

# **SISTEMAS COGNITIVOS**

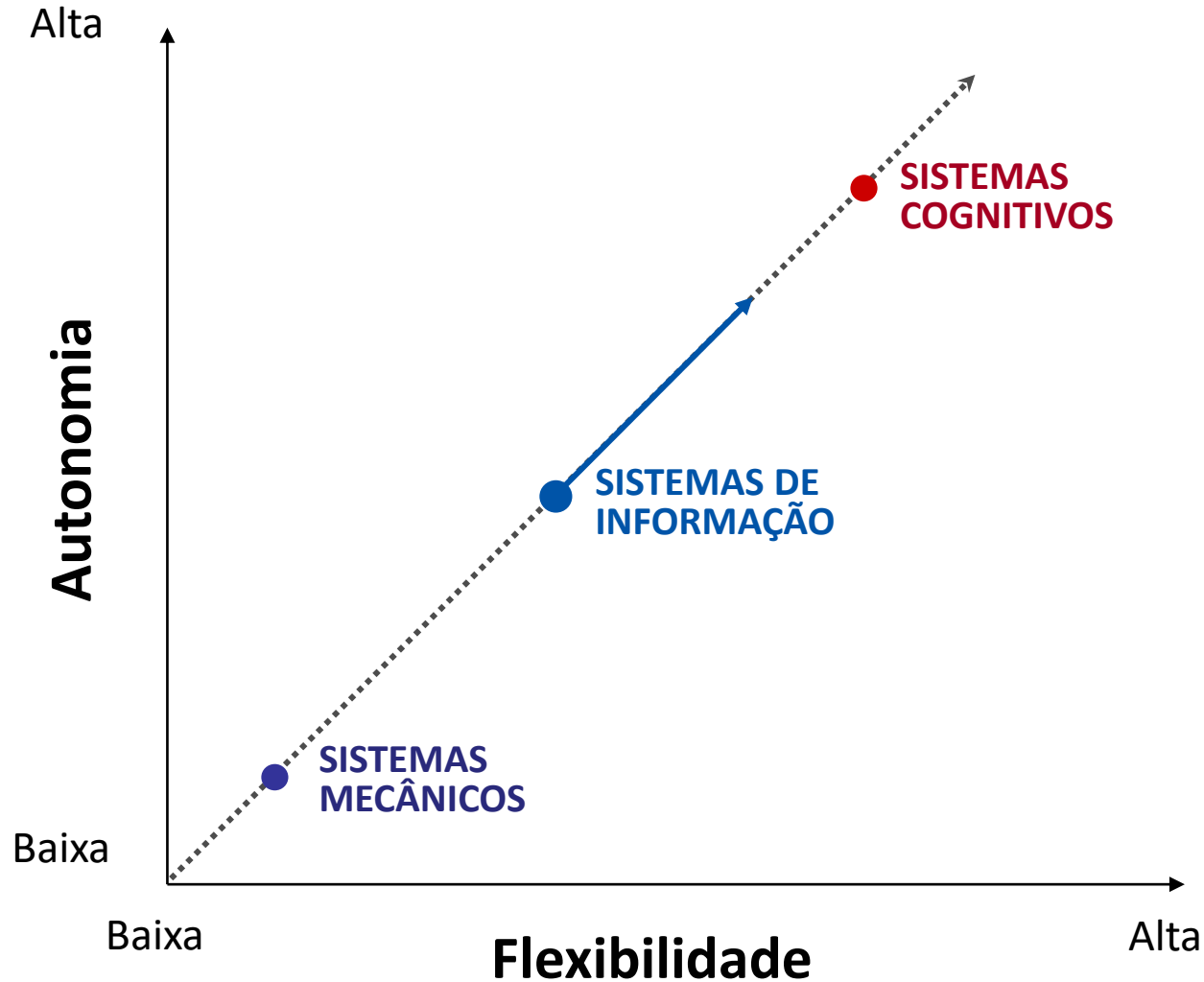
Luís Morgado

ISEL-DEETC

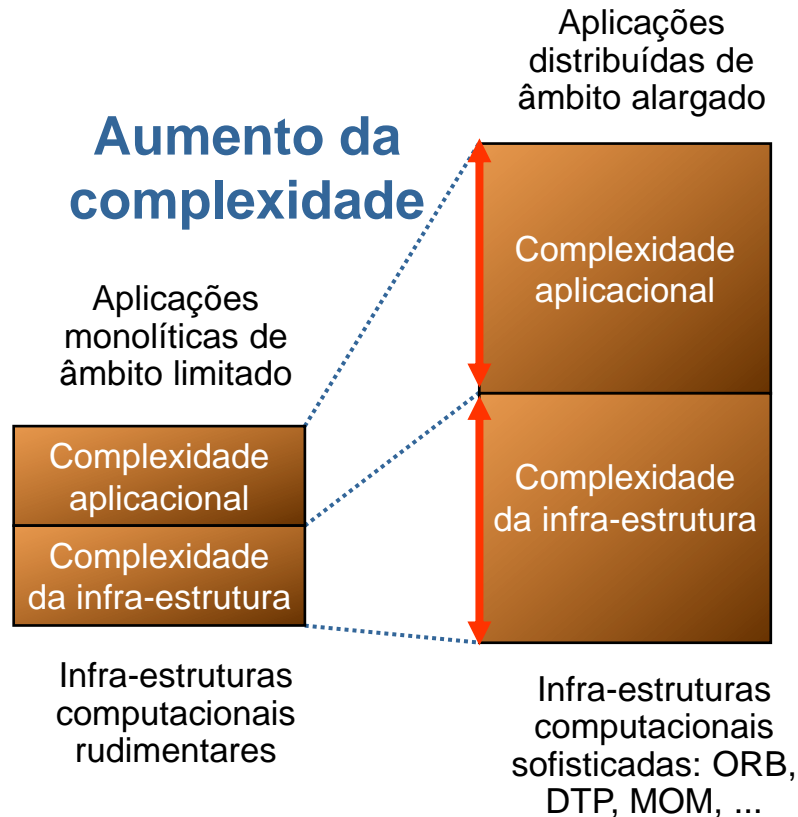
# SISTEMA COGNITIVO

- Sistema capaz de utilizar a informação do ambiente envolvente, de forma autónoma, para tomar decisões
- **Sistema capaz de processamento cognitivo**
  - Percepção
  - Aprendizagem
  - Raciocínio
  - Interacção inteligente
- **Analogia com cognição humana**
  - Aplicação / compreensão da forma como os humanos actuam perante situações complexas
- **Computação Cognitiva**
  - Sistemas computacionais que operam num nível cognitivo
- **Serviços Cognitivos**
  - Operações de processamento cognitivo disponíveis como serviços

