Ciência Computacional: Modelagem e Simulação - 1

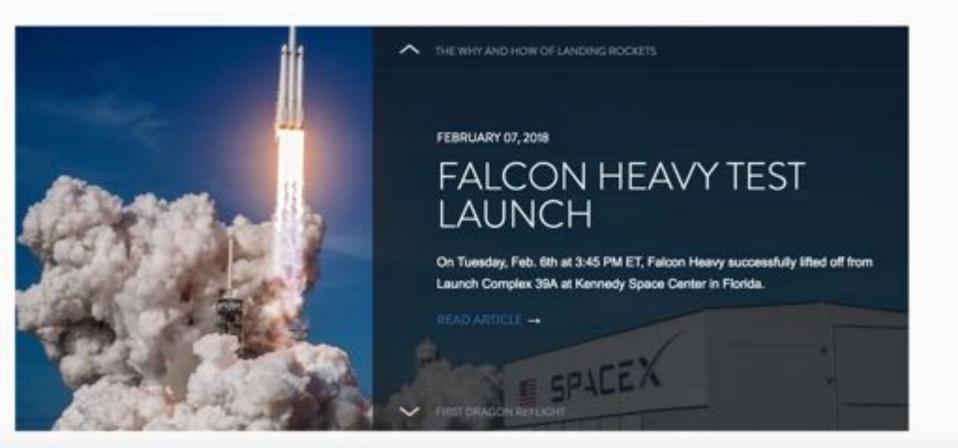
Roberto M. Cesar Jr. Roberto Hirata Jr.

Objetivo da disciplina



LAUNCH MANIFEST

SPACEX NEWS



- Somos atravessados por um bilhão de partículas a cada instante sem percebermos. Um bilhão de partículas entra por cima de minha cabeça, atravessa meu corpo, sai pelos meus pés, atravessa a Terra e realiza o caminho inverso, dos pés à cabeça, em alguém localizado do outro lado do mundo, sem que nenhum de nós dois percebamos.
- Essas partículas fazem parte de uma espécie de sistema de radar alienígena, criado para estudar as propriedades do nosso planeta e dos seres que nele habitam.
- O que você acha dessa história?

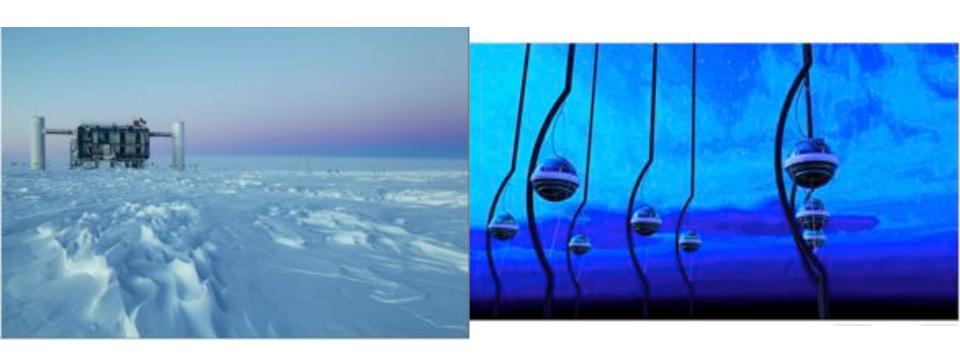
Nebelkammer – DESY - Zeuthen

Deteção de partículas cósmicas



Ciência Computa Roberto_M._Ce

Neutrinos: IceCube



The IceCube Laboratory at the Amundsen-Scott South Pole Station, in Antarctica, hosts the computers collecting raw data. Due to satellite bandwidth allocations, the first level of reconstruction and event filtering happens in near real-time in this lab. Only events selected as interesting for physics studies are sent to UW-Madison, where they are prepared for use by any member of the IceCube Collaboration.



Main page
Contents
Featured content
Current events
Random article
Donate to Wikipedia
Wikipedia store

Interaction

Help About Wikipedia Community portal Recent changes Contact page

Tools

What links here Related changes Upload file Special paper Article Talk Read Edit Viewhistory Search Q

Computational science

From Wikipedia, the free encyclopedia

Not to be confused with computer science.

Computational science (also scientific computing or scientific computation) is concerned with constructing mathematical models and quantitative analysis techniques and using computers to analyze and solve scientific problems. [1] citation needed in practical use, it is typically the application of computer simulation and other forms of computation from numerical analysis and theoretical computer science to problems in various scientific disciplines.

The field is different from theory and laboratory experiment which are the traditional forms of science and engineering. The scientific computing approach is to gain understanding, mainly through the analysis of mathematical models implemented on computers.

Scientists and engineers develop computer programs, application software, that model systems being studied and run these programs with various sets of input parameters. In some cases, these models require massive amounts of calculations (usually floating-point) and are often executed on supercomputers or distributed computing platforms.

Tycho Ottesen Brahe



Brahe wearing the Order of the Elephant

Born 14 December 1546

Knutstorp Castle, Scania,

Denmark, Denmark-Norway

Died 24 October 1601 (aged 54)

Prague, Holy Roman Empire

Nationality Danish

Education Private

Occupation Nobleman, Astronomer

Johannes Kepler

Astronomia, astrologia, matemática, filosofia natural



Johannes Kepler (1610), autor desconhecido

Residência Baden-Württemberg; Estíria; Boêmia; Alta Áustria

Nascimento 27 de dezembro de 1571

Local Weil der Stadt

Morte 15 de novembro de 1630 (58 anos)

bert Local Ratisbona, Baviera, Alemanha

A importância das perguntas corretas





Fenômeno

Dados observados

time, x, y, z 0,0030, -0,0342,0,9059,0,4310 0,0150, -0,0215,0,8990,0,4300 0,0220, -0,0039,0,8990,0,4270 0,0580,0,0029,0,9030,0,4173 0,0590, -0,0020,0,9118,0,4124 0,0600, -0,0186,0,9215,0,3928

$$\sqrt{(x+c)^2 + y^2} + \sqrt{(x-c)^2 + y^2} = 2a.$$

Mathematical model – scientific theory



Sensor

Methods and algorithms [edit]

