

# MAC0209 — Segundo EP - 2017 - USP

Roberto M. Cesar Jr. - Roberto Hirata Jr.

14 de maio de 2018

## 1 Introdução

A disciplina de Modelagem e Simulação do curso de Bacharelado em Ciência da Computação tem como objetivo principal que o aluno se familiarize com a modelagem de sistemas físicos reais e seja capaz de simulá-los através da implementação de algoritmos.

A disciplina tem uma parte teórica e uma prática. A parte prática é cobrada a partir de exercícios programa (*EPs*) que são feitos pelo aluno **em grupo** no seu computador pessoal, ou em algum computador a que tenha acesso. A especificação do exercício será sempre divulgada no *paca*, assim como a data de entrega e o “link” para a entrega.

Para esta disciplina, para efeitos de avaliação, serão considerados:

- Realização dos experimentos reais.
- Modelagem matemática do sistema físico do experimento e simulação do experimento usando algoritmos baseados no modelo matemático.
- Rigor científico na realização do experimento real, simulado e documentação dos resultados.
- Funcionamento do código. Este item é de fundamental importância para um exercício programa ser considerado entregue. Por funcionamento, entenda-se: o código apresentado implementa o que foi especificado no enunciado?
- Organização e clareza do código. O código é fácil de ler e entender?
- Documentação do código. As passagens mais difíceis do algoritmo tem frases que ajudem o seu entendimento? As variáveis e constantes estão associadas a frases que dizem para que elas servem?

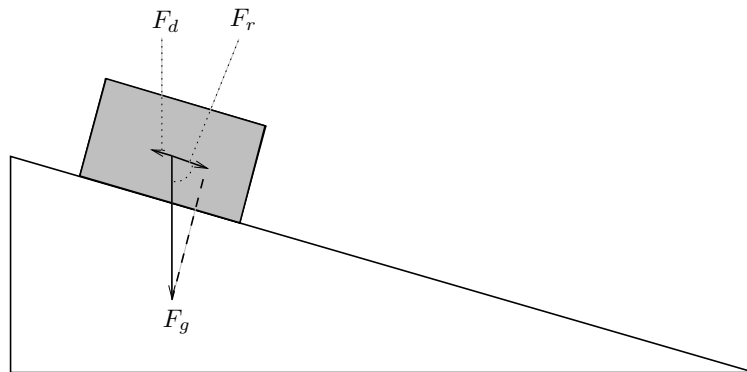


Figura 1: Rampa

## 2 O segundo exercício programa (EP)

O segundo e último EP deste semestre será realizar, relatar e simular três experimentos que envolvam movimento 2D, sendo que obrigatoriamente, dois dos abaixo:

- Descida na rampa.
- Pêndulo.
- Lançamento de projétil.
- Movimento circular uniforme.
- Um movimento 2D de sua escolha.

### 2.1 Modelagem

#### 2.1.1 Bloco em rampa

O sistema é o clássico bloco de massa  $m$  sobre uma rampa inclinada (veja a figura 1). Sobre ele atua a força da gravidade. Assumindo que a inclinação da rampa é de  $\theta$  graus, a equação que descreve o movimento do bloco ao longo da rampa é dada por:

$$\frac{dy}{dt} = v \quad (1)$$

$$\frac{dv}{dt} = g \sin \theta \quad (2)$$

Se escolher este movimento, inclua um termo de amortecimento para considerar o atrito (ver especificações abaixo, isso deve ser considerado em todos os movimentos).

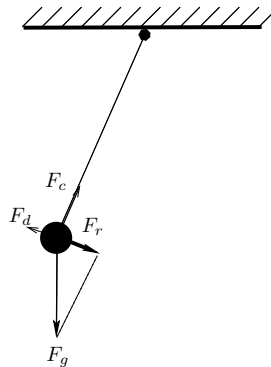


Figura 2: Pêndulo

### 2.1.2 Pêndulo

Neste sistema temos um bloco de massa  $m$  pendurado numa linha de massa nula e comprimento  $L$  (veja a figura 2). Sobre ele atua a força da gravidade e o amortecimento por causa do atrito com o ar.

### 2.1.3 Lançamento de um projétil

O sistema agora é o lançamento de uma massa  $m$  por um lançador inclinado de um ângulo  $\theta$  (veja a figura 3). Sobre a massa atua a força da gravidade e o amortecimento por causa do atrito com o ar.

### 2.1.4 Movimento circular

O último sistema é o do bloco de massa  $m$  girando em movimento circular no plano vertical (veja a figura 4).

## 2.2 Experimentos

Para cada um dos experimentos, você deve:

- Projetar o experimento.
- Realizar o experimento **pelo menos 5 vezes**. Mostre o gráfico dos dados para as 5 repetições, de maneira a ilustrar a variação dos dados. Mostre o sinal médio das 5 repetições sobreposto.
- Quando possível, faça a modelagem com e sem amortecimento (atrito, resistência do ar, etc). Use o amortecimento proporcional à velocidade, como explicado no livro.



