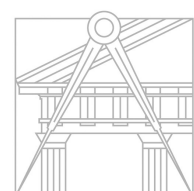


Modelação e Visualização Tridimensional em Arquitectura

U LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



FACULDADE DE ARQUITETURA
UNIVERSIDADE DE LISBOA

Mestrado Integrado em Arquitectura
Ano Lectivo 2022-2023 2º Semestre
Docente - Nuno Alão 3º Ano

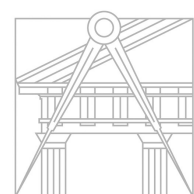
20201260

Anastasia Burneuskaya



U LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



FACULDADE DE ARQUITETURA
UNIVERSIDADE DE LISBOA

MVTA

Mestrado Integrado em Arquitectura
Ano Lectivo 2022-2023 2º Semestre
Docente - Nuno Alão 3º Ano

ÍNDICE

- Exercício 1 – superfície parabólica
 - **1.1** - Construção da base da parábola 2D
 - **1.2** - Construção da 1ª parábola 3d
 - **1.3** - Construção da 2ª parábola 3d
 - **1.4** - Construção da 3ª parábola 3d
 - **1.5** - Resultado final
- Exercício 2 – polígonos
 - **2.1** - Cubo – ferramentas box e extrude
 - **2.2** - Cubo ferramenta 3D Rotate
 - **2.3** - Pirâmide triangular ferramenta 3D Rotate / ARRAY
 - **2.4** - Octaedro- ferramenta 3D Rotate

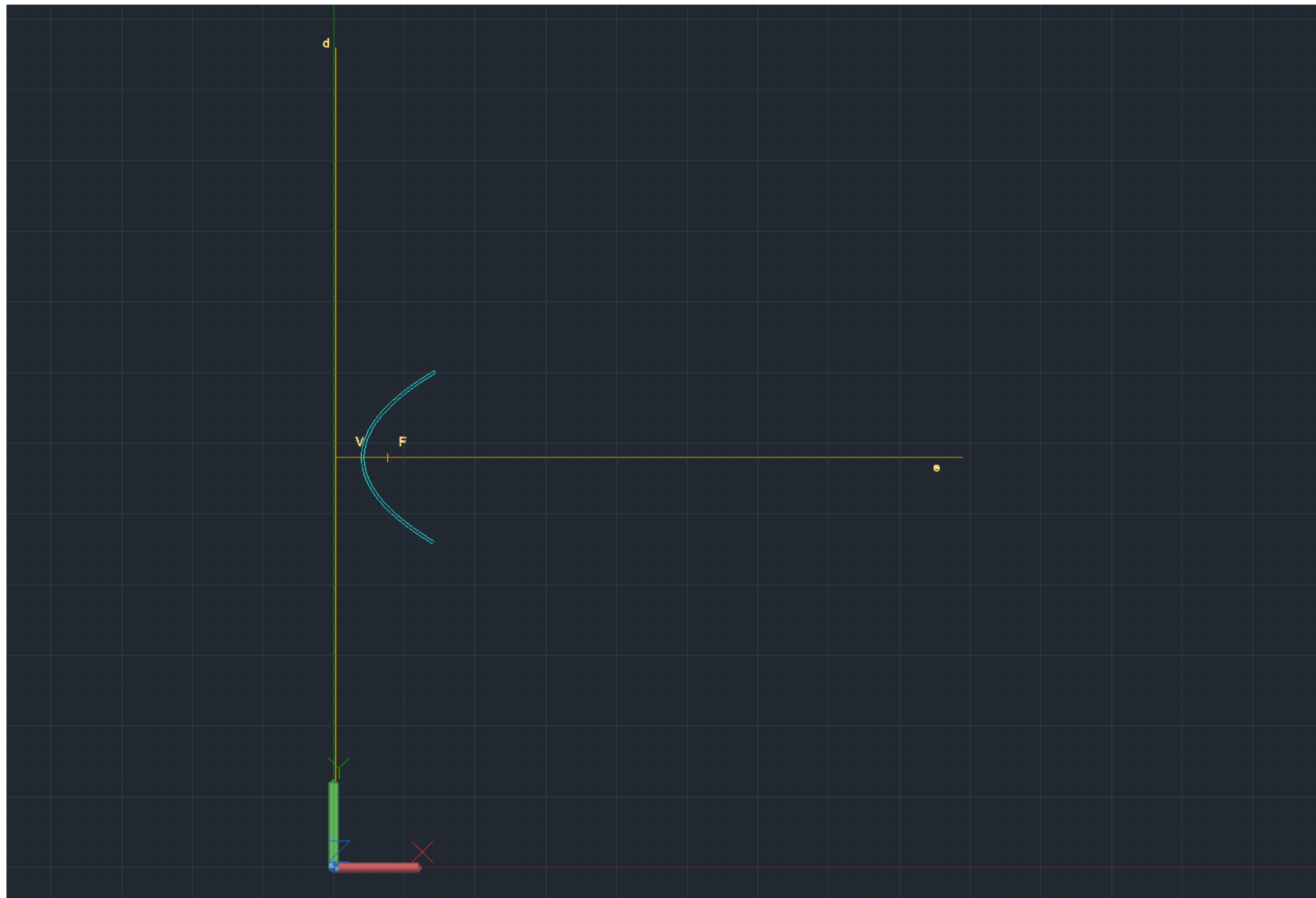
ÍNDICE

- Exercício 3 – figuras geométricas duais
 - **3.1** - Construção das figuras geométricas duais
 - **3.2** - Resultado final
- Exercício 4 – cone, secções
 - **4.1** – Construção do cone e secções
 - **4.2** – Resolução do T.P.C.
- Exercício 5 - xadrez
 - **5.1** – Construção do xadrez
- Exercício 6 – hiperboloides
 - **6.1** – Construção das hiperboloides

ÍNDICE

- Exercício 7 –paraboloide hiperbólica
- **7.1** - Construção da paraboloide hiperbólica1
- **7.2** - Construção da paraboloide hiperbólica2

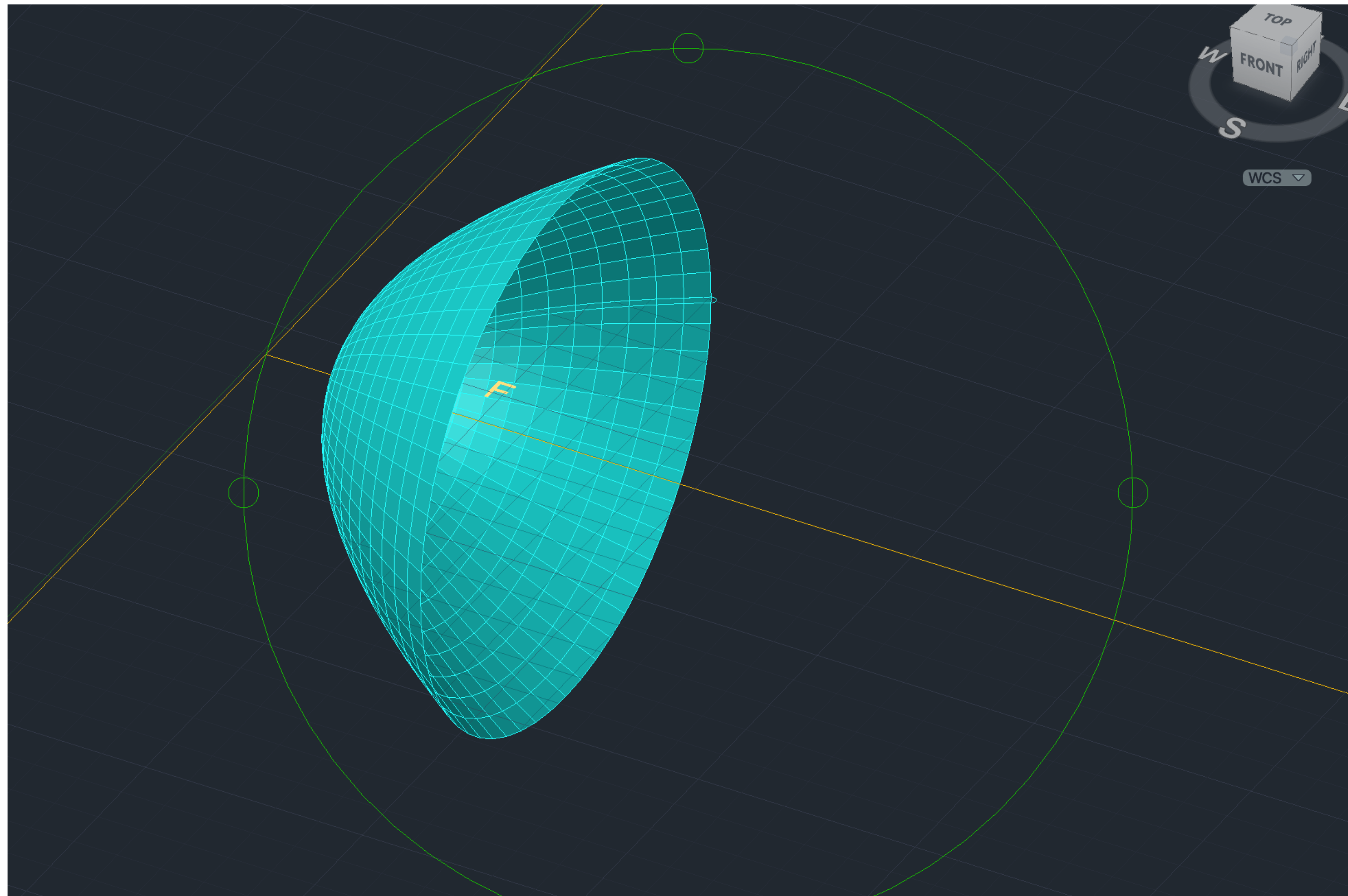
- Exercício 8 – museu de Guggenheim
- **8.1** – Construção da estrutura em espiral de Guggenheim
- **8.2** – Resultado final



CONSTRUÇÃO DE UMA PARÁBOLA 3D

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 - duplicar linha ao longo da circunferência e de seguida duplicar a circunferência, com a mesma distancia do OFFSET, para dentro, o mesmo numero de vezes
7. POINT - marcar todos os pontos de interceção das linhas com as respectivas circunferências
8. SPLINE - traçar uma linha spline de união de todos esses pontos, de modo a criar uma curva oval

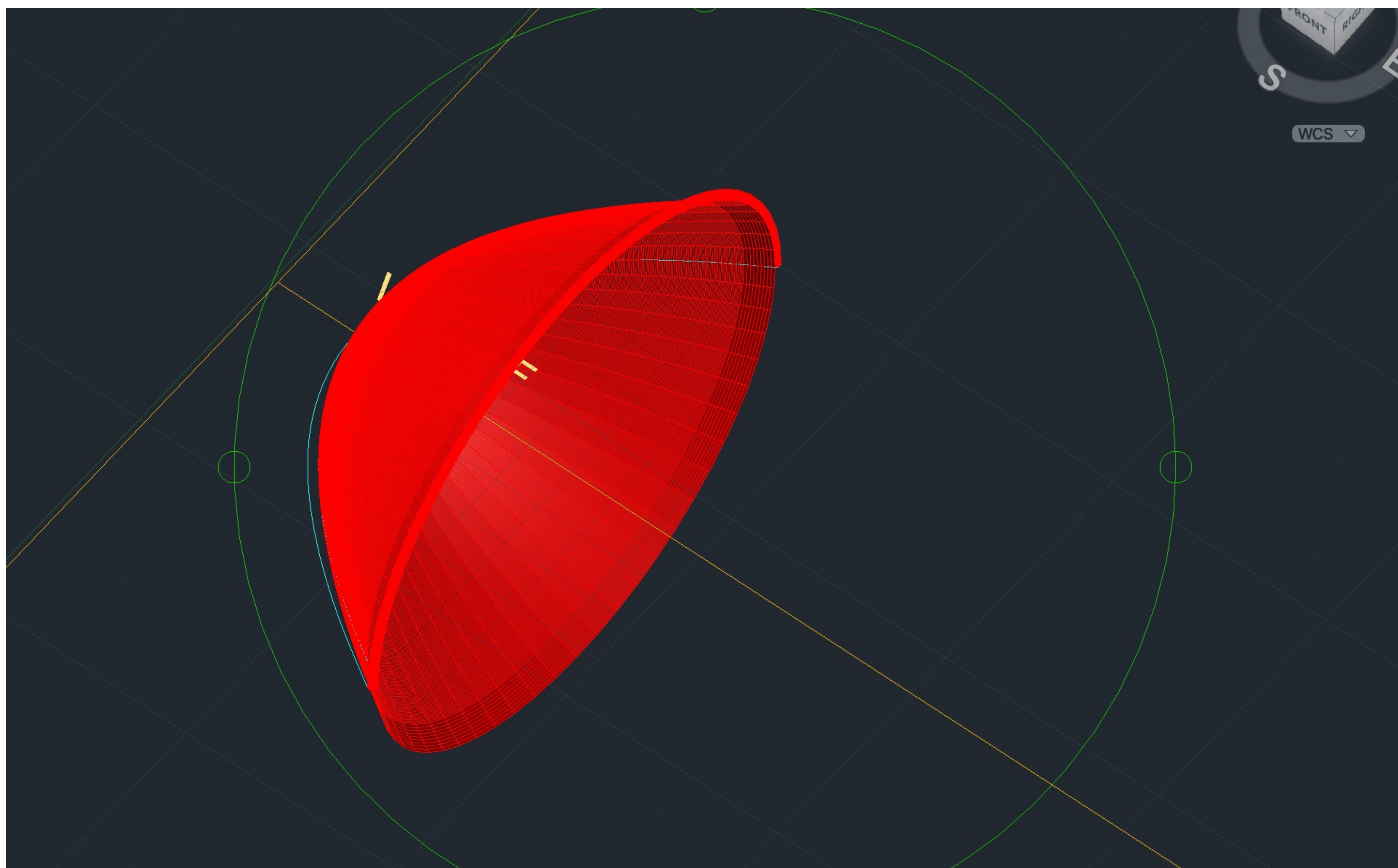
Exerc. 1.1 - Construção da base da parábola 2D



CONSTRUÇÃO DE UMA PARÁBOLA + BORDA 3D

1. Após atrasar as linhas da base ,utilizar o comando (REVSURF) para fazer a projeção da (Spline) em 3D.
2. Em seguida utilizar o os comados (SURFTAB1) e (SURFTAB2) para que a projeção fique mais arredondada.
3. Dar cor a parábola.