Algorithms and mathematical methods used in computational science are varied. Commonly applied methods include:

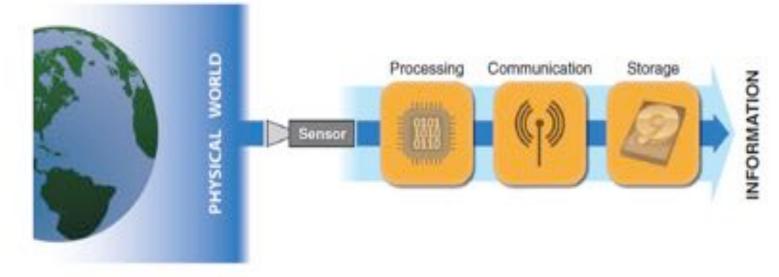
- Numerical analysis
- Application of Taylor series as convergent and asymptotic series
- Computing derivatives by Automatic differentiation (AD)
- Computing derivatives by finite differences
- Graph theoretic suites
- · High order difference approximations via Taylor series and Richardson extrapolation
- Methods of integration on a uniform mesh: rectangle rule (also called midpoint rule), trapezoid rule,
 Simpson's rule
- Runge Kutta method for solving ordinary differential equations
- · Monte Carlo methods
- Molecular dynamics
- · Linear programming
- · Branch and cut
- Branch and Bound
- Numerical linear algebra
- · Computing the LU factors by Gaussian elimination
- · Cholesky factorizations
- Discrete Fourier transform and applicationsiência Computacional 1
 Roberto M. Cesar Jr.
- Newton's method

Related fields [edit]

- Bioinformatics
- Cheminformatics
- Chemometrics
- Computational archaeology
- Computational biology
- Computational chemistry
- Computational economics
- Computational electromagnetics
- Computational engineering
- Computational finance
- Computational fluid dynamics
- Computational forensics

- Computational geophysics
- Computational informatics
- · Computational intelligence
- Computational law
- Computational linguistics
- Computational mathematics
- Computational mechanics
- Computational neuroscience
- Computational particle physics
- Computational physics
- Computational sociology
- Computational statistics
- Computer algebra.

- Environmental simulation
- Financial modeling
- Geographic information system (GIS)
- High performance computing
- Machine learning
- Network analysis
- Neuroinformatics
- Numerical linear algebra
- Numerical weather prediction
- Pattern recognition
- Scientific visualization



R Baraniuk, Science, 2011

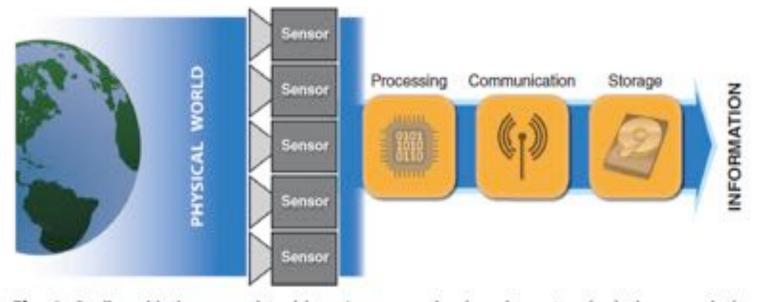
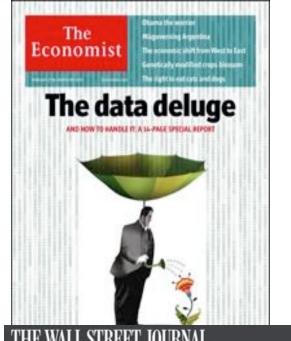
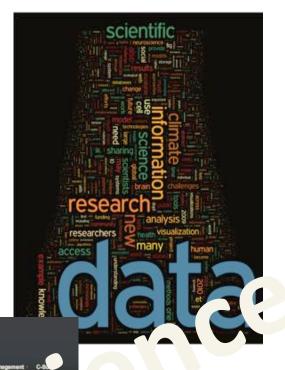


Fig. 1. Dealing with the sensor data deluge. In a conventional sensing system (top), the sensor is the performance bottleneck. In a data deluge—era sensing system (bottom), the number and resolution of the sensors grow to the point that the performance bottleneck moves to the sensor data processing, communication, or storage subsystem.







New York - Business - Tech - Markets -

Selb & Wessel Politics & Policy Washington Wire Budget Battle Economy San Francisco Bay Area WSJ/NBC News Poll Journal Report Columns & Blogs

Stock Quotes

By STEVEN ROSENBUSH AND MICHAEL TOTTY

Journal Report

work.

Insights from The Experts

+ Read more at WSJ.com/LeadershipReport

- . The New Shape of Big Data

More in Unleashing Innovation: Big · Big Data, Big Blunders Managhall 100 Page







ARTWORK: TAMAR COHEN, ANDREW J BURGLITZ, 2011, SILK SCREEN ON A PAGE FROM A HIGH SCHOOL YEARBOOK, 8.5" X 15"

DATA

Data Scientist: The Sexiest Job of the 21st Century

by Thomas H. Davenport and D.J. Patil

FROM THE OCTOBER 2012 ISSUE

WHAT TO READ NEXT

Big Data: The Management Revolution

Making Advanced Analytics Work for You

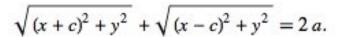
The Sexiest Job of the 21st Century is Tedious, and that Needs to Change



Fenômeno

Dados observados

time,x,y,z 0,0030,-0,0342,0,9059,0,4310 0,0150,-0,0215,0,8990,0,4300 0,0220,-0,0039,0,8990,0,4270 0,0580,0,0029,0,9030,0,4173 0,0590,-0,0020,0,9118,0,4124 0,0600,-0,0186,0,9215,0,3928

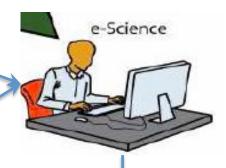


Mathematical model – scientific theory

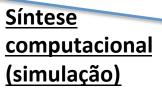


Sensor

Análise computacional



<u>Visualização</u>



Ciência Computacional - 1 Roberto_M._Cesar_Jr.



