

SISTEMAS COGNITIVOS

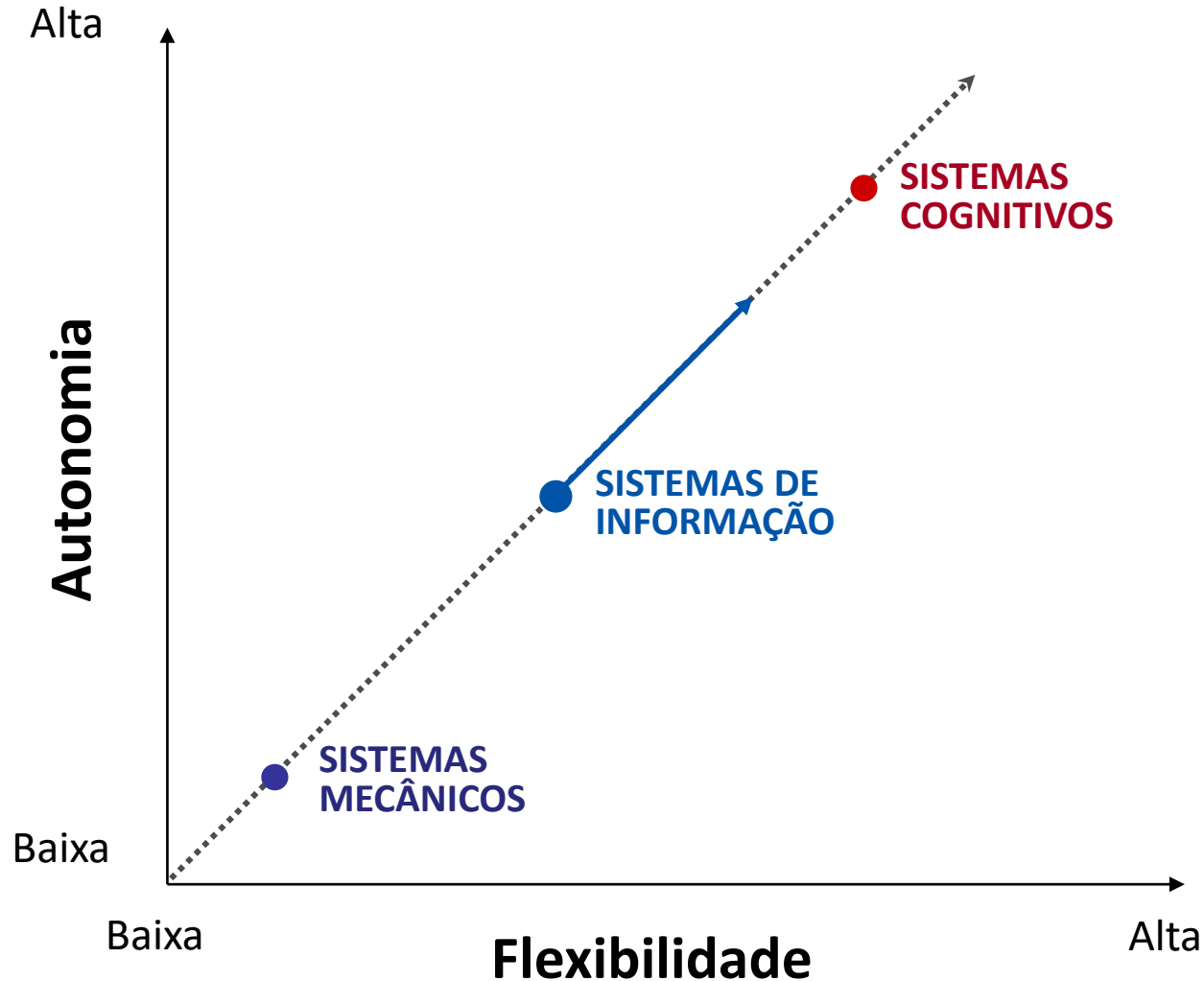
Luís Morgado

ISEL-ADEETC

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**
- **Serviços Cognitivos**
- **Engenharia de Sistemas Cognitivos**

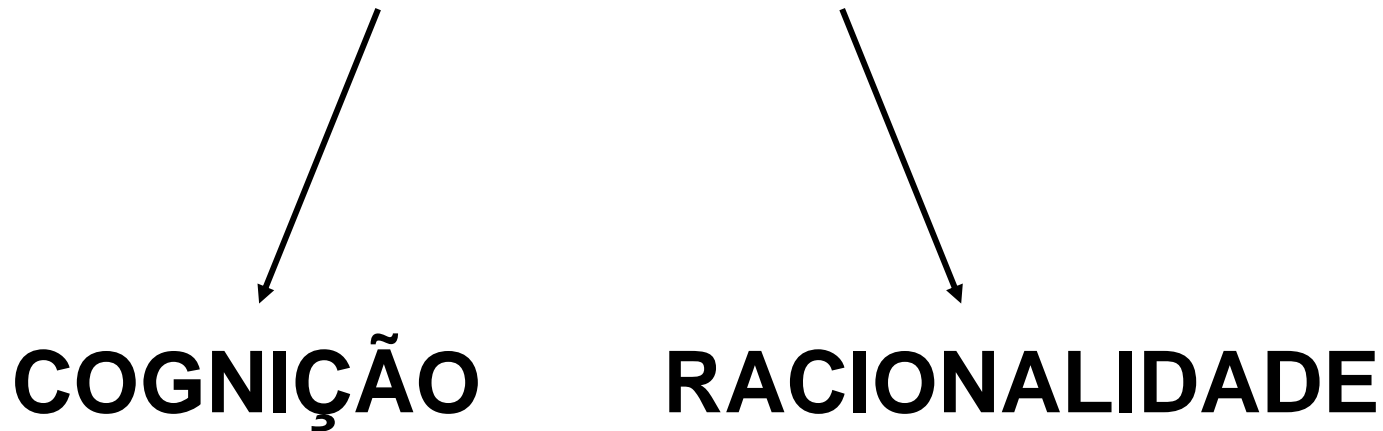
COGNIÇÃO, AUTONOMIA E FLEXIBILIDADE



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

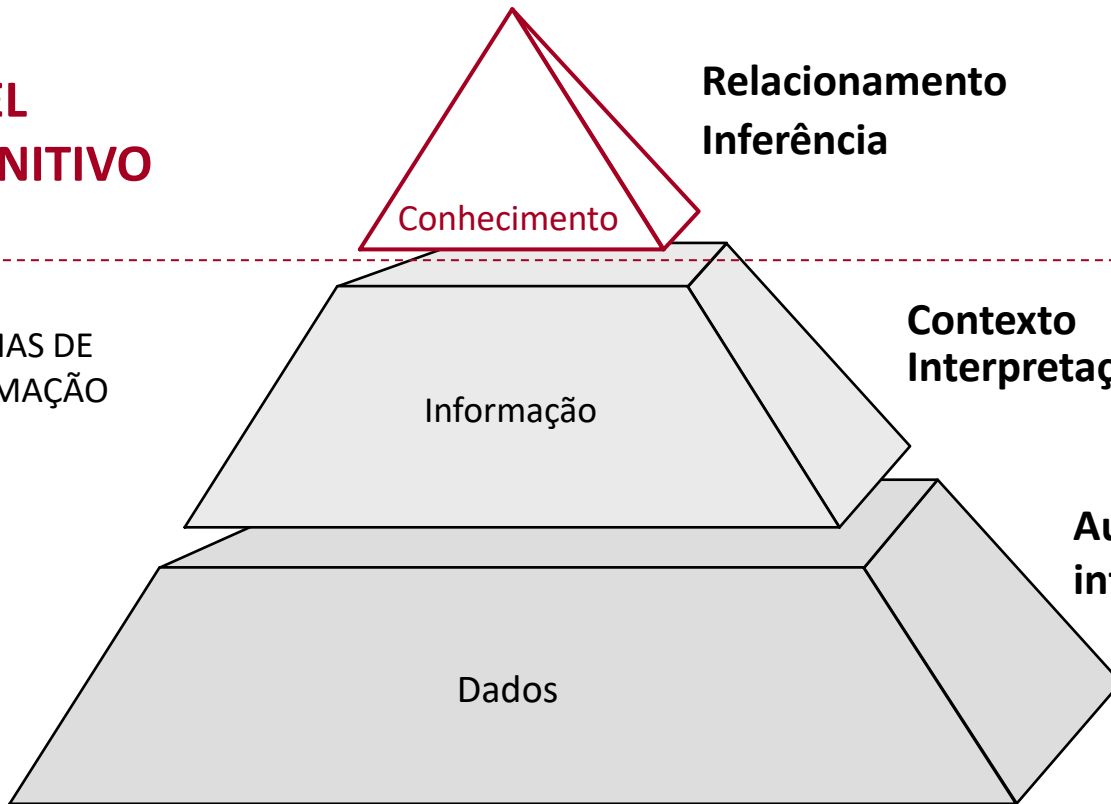
SISTEMAS DE
INFORMAÇÃO

Informação

Contexto
Interpretação

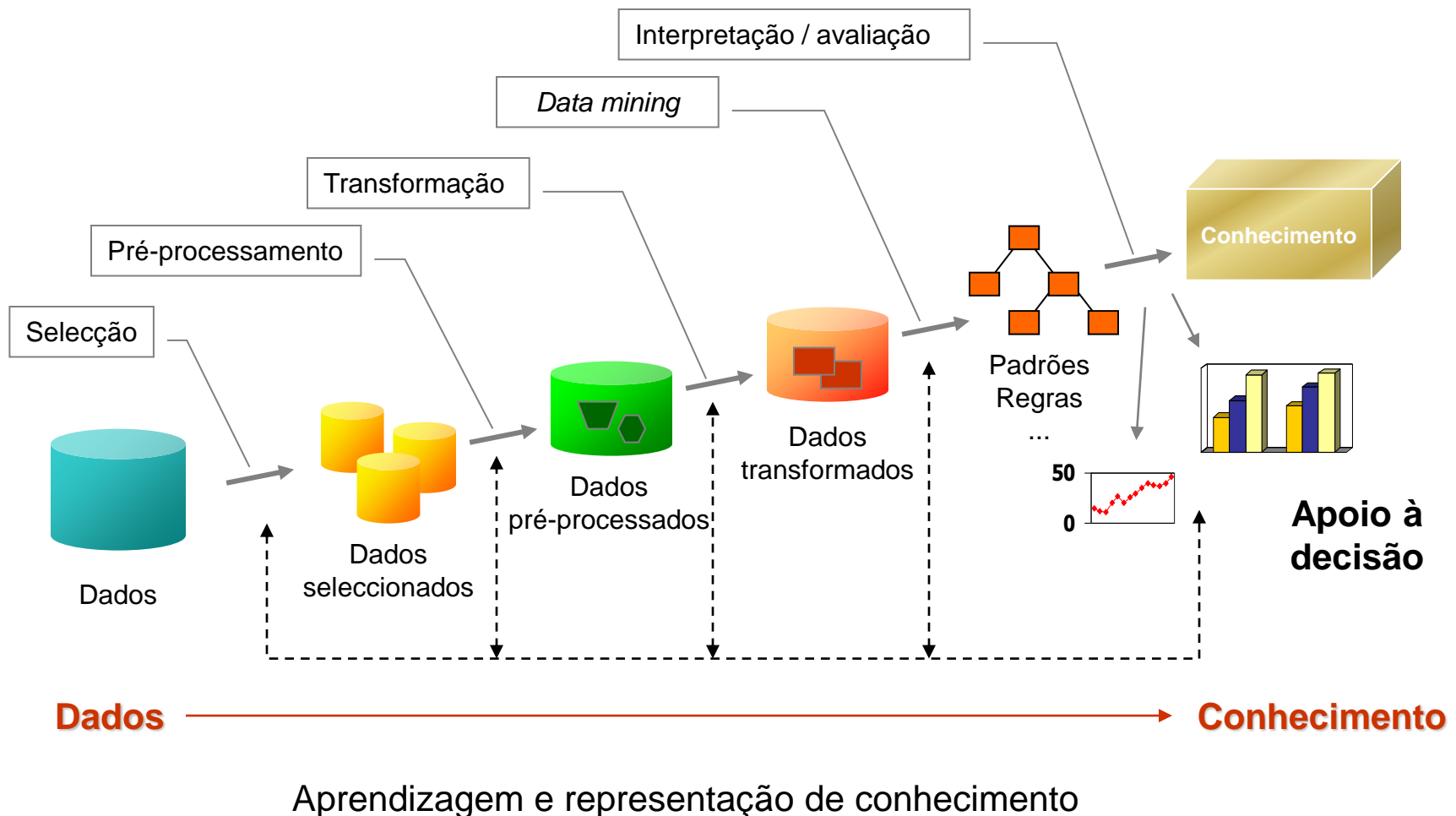
Dados

Ausência de
interpretação



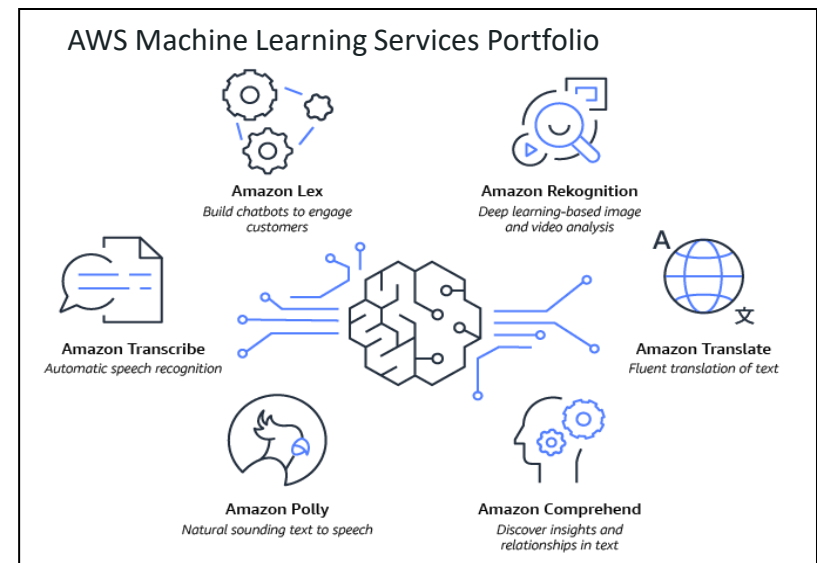
DESCOBERTA DE CONHECIMENTO

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 descrições de conceitos a partir de exemplos conhecidos
- **Aprendizagem por reforço**
 - Aprendizagem comportamental, baseada na experiência de interacção com o ambiente

APRENDIZAGEM AUTOMÁTICA

- **APRENDIZAGEM CONCEPTUAL**

- **O que é?**

- Conceito

- SUPERVISIONADA

- NÃO SUPERVISIONADA

- **APRENDIZAGEM COMPORTAMENTAL**

- **O que fazer?**

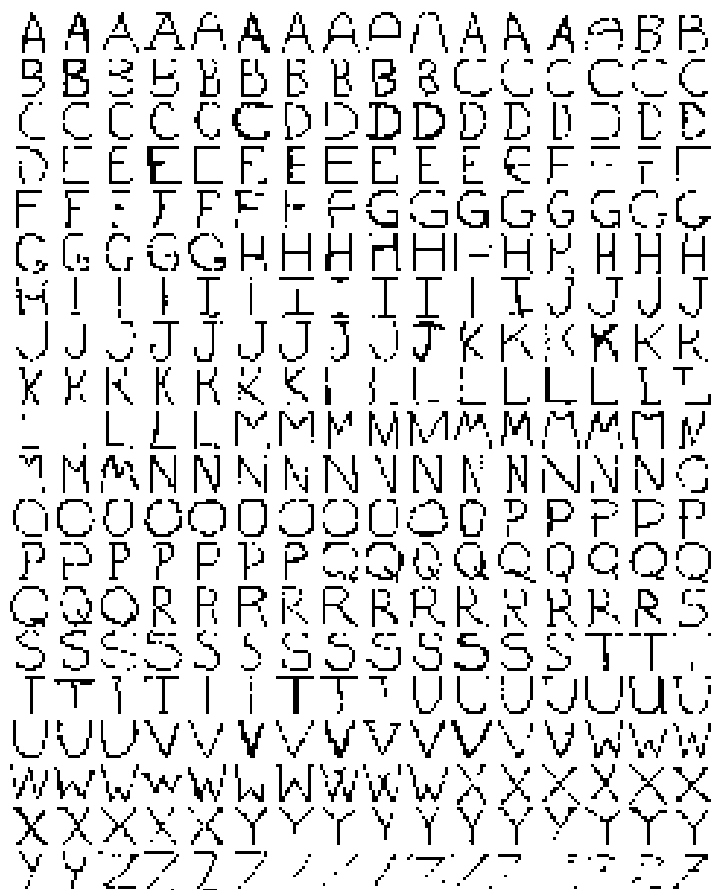
- Comportamento (acção)

- POR REFORÇO

- POR IMITAÇÃO

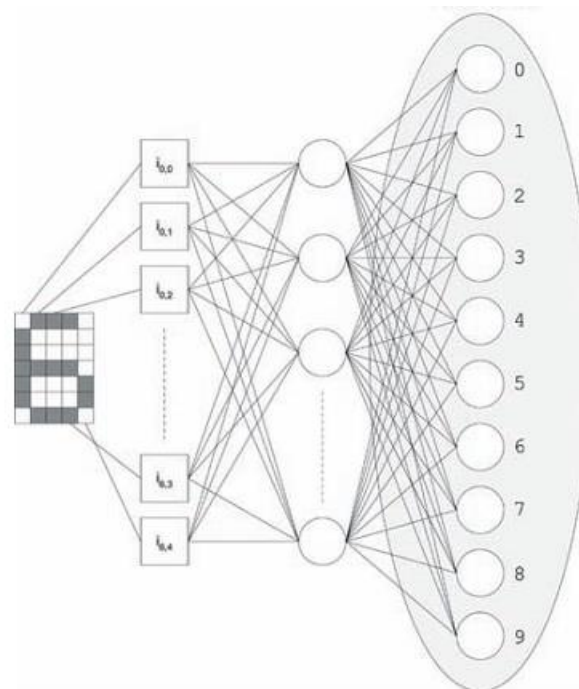
APRENDIZAGEM CONCEPTUAL

Conjunto de treino



[Fox *et al.*, 1994]

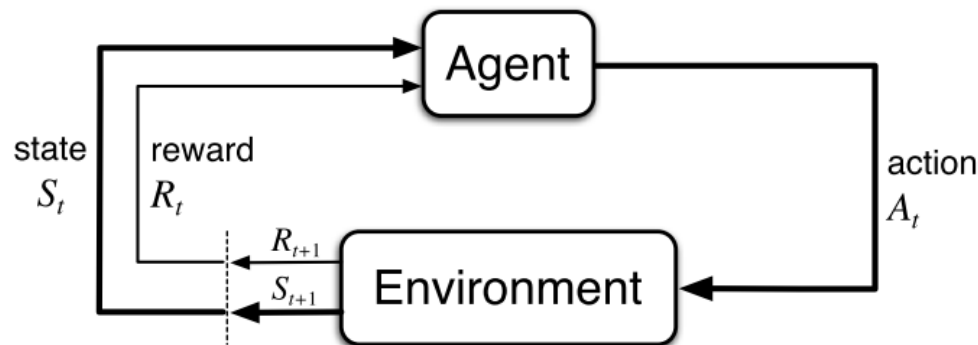
Modelo interno (e.g. redes neuronais)



[Poole & Mackworth, 2010]

APRENDIZAGEM COMPORTAMENTAL

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



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