

## Primeiro Trabalho

### Cena Simples e Interativa com Câmaras Fixas

#### Objectivos

Os objectivos deste primeiro trabalho de laboratório consistem em (i) compreender e implementar a arquitectura de uma aplicação gráfica interativa, assim como (ii) explorar os conceitos básicos de modelação geométrica por instanciação de primitivas.

A avaliação da primeira parte do trabalho será realizada na semana de **12 a 16 de Outubro** e corresponde a **6 valores** da nota do laboratório. A realização deste trabalho tem um esforço estimado de **14 horas** por elemento do grupo, distribuído por **três semanas**.

Não esquecer de comunicar ao docente do laboratório as **horas despendidas pelo grupo (média do grupo)** na realização deste trabalho.

#### Lista de Tarefas

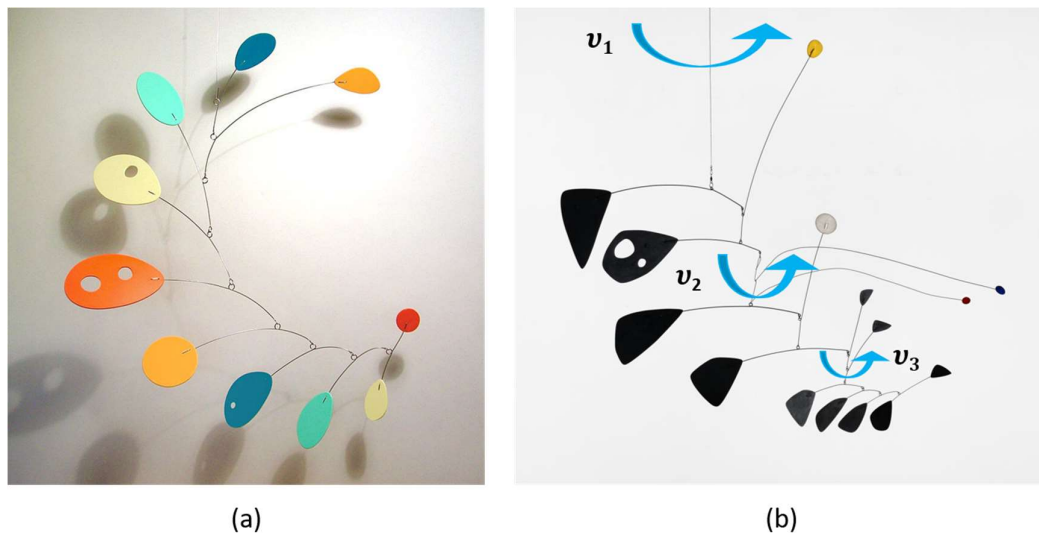
1. Com “papel e caneta”<sup>1</sup> esboçar uma escultura do tipo ‘Kinect Art’, também conhecido por ‘Mobile’ (Figura 1). No esboço devem figurar os objectos que compõem o ‘Mobile’ com as dimensões que se querem atribuir. O esboço deve também de apresentar uma imagem geral de toda a cena. Podem encontrar mais detalhes e uma melhor descrição dos requisitos de modelação 3D na legenda da Figura 1 e no texto da Tarefa 3, pelo que as devem seguir à risca. No anexo A pode encontrar um exemplo de um esboço em papel para um objecto (Figura A.1). **[0,5 valores]**
2. Numa outra folha de “papel”<sup>1</sup> definir o grafo de cena do objecto ‘Mobile’. Neste desenho devem ficar explícitos quais as primitivas geométricas, as transformações geométricas a aplicar com os seus parâmetros numéricos bem como as relações de parentesco entre objectos. No anexo B podem encontrar um exemplo de um grafo de cena para um objecto articulado (Figura B.1). **[0,5 valores]**
3. Modelar em Three.js o ‘Mobile’. Deverão ser usados objectos geométricos disponíveis na biblioteca Three.js com as formas de cilindros e cubos. Cada ‘Mobile’ deverá apresentar estas 2 formas e entre 10 a 15 instâncias destas formas nas extremidades da escultura (por exemplo, 5 cilindros circulares rectos achatados, 5 cilindros elípticos rectos achatados e 3 paralelepípedos achatados). Quanto às hastes, devem ser modeladas com recurso a vários cilindros de calibre fino e interligados entre si pelas extremidades. Definir também uma câmara fixa com uma vista frontal sobre a cena utilizando uma projecção ortogonal que mostre toda a cena usando a tecla ‘1’. **[2,0 valores]**
4. Definir mais duas câmaras fixas com vistas topo e lateral utilizando sempre projecções ortogonais. Para seleccionar qual das câmaras que fica activa usam-se as teclas ‘1’ a ‘3’. A

---

<sup>1</sup> Por “papel” entenda-se optar por um material celulósico (papel analógico) ou por um dispositivo multi-toque como um tablet, smartphone, laptop 2-em-1 (papel digital). Devem ser apresentados desenhos à mão livre pelo que não devem recorrer a templates nem a desenho vectorial de formas idealizadas.

representação visual destes objectos deve alternar entre modelo de arames e sólida usando a tecla '4'. [1,0 valores].