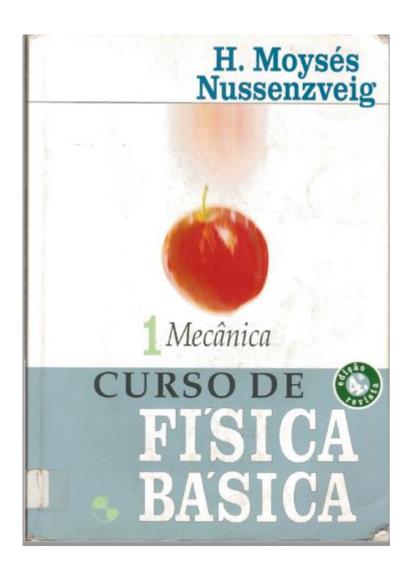
MAC0209 Modelagem e Simulação Informações práticas

OBJETIVOS: Estudo de aspectos da pesquisa científica e seus métodos. Realização de experimentos simples em sala de aula, conceituação de medidas, leis, corroboração, falseamento, levando à modelagem matemática, determinística e estocástica de sistemas físicos. Realização computacional de modelos, com simulações apresentadas na forma analítica e de animações gráficas, em ambientes computacionais especializados para simulação e animação. Estudos de caso: principalmente fenômenos da mecânica clássica com modelos contínuos.

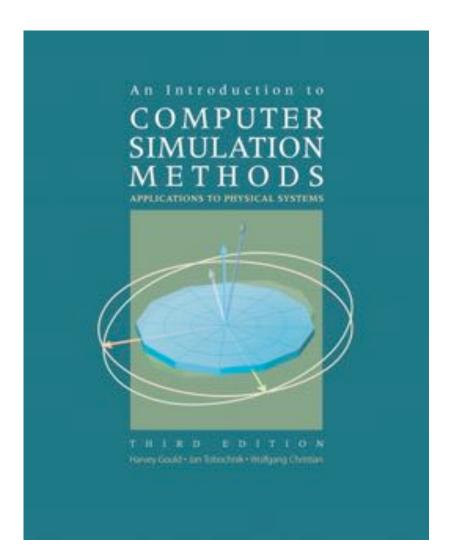
PROGRAMA: Metodologia Científica (experimentos, medidas, leis, corroboração, falseabilidade); sistemas físicos e sua relação com as "leis da Física"; modelagem, simulação e análise de sistemas físicos; aplicações tecnológicas. Aplicação dos conceitos em tópicos da mecânica clássica, como cinemática e dinâmica de objetos pontuais, corpo rígido e sistemas de partículas, movimento harmônico simples e mecânica ondulatória. O impacto da tecnologia de medida (e.g., aproximação da Biologia à engenharia) e dos computadores na ciência moderna (i.e., seu papel na descoberta de conhecimento). Outros modelos: modelos discretos e estoc ásticos (simulação de tecidos de corpos de animais por automatos celulares, ruído em sistemas físicos, passeio aleatório, etc.)

BIBLIOGRAFIA BÁSICA:

- H. Gould, J. Tobochnik, W. Christian, An Introduction to Computer Simulation Methods: Applications to Physical Systems, 3rd Edition, Addison-Wesley, 2006.
- A.B. Shiflet, G.W. Shifle, Introduction to Computational Science: Modeling and Simulation for the Sciences, 2nd edition, Princeton University Press, 2014.
- R. A. Serway, J.W. Jewett, Physics for Scientists and Engineers, 9th edition, Cengage Learning, 2013.



```
@book{nussenzveig1997curso,
  title={Curso de física básica},
  author={Nussenzveig, Herch Moysés},
  year={1997},
  publisher={Blucher}
}
```



```
@book{gould1988introduction,
  title={An introduction to computer simulation methods},
  author={Gould, Harvey and Tobochnik, Jan and
  Christian, Wolfgang},
  volume={1},
  year={1988},
  publisher={Addison-Wesley New York}
}
```

login - create an account



Search the OSP Collection Search Advanced

SIMULATIONS

EJS MODELING

CURRICULUM

PROGRAMMING

TOOLS

BROWSE MATERIALS

RELATED SITES

DISCUSSION

ABOUT OSP



Science SPORE Prize

November 2011



The Open Source Physics Project is supported by NSF DUE-0442581.

Computational Resources for Teaching

The OSP Collection provides curriculum resources that engage students in physics, computation, and computer modeling. Computational physics and computer modeling provide students with new ways to understand, describe, explain, and predict physical phenomena. Browse the OSP simulations or learn more about our tools and curriculum pieces below.

Tracker

The Tracker tool extends traditional video analysis by enabling users to create particle models based on Newton's laws. Because models synchronize with and draw themselves right on videos of real-world objects, students can test models experimentally by direct visual inspection.

Learn more about Tracker

Featured Tracker Package



EJS Modeling

Student modeling, the guided exploration of physical systems and concepts, is a powerful approach to engaged learning. Easy Java Simulations provides the computational tools for students and faculty to explore physics without the need for learning details of java programming.