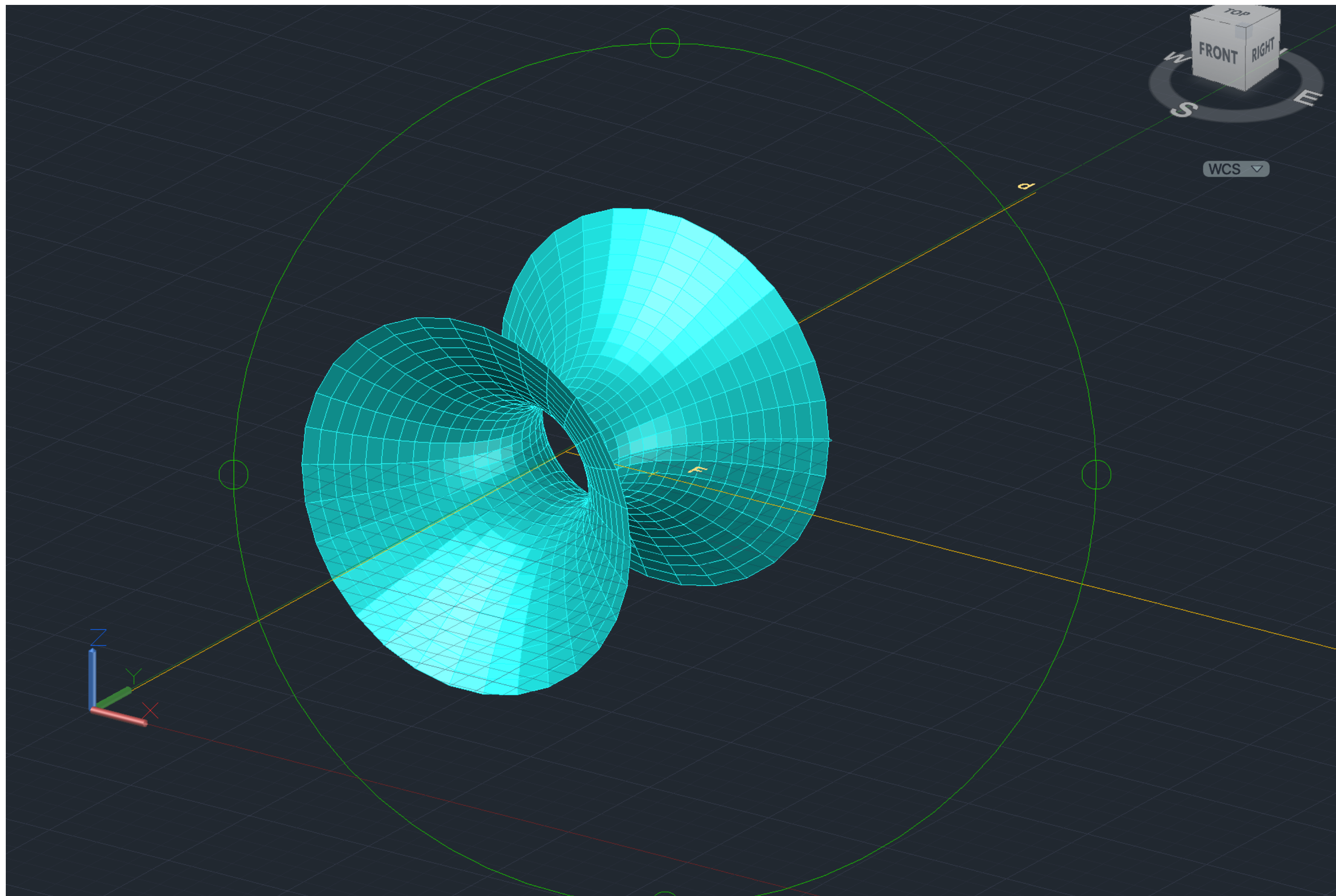
Exerc. 1.2 - Construção da 1ª parábola 3D



CONSTRUÇÃO DE UMA PARÁBOLA + BORDA 3D

1. Utilizar o comando OFSSET para fazer uma copia da linha SPLINE a (2mm).
2. Utilizar o CIRCLE para fazer a união entre as duas linhas SPLINE, assim como utilizar o PEDIT para juntar as bordas e a segunda linha SPLINE.
3. Dar cores diferentes às parábolas para que estas se diferenciem.
4. Utilizar o comando REFSURF para fazer a projeção da parábola e os comandos SURFTAB1 e SURFTAB2 para parábola ser mais arredondada.

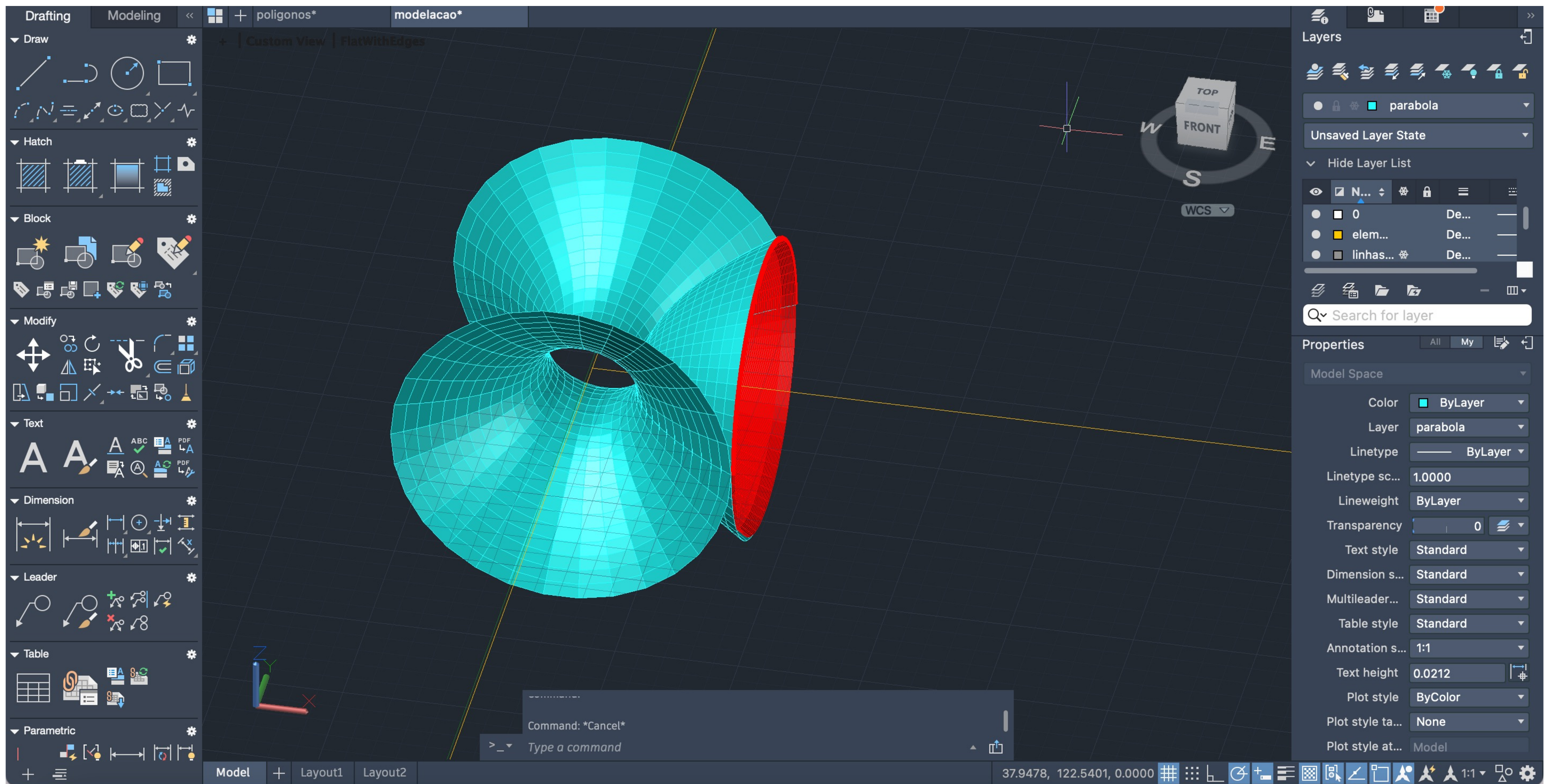
Exerc. 1.3 - Construção da 2ª parábola 3D



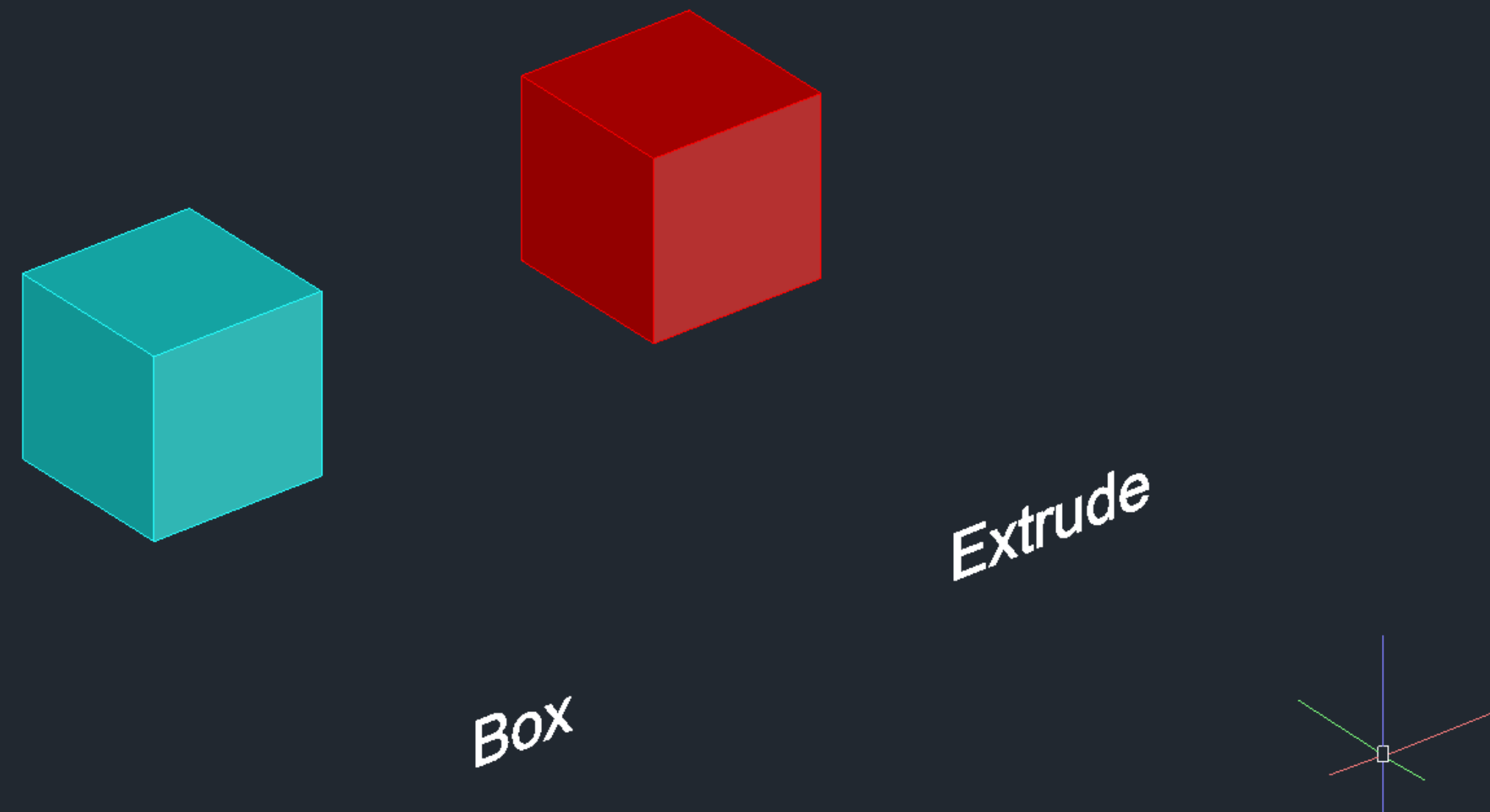
CONSTRUÇÃO DE UMA PARÁBOLA COM REFERÊNCIA EM Y

