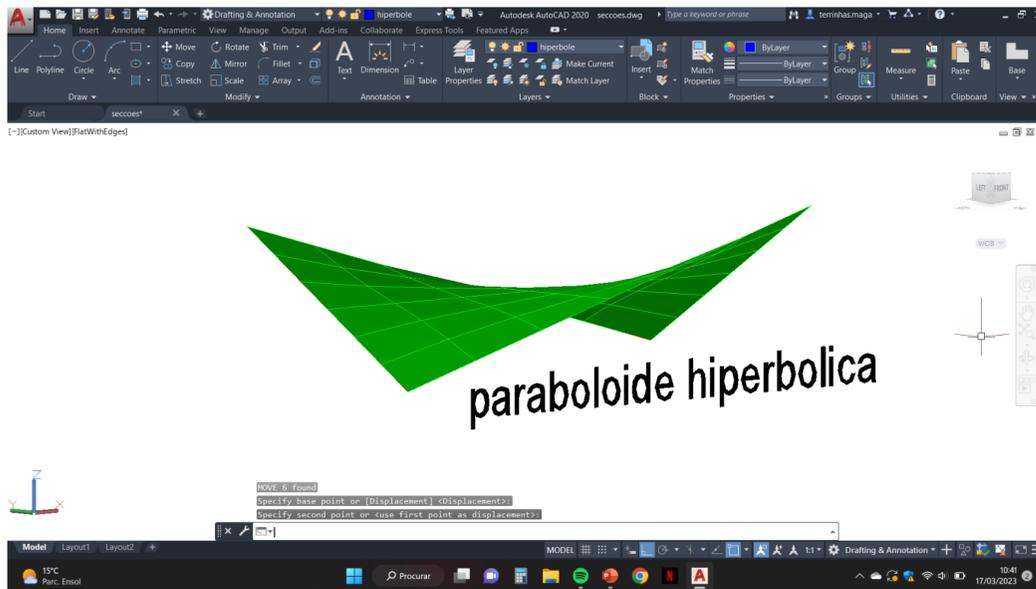


Fig.1

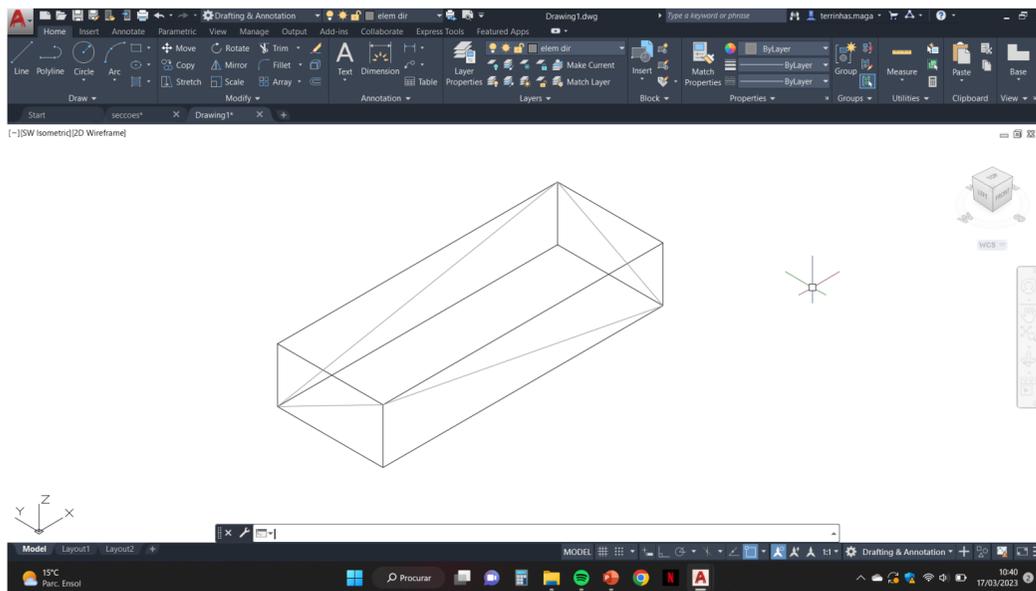
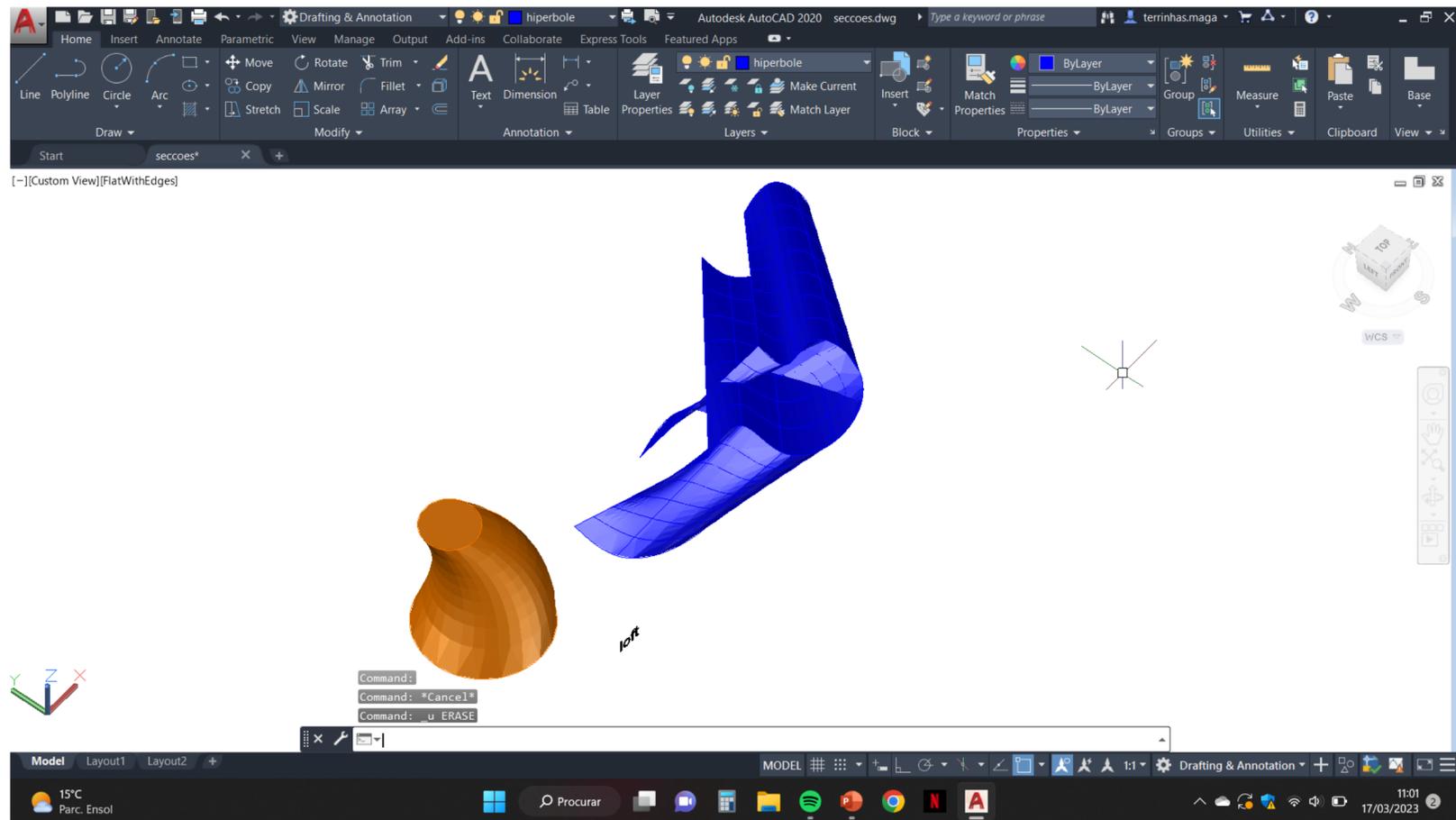


Fig.2

Desenho paraboloide hiperbólica:

1. Formar um paralelepípedo arbitrariamente: BOX;
2. Traçar as 4 diagonais, através de uma linha contínua, como na fig.2;
3. Apagar a box;
4. EDGESURF e selecionar a forma resultante;
5. SHADE para ver a superfície resultante.

