

# Métodos Probabilísticos para Engenharia Informática

2020-2021

# Informações sobre a cadeira

# Objectivos da cadeira

- Desenvolver a capacidade de aplicar métodos probabilísticos em engenharia informática
  - Suportada no conhecimento de conceitos essenciais
- Complementar a formação em métodos determinísticos
  - (da generalidade das outras UCs do MIECT e LEI)

# Funcionamento da cadeira

- TPs (2x1.5 h) online + PL (2 h) por semana

Teórico-Práticas:

- **Noções básicas de probabilidade**
- **Variáveis aleatórias e distribuições**
- **Cadeias de Markov**
- **Algoritmos probabilísticos**

# Aulas Práticas

- Guiões para as aulas práticas
  - PL 01 - Probabilidades (e simulação)
  - PL 02 - Probabilidades e variáveis aleatórias
  - PL 03 - Cadeias de Markov
  - PL 04 – Algoritmos probabilísticos

Nota: no final de cada um dos guiões PL02, PL03 e PL04 cada grupo de alunos deverá submeter um relatório.

# OT

- Horário:
  - segunda-feira, 18:00-19:00  
(envio de e-mail para [cbastos@ua.pt](mailto:cbastos@ua.pt) até 12:00 do dia)
- Sala Zoom:  
<https://videoconf-colibri.zoom.us/j/82584971062?pwd=amQ3NUJEbTdtNHp1U2Z0Y0ZnWGZNUT09>

ID da reunião: 825 8497 1062

Senha de acesso: 012533

# Faltas

- Haverá lugar à marcação de faltas nas aulas práticas.
- Nota: este ano a reprovação por faltas é regida pelo Despacho nº 53 - REIT/2020 da Reitoria da UA (ponto 5, que refere que o aluno reprovará por faltas se atingir um limite de 50% de faltas injustificadas às aulas práticas).

# Equipa docente 2020-2021

- Carlos Bastos ([cbastos@ua.pt](mailto:cbastos@ua.pt))
  - TP1
  - P1, P5 e P7
  - OT
- Amaro Sousa ([asou@ua.pt](mailto:asou@ua.pt))
  - P2, P3, P4, P6



# Avaliação

- **Avaliação discreta:**
  - 30.00% **TP** - Teste teórico-prático a realizar na Época de Exames em data a anunciar.
  - 50.00% **P1** - Avaliação do trabalho realizado, ao longo do semestre, sobre os 3 grandes temas de MPEI (serão fornecidos guiões de base).
  - 20.00% **P2** - Teste prático, usando Matlab, a realizar na Época de Exames em data a anunciar.
  - Bónus TP (**B**) (até 2 valores)- Durante as aulas TP serão realizados vários minitestes (mínimo 5) que poderão dar um bónus.
  - $N_{prov} = 0.3 \cdot TP + 0.5 \cdot P1 + 0.2 \cdot P2$  (Nota provisória)
  - **Nota final** =  $N_{prov} + B$ , se  $N_{prov} \leq 14$ , ou
  - **Nota final** =  $N_{prov} + B \cdot (20 - N_{prov}) / 6$ , se  $N_{prov} > 14$

# Métodos probabilísticos para cursos de Eng<sup>a</sup>. de Computadores e de Eng<sup>a</sup> Informática?

# Probabilidades para Informática ?

- **Muitos problemas** na área da Informática, Ciências da Computação e afins **contêm algum grau de aleatoriedade**
- Exemplos:
  - Quantos computadores estarão ligados ao longo do dia a uma determinada rede wireless?
  - Qual a palavra mais provável que um utilizador irá escrever ao escrever um SMS?
  - Quais as páginas da web que têm mais relevância para uma procura ?

# Probabilidades para Informática ?

- Também se podem **resolver** muitos **problemas** usando abordagens não determinísticas ...
  - Muitas vezes com vantagens em termos de, por exemplo, velocidade

# Exemplos de Aplicação

- Algoritmos probabilísticos
  - Ordenação, Métodos de Monte Carlo e Las Vegas
- Simulação
  - Redes de dados, ataques informáticos ...
- Análise probabilística de algoritmos
- Teste de Software
- Poupança de memória
  - Ex: Bloom filters, contadores aleatórios
- Programação probabilística

# Algoritmos probabilísticos

- Algoritmos que efetuam decisões aleatórias durante a sua execução
- Exemplo: Quicksort com pivot decidido de forma aleatória
- Vantagens:
  - Para muitos problemas um algoritmo probabilístico é o mais simples, o mais rápido, ou ambos

# Algoritmos probabilísticos:

exemplos áreas de aplicação

- Teoria de números
  - Teste de números primos
- Estruturas de dados
  - Procura, **ordenação**, geometria computacional...
- Identidades algébricas
  - Verificação de matrizes e polinómios
- Programação matemática
  - Programação linear
- Grafos
  - Caminho mais curto...
- Contagem e enumeração
  - Contagem de estruturas combinatórias
- Computação paralela e distribuída
  - Evitar deadlock, consenso distribuído
- ...

