

Universidade de Aveiro

*Inteligência Artificial (LEI, LECI)*

# Tópicos de Inteligência Artificial: Conceitos Gerais

Ano lectivo 2024/2025

Regente: Luís Seabra Lopes

# Definição de “Inteligência” - I

- Segundo [www.dictionary.com](http://www.dictionary.com), “inteligência” é:
  - Capacidade de adquirir e aplicar conhecimento
  - Capacidade de pensar e raciocinar
  - O conjunto de capacidades superiores da mente.

# Definição de “Inteligência” - II

- O estudo da inteligência envolve [Albus,1995]:
  - Como adquirir, representar e armazenar conhecimento
  - Como gerar comportamento inteligente
  - Como surgem e são utilizadas as motivações, emoções e prioridades
  - Como as percepções (sinais) dão origem a entidades simbólicas
  - Como raciocinar sobre o passado
  - Como planejar acções no futuro
  - Como surgem fenómenos como a ilusão, crença, esperança, amor, etc.

# Definição de “Inteligência Artificial”

- “Inteligência Artificial” é a disciplina que estuda as teorias e técnicas necessárias ao desenvolvimento de “artefactos” inteligentes. [Nilsson, 1998]
- Direcções seguidas [Russell & Norvig, 1995]:

Pensar como o ser humano	Pensar racionalmente
Agir como o ser humano	Agir racionalmente

# História até à “Inteligência Artificial”

- Século IV a.C. – Aristóteles estabelece os fundamentos da lógica e do pensamento puramente racional.
- Séculos XVI-XVII – Bacon e Locke estabelecem os fundamentos do “empirismo”: “Nada está na compreensão que não tenha estado primeiro nos sentidos”.
- Séculos XIX-XX – Duas correntes na psicologia: “comportamentalismo” e “cognitivismo”.
- 1940 – início da era dos computadores
- 1943 – McCulloch & Pitts propõem um modelo de computação vagamente inspirado no cérebro humano: redes de unidades chamadas “neurónios” podiam implementar qualquer função.
- 1951 – primeiro programa que joga xadrez
- 1956 – a expressão “Inteligência Artificial” foi usada pela primeira vez.

# História da “Inteligência Artificial” - I

- 1958 – McCarthy usa lógica de primeira ordem para representar conhecimento numa espécie de “sistema pericial”.
- 1959 – *GPS: General Problem Solver* – aqui surge um assunto hoje clássico – pesquisa para resolução de problemas
- 1962 – Rosenblatt propõe o uso do “perceptrão” (rede de neurónios) para aprendizagem e reconhecimento de padrões
- 1966 – *CLS: Concept Learning System* – primeiro sistema de aprendizagem simbólica

# História da “Inteligência Artificial” - II

- 1970 – Surge o Prolog, uma linguagem de programação em lógica
- 1971 – DENDRAL: primeiro sistema pericial (reconstruía a estrutura de moléculas orgânicas)
- 1986 – Robôs comportamentalistas
- 1986 – Ressurgimentos das redes neuronais
- 1997 – O IBM Deep Blue vence uma partida de xadrez contra Kasparov
- 1997 – Primeiro campeonato mundial de futebol robótico

# Tópicos de Inteligência Artificial

- Agentes
  - Noção de agente
  - Objectivo da Inteligência Artificial
  - Agentes reactivos e deliberativos
  - Propriedades do mundo de um agente
  - Arquitecturas de agentes
- Representação do conhecimento
- Técnicas de resolução de problemas



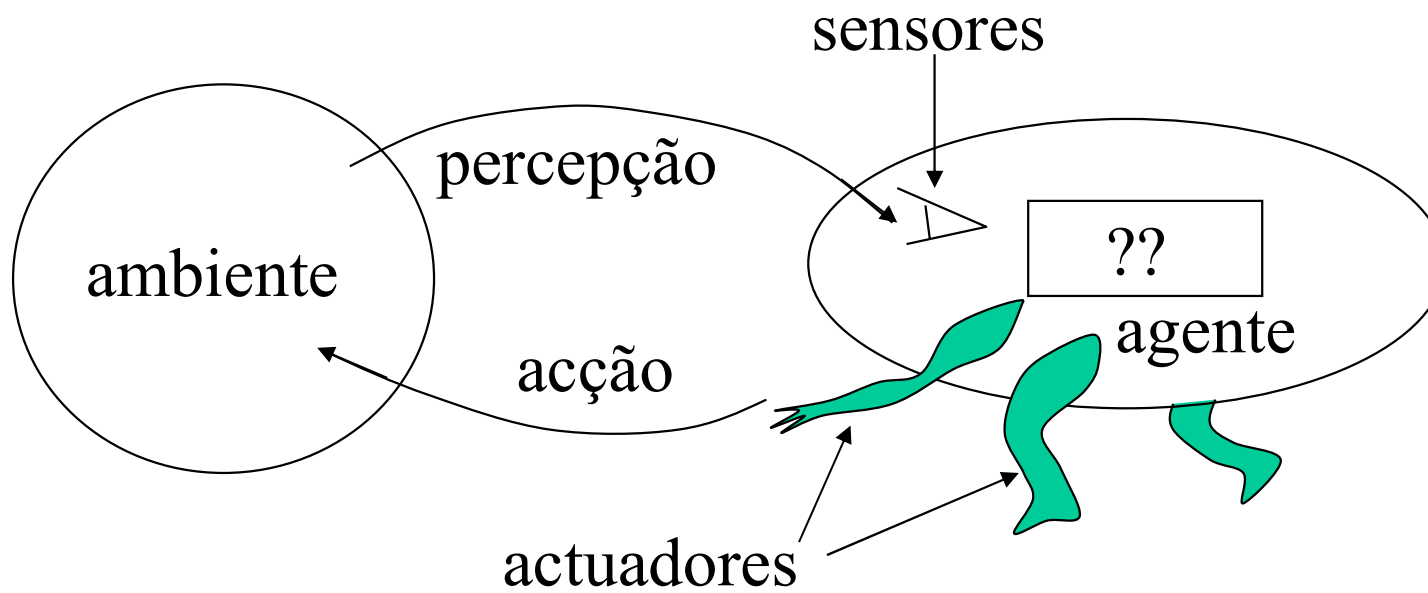
# Definição de “Agente”

- Nesta disciplina estudamos técnicas úteis no desenvolvimento de “agentes inteligentes”
- Segundo [www.dictionary.com](http://www.dictionary.com), um “agente” pode ser uma:
  - Entidade com poder ou autoridade de agir
  - Entidade que actua em representação de outrem

# Definição de “Agente”

- Agente – uma entidade com capacidade de obter informação sobre o seu ambiente (através de “sensores”) e de executar acções em função dessa informação (através de “actuadores”). [Russell & Norvig, 1995]
- Exemplos:
  - Agente físico: robô anfitrião
  - Agente de software: agente móvel de pesquisa de informação na internet

# Agente



# Exemplos de agentes

Tipo de agente	Percepção	Acção	Objectivos	Ambiente
Sistema de diagnóstico médico	Sintomas, respostas do paciente	Perguntas, testes, tratamentos	Saúde do paciente, custo mínimo	Paciente, hospital
Sistema de análise de imagens de satélite	Imagem	Devolver uma categorização da cena	Categorização correcta	Imagens de um satélite em órbita
Braço robótico para em embalagem	Imagem, sinal de força	Colocar peças em caixas	Colocar as peças na posição correcta	Alimentador de peças, caixas
Controlador de refinaria	Temperatura, pressão	Abrir e fechar válvulas; ajustar temperatura	Pureza, segurança	Refinaria
Tutor de inglês interactivo	Palavras introduzidas	Propôr exercícios, corrigi-los, dar sugestões	Maximizar o resultado dos alunos num teste	Conjunto de alunos

# Voltando à definição de “Inteligência Artificial”

- “Inteligência Artificial” é a disciplina que estuda as teorias e técnicas necessárias ao desenvolvimento de “artefactos” inteligentes. [Nilsson, 1998]
- Direcções seguidas [Russell & Norvig, 1995]:

Pensar como o ser humano	Pensar racionalmente
Agir como o ser humano	Agir racionalmente

# Agir como o ser humano

## – o Teste de Turing

- “Comportamento inteligente” – a capacidade de um artefacto obter **desempenho comparável ao desempenho humano** em todas as actividades cognitivas. [Turing, 1950]
- Teste de Turing – é uma definição operacional de comportamento inteligente de nível humano:
  - Consiste em submeter o artefacto a um interrogatório realizado por um ser humano através de um terminal de texto.
  - **Se o humano não conseguir concluir se está a interrogar um artefacto ou outro ser humano, então, esse artefacto é inteligente.**
- Os sistemas deste tipo serão o objectivo principal da “Inteligência Artificial”?

# A “sala chinesa” de Searle

- Um humano, que apenas fala uma língua ocidental, documentado com um conjunto de regras escritas num livro nessa língua, e dispondo de folhas de papel, está fechado numa sala.
- Através de uma abertura na sala, o humano recebe folhas de papel com símbolos indecifráveis.
- De acordo com as regras, e em