5. Permitir ao utilizador movimentar o 'Mobile' com o teclado utilizando as teclas 'Q(q)' e 'W(w)' para controlar o ângulo  $\vartheta_1$  que roda todo o 'Mobile', as teclas 'A(a)' e 'D(d)' para controlar o ângulo  $\vartheta_2$  de um ramo secundário e as teclas 'Z(z)' e 'C(c)' para controlar o ângulo  $\vartheta_3$  de um ramo terciário (ver sugestão de articulações rotacionais na (Figura 1 (b))). Permitir ainda ao utilizador deslocar o 'Mobile' pelo tecto da cena com o teclado utilizando as teclas das setas para o reposicionar seja à esquerda, à direita, para a frente ou para trás. O 'Mobile' deve apresentar um movimento a velocidade constante, sendo a direcção do movimento dada por um vector tridimensional, mas paralelo ao plano ou ao tecto da cena. O cálculo da movimento deve ter em consideração que o utilizador pode carregar em várias teclas em simultâneo. [2,0 valores]



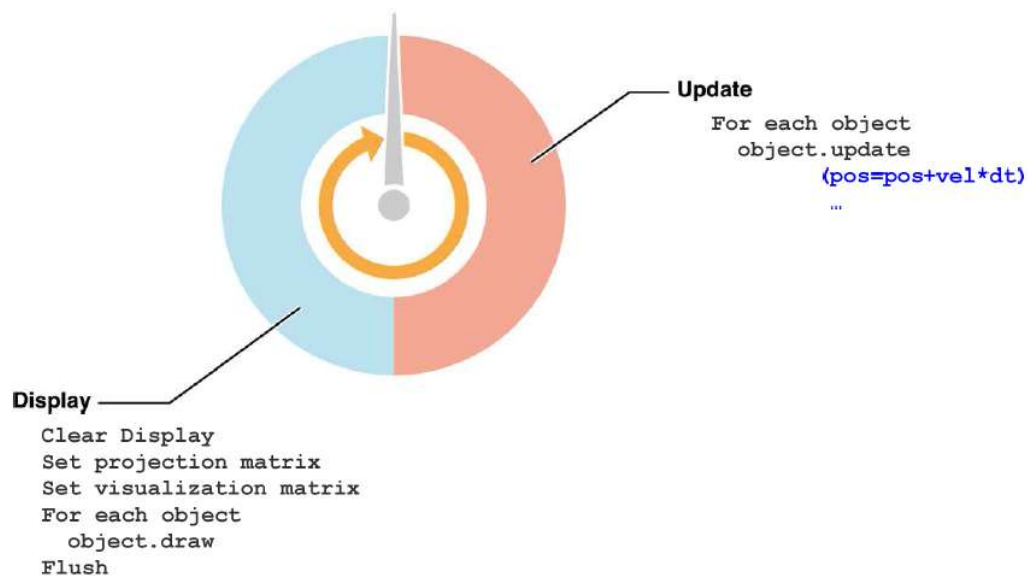
**Figura 1** – Exemplos de 'Mobiles': (a) [Mobius mobile de Julie Frith \(2010\)](#) e (b) [Antennae with Red and Blue Dots de Alexander Calder \(c.1953\)](#). Os 'Mobiles' consistem em esculturas que se movem impulsionados ao toque, correntes de ar ou por um pequeno motor. Ao contrário das esculturas tradicionais, os 'Mobiles' são esculturas que manifestam o seu efeito artístico através do movimento. São penduradas ao tecto por uma única corda, sendo compostos por hastes interligadas entre si aos quais são colocados objectos de formas variadas nas extremidades. A peça final apresenta uma imagem de equilíbrio e leveza. A configuração das peças ora é vertical (Figura 1 (a)) ou horizontal (Figura 1 (b)). Cada haste deve ter 1 ou 2 pontos de ligação, e nenhum objecto deve entrar em contacto um com o outro. Para mais exemplos reais, visualizar o vídeo [Alexander Calder: Performing Sculpture / Tate Modern, London](#) [minuto 0:36 a 1:07].

#### Notas Importantes:

1. Antes de escrever qualquer linha de código, é necessário esboçar o que se pretende modelar em 3D pois tal actividade ajuda muito a perceber que primitivas e transformações devem ser aplicadas. Não menos importante é o desenho do grafo de cena, enquanto representação abstracta dos objectos, pois consiste num diagrama fundamental para a correcta modelação não só dos objectos mas como de toda a

cena.