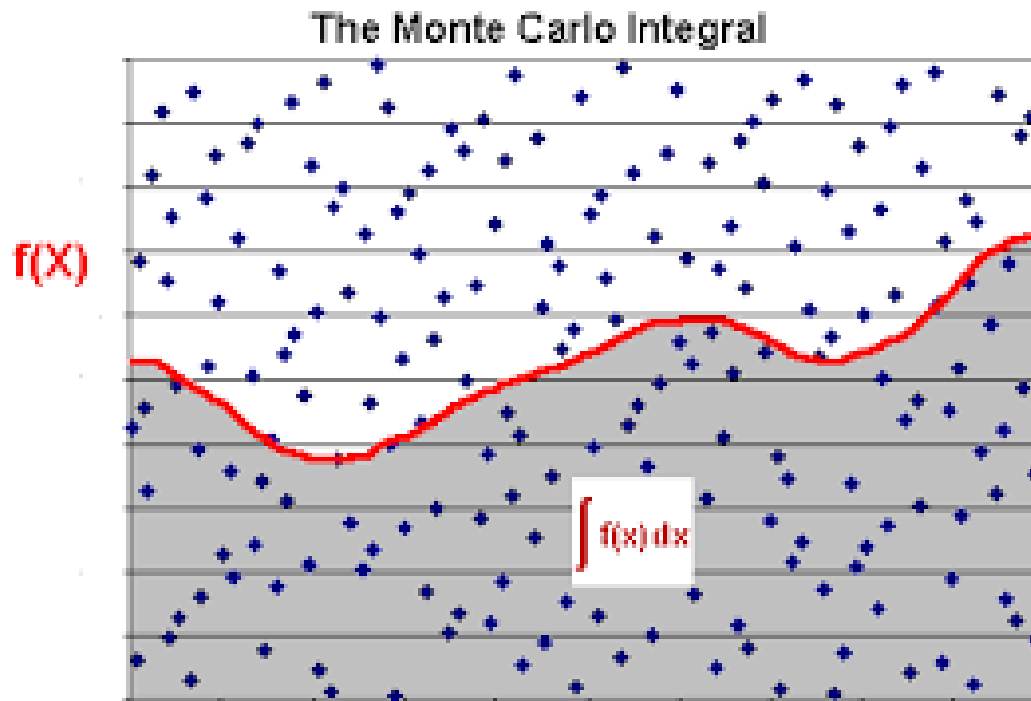
# Análise probabilística de algoritmos

- Usa teoria de probabilidades para analisar o comportamento / desempenho de algoritmos (probabilísticos e determinísticos)
- Porquê ?
  - Naturalmente, algoritmos probabilísticos terão desempenho não determinístico
  - Também, o comportamento dos alg. determinísticos varia com as entradas
  - A análise probabilística permite estimar limites
- Exemplo:
  - Determinar a probabilidade de colisão de uma função de hash (utilizada, por exemplo, em HashMaps)



# Exemplo Método Monte Carlo

- Aplicação: estimativa do valor de um integral



# Probabilistic Programming

- **Probabilistic programming** is an emerging field that draws on probability theory, programming languages, and systems programming to provide concise, expressive languages for modeling and general-purpose inference engines that both humans and machines can use.
- Example of project: The MIT Probabilistic Computing Project aims to build software and hardware systems that augment human and machine intelligence.
- [Picture](#), a probabilistic language being developed in collaboration with Microsoft, lets users solve hard computer vision problems such as inferring 3D models of faces, human bodies and novel generic objects from single images by writing short (<50 line) computer graphics programs that generate and render random scenes.
- Video of Vikash's MIT Media Lab talk on [Probabilistic Programming for Augmented Intelligence](#)
  - <https://www.media.mit.edu/video/view/mansinghka-2016-03-15>

# Word predictor

- Filme Youtube:

- [https://youtu.be/5Mp\\_10tPcCU](https://youtu.be/5Mp_10tPcCU)

# Mais exemplos de aplicação ...

- Filtrar emails com SPAM
- Máquinas de estados probabilísticas
- Parsers para análise sintáctica
- Information Retrieval
- Reconhecimento de padrões
- Reconhecimento de fala [Interacção Multimodal]
- Inteligência Artificial
  - Ex: planeamento nos robôs de Futebol robótico

# MATLAB

- **Instalação MATLAB:**  
<https://www.mathworks.com/academia/tah-portal/universidade-de-aveiro-40766421.html>  
Use as suas credenciais de Utilizador Universal
- Ajuda:  
[https://www.mathworks.com/support/contact\\_us.html?s\\_tid=tahpohelpbuttonua.pt](https://www.mathworks.com/support/contact_us.html?s_tid=tahpohelpbuttonua.pt)
- Aprenda MATLAB em duas horas:  
Curso online MATLAB Onramp

Mais informações sobre este e outro software disponível:

<http://www.ua.pt/stic/page/16014>

A large, irregular orange watercolor splash or ink blot covers the center of the slide, serving as a background for the text. It has a textured, painterly appearance with darker and lighter shades of orange and some darker spots.

Um bom semestre

A equipa docente de MPEI