Learn more about EJS

Featured EJS Model

Si benter harries Ciência Computacional - 1 Roberto M. Cesar Jr.

OSP Events

Creating JavaScript Simulations and Electronic Books for Computers and Tablets

Workshop AAPT 2015 Summer Meeting College Park, MD July 25-29, 2015

More events

Latest OSP Materials

Jun 23 Optical Illusions 3S Package

Jun 20 Using Tracker to understand 'toss up' and free fall motion: a case study

Stormtrooper Explosion

Apr 29 QuILT Beta

Recent Library Material Comments



(bb.com.br)







D = C Q Search



login - create an account

Search the OSP Collection, Search Advanced

Save to my folders

DESCRIPTION OF

Supplements

(1)

Contribute

Comment

resource

Relate this

Contact us

Make a

Comments (1)

Shared Folders

SIMULATIONS **EJS MODELING**

CURRICULUM

PROGRAMMING

TOOLS

BROWSE MATERIALS

RELATED SITES

DISCUSSION

ABOUT OSP



Science SPORE Prize

November 2011



The Open Source Physics Project is supported by NSF DUE-0442581.

» home » Detail Page

Computer Program Detail Page

An Introduction To Computer Simulation Methods Examples

written by Wolfgang Christian, Harvey Gould, and Jan Tobochnik

Ready to run Launcher package containing examples for An Introduction to Computer Simulation Methods by Harvey Gould, Jan Tobochnik, and Wolfgang Christian. Source code for examples in this textbook is distributed in the Open Source Physics Eclipse Workspace.

Please note that this resource requires at least version 1.5 of Java.



Subjects

download 2347kb .jar. Last Modified: May 31, 2011

previous versions

Levels

Education Practices

- Curriculum Development
 - Course
- Technology
 - = Computers

General Physics

- Computational Physics
- Curriculum

- Ubper Undergraduate
- Graduate/Professional
- Lower Undergraduate

Resource Types

Instructional Material

- Interactive Simulation

Related Materials

References

Open Source Physics Eclipse

Workspace

Is Referenced By An Introduction

Intended Users

- Educators
- Professional/Practitioners
- Researchers

- application/jave

Formata

Rated 4.0 stars by 4 people

Want to rate this material? Login here!

Ratinga

Ciência Computacional - 1

Item Details Related (2) Roberto_M_Cesar_Ir

SIMULATIONS
EJS MODELING
CURRICULUM
PROGRAMMING
TOOLS
BROWSE

MATERIALS

RELATED SITES

DISCUSSION ABOUT OSP



Science SPORE Prize

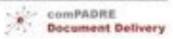
November 2011



The Open Source Physics Project is supported by NSF DUE-0442581. * home * Detail Page * Documents

An Introduction to Computer Simulation Methods Third Edition (draft) Documents

This material has 22 associated documents. Select a document title to view a document's information.



Main Document

CSM Third Edition Contents (Draft)

written by Harvey Gould, Jan Tobochnik, and Wolfgang Christian

The preface, table of contents, and other front-matter for An Introduction to Computer Simulation Methods Third Edition by Harvey Gould, Jan Tobochnik, and Wolfgang Christian.

Download csm_preface_contents.pdf - 90kb Adobe PDF Document

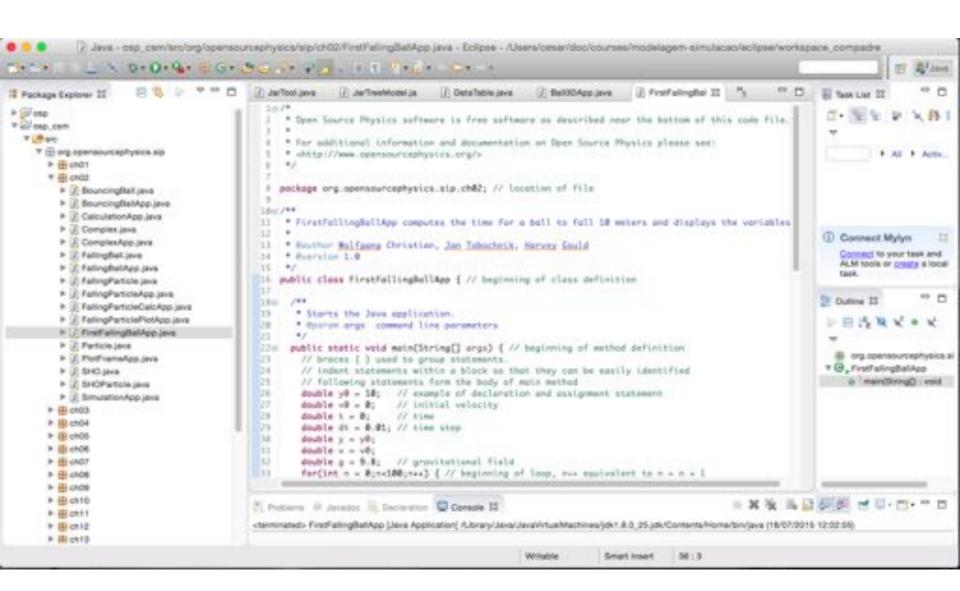
Last Modified February 11, 2011

- This file is included in the full-text index.
- 4. This file has previous versions.