## 3.3. Hiperboloide através da rotação da geratriz



Sólidos irregulares:

Para a forma a laranja.:

1. Desenhar 3 círculos, de diferentes dimensões, e afastá-los de maneira a não ficarem complanares;
2. LOFT e seleccionar um círculo de cada vez.

Para o sólido azul:

1. Desenhar 3 SPLINES diferentes e também não complanares;
2. Repetir passo do comando LOFT.

## 3.4. Sólido irregulares através de Loft

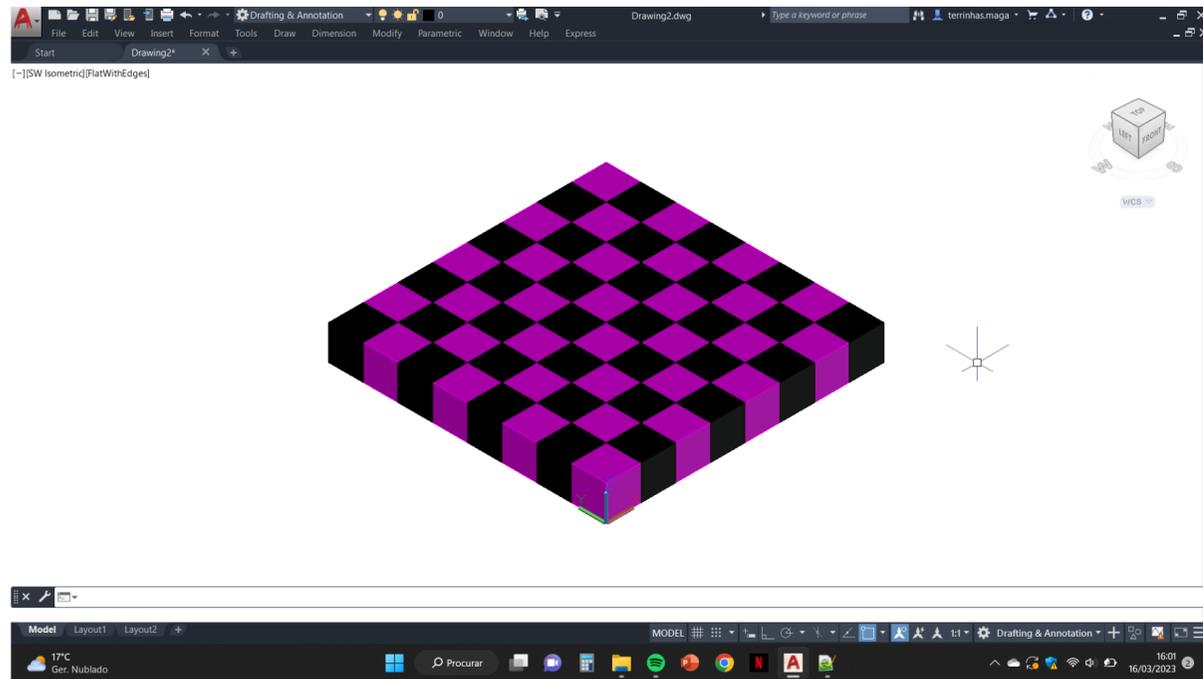


Fig.1

```

1 (Defun c:Xadrez ()
2   (command "box" "0,0,0" "10,10,10")
3   (command "copy" "last" "" "0,0" "10,10")
4   (command "mirror" "all" "" "10,0" "10,10" "n")
5   (command "chprop" "previous" "" "c" "6" "")
6   (command "array" "all" "" "R" "4" "4" "20" "20")
7 )

```

Fig.2

Criar um comando para Autocad através do programa Notepad++:

1. No Notepad++ criar uma nova folha, onde se digitam as ferramentas a usar, passo a passo, incluído as coordenadas e todas as ordens e respostas ao que sabemos que o comando perguntará, como na fig.2, onde se pede a a criação do sólido da fig.1;
2. Guardar este ficheiro numa localização conhecida, com o nome seguido de “.lsp”;
3. No Autocad, digitar UPPLOAD, selecionar de seguida o ficheiro lsp.
4. Digitar agora o nome dado ao ficheiro, sem a parte adicionada “.lsp” e enter.

