

# MAC024 – Introdução à Modelagem Computacional

Leonardo Goliatt

Apresentação

Plano de Ensino

Introdução

Modelando a Mudança

O Processo de Modelagem, Proporcionalidade e Similaridade  
Geométrica

Ajustes de Modelos

Simulação Discreta e Probabilística

# Apresentação

## Plano de Ensino

- ▶ Introdução aos sistemas dinâmicos: modelagem da mudança através de equações de diferença.
- ▶ Classificação de Modelos, análise do processo de modelagem e construção de modelos matemáticos e sua simulação computacional.
- ▶ Ajuste de curvas.
- ▶ Introdução ao Método de Monte Carlo.
- ▶ Análise Dimensional.

### Bibliografia:

1. Giordano, F.R, Fox, W.P., Horton, S.B. e Weir, M.D., A First Course in Mathematical Modeling, Brooks Cole, 2008.
2. Velten, K., Mathematical Modeling and Simulation, Wiley-VCH, 2009.
3. de Vries, G., Hilen, T., Lewis, M., Müller, J. and Schönfisch, B., A Course in Mathematical Biology, SIAM, 2006.
4. Anton, H., Rorres, C., Álgebra linear com aplicações, Bookman, 2002.

# Apresentação

## Plano de Ensino

### Avaliações:

- ▶ As avaliações ocorrerão de forma contínua ao longo do período
- ▶ Todas as avaliações envolvem o desenvolvimento de um modelo computacional
- ▶ Relatórios e apresentações em slides

### Nota final:

- ▶ Média das avaliações realizadas ao longo do período.

# Apresentação

## Introdução



# Apresentação

## Introdução

- ▶ O que é Modelagem Matemática?
  - ▶ Representação de um problema real numa forma matemática<sup>1</sup> com hipóteses simplificadas que ajudam a entendê-lo de uma maneira fundamental e quantitativa.
  - ▶ Complementada com teoria e experimentos.
  - ▶ Áreas: Ciências, Engenharias e Tecnologia, Biologia, Saúde e áreas interdisciplinares.

---

<sup>1</sup>mais abrangente possível

# Apresentação

## Introdução

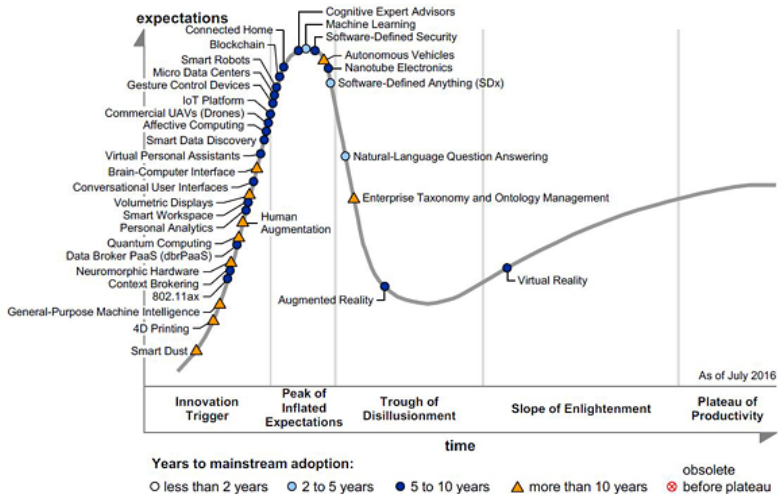
- ▶ Por quê a Modelagem é necessária?
  - ▶ Representação de um problema real numa forma matemática com hipóteses simplificadas que ajudam a entendê-lo de uma maneira fundamental e quantitativa.
  - ▶ Complementada com teoria e experimentos.
  - ▶ Áreas: Ciências, Engenharias e Tecnologia, Biologia, Saúde e áreas interdisciplinares.



# Apresentação

## Introdução

### Gartner's 2016 Hype Cycle for Emerging Technologies



Source: Gartner (July 2016)

# Apresentação

## Introdução

- ▶ Por que um modelo matemático é necessário?
  - ▶ Realizar experimentos pode ser custoso, demorado ou arriscado.
  - ▶ Um modelo matemático emerge como uma alternativa para estudar uma variedade de problemas em pesquisa científica, produtos e processos de manufatura.
  - ▶ Melhora a qualidade evitando o retrabalho.

# Apresentação

## Introdução

- ▶ E Modelagem Computacional?
  - ▶ A solução de problemas reais podem resultar em relações matemáticas complicadas (grande escala).
  - ▶ Há a necessidade de simular ou testar hipóteses.
  - ▶ Podemos associar parâmetros ao modelos e as simulações permitem testar diferentes cenários (combinações de parâmetros).