2. A implementação de todos os trabalhos desenvolvidos nos laboratórios de Computação Gráfica deve usar o ciclo de animação (update/display cycle). Este padrão de desenho, usado nas aplicações de computação gráfica interactiva, está ilustrado na Figura 2 e separa o desenho da cena no ecrã da actualização do estado do jogo em duas fases distintas. Na fase de display são cumpridos três passos base: limpar o buffer; desenhar a cena e forçar o processamento dos comandos. Na fase de update todos os objectos do jogo são actualizados de acordo com a física inerente. É ainda nesta fase que se processa a detecção de colisões e implementação dos respectivos comportamentos.



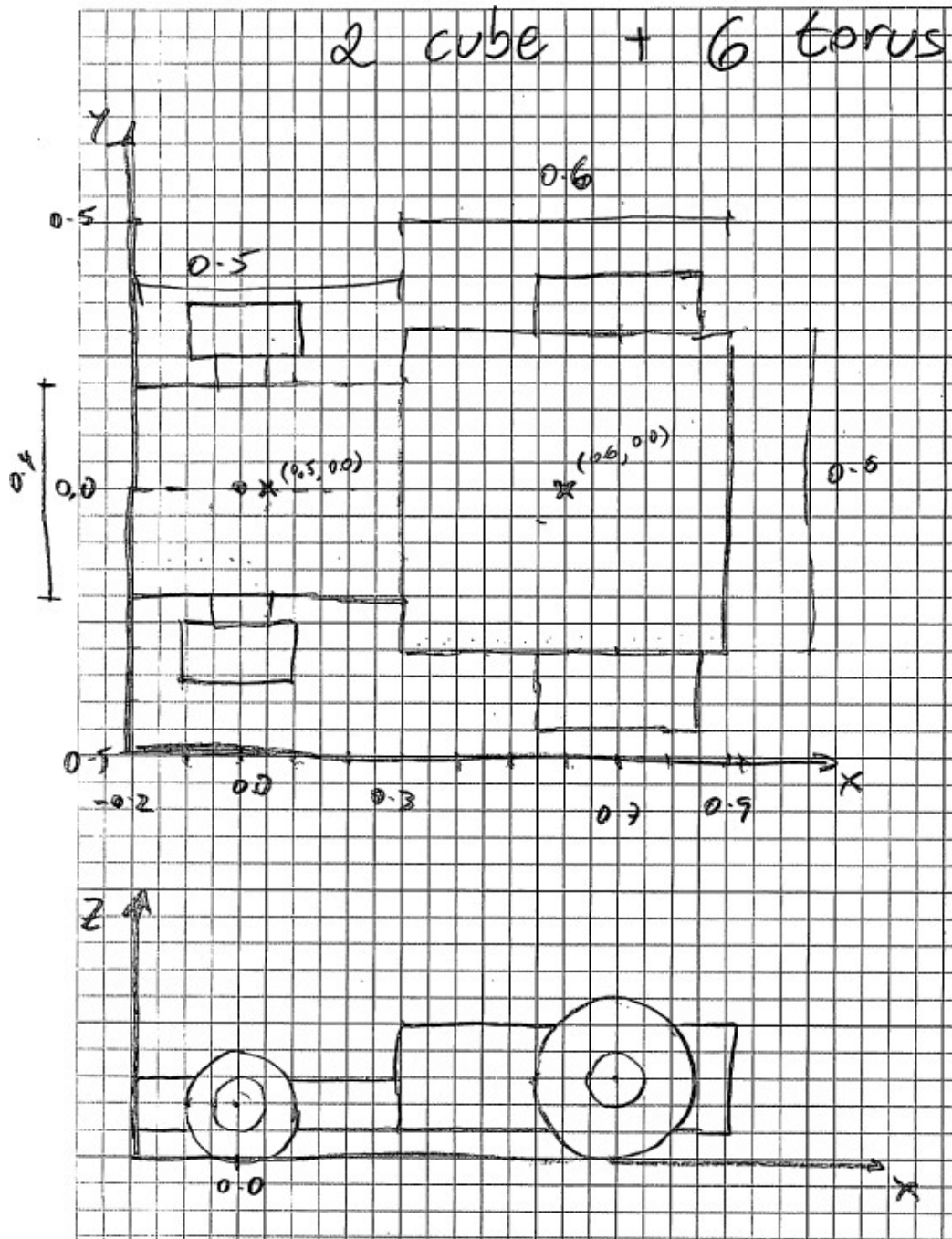
**Figura 2** – Ciclo de animação com as fases de *update* e *display*.