# COGNIÇÃO, AUTONOMIA E FLEXIBILIDADE



# SISTEMAS DE INFORMAÇÃO COGNITIVOS



→  
Evolução tecnológica

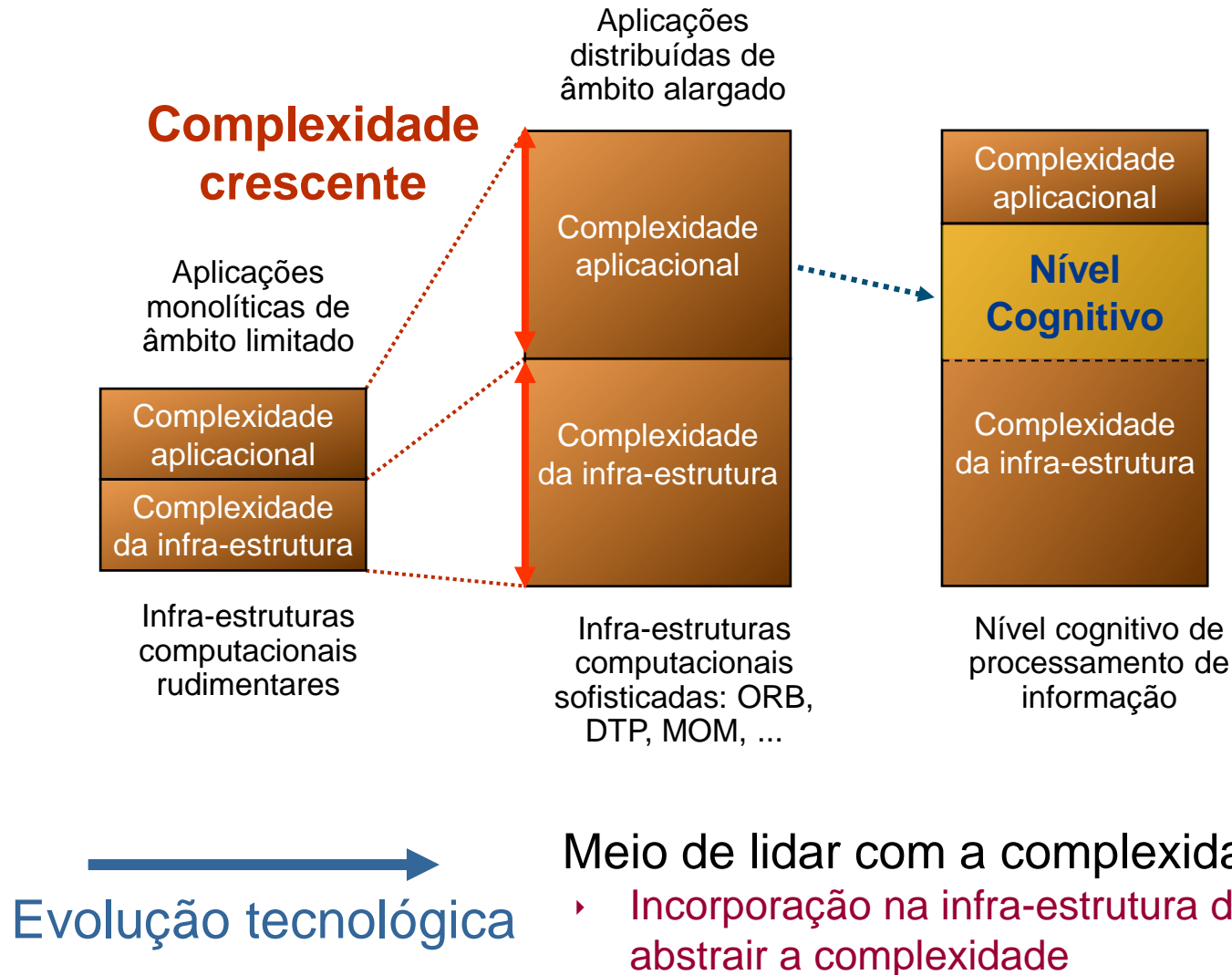
## Como lidar com o aumento da complexidade?

- Metodologia de desenvolvimento
- Arquitectura
- Novos paradigmas computacionais

**Engenharia de Software**

**Inteligência Artificial**

# SISTEMAS DE INFORMAÇÃO COGNITIVOS



# COGNIÇÃO

## NO SER HUMANO

- Processo mental de adquirir conhecimento e compreensão através do pensamento, da experiência e dos sentidos