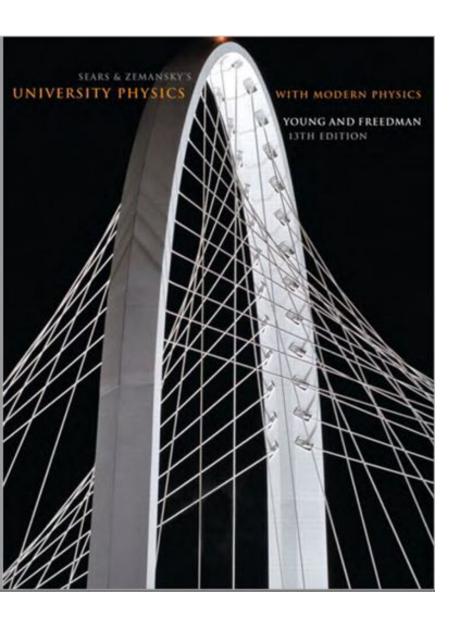
Supplemental Documents (21)

- E CSM Ch 1: Introduction (Draft)
- CSM Ch 2: Tools for Doing Simulations (Draft)
- © CSM Ch 3: Simulating Particle Motion (Draft)
- © CSM Ch 4: Simple Harmonic Motion (Draft)

Ciência Computacional - 1 Roberto M. Cesar Jr.



Ciência Computacional - 1 Roberto_M._Cesar_Jr.



```
@book{young2007university,
  title={University Physics},
  author={Young, Hugh D and Freedman, Roger A and
Ford, Lewis},
  volume={2},
  year={2007},
  publisher={Pearson Education}
}
```

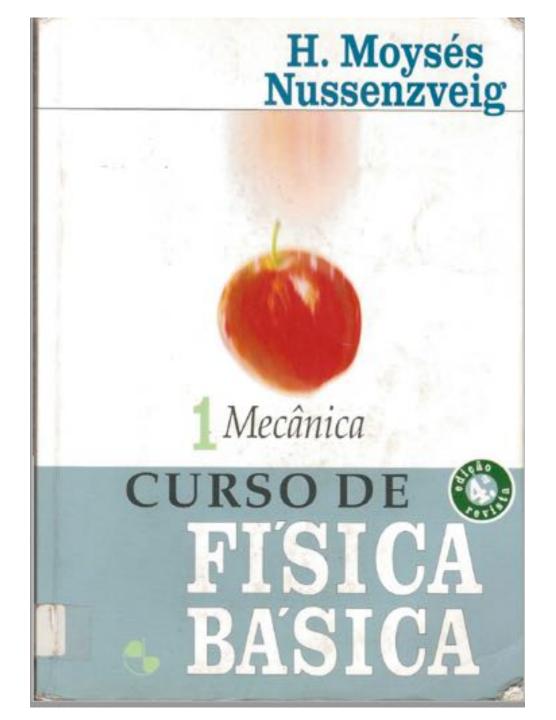
Avaliação

- Provas: P1, P2, PSUB (fechada)
- MP = (P1 + P2)/2
- Eps: EP1, EP2, EP3
- EP relato: EP1R, EP2R, EP3R
- Datas no PACA
- MEP = (EP1 + EP2 + EP3)/3
- MF = (2MP+MEP)/3 se MP,MEP >= 5
- = min(MP,MEP) cc



É HORA DE ...

... EXPERIMENTO!



Movimento Unidimensional

Capítulo **2**

MOVIMENTO UNIDIMENSIONAL

2.1 — Velocidade média

A análise do movimento é um problema fundamental em física, e a forma mais simples de abordá-la é considerar primeiro os conceitos que intervêm na descrição do movimento (cinemática), sem considerar ainda o problema de como determinar o movimento que se produz numa dada situação física (dinâmica). No presente capítulo, para simplificar ainda mais a discussão, vamo-nos limitar ao movimento em uma só dimensão — por exemplo, o movimento de um automóvel em linha reta ao longo de uma estrada. Como muitos aspectos da cinemática são discutidos no curso secundário, vamos restringir o tratamento a apenas alguns tópicos contrais.

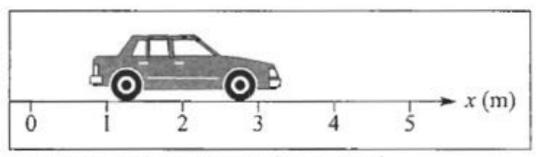


Figura 2.1 Movimento unidimensional.

t (s)	0	1	2	3	
x (m)	0	0,8	3,1	1,5	 -

$$x(t) = a + bt$$

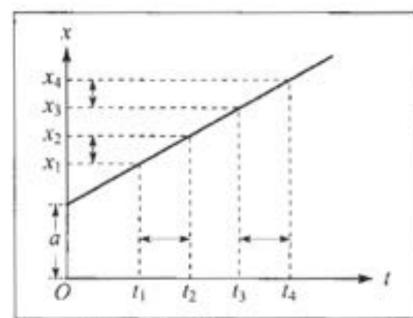


Figura 2.4 Gráfico de um movimento retilineo uniforme.

Strobe of a Falling Ball

MIT Department of Physics Technical Services Group





A velocidade v do movimento é definida por

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(t_2) - x(t_1)}{t_2 - t_1}$$

obtemos a "lei horária" do movimento retilíneo uniforme:

$$x(t) = x_0 + v(t - t_0)$$

Qualquer movimento retilíneo não-uniforme chama-se "acelerado". Podemos estender a (2.1.2) a um movimento acelerado definindo $\overline{v}_{t_1 \to t_2}$, a velocidade média entre os instantes t_1 e t_2 , com $x(t_1) = x_1$, $x(t_2) = x_2$, $\Delta x = x_2 - x_1$, $\Delta t = t_2 - t_1$, por

$$\overline{V}_{t_1 \to t_2} = \frac{x(t_2) - x(t_2)}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$
 (2.1.5)

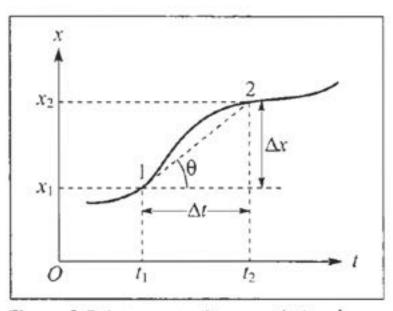


Figura 2.5 Interpretação geométrica da velocidade média.