1. Utilizar o comando (REFSURF para fazer a projeção da parábola, e os comandos SURFTAB1 e SURFTAB2 para a parábola ser mais arredondada.
2. Neste caso, em vez de utilizar-se 180 graus como referência para desenhar a parábola, utiliza-se 360 graus
3. A parábola é feita com referência no eixo y

Exerc. 1.4 - Construção da 3ª parábola 3D



Exerc. 1.5 - Resultado Final



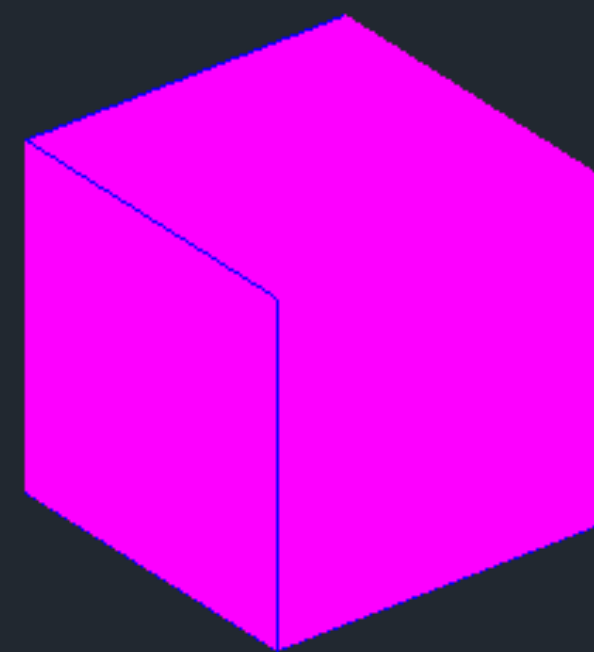
CONSTRUÇÃO DE UM CUBO 3D - USO DO COMANDO BOX

1. Usar comando BOX e de seguida introduzir as dimensões do cubo (10 mm)

CONSTRUÇÃO DE UM CUBO 3D - USO DO COMANDO EXTRUDE

1. Usar comando PLINE para construir uma base quadrangular com dimensões de 10: 10<0; 10<90; 10<180
2. Usar comando EXTRUDE para seleccionar o quadrado e em seguida introduzir as dimensões do cubo (10mm)

Exerc. 2.1 - Cubo - ferramentas box e extrude

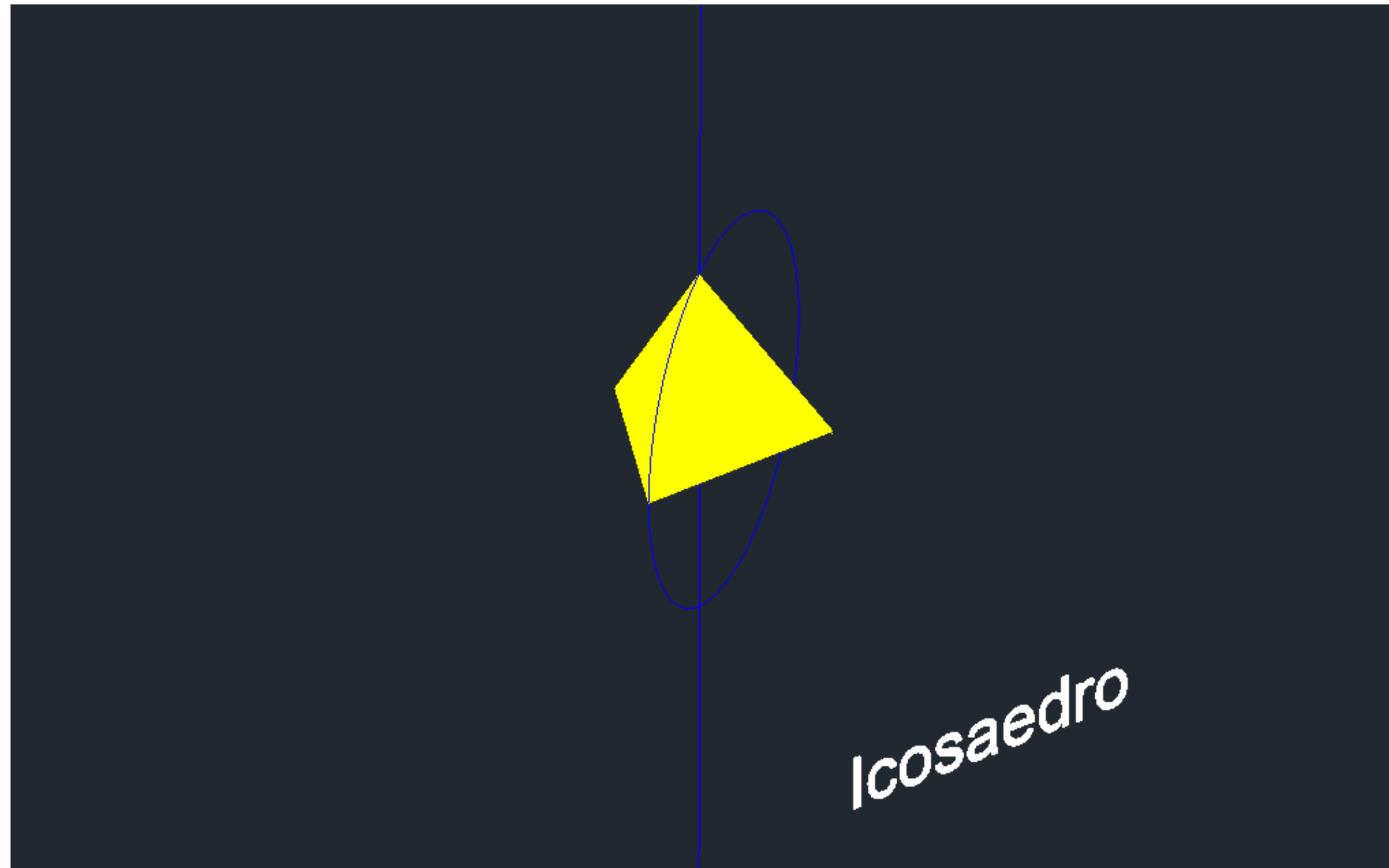


3D rotate

CONSTRUÇÃO DE UM CUBO 3D – USO DO COMANDO 3D ROTATE

1. Construir a base de um cubo em 2D, utilizando o comando mirror para construir as seis faces do cubo
2. Usar o comando HATCH para pintar as faces quadrangulares, uma de cada vez
3. Usar o comando GROUP para agrupar o hatch as faces quadrangulares, um de cada vez
4. Usar o comando 3D ROTATE, selecionando o quadrado a rodar, de seguida o eixo de rotação e por fim o ângulo de rotação (<90) ou (<-90)

Exerc. 2.2- Cubo ferramenta 3D Rotate



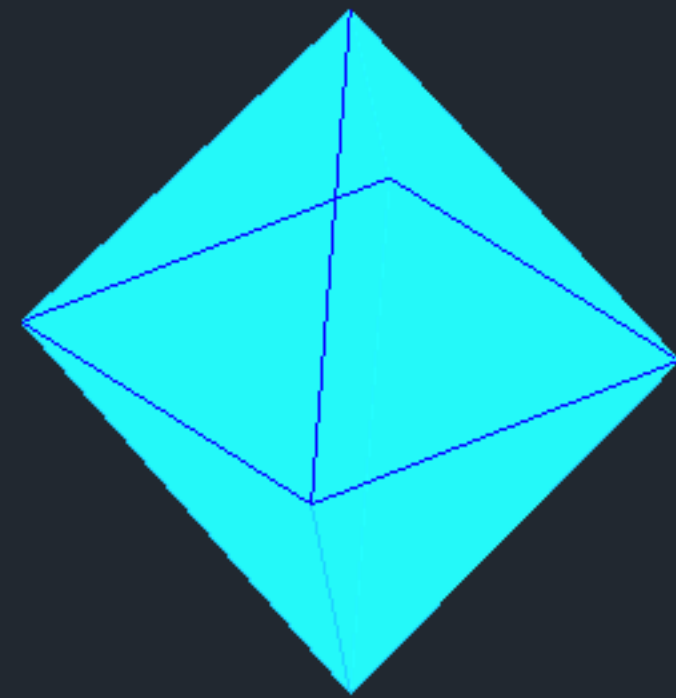
CONSTRUÇÃO DE UMA PIRÂMIDE TRIANGULAR 3D - USO DO COMANDO ARRAY

1. Construir a base quadrangular e os seus respectivos lados triangulares em 2D, como a figuras anteriores
2. Uso do comando HATCH para pintar os triângulos e a base quadrangular, um de cada vez
3. Uso do comando GROUP para agrupar o hatch das formas desenhadas, um de cada vez
4. Uso do comando ARRAY, selecionando um dos lados triangulares, de seguida escolher a opção polar, especificando o centro do eixo e por último selecionar a opção itens entre (3-7)

CONSTRUÇÃO DE UMA PIRÂMIDE TRIANGULAR 3D – USO DO COMANDO 3D ROTATE

1. Construir a base triangular da pirâmide em 2D, utilizando o comando mirror para criar as laterais da pirâmide.
2. Uso do comando HATCH para pintar os triângulos, um de cada vez
3. Uso do comando GROUP para agrupar o hatch ao triângulo, um de cada vez
4. Uso do comando 3DROTATE, selecionando o triângulo e o hatch a rodar, de seguida selecionar o midpoint do triângulo a rodar e o eixo de rotação (ângulo de rotação(<90))