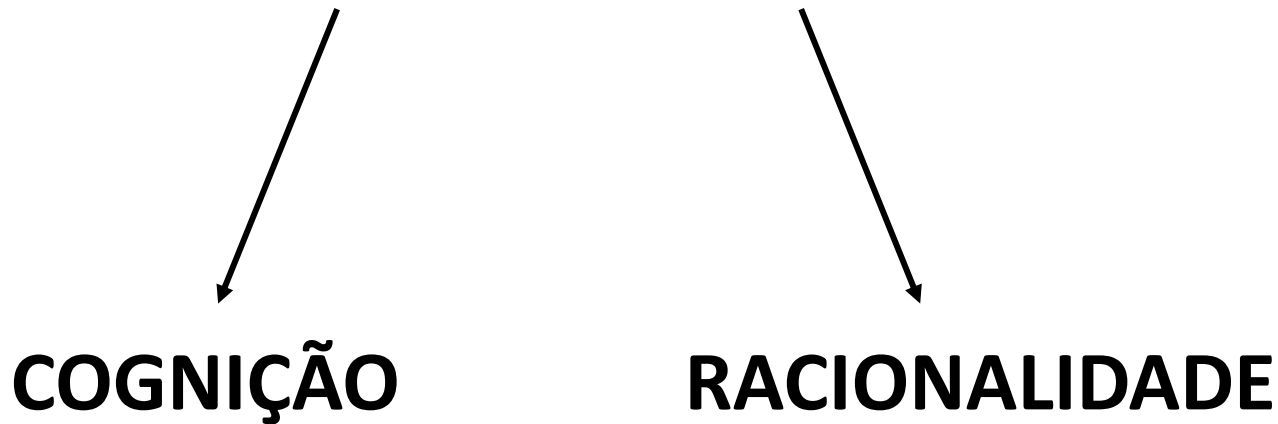
## NUM SISTEMA COMPUTACIONAL

- Processo descrito em termos de representação e processamento de informação
- Envolve:
  - Modelação e representação de conhecimento
  - Aquisição e actualização de conhecimento
  - Inferência de conhecimento, nomeadamente através de raciocínio automático

# INTELIGÊNCIA E COGNIÇÃO

## INTELIGÊNCIA

- Propriedade geral da *mente*
- Capacidade de raciocinar, aprender, conhecer, ...



# COGNIÇÃO

## O PROCESSO DE CONHECER

### Paradigma cognitivo

- Implica capacidade de raciocínio e alguma forma de representação simbólica

### A ACÇÃO EFICAZ DE UM SER VIVO NO SEU AMBIENTE

[Maturana & Varela, 1987]

- Cognição caracterizada como uma propriedade global dos organismos, expressa através da **capacidade de realizar a acção adequada** dadas as **condições do ambiente**

## RACIONALIDADE



# RACIONALIDADE

Inteligência como sinónimo de racionalidade

- Perspectiva simbólica ou cognitiva

Um sistema é racional se faz a “***acção certa***”  
dado o **conhecimento** que possui [Russell & Norvig, 2003]

- **Capacidade de agir** no sentido de conseguir o **melhor resultado possível** perante os **objectivos** que se pretende atingir

# RACIONALIDADE

- O que é um **agente racional**?
  - Um agente que **realiza as acções correctas**
- O que é uma **acção correcta**?
  - Medida de **desempenho**
    - Idealmente objectiva
      - Por exemplo, a quantidade de lixo por limpar...
    - Função do que se pretende (**objectivos**)
    - **Utilidade**
- Um agente racional **escolhe a acção que maximiza o valor esperado** da medida de desempenho **dado o conhecimento disponível** sobre o ambiente, percepções e acções

# **RACIONALIDADE**

```
graph TD; A[RACIONALIDADE] --> B[ILIMITADA]; A --> C[LIMITADA]; B --> D[Optimização]; C --> E[Satisfação]
```

## **ILIMITADA**

**Optimização**

## **LIMITADA**

**Satisfação**

# RACIONALIDADE

## RACIONALIDADE ILIMITADA (“UNBOUNDED RATIONALITY”)

A capacidade de gerar **o melhor comportamento possível** dada a informação disponível

## RACIONALIDADE LIMITADA (“BOUNDED RATIONALITY”)

A capacidade de gerar um **comportamento suficientemente bom** dada a informação e os **recursos computacionais disponíveis**