# Exercício 4 – Criar um comando

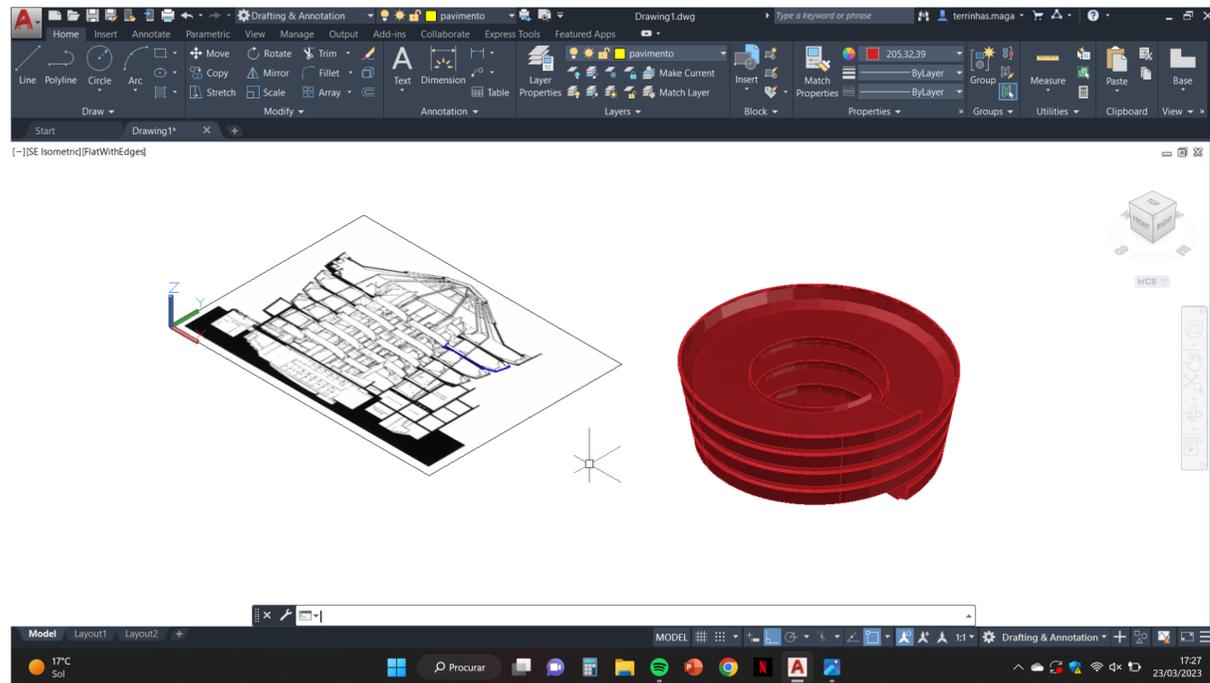


Fig.1

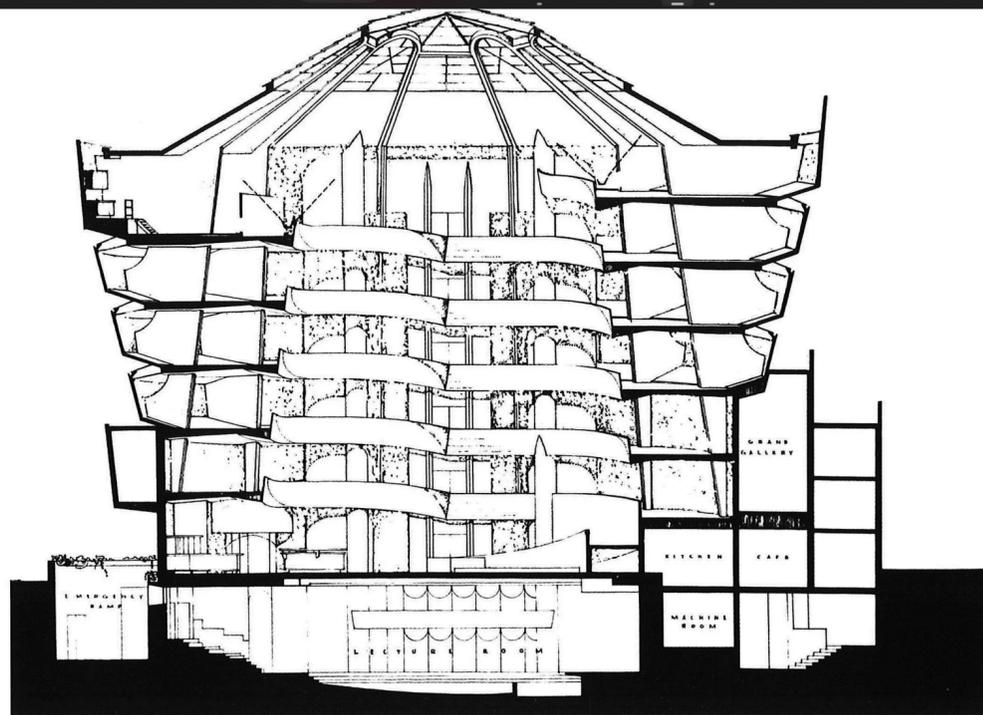


Fig.2

Desenhar a forma base do edifício Museu Guggenheim New York - Helix:

1. Numa folha em branco no autocad, fazer attach da imagem, desenho de um corte do edifício (fig. 2);
2. Em 2D, por cima da imagem, desenhar as linhas exteriores da secção de uma das galerias laterais;
3. Copiar e colar num ponto específico (#10,50 no caso);
4. Medir o raio das circunferenciais que circunscrevem o edifício, a mais baixa e a mais alta (mais baixa = 7,5; mais alta = 10);
5. Em 3DOrbit digitar o comando HELIX, com cento no ponto onde colámos a secção da galeria (10,50) e de raios 7,5 o primeiro e 10 o segundo, com 4 voltas (turns);
6. Traçar uma linha da ponta inferior (endpoint) da hélix ao centro e depois outra horizontal, paralela ao eixo x, de dimensão arbitrária, mas maior que a primeira;
7. Comando ALIGN, seleccionando a hélix e a primeira linha do passo acima, e mover os elementos para a segunda linha, de modo a linhar a hélix com a galeria de forma correta;
8. Comando 3DRotate para rodar a secção da galeria, 90° horizontalmente, de maneira a ficar vertical;
9. Traçar uma tangente à hélix, do ponto mais alto ao mais baixo do lado direito (onde se encontra a secção) da figura;
10. Rodar esta nova linha 90° deixando-a complanar com o plano horizontal de projeção;
11. Mover a tangente para a guarda exterior da galeria, ara alinhar e acertar a secção com a iclinalão real da própria, que ao ser desenhada por cima nunca ficaria exatamente correta, mas sim agora na tangente;
12. Comando EXTRUDE, seleccionando tanto a secção e como a hélix, através da opção **path**.
13. Shade para melhor distinção da forma final.