Table 2.2 Typical Velocity Magnitudes

10 ⁻³ m/s	
2 m/s	
11 m/s	
30 m/s	
341 m/s	
500 m/s	
1000 m/s	
3000 m/s	
$2 \times 10^6 \text{m/s}$	
$3\times 10^8\text{m/s}$	

$$v_x = v_{0x} + a_x t$$
 (constant x-acceleration only) (2.8)

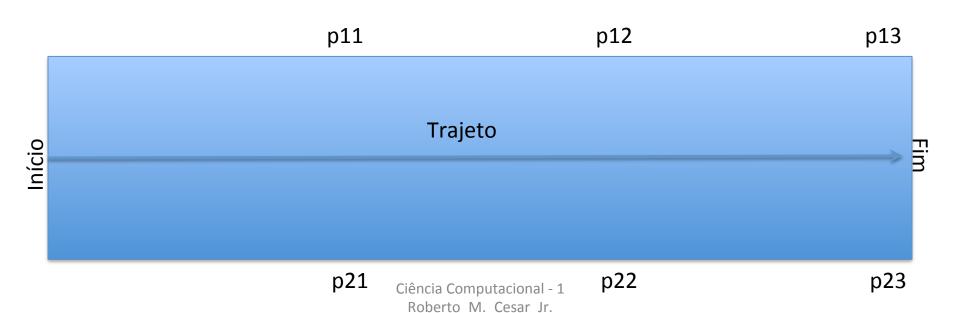
$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}a_xt^2$$
 (constant x-acceleration only) (2.12)

$$v_x^2 = v_{0x}^2 + 2a_x(x - x_0)$$
 (constant x-acceleration only) (2.13)

$$x - x_0 = \left(\frac{v_{0x} + v_x}{2}\right)t$$
 (constant x-acceleration only) (2.14)

- Modelar o movimento de pessoas atravessando a sala.
- 1 pessoa
- 2 tipos de trajetória: velocidade constante e acelerada
- 2 travessias por pessoa

- 4 posições amostrais p (início, intermediário 1, intermediário 2, final)
- 2 sensores opostos (cronômetros) por ponto amostral



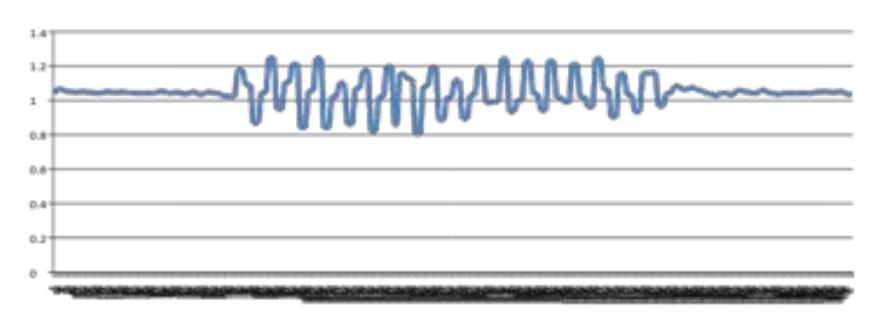
- Primeira fase: aquisição dos dados para formar a matriz.
- Cada par de linhas representa uma trajetória medida pelas linhas de sensores P1 e P2.
- A primeira coluna denota Constante (0) ou Acelerado (1)

```
\begin{bmatrix} 0 & p111 & p121 & p131 \\ 0 & p211 & p221 & p231 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & \dots & \dots & \dots \\ 1 & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}
```

- Use também o acelerômetro para capturar os dados de movimento do celular, que deve ser carregado pelo sujeito atravessando a sala
- Deve-se tomar cuidado experimental na aquisição dos dados (protocolo de aquisição), deixando um tempo em repouso antes e depois da travessia.

- Segunda fase: crie um programa que leia a matriz de dados e simule, para cada pessoa, sua trajetória (posição,tempo) para n posições amostrais, ao invés de 4. Simule para n=10
- Use os modelos de movimento retilíneo uniforme e movimento retilíneo uniformemente variado.
- Use os dados de cada pessoa para estimar a velocidade média e a aceleração média de cada pessoa.
- Visualize os dados simulados sobrepostos ao sinal do acelerômetro.

tipo	sensor 1 sensor 2 sensor 3 sensor 4					time	AccelerometerX AccelerometerY AccelerometerZ Modulus				
	0	0	3,42	6,96	10,71		0.042	0.0264	0.5200	0.0074	4 042602242
	0	0	3,5	7,07	11,64		0,043	-0,0264	0,5306	0,8971	1,042603343
	0	0	3,59	7,31	11,54		0,088	-0,0205	0,5306	0,9225	1,064407281
	0	0	-1	7,23	11,09		0,149	-0,0205	0,5306	0,9225	1,064407281
	1	0	2,6	4,78	6,62		0,216	-0,0205	0,5306	0,9225	1,064407281
	1	0	3,04	4,48	7,15		,	•	•	,	,
	1	0	1,88	3,76	4,38		0,278	-0,0156	0,5316	0,9088	1,052976429
	1	0	2,19	3,38	5,06		0,349	-0,0156	0,5316	0,9088	1,052976429
							0,416	-0,0156	0,5316	0,9088	1,052976429
							0,478	-0,0166	0,5355	0,9	1,047394773
							0,549	-0,0166	0,5355	0,9	1,047394773
							0,617	-0,0166	0,5355	0,9	1,047394773
							0,678	-0,0117	0,5306	0,9059	1,049918121



Ciência Computacional - 1 Roberto_M._Cesar_Jr.