Exerc. 2.3- Pirâmide triangular ferramenta 3D Rotate / ARRAY

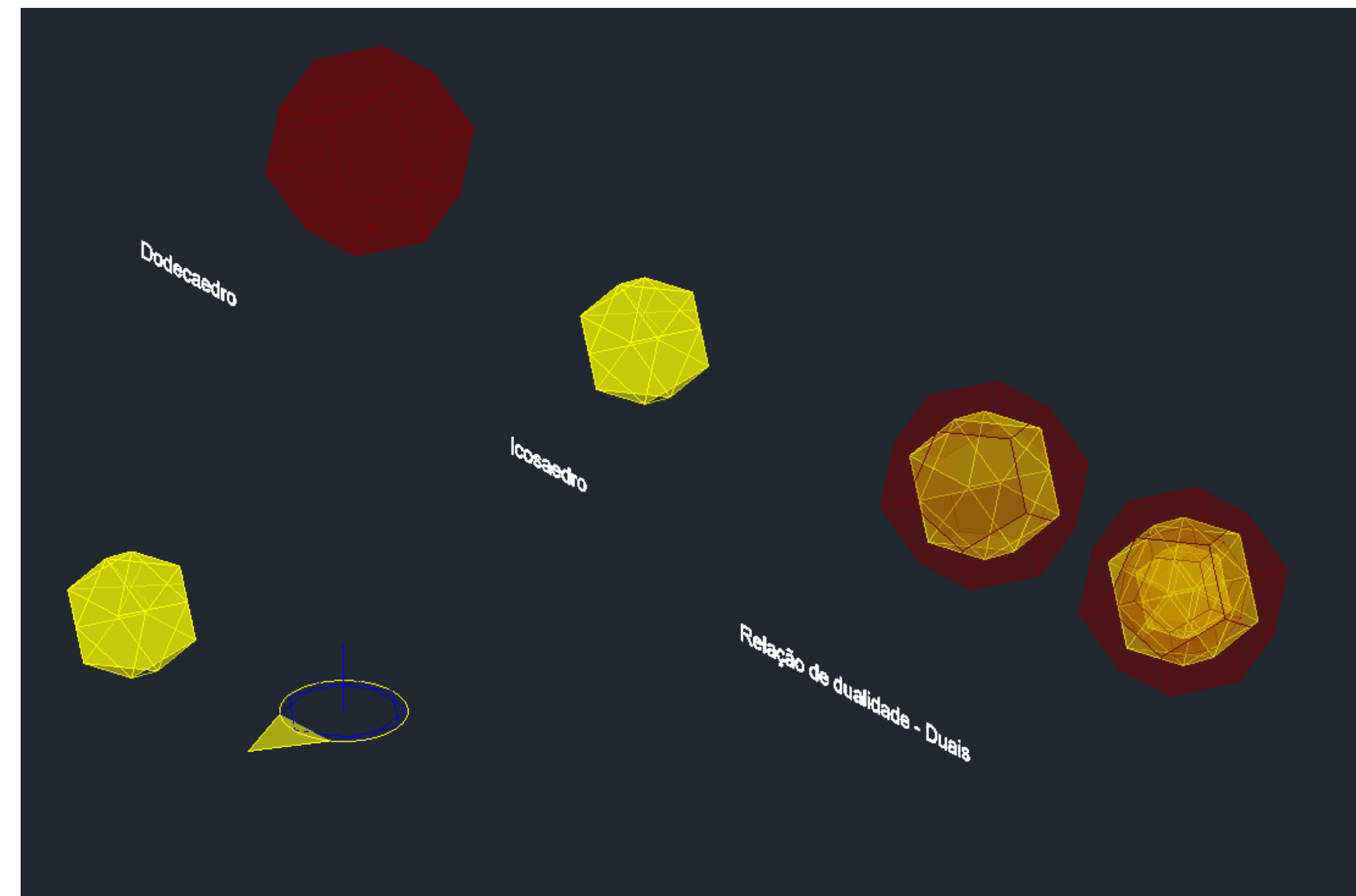
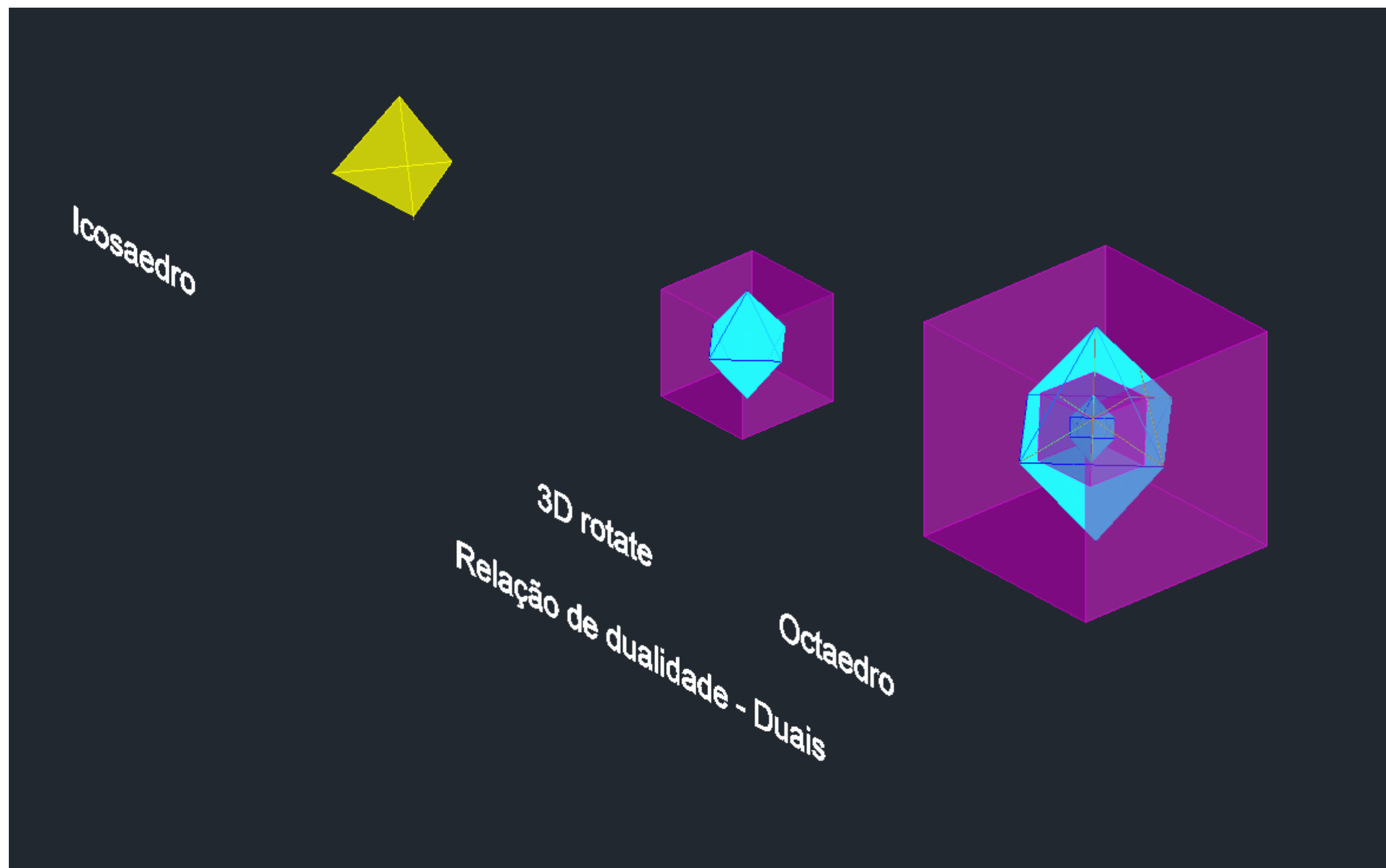


Octaedro

CONSTRUÇÃO DE UM OCTAEDRO 3D – USO DO COMANDO ROTATE 3D

1. Construir a base quadrangular e os seus respectivos lados triangulares em 2D
2. Uso do comando HATCH para pintar os triângulos e a base quadrangular, um de cada vez
3. Uso do comando GROUP para agrupar o hatch e as formas desenhadas, um de cada vez
4. Uso do comando 3DROTATE selecionando os triângulos nas partes laterais a rodar, o eixo e o ângulo de rotação ,que neste caso tem que ser (<60) ou (<-60)

Exerc. 2.4- Octaedro - ferramenta 3D rotate

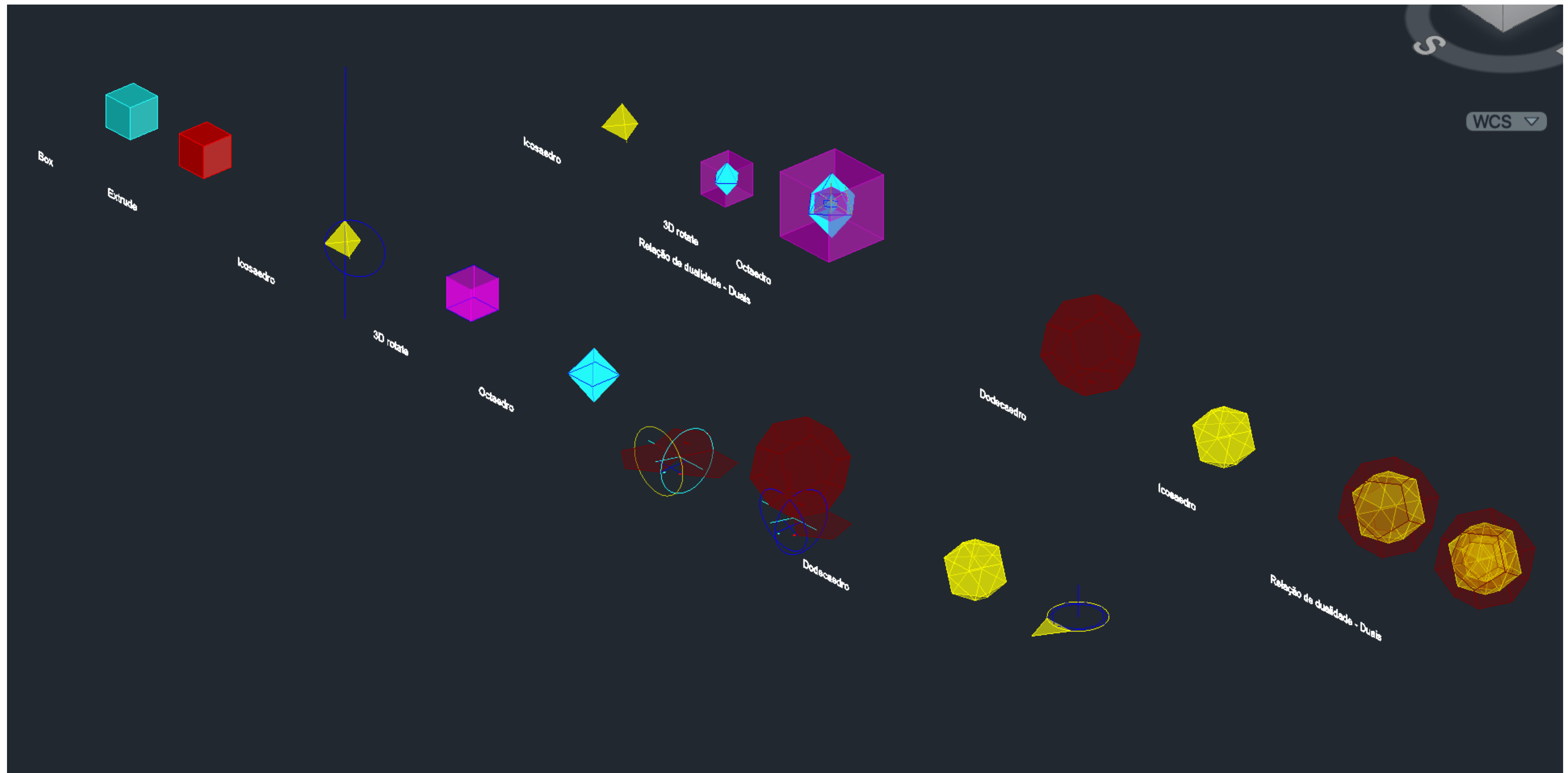


CONSTRUÇÃO DE FIGURAS GEOMÉTRICAS DUAIS

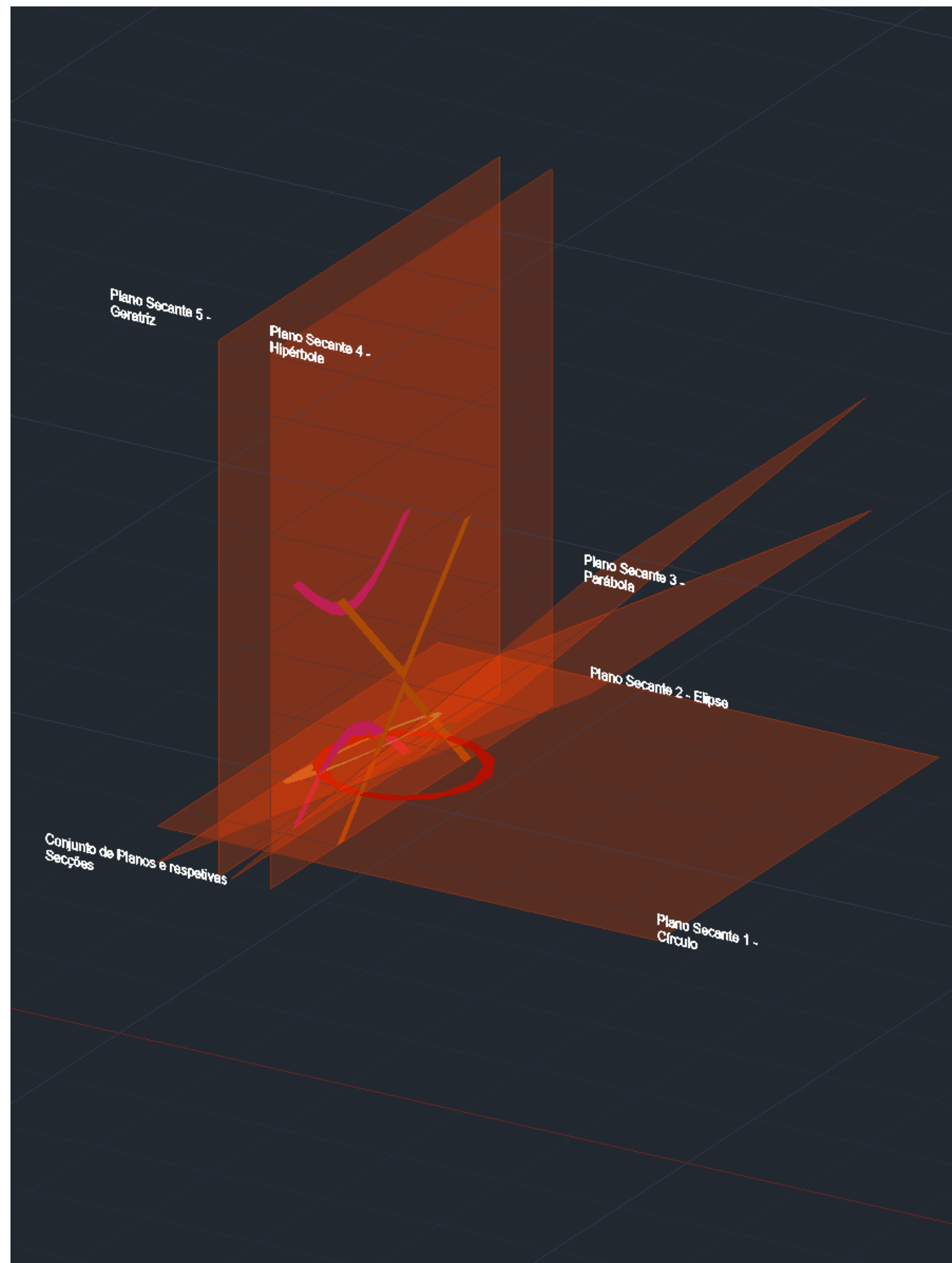
1. Para fazer estes sólidos (feitos nas aulas anteriores), usamos maioritariamente o comando ALIGN, seleccionando sempre o sólido que queremos encaixar no interior. De seguida, seleccionamos as arestas do que está seleccionado e respetivo centro geométrico do sólido maior onde irá encaixar, e carregamos em YES, para que este seja escalado. Este processo repete-se na medida de vezes que tencionarmos repetir o encaixe dos mesmos.