# COMPUTAÇÃO COGNITIVA

## DADOS, INFORMAÇÃO, CONHECIMENTO

SISTEMAS COGNITIVOS

**NÍVEL  
COGNITIVO**

Relacionamento  
Inferência

Conhecimento

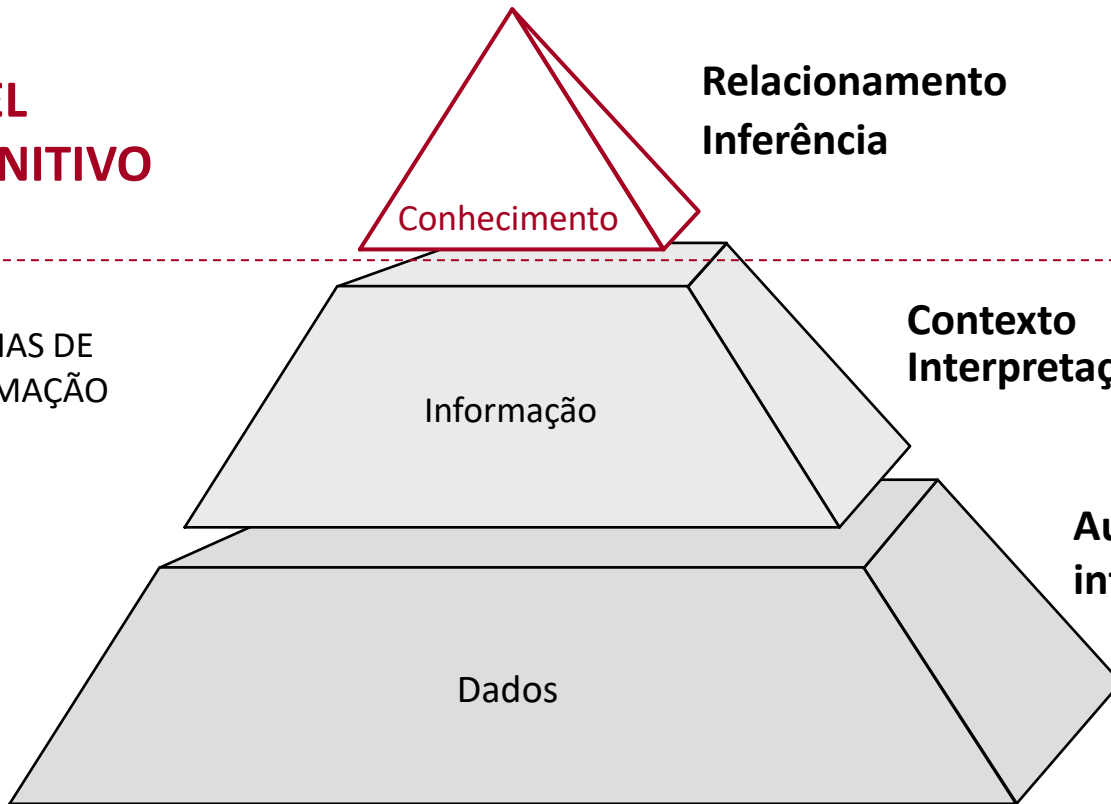
SISTEMAS DE  
INFORMAÇÃO

Contexto  