# Apresentação

## Introdução

- ▶ Alguns exemplos
  - ▶ Modelagem Climática
  - ▶ Ciências Aeroespaciais
  - ▶ Cosmologia
  - ▶ Manufatura e Desenho Industrial
  - ▶ Sismologia
  - ▶ Ciências Ambientais
  - ▶ Economia
  - ▶ Ciência dos Materiais
  - ▶ Recursos Hídricos
  - ▶ Desenho de Fármacos
  - ▶ Dinâmica Populacional
  - ▶ Medicina

# Apresentação

## Introdução

- ▶ Alguns exemplos de modelos (do ponto de vista de sua construção)
  - ▶ Modelos conceituais (modelos verbais)<sup>2</sup>e.g: modelos do funcionamento de processos geológicos)
  - ▶ Modelos baseados em equações de diferenças
  - ▶ Modelos conexionistas
  - ▶ Modelos baseados em agentes
  - ▶ Modelos simbólicos
  - ▶ Modelos de equações diferenciais

# Apresentação

## Introdução

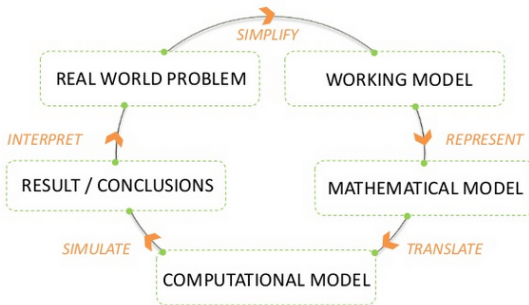
Outra classificação:

- ▶ Modelos Empíricos (Indutivos)
  - ▶ Experimentos
  - ▶ Observações (relacionados com modelos conceituais)
- ▶ Modelos Teóricos (Dedutivos)
  - ▶ Estatísticos
  - ▶ Matemáticos
  - ▶ Computacionais

# Apresentação

## Introdução

Ciclo de Modelagem:



# Apresentação

## Introdução

- ▶ Tipos de modelos:
  - ▶ Estáticos ou Dinâmicos
  - ▶ Discretos ou Contínuos
  - ▶ Determinísticos ou Probabilísticos
  - ▶ Lineares ou Não Lineares
  - ▶ Explícitos ou Implícitos
  - ▶ Qualitativos ou Quantitativos
  - ▶ Black-box, White-box, Gray-box<sup>3</sup>
- ▶ Inclusão de informação subjetiva
  - ▶ Como representar em forma matemática a intuição, experiência, opinião de especialistas?
  - ▶ Modelos Fuzzy

---

<sup>3</sup>semi-empíricos; combinação dos dois anteriores, onde há conhecimento empírico mas falta a compreensão do funcionamento do fenômeno; em geral os parâmetros desconhecidos do modelo são determinados a partir dos dados.



# Apresentação

## Introdução

- ▶ Componentes de um modelo matemático:
  - ▶ Variáveis independentes
  - ▶ Variáveis dependentes (variáveis de estado e saídas do modelo)
  - ▶ Parâmetros (variáveis exógenas)
  - ▶ Funções (funções-objetivo e restrições)
  - ▶ Operadores

# Apresentação

## Introdução

- ▶ Complexidade:
  - ▶ Adicionar complexidade em geral melhora o realismo do modelo.
  - ▶ Em contrapartida, torna o modelo difícil de analisar e interpretar.
  - ▶ Navalha de Occam.
- ▶ Propriedades de um modelo:
  - ▶ Fidelidade: precisão com a qual um modelo representa a realidade.
  - ▶ Flexibilidade: a capacidade de de mudar e controlar as condições que afetam o modelo.

# Apresentação

## Introdução

- ▶ Construção de modelos:
  1. Identificar um problema
  2. Fazer suposições
    - ▶ Classificar as variáveis
    - ▶ Determinar interrelações entre as variáveis selecionadas e submodelos
  3. Resolver ou interpretar o modelo
  4. Verificar o modelo
    - ▶ Verificar se o modelo atende ao problema
    - ▶ Testar em dados reais
  5. Implementar o modelo
  6. Realizar a manutenção do modelo

# Apresentação

## Introdução

# Apresentação

## Introdução

# Apresentação

## Introdução

# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança





# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança





# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança





# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança



# Modelando a Mudança

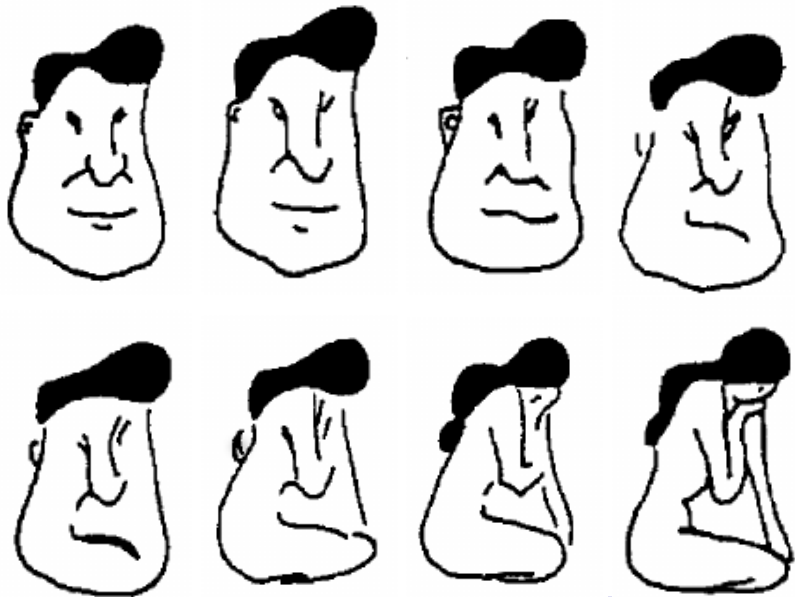


# Modelando a Mudança





## Modelando a Mudança



# O Processo de Modelagem, Proporcionalidade e Similaridade Geométrica

# Ajustes de Modelos

# Simulação Discreta e Probabilística