Figura 3: Lançamento

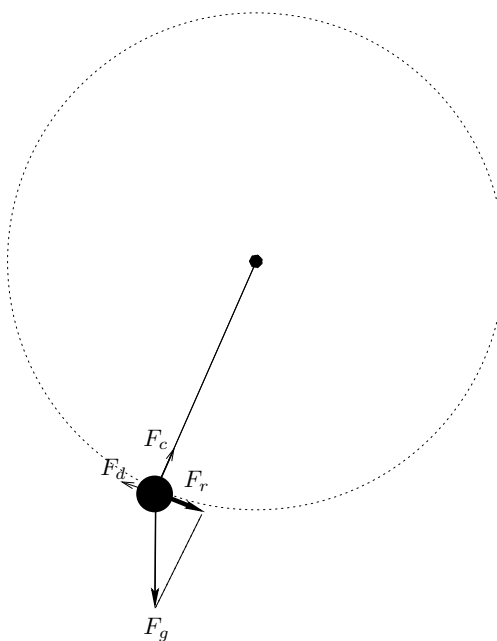


Figura 4: Movimento circular

- Obter os dados com o celular. Em particular, seu *experimento* deve permitir obter dados amostrais sobre a posição  $x_e(t)$  ou  $\theta_e(t)$ , velocidade  $v_e(t)$  e aceleração  $a_e(t)$  experimentalmente, para alguns instantes de tempo  $t = t_0, t_1, \dots, t_{n-1}$ .
- Simular o movimento usando os modelos acima para obter os dados *simulados*  $x_s(t)$  ou  $\theta_s(t)$ , velocidade  $v_s(t)$  e aceleração  $a_s(t)$  experimentalmente, para alguns instantes de tempo. Como os dados são simulados, não se deve ater apenas aos instantes de tempo do experimento  $t = t_0, t_1, \dots, t_{n-1}$ .
- Comparar os resultados experimentais com os simulados. Faça gráficos sobrepostos de  $x_e(t)$  ou  $\theta_e(t)$ , velocidade  $v_e(t)$  e aceleração  $a_e(t)$  e  $x_s(t)$  ou  $\theta_s(t)$ , velocidade  $v_s(t)$  e aceleração  $a_s(t)$ . Mostre outros gráficos para ajudar na interpretação, como o gráfico das posições e dos dados do acelerômetro e de outros sensores que porventura tiver usado.
- Use a notação descrita neste enunciado no seu relatório (i.e.  $x_e(t)$ ,  $\theta_e(t)$ ,  $v_e(t)$ ,  $a_e(t)$ ,  $x_s(t)$ ,  $\theta_s(t)$ ,  $v_s(t)$ ,  $a_s(t)$ , etc.).
- Comparar as variações dos algoritmos de Euler (**pelo menos duas variações**).
- Tente fazer uma simulação com animação dos experimentos usando visualização gráfica. Use os parâmetros obtidos experimentalmente (pode escolher alguns casos, para ilustrar a simulação).

## 2.3 Entrega

A entrega está dividida em duas fases.

A **primeira** fase é o EP-RELATO, cujo prazo está especificado no PACA. O intuito é que cada grupo planeje a realização de um trabalho complexo com um cronograma, indicando um entregável (*deliverable*) no meio do processo. Esse entregável intermediário é o EP-RELATO. Cada grupo deve enviar um relato de até 2 páginas sobre o que foi feito até então. O relato deve salientar o que foi feito, os resultados obtidos até o momento, os desafios encontrados e a estratégia para superá-los até o final. O relato deve incluir resultados do experimento inicial realizado em aula. Aproveite para que o relato seja a semente do relato final do EP (ver abaixo). Cada grupo escolherá um relator. Em aula, o relator irá contar em 5 minutos o relato intermediário, para discussão com o professor e a sala.

A **segunda** fase trata do resultado final. A entrega do EP consistirá no envio (“upload” até 23h55m do dia indicado no PACA), via paca, de um arquivo zip contendo:

- Relatório no formato definido no Appendix 1A, chapter 1, page 9, do livro. O relatório deve ter as seções indicadas nesse apêndice. Além disso, uma última seção deve ser anexada com a contribuição dos autores, em que deve constar as responsabilidades de cada membro da equipe. Como exemplo, veja a seção Author’s Contributions em: <http://www.biomedcentral.com/1471-2105/16/35>.

- Os códigos fonte.
- Planilha em fomato csv dos dados.
- Vídeo dos experimentos: faça um vídeo da realização do experimento, coloque no youtube e inclua a URL no relatório. No youtube, coloque "MAC0209" no título, para ficar fácil de se achar e divulgar o curso de Modelagem da USP. Inclua também a seguinte explicação: "This work is part of the MAC0209 course (Computational Modeling and Simulation) - IME - USP."

### 3 Plágio

Plágio é a copia/modificação não autorizada e/ou sem o conhecimento do autor original. O plágio é um problema grave que pode levar até a expulsão do aluno da universidade. Leia o Código de Ética da USP (em particular, a seção V): [http://www.mp.usp.br/sites/default/files/arquivosanexos/codigo\\_de\\_etica\\_da\\_usp.pdf](http://www.mp.usp.br/sites/default/files/arquivosanexos/codigo_de_etica_da_usp.pdf)