Interpretação

Informação

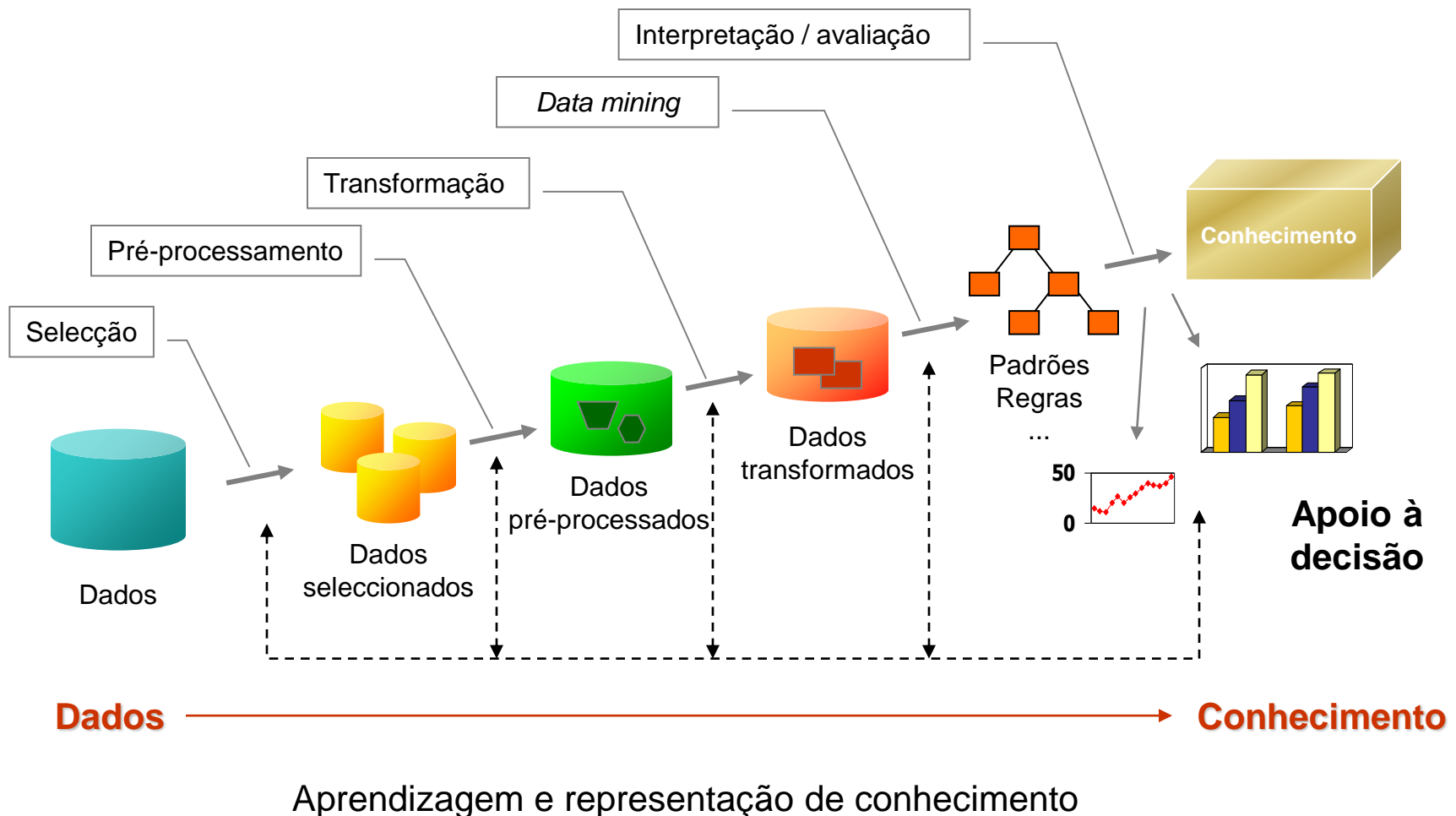
Ausência de  
interpretação

Dados



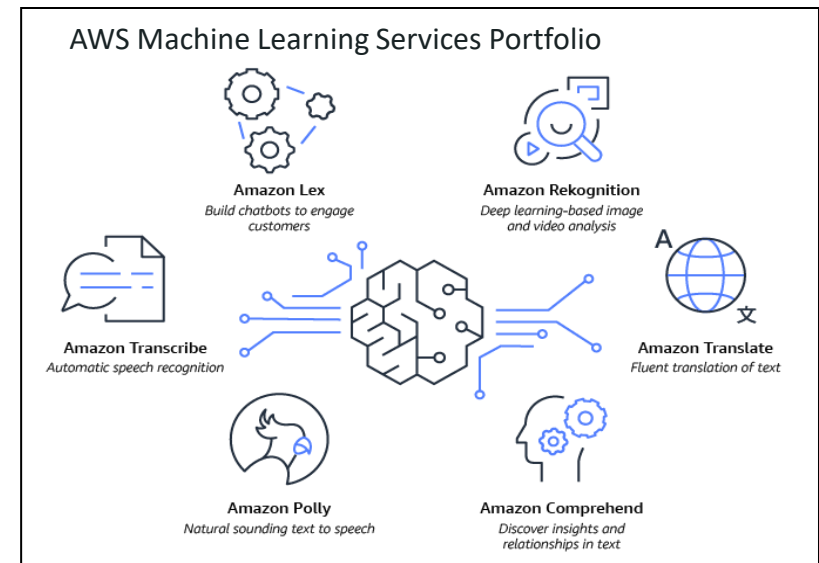
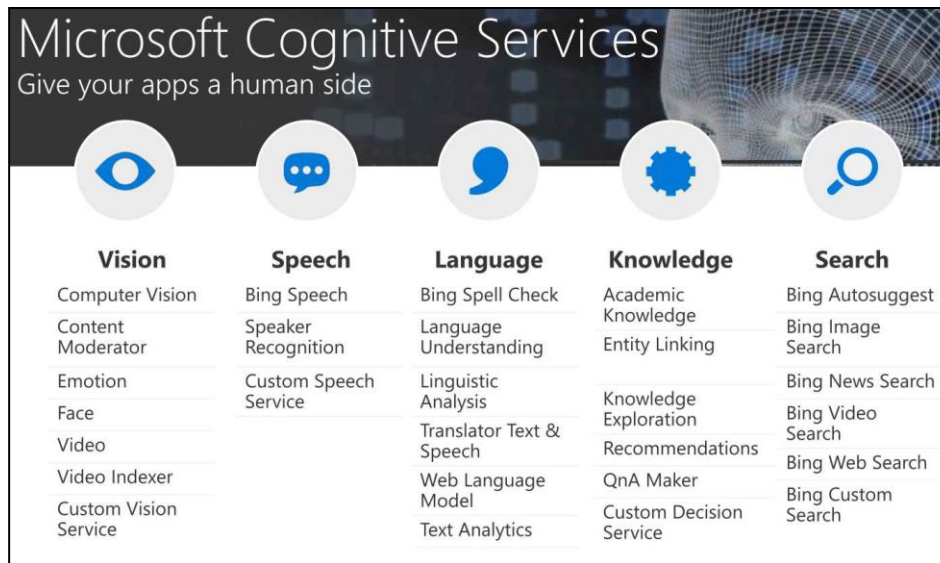
# DESCOBERTA DE CONHECIMENTO