No caso do Tetraedro, tivemos de fazer um 3DRotate, de forma a invertê-lo 90o sob o eixo Y, para de seguida podermos fazer os passos referidos anteriormente.

Exerc. 3.1 – construção de figuras geométricas duais



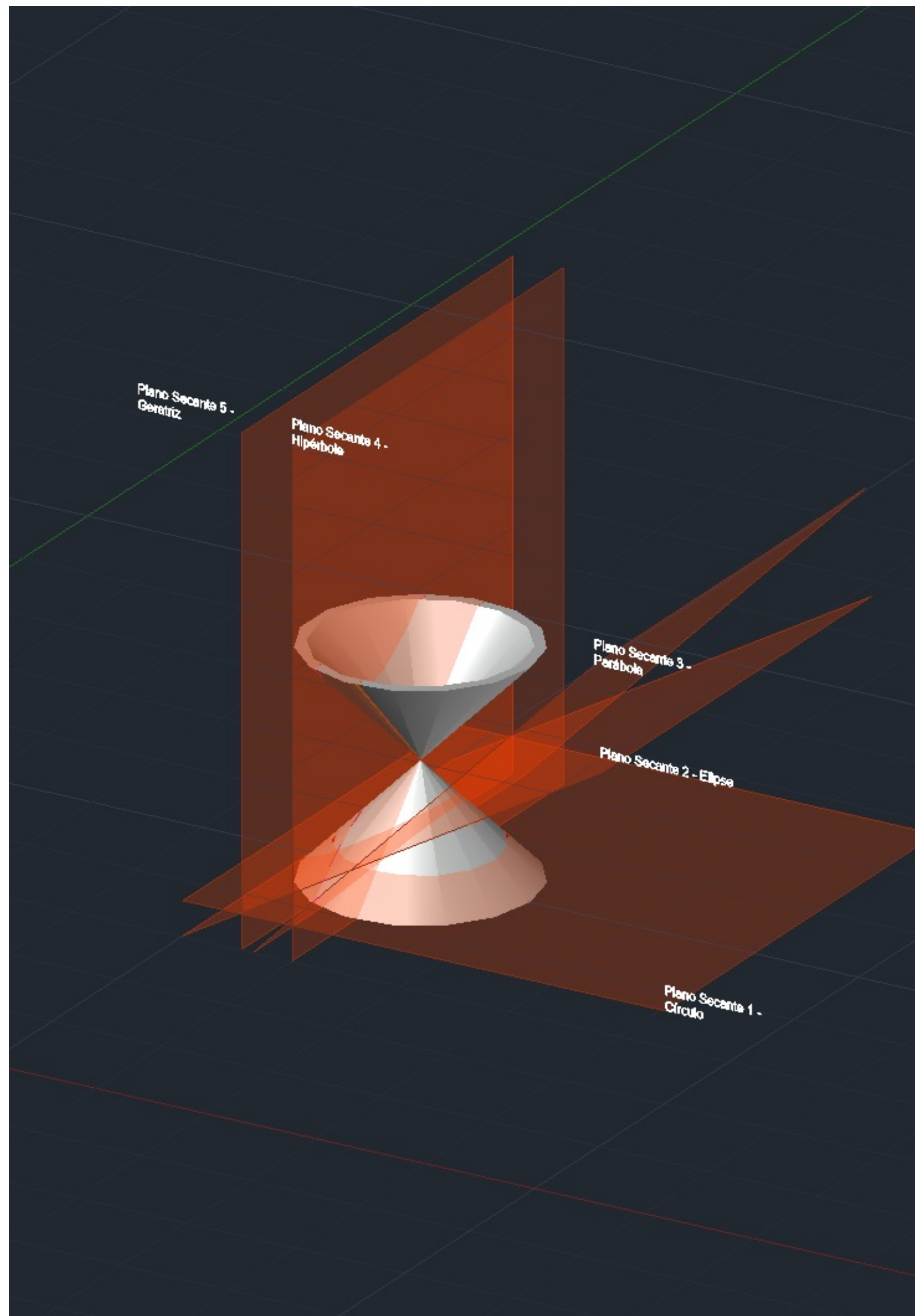
Exerc. 3.2 – resultado final



CONSTRUÇÃO DO CONE E SECÇÕES

1. Ao longo deste exercício foram feitas LAYERS para cada tipo de elemento
2. Começamos por fazer um cone – uso do comando CONE, de seguida escolhemos as coordenadas (50,50), como ponto de partida da nossa figura, com raio 10 e 10 de altura e de seguida usamos o comando SHADE para sombrear o sólido
3. Uso do comando COPY – escrevemos LAST e fazemos ENTER, DISPLACEMENT (0,0,0), ENTER (0,0,-1), para que o cone desça 1 ao longo do eixo Z
4. Uso do comando SUBSTRACT, escrevemos LAST e fazemos ENTER, as bases dos cones alinham-se, formando assim um objeto tridimensional
5. Uso do comando MIRROR3D, escrevemos LAST, (1 ponto) vértice do cone, (2 ponto) ligar ORTHO. De seguida marcamos um ponto ao longo da paralela ao eixo X (3o ponto) e um ponto ao longo de paralela ao eixo Y
4. Vamos obter um cone espelhado com os passos anteriores, formando uma “ampulheta”.
5. Desenhar os PLANOS SECANTES, usar o comando POLYLINE com o ORTHO ligado, desenhar superfícies retangulares, usar o comando HATCH e preencher o retângulo, por fim fazemos GROUP - com o HATCH e as POLYLINES que formam o retângulo
6. Selecionar o plano e fazemos COPY com o base point num dos vértices e colamos sob esse mesmo vértice mais 4 planos. De seguida, usar o comando 3DROTATE, selecionamos um plano, e vamos roda-lo com BASEPOINT no quadrante onde estes se cruzam
7. Rodar o PLANO SECANTE 2, 30 graus, repetindo sempre este comando, o PS3, 45 graus, o PS4 e PS5, 90 graus
8. Por fim, uso do comando MOVE, mover o PS5 ligeiramente à frente, o PS4 para o eixo simétrico da ampulheta, o PS3 ligeiramente à frente do PS4, o PS2 deixar no mesmo sítio. O PS1, que não sofreu rotação, vamos subi-lo 1

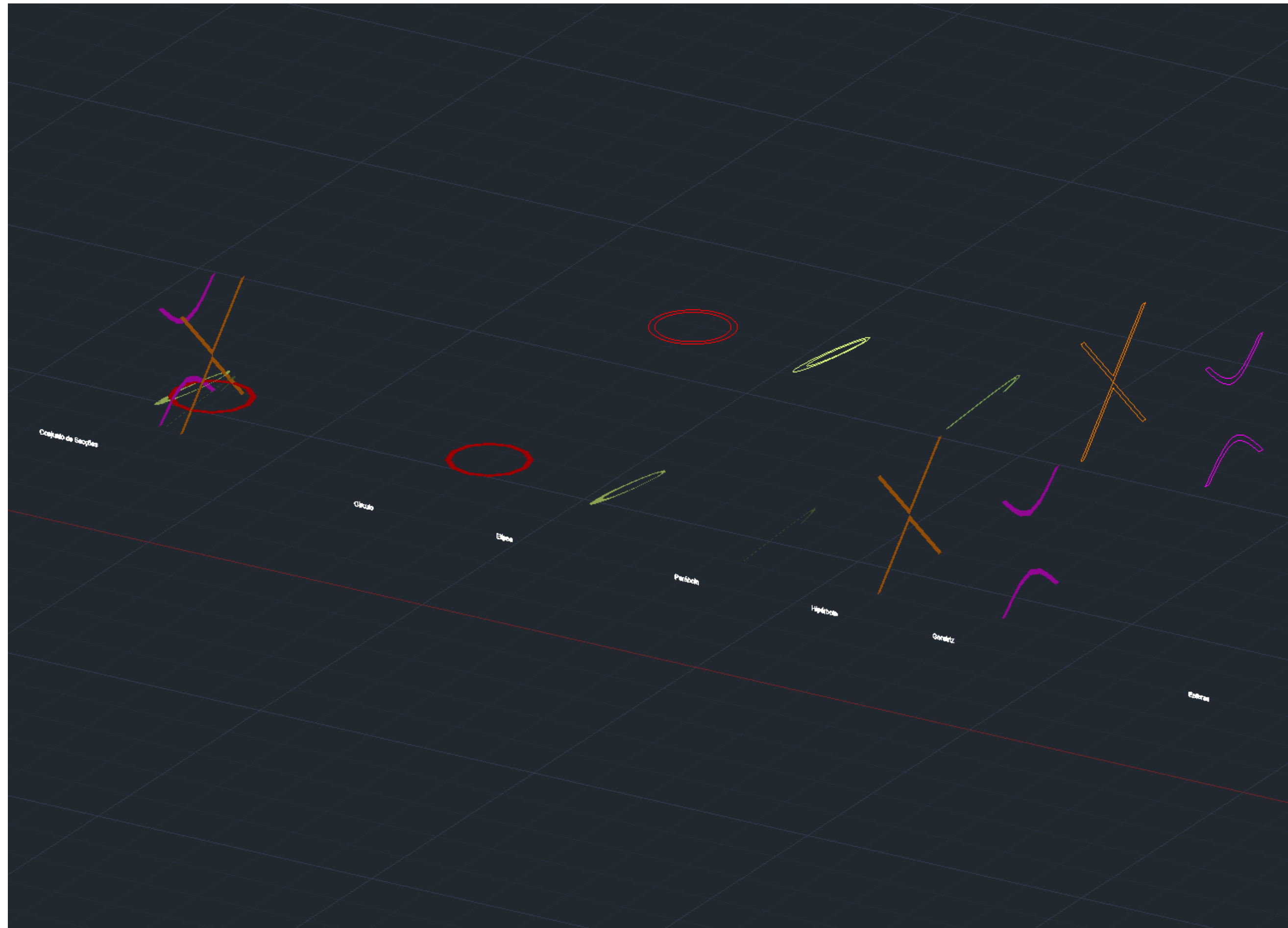
Exerc. 4.1 - Octaedro – Construção do cone e secções



CONSTRUÇÃO DO CONE E SECÇÕES - CONTINUAÇÃO

1. Com os paços feitos anteriormente, usar o comando SECTION e selecionar a ampulheta, de seguida usar ENTER, e selecionar o plano do qual queremos obter a secção (fazer com todos os planos)
2. Na imagem ao lado observamos as secções que fizemos. Para obter esta imagem, fizemos COPY para colar ao lado, e seguidamente apagar a ampulheta.