### Sugestões

1. Para esta avaliação não existem detecção de colisões entre os objectos.
2. Para além de dos acontecimentos de *update* e *display* existem mais um conjunto de acontecimentos, tais como teclas pressionadas ou soltas, temporizadores e redimensionamento da janela. Sugerimos vivamente que tais acontecimentos sejam tratados pelas respectivas funções de *callback* de forma independente. **Tenha em atenção que nos próximos Trabalhos iremos requerer a implementação devida dos acontecimentos de redimensionamento da janela!**
3. Por fim, os alunos devem adoptar uma programação orientada a objectos, seguindo sempre boas práticas de programação que permitam a reutilização do código em entregas posteriores e facilitem a escalabilidade.

Anexo  
Esboço de Objectos

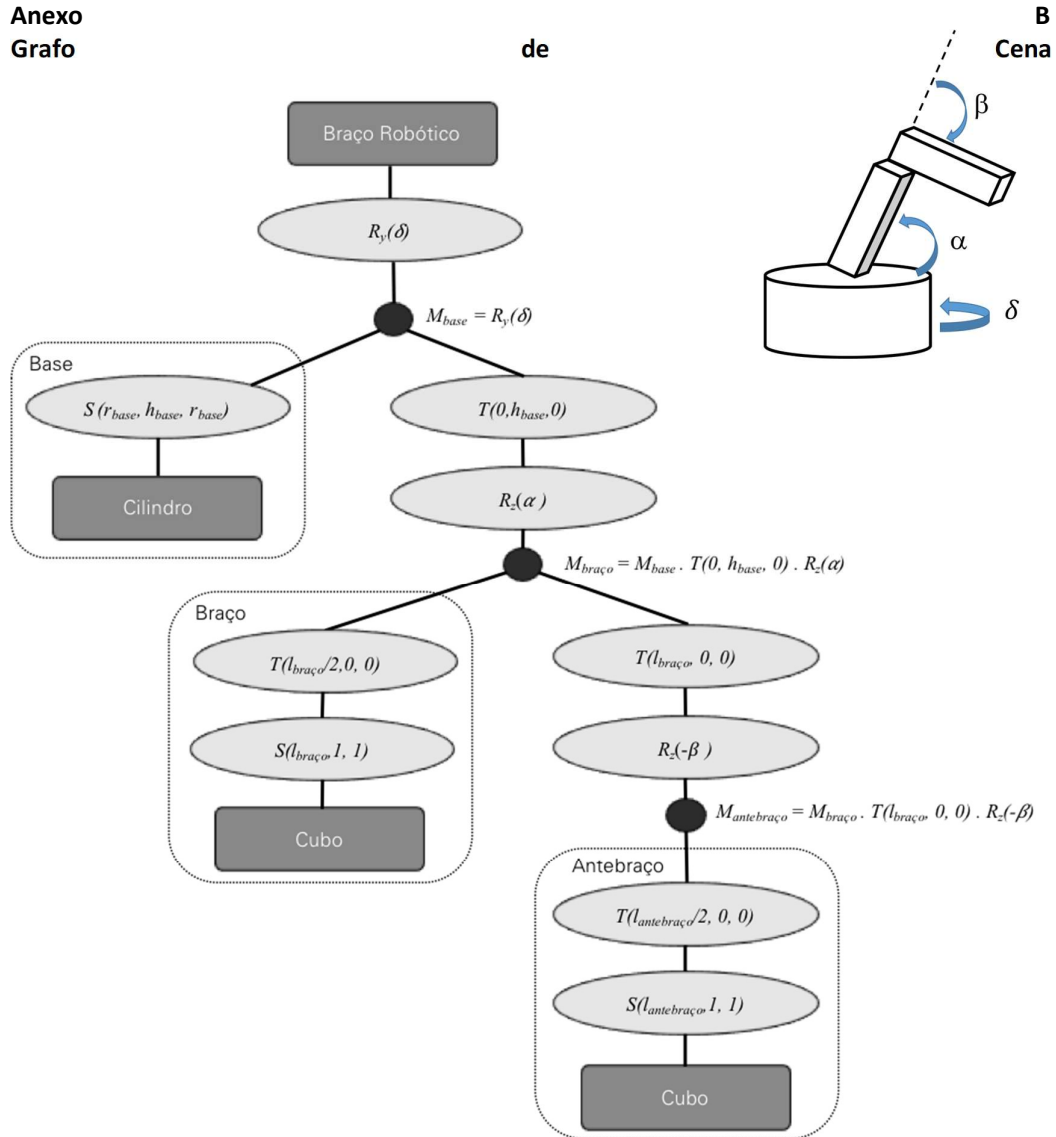
A



**Figura A.1** – Esboço exemplificativo de um carro simples. Note-se que podem desenhar recorrendo a outras vistas ou perspectivas. O importante é que o esboço reúna as características necessárias para servir de suporte à modelação 3D.

**Anexo**  
**Grafo**

de



**Figura B.1** - Grafo exemplificativo de um braço robótico simples ou de um pêndulo duplo (explicação proveniente do livro da cadeira).