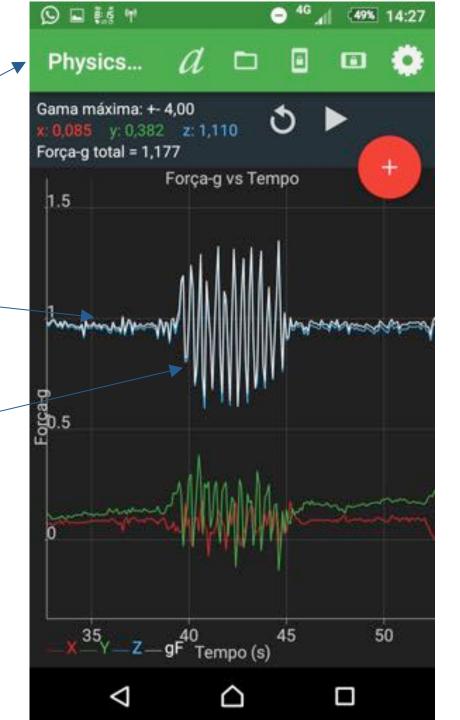
Considerações sobre erros

Physics toolbox

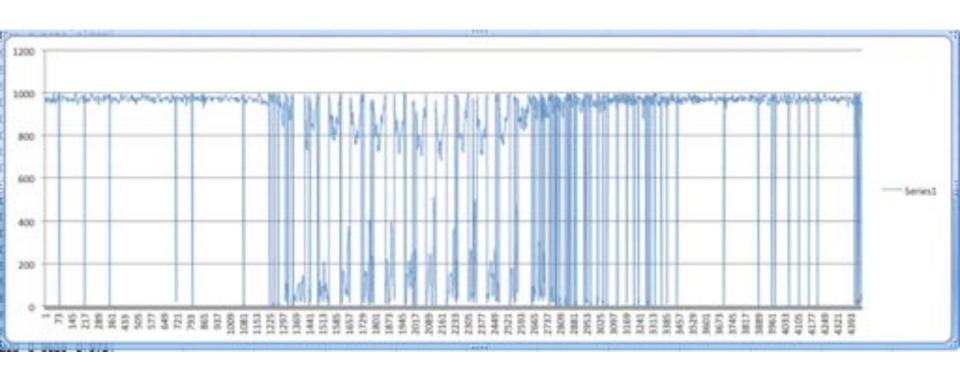
Fase de Caminhada

Fase de repouso

Demo: Photo Booth



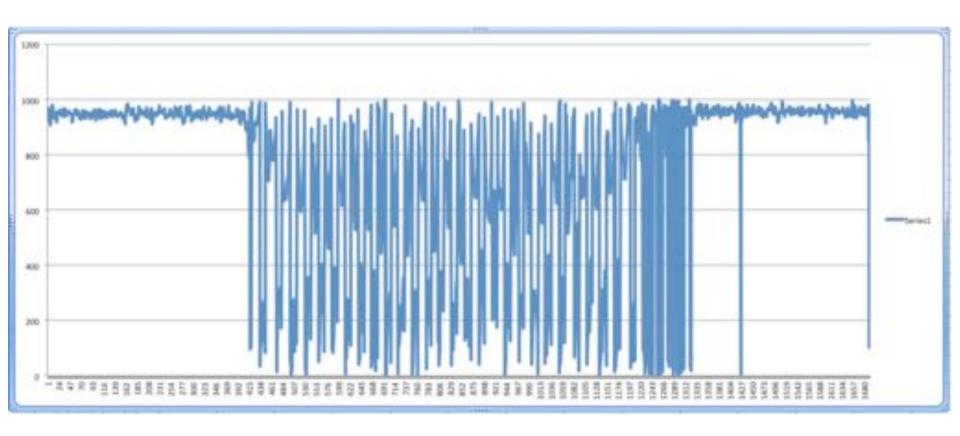
Dados obtidos em aula



Hipótese aventada: falha no processador ao adquirir e salvar os dados do sensor.



Dados gerados com menor amostragem temporal



Oba, melhorou! Mas... :-(



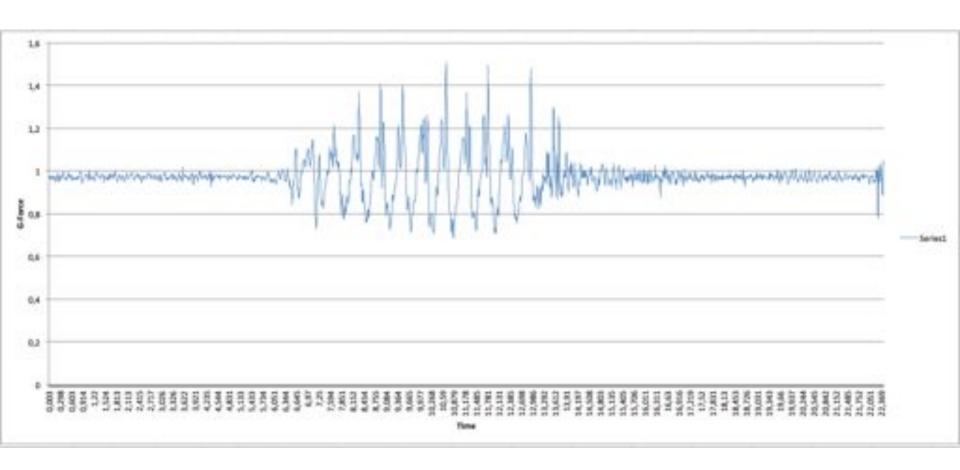
A droga do toolbox usou vírgulas para separar casas decimais e os campos do csv! Vou ter que pedir pra Florence fazer o experimento de novo...