*Data Mining, Data Analytics*



# SERVIÇOS COGNITIVOS

- Microsoft Azure Cognitive Services
- Google Cloud AI Hub
- IBM Watson Studio
- AWS Artificial Intelligence Tools



# COGNIÇÃO E APRENDIZAGEM

**Aprendizagem = Melhoria de desempenho,  
para uma dada tarefa,  
com a experiência**

- Melhorar o desempenho para uma dada **tarefa  $T$**
- Com base numa medida de **desempenho  $D$**
- Com base na **experiência  $E$**



# EXEMPLOS

## Aprender a jogar xadrez

- *T*: Jogar xadrez
- *D*: Percentagem de jogos ganhos
- *E*: Jogos realizados

## Aprender a reconhecer escrita manual

- *T*: Reconhecer e classificar caracteres escritos manualmente
- *D*: Percentagem de caracteres reconhecidos correctamente
- *E*: Conjunto de exemplos de caracteres e respectiva classificação

## Aprender a conduzir um veículo

- *T*: Conduzir com base na informação proveniente de câmaras de vídeo
- *D*: Distância média percorrida sem erros
- *E*: Sequências de imagens e de comandos de condução obtidos através da observação de um condutor humano

# APRENDIZAGEM

## Aprendizagem $\neq$ Memorização

- Aprendizagem
  - **Generalização**
  - Formação de **abstracções** (modelos)
    - Protótipos
    - Conceitos
    - Padrões comportamentais

# PARADIGMAS DE APRENDIZAGEM AUTOMÁTICA

- **Redes neuronais**
  - Baseadas nos sistemas nervosos biológicos
- **Algoritmos genéticos**
  - Baseados nos mecanismos biológicos de reprodução e selecção natural
- **Aprendizagem indutiva**
  - Formação de representações simbólicas de conceitos a partir de exemplos conhecidos
- **Aprendizagem por reforço**
  - Aprendizagem comportamental, baseada na experiência resultante da interacção com o ambiente

# **APRENDIZAGEM AUTOMÁTICA**

- **APRENDIZAGEM CONCEPTUAL**

- **O que é?**

- Conceito

- SUPERVISIONADA

- NÃO SUPERVISIONADA

- **APRENDIZAGEM COMPORTAMENTAL**

- **O que fazer?**

- Comportamento (acção)

- POR REFORÇO

- POR IMITAÇÃO

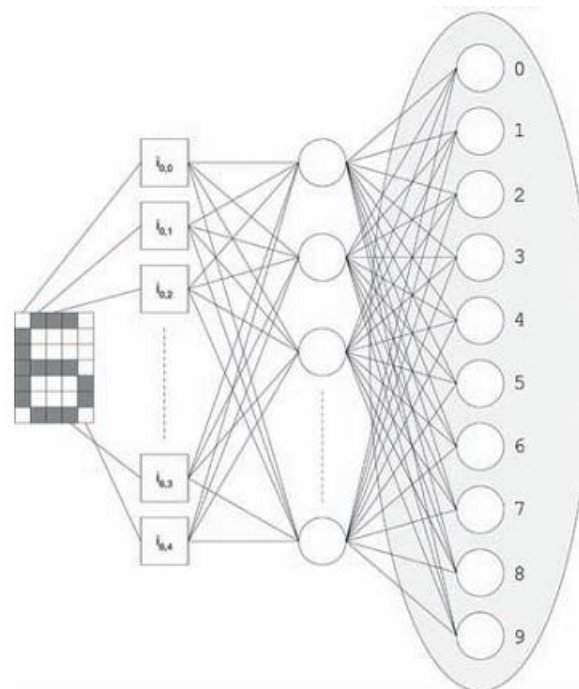
# APRENDIZAGEM CONCEPTUAL

## Conjunto de treino



[Fox *et al.*, 1994]

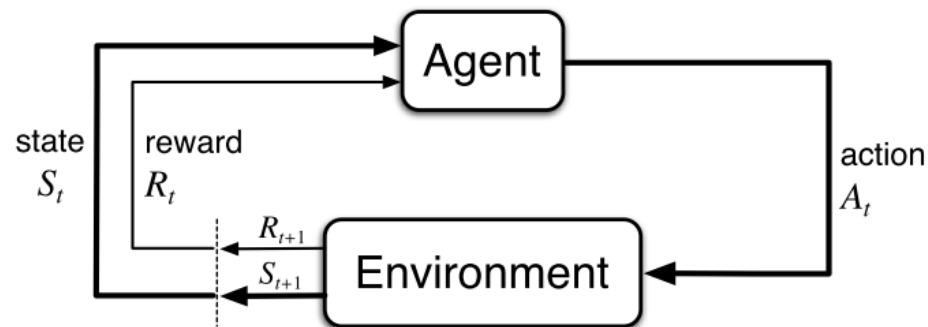
## Modelo interno (e.g. redes neuronais)



[Poole & Mackworth, 2010]

# APRENDIZAGEM COMPORTAMENTAL

- Aprendizagem de **comportamentos**
  - O que fazer
  - Relação entre situações e acções
- Exemplo:
  - Aprendizagem por reforço



[Sutton & Barto, 2020]

- Problema da tomada de decisão sequencial

# BIBLIOGRAFIA

[Russel & Norvig, 2003]

S. Russell, P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 2nd Edition, Prentice Hall, 2003

[Sloman, 1993]

A. Sloman, *The Mind as a Control System*, In Hookway, C., Peterson, D. (Eds.), *Philosophy and the Cognitive Sciences*, 69-110. Cambridge University Press.

[Hayes-Roth, 1997]

F. Hayes-Roth, *Artificial Intelligence: What Works and What Doesn't?*, AI Magazine, Vol 18, No 2, 1997

[Jennings & Wooldridge, 1998]

N. Jennings, M. Wooldridge, *Applications of Intelligent Agents*, In N. Jennings, M. Wooldridge, (Eds.), *Agent Technology - Foundations, Applications, and Markets*, Springer-Verlag, 1998

[Franklin & Gaesser, 1996]

S. Franklin, A. Gaesser, *Is it an agent, or just a program? A taxonomy for autonomous agents*, in Proc. of 3rd International Workshop on Agent Theories, Architecture and Language, Springer-Verlag, 1996

[Newell, 1990]

A. Newell, *Unified Theories of Cognition*, Harvard University Press, 1990

[Maturana & Varela, 1987]

H. Maturana, F. Varela, *The Tree of Knowledge: The Biological Roots of Human Understanding*, Shambhala Publications, 1987

[Shepherd, 1994]

G. Shepherd, *Neurobiology*, Oxford University Press, 1994