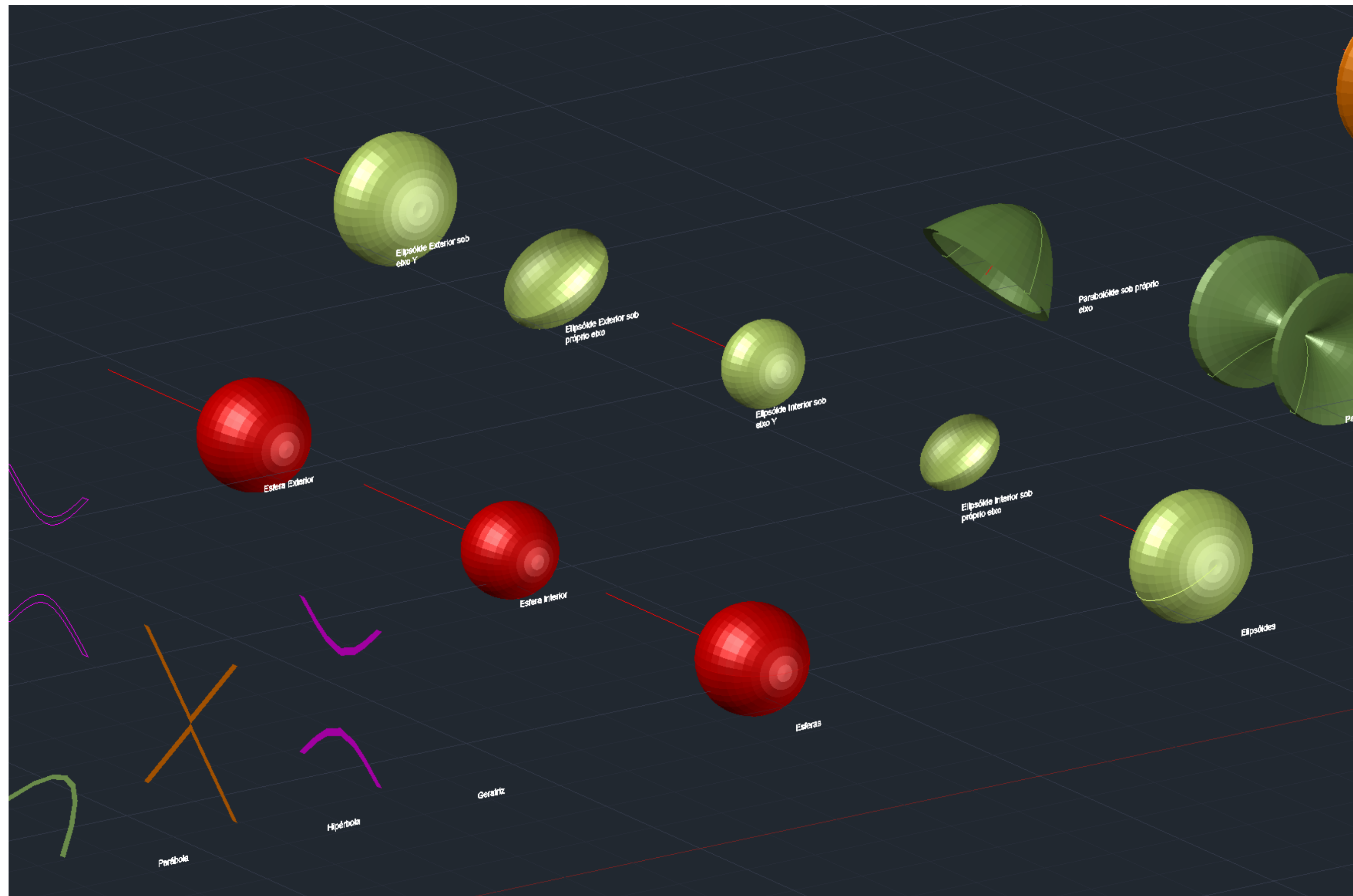
Exerc. 4.1 - Construção do cone e secções



CONSTRUÇÃO DO CONE E SECÇÕES - CONTINUAÇÃO

1. Separar as secções dos planos, com o mesmo método do slide anterior e apagar os planos. Seguidamente fazer o uso do comando COPY de cada secção individualmente, nas que aparecem sem preenchimento, selecionar e usar o comando EXPLODE

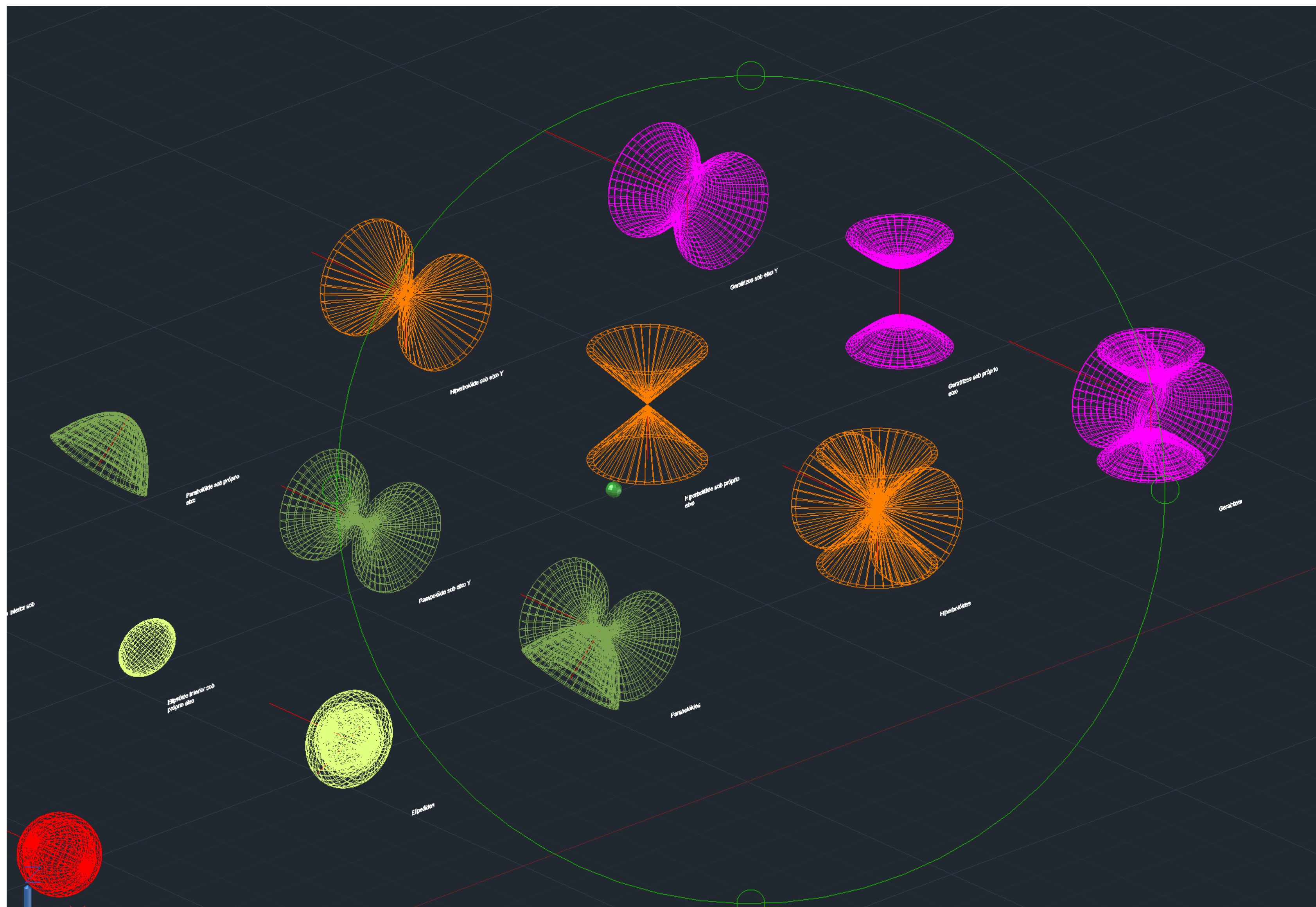
Exerc. 4.1 - Construção do cone e secções



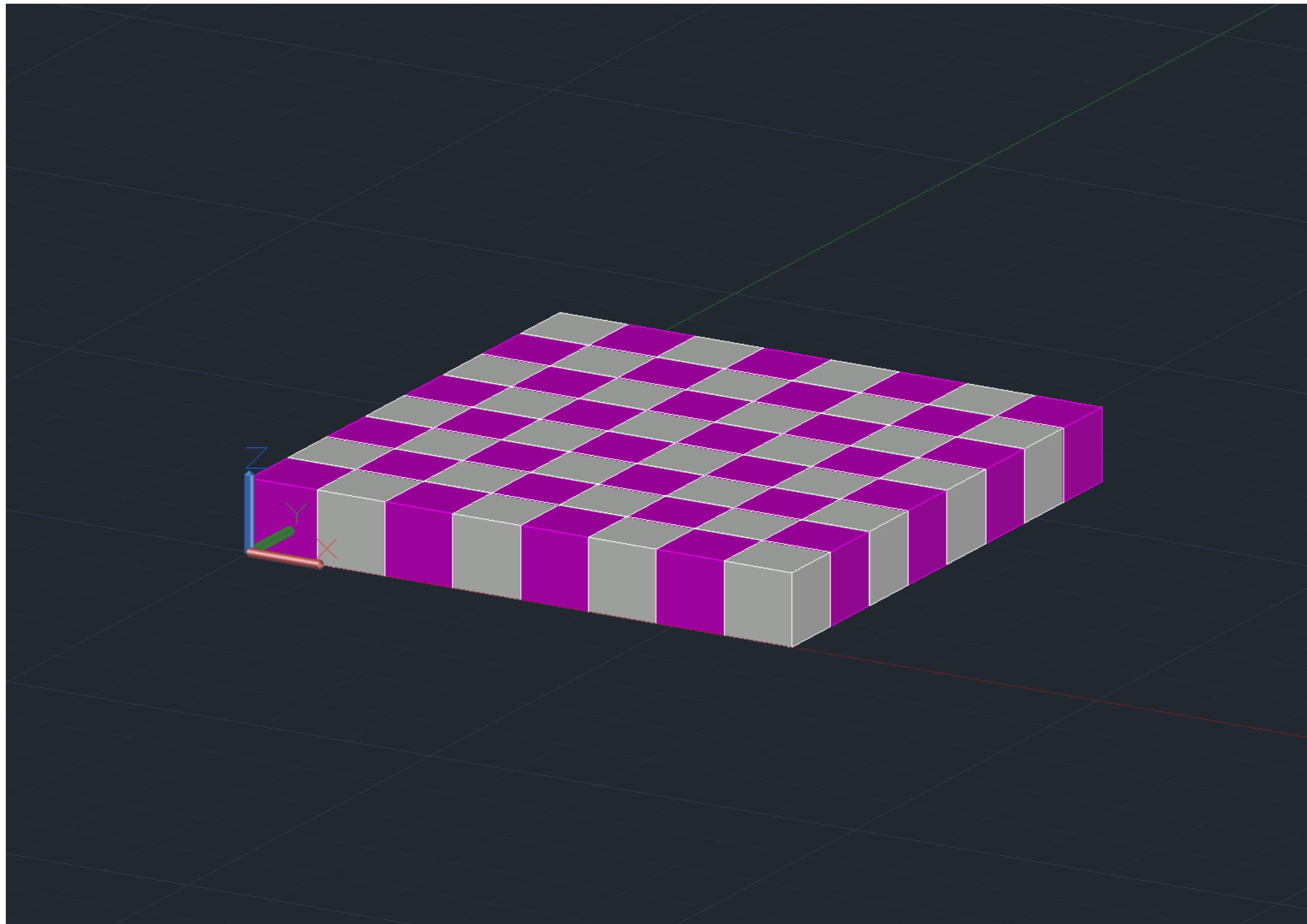
CONSTRUÇÃO DO CONE E SECÇÕES - CONTINUAÇÃO

1. Separar as secções originadas pelos planos secantes que cruzam as superfícies cónicas (ampulheta), e individualmente, gerar elementos tridimensionais, com o comando REVSURF (anteriormente programamos SURFTAB 1 e SURFTAB 2 , 40)
2. De seguida, puxar um eixo guia, paralelo a Y, fazer JOIN nos elementos que o pedem, ativar o comando REVSURF e seleccionar a figura obtida (o círculo interior) ; seguidamente seleccionar o eixo já traçado, START ANGLE 0, e rotação de 360 graus
3. Esta sequencia foi igual para todos os objetos tridimensionais que obtivemos, com a diferença que nos próximos objetos, existem 2 eixos de rotação (o paralelo a Y, e o eixo de simetria da figura)

Exerc. 4.2- Resolução do T.P.C.



Exerc. 4.2- Resolução do T.P.C.