time, x, y, z, gforce 0,0030,0,0722,0,0899,0,9672,0,974 0,0040,0,0751,0,0908,0,9606,0,968 0,0050,0,0870,0,0933,0,9676,0,976 0,0140,0,0938,0,0938,0,9594,0,969 0,0160,0,0945,0,0949,0,9530,0,962 0,0200,0,0895,0,1021,0,9580,0,968 0,0260,0,0895,0,1022,0,9678,0,977 0,0320,0,0937,0,1031,0,9673,0,977 0,0360,0,0930,0,1004,0,9626,0,972 0,0400,0,0905,0,1041,0,9577,0,968 0,0430,0,0916,0,1055,0,9595,0,970 0,0530,0,0891,0,1016,0,9527,0,962 0,0580,0,0877,0,1016,0,9479,0,957 0,0610,0,0870,0,1016,0,9451,0,955 0,0640,0,0840,0,1035,0,9498,0,959 0,0720,0,0810,0,0938,0,9578,0,966 0,0770,0,0802,0,0917,0,9677,0,975 0,0810,0,0773,0,0883,0,9729,0,980 0,0880,0,0803,0,0876,0,9753,0,982 0,0920,0,0839,0,0833,0,9733,0,980 0,0960,0,0828,0,0820,0,9659,0,973 0,1000,0,0786,0,0855,0,9550,0,962 0,1280,0,0800,0,0879,0,9583,0,966 0,1290,0,0808,0,0871,0,9649,0,972 0,1300,0,0860,0,0859,0,9667,0,974 0,1310,0,0897,0,0859,0,9692,0,977 0,1310,0,0894,0,0864,0,9642,0,972 0,1360,0,0859,0,0889,0,9577,0,966 0,1370,0,0780,0,0943,0,9572,0,965 0,1430,0,0762,0,0978,0,9614,0,969 0,1470,0,0798,0,1016,0,9563,0,965 0,1510,0,0828,0,1016,0,9566,0,966 exp1.csv



...ou fazer uma gambiarra por software!

```
ines = tuple(open('exp1.csv', 'r'))
nlins = len(lines)
print('time;x;y;z;gforce')
lin=1
while (lin < nlins):
   commaFlag=1
   nrows = len(lines[lin])
   row = 0
   while (row<nrows):
        if (lines[lin][row] != ','): print(lines[lin][row], end='')
        elif (commaFlag == 1):
            print(lines[lin][row], end='')
            commaFlag = 0
        else:
            print(';', end='')
            commaFlag = 1
        row +=1
    lin +=1
```



$$v = at + v_0$$
 [1]
 $r = r_0 + v_0t + \frac{at^2}{2}$ [2]
 $r = r_0 + \left(\frac{v + v_0}{2}\right)t$ [3]
 $v^2 = v_0^2 + 2a(r - r_0)$ [4]
 $r = r_0 + vt - \frac{at^2}{2}$ [5]

where:

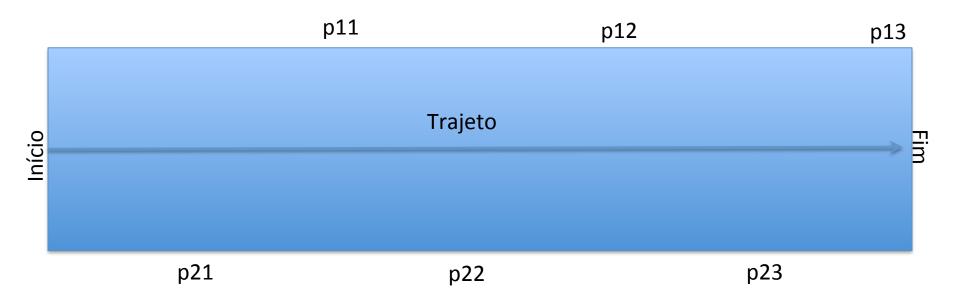
- r₀ is the particle's initial position
- r is the particle's final position
- v₀ is the particle's initial velocity
- v is the particle's final velocity
- a is the particle's acceleration
- t is the time interval

Ciência Computacional - 1 Roberto_M._Cesar_Jr.

EP1: Travessia

- Repita o experimento da travessia realizado em sala de aula, mas com mais dados:
 - 3 pessoas
 - 3 travessias por pessoa
 - travessia realizada em 30m, cronômetros nas posições 10m, 20m, 30m.
 - Calcule as estatísticas e gráficos por pessoa e média de todas as pessoas

- Faça também uma variação nas 3 posições amostrais:
- 2 sensores opostos (cronômetros) deslocados



- Os alunos devem se organizar em grupos de 4 a 5 pessoas.
- Depois de 2-3 semanas (datas no paca), cada grupo deve preparar um relato.
- 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.

- 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.

EP1: Travessia

- Entrega pacote zip no paca contendo:
 - 1- Relatório preparado em Jupyter Notebook.
 - O Relatório deve seguir o formato definido no Appendix 1A, capítulo 1, pag. 9 do livro. O relatório deverá ter as seções indicadas nesse apêndice.
 - Uma última seção deve ser anexada: Contribuições 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

EP1: Travessia

- Entrega: pacote zip no paca contendo:
 - 2- Código fonte (separadamente caso tudo não esteja no próprio Jupyter Notebook)
 - 3- Planilha csv dos dados
 - 4- Vídeo do experimento: Faça um vídeo da realização do experimento, coloque online (e.g. youtube) e inclua a URL no relatório. Capriche no vídeo! Não precisa mandar o vídeo, apenas a URL. Consulte MACO2O9 no youtube, para ver exemplos dos anos anteriores.

Material de trabalho

- Estude o Capítulo 1 do livro de M.
 Nussenzveig
- Estude a Seção 2.1 do livro de M. Nussenzveig
- Estude o Capítulo 1 do livro de Gold
- Resolva os exercícios dessas partes dos livros
- Procure o monitor ou o professor para suas dúvidas