# Exercício 5 – Comando Helix

# Exercício 6 - 3DSMAX

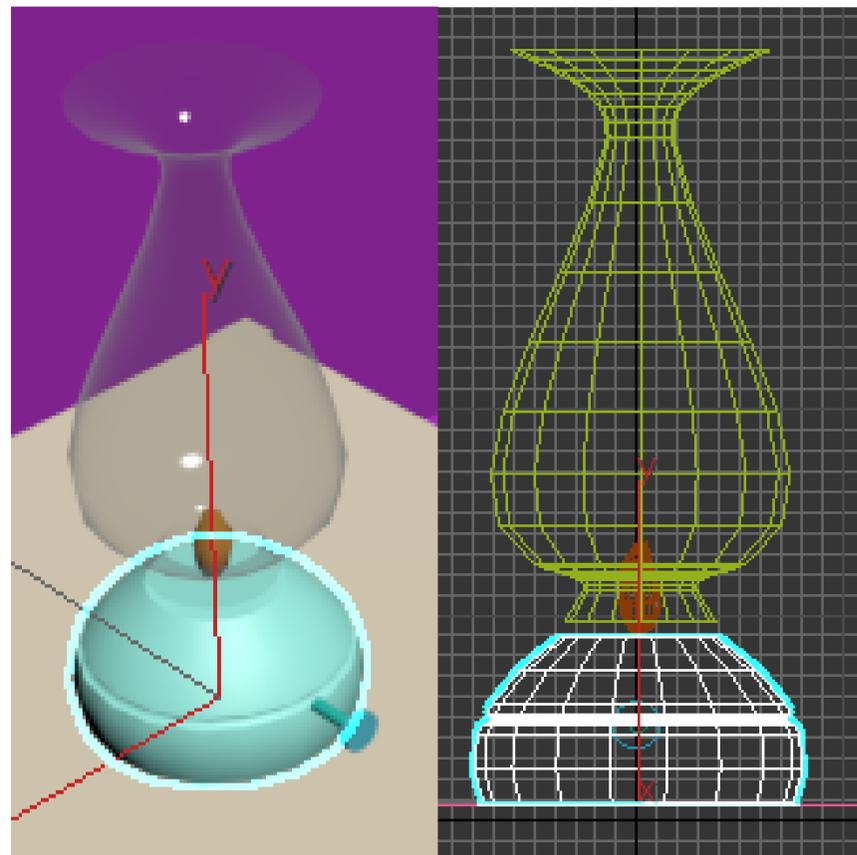


Fig.1

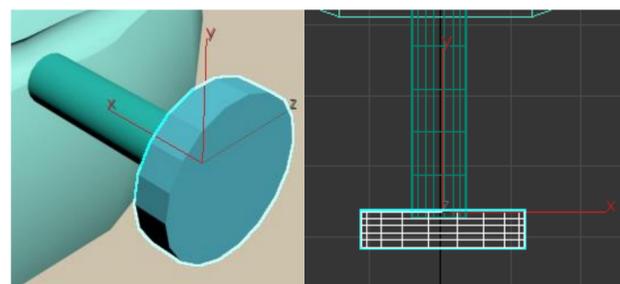


Fig.2

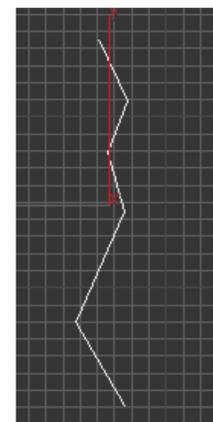


Fig.3

1. Numa folha em branco, selecionar a ferramenta *create* e cilindro, para criar um cilindro (raio 75, altura 80);
2. Usando o mesmo centro criar uma nova figura, um TORUS, o primeiro raio igual ao do cilindro e o segundo com 3;
3. Mover o torus para meio do cilindro;
4. Novamente na ferramenta *create*, selecionar a opção *compound objects, boolean e subtract*, para, a partir dos dois, formar uma só figura, onde o torus ficará negativo no cilindro (atenção na ordem ao selecionar as figuras, o comando fará A-B, portanto A, que será o primeiro objeto a selecionar, tem de ser o cilindro);
5. Agora, para arredondar esta forma, seleciona-se a figura resultante e, através da lista *modifier list*, selecionar a ferramenta *taper*, onde colocaremos, nos *limit Effect*, no *upper limit:80* e no *lower limit: 50*, seguindo-se do *amount: -0,5* e *curve:1*;
6. Criar mais dois pequenos cilindros, conforme na fig.2, para criar o “botão” do candeeiro (atenção selecionar o segundo cilindro, desselecionar o *smooth* e definir 8 *sides*);
7. Em cima da base de cima do cilindro inicial, já arredondado, fazer um novo pequeno cilindro, de raio 1 e altura 40, que será a chama do candeeiro;
8. Neste mesmo cilindro, a partir da *modifier list*, primeiro ferramenta *stretch*, onde se mudam as opções *stretch* para 3 e a *amplify* para 0.2, depois ferramenta *fractal*, onde se altera o *scale* para 2 e por fim *roughness*, aqui colocamos no *interactions* 6 e no x, y, z mete-se 1,1,3, respetivamente;
9. Agora, na ferramenta *create* e na opção *shapes*, criar uma *line*, como na fig.3, e, a seguir, do lado direito, na *selection*, alterar seleção para *vertex*;
10. Para todos os vértices, fazendo o seguinte para um de cada vez, pressionar o botão direito do rato, onde selecionaremos a opção *bezier*, que os arredondará;
11. Na *modifier list*, seleciona-se *lathe*, e move-lo a linha no linha do x, de modo a criar o vidro do candeeiro;
12. Por fim, na ferramenta *rendering*, selecionar *material editor*, e puxar a opção vidro para cima desta figura.

## 6.1. – Candeeiro a óleo

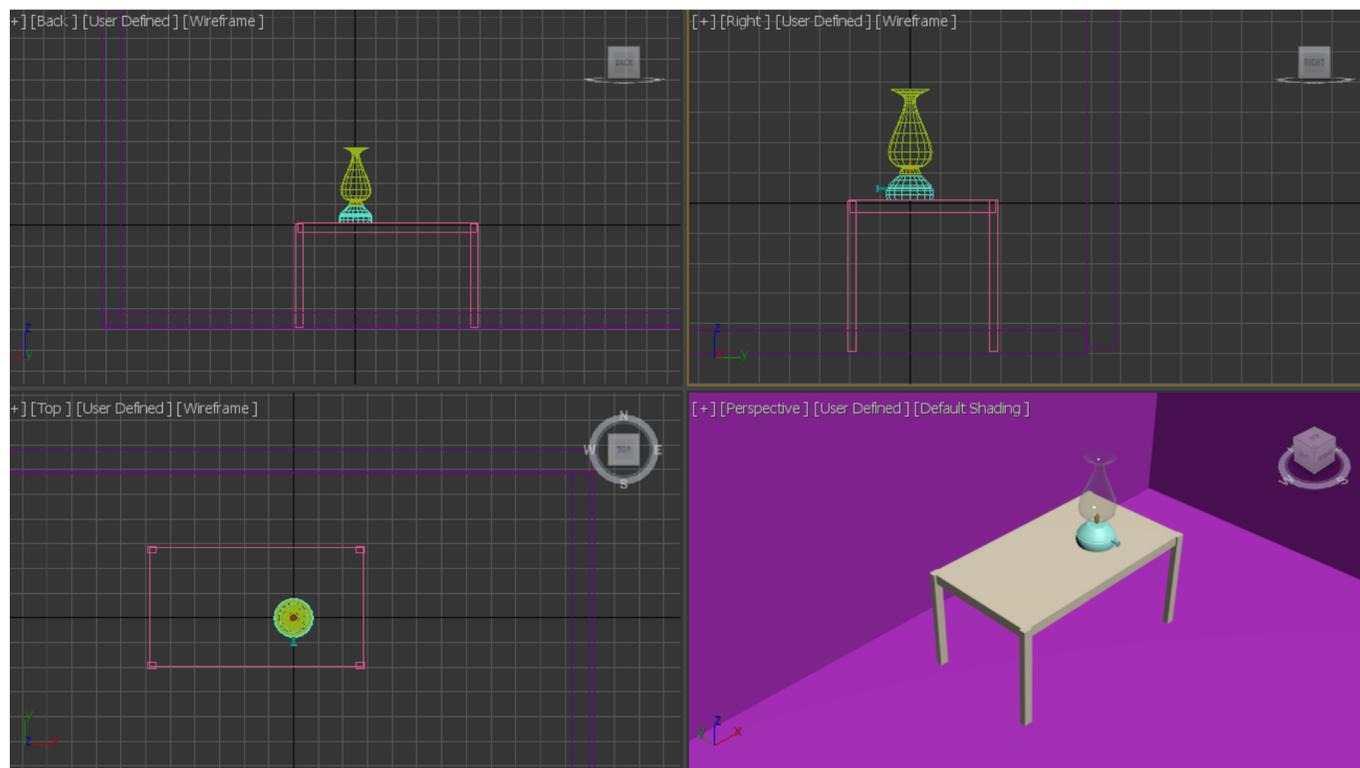


Fig.1

1. No mesmo desenho, no plano da base do candeeiro, faz-se uma Box com *length* 400, *width* 800 e *height* -40;
2. Agora num dos cantos desta primeira box, faz-se outra box com *length* 40, *width* 80 e *height* -800;
3. Por fim, tendo esta perna da mesa seleccionada, precisamos mais uma vvez o botão direito do rato e escolhe-se a opção Clone, para copiar esta box, 3 vezes, uma para cada ponta do tampo da mesa, ~que serão as 4 pernas;
4. Para as paredes fazemos mais 3 boxes, todas com a mesma espessura, uma em cada um dos eixos, x,y,z.

## 6.1. – Mesa de apoio ao candeeiro e paredes