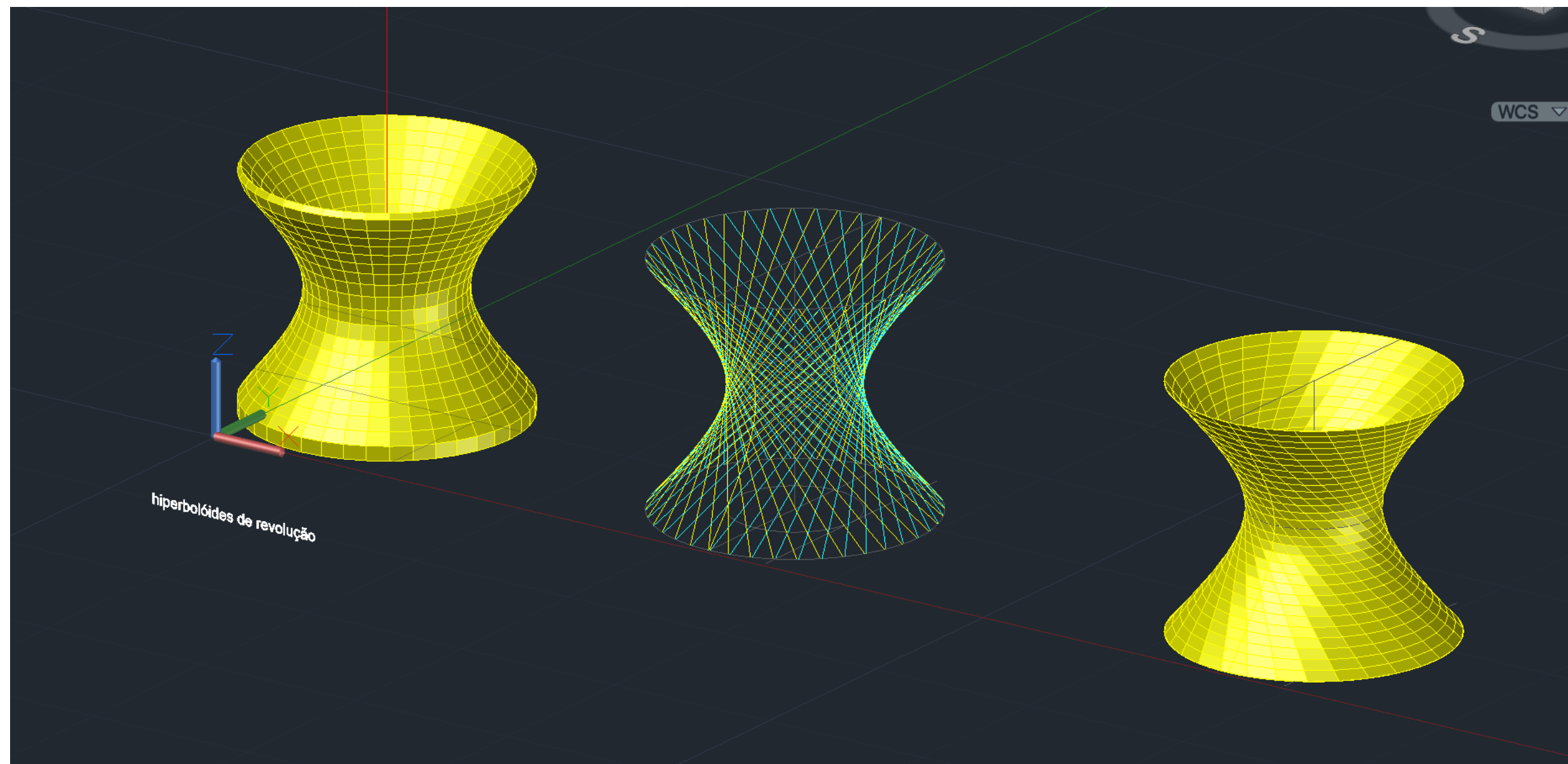


CONSTRUÇÃO DO XADREZ

1. Através de códigos elaborados na aula com o professor, no meu caso no Sublime Text, chegamos ao xadrez:
 - 1 passo - dar as coordenadas do ponto de partida (0,0,0) e dos vértices do cubo (10,10,10) – lados e altura.
 - 2 passo - copiar o cubo feito e adicionar outro ao lado, usando COPY
 - 3 passo - usar comando MIRROR para espelhar os 2 cubos já existentes
 - 4 passo – usamos 2 cores intercaladas para os cubos (branco, magenta)
 - 5 passo – aplicação do código elaborado (extensão lsp) em aula que vai dar origem ao tabuleiro (4 cópias sucessivas do que já construímos)

```
xad.lsp
1 (Defun c:xad ()
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 )
```

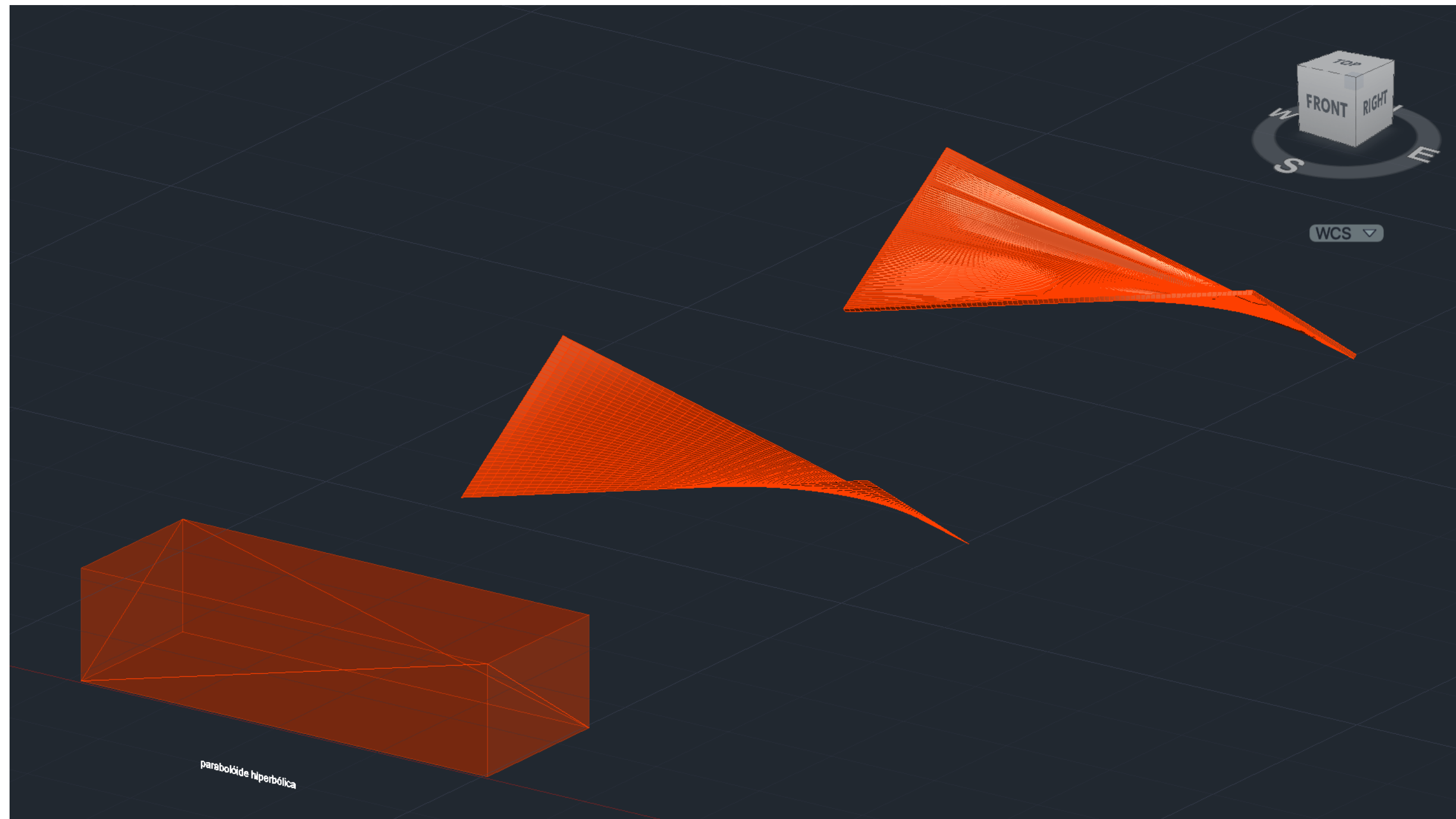
Exerc. 5.1 - Construção do xadrez



CONSTRUÇÃO DAS HIPERBOLOIDES

1. 1 passo – copiar a hiperboloide feita anteriormente, para compararmos duas maneiras distintas de fazer esta forma geométrica.
2. 2 passo - deixar apenas as linhas base e os eixos da figura.
3. 3 passo - uso do comando LINE para unir os cantos externos do arco inferior com o superior.
4. 1 maneira de fazer uma hiperboloide – uso do comando 3DROTATE com BASEPOINT no vértice inferior, a seguir escolher o eixo vermelho para rodar 90° (SURFTAB1 - 40 / SURFTAB2 – 40) e REVSURF – seleciono o arco como OBJECT TO REVOLVE
5. 2 maneira de fazer uma hiperboloide – comando CIRCLE com o centro na interseção do eixo de simetria da figura e radius na interseção com a superfície curva CIRCLE com o centro na interseção do eixo de revolução com o eixo paralelo a y inferior e radius na interseção com o endpoint da superfície curva, a seguir uso do comando COPY do círculo de gola, BASEPOINT no centro e 2ND POINT no ponto centrar do círculo maior, COPY do eixo paralelo a y inferior, BASEPOINT no centro e 2ND no quadrante do círculo copiado anteriormente. Seguindo de LINE com o seu 1ST POINT no mesmo quadrante do passo anterior e 2ND POINT no quadrante superior perpendicular à linha. Pela geratriz D fazemos uma LINE com o 1ST POINT na interseção da linha com o círculo e 2ND POINT no ponto de interseção da linha com o círculo de gola, uso do comando COPY para o 1ST POINT no ponto inferior da geratriz desenhada e 2ND POINT no ponto superior da mesma, uso do comandon PEDDIT para converter numa polilyne, JOIN e ARRAY para podermos usar o comando PO (selecionar a geratriz e dar como basepoint o centro da circunferência de gola I=40). Repetir o mesmo processo da geratriz, mas desta vez com a orientação contrária da mesma, e sobrepor ambas, pegando mais tarde novamente na base inicial deste processo, apagando as linhas curvas, deixando apenas a geratriz e as linhas diretoras. Por fim repetimos os comandos anteriores de forma a obter novamente a mesma forma .REVSURF. THICKEN com 0.5

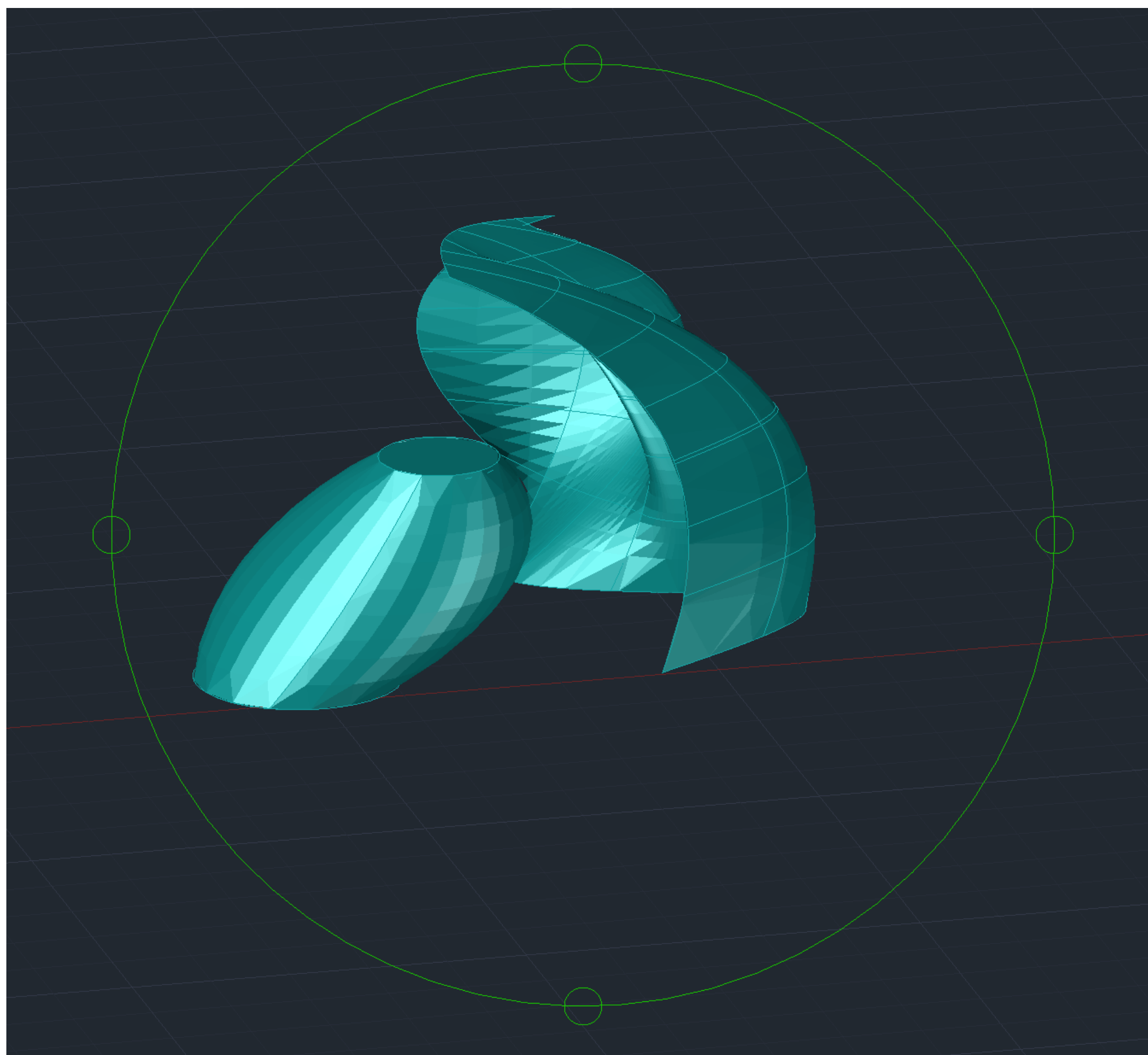
Exerc. 6.1 - Construção das hiperboloides



CONSTRUÇÃO DA PARABOLOIDE HIPERBÓLICA1

1. Uso do comando BOX para formar um paralelepípedo, ao qual damos transparência.
2. Fazer uma LINE e desenhar as diagonais das faces verticais da box.
3. Uso do comando COPY, para copiar as linhas que desenhamos anteriormente
4. Uso do comando EDGESURF, para criar uma superfície através das linhas, selecionamo-las e damos ENTER.
5. Por fim, para dar espessura, fizemos o comando THICKEN com 0.5

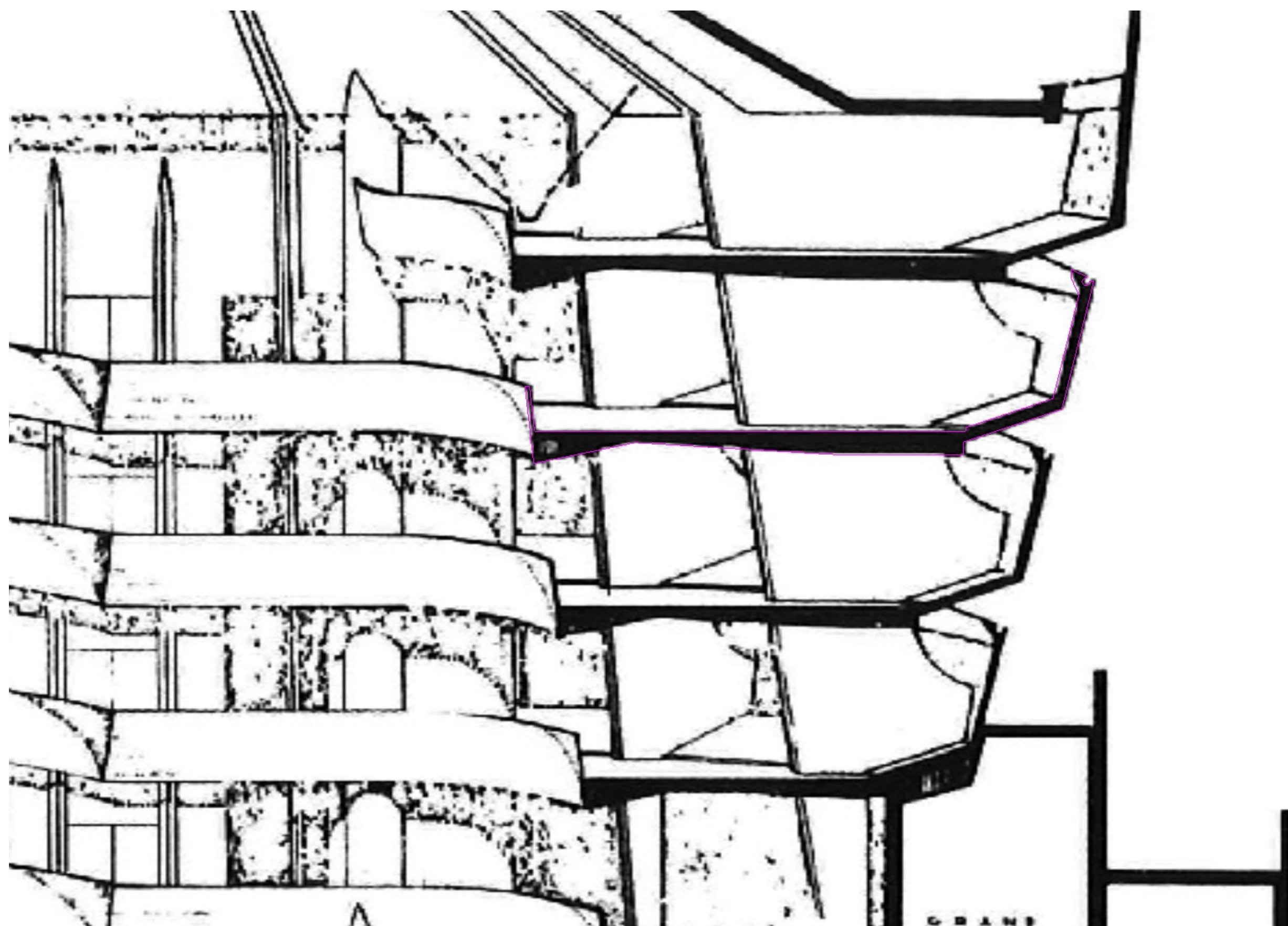
Exerc. 7.1 - Construção da parabolóide hiperbólica1



CONSTRUÇÃO DA PARABOLOIDE HIPERBÓLICA2

1. Uso do comando CIRCLE para desenhar três circunferências sobrepostas mas não concêntricas.
2. Uso do comando MOVE (com o ortho ON) e levantamo-las perpendicularmente entre si, com a maior no meio e a mais pequena em cima.
3. Uso do comando LOFT onde selecionamos da mais baixa até à mais alta, e obtivemos o preenchimento volumétrico da figura que observamos nas imagens.
4. Em seguida fizemos uma BOX para conseguirmos fazer um SUBTRACT, de forma a vermos que a figura fica totalmente preenchida/opaca
5. Mais tarde fizemos um EXPLODE e desta forma ficamos com a “pele exterior”.
6. Por fim uso do comando THICKEN com 0.5 de espessura e percebemos que dependendo da orientação do eixo que escolhermos, ele vai criar a espessura ou para fora do objeto, ou para dentro, neste caso, deixei aqui a espessura feita para o lado interno do objeto.

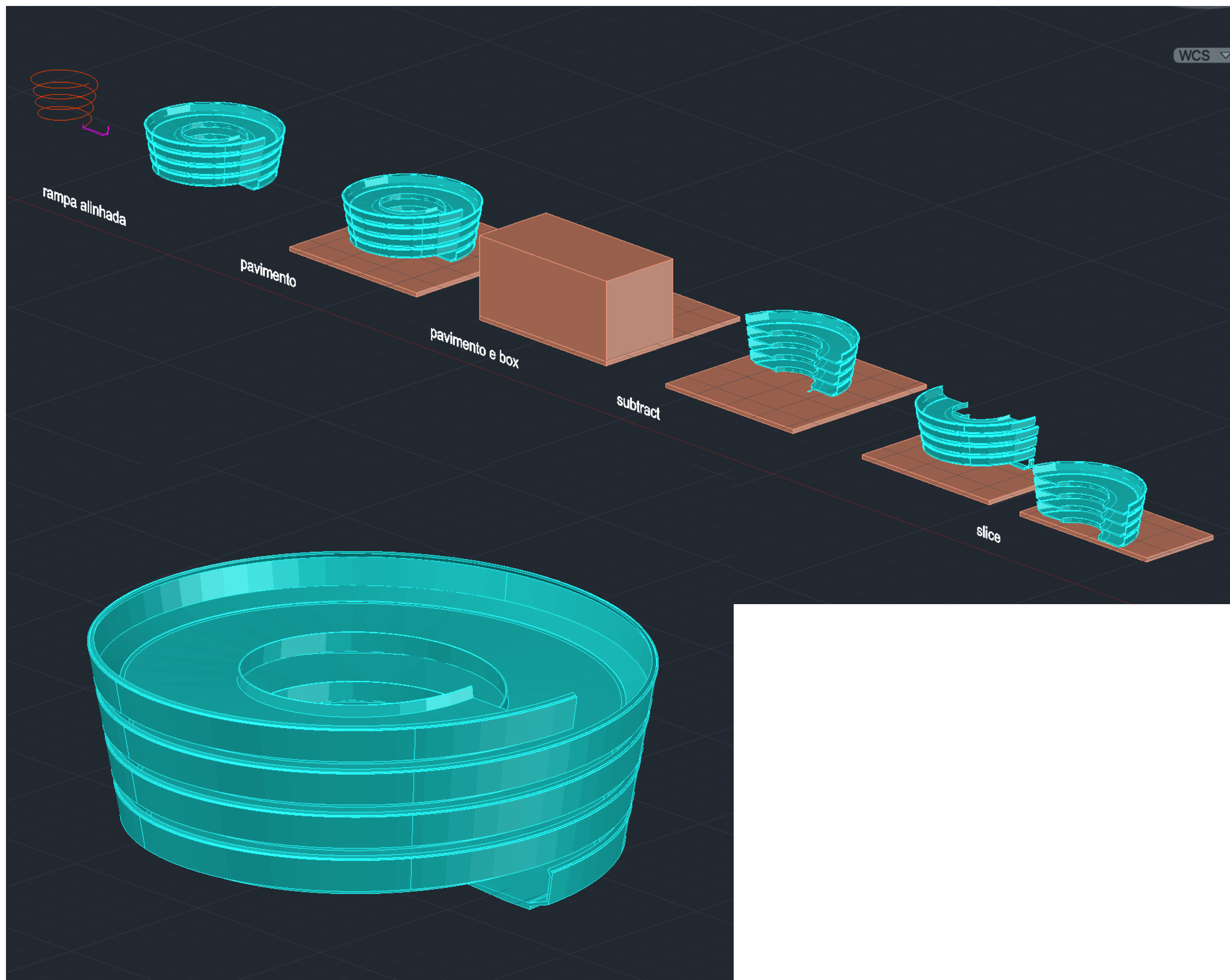
Exerc. 7.2- Construção da parabolóide hiperbólica2



CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA EM ESPIRAL DE GUGGENHEIM

1. Importar a imagem fornecida pelo professor para a página de CAD através do comando ATTACH.
2. Usar o SCALE para os 18 cm de referência para o espelho de um degrau.
3. Com o comando LINE delimitamos o eixo central do edifício e a diagonal definida pelas paredes externas do edifício
4. Acabando com o trecho representado de magenta como na imagem ao lado.
5. Posteriormente fizemos o comando PEDDIT – convert to POLYLINE (Y) – JOIN.
6. Ainda fizemos um COPY no vértice interior da rampa, junto à guarda interior e para o ponto 100,50.

Exerc. 8.1- Construção da estrutura em espiral de Guggenheim



RESULTADO FINAL

1. Uso do comando HÉLIX com basepoint 100,50 - raio 7.5/top raio 10 – (hélix para cima) turns 4 – height 14.
2. Depois usamos o comando LINE desde o centro da espiral até ao ponto (inferior) inicial da mesma e alinhamos a espiral com a rampa (ponto do centro alinha em si próprio, e o outro fica em qualquer lado no eixo x).
3. Uso do comando MOVE da figura magenta com basepoint neste ponto para o ponto interno e inferior da espiral.
4. Fazemos um 3DROTATE com base point neste ponto, eixo vermelho, 90°.
5. Uso do comando EXTRUDE onde seleciono o meu desenho (enter) escrevo PATH (enter) e seleciono a espiral (enter) e iremos obter o 3D da rampa em espiral que conseguimos observar ao lado.
6. De seguida, para afinar o ângulo que as rampas vão fazendo ao longo do seu percurso, fizemos uma LINE como essa tangente diagonal.
7. Usamos Copy e copiamos essa linha e colamos no ponto externo inferior da guarda exterior.
8. Uso do comando EXPLODE (selecionando a nossa figura inicial) fazendo um ALIGN onde alinhamos a guarda com a linha guia que acabamos de fazer, e acertamos os vértices de forma a fechar novamente a figura.
9. E voltamos a repetir este comando, onde obtemos a rampa certa.
10. Por fim, usamos o comando BOX, para fazer o piso, e fazemos novamente de forma a passar pelo centro da rampa. Usamos o comando SUBTRACT e selecionamos a rampa (enter) selecionamos a box (enter) e assim obtemos apenas metade da rampa.

Exerc. 8.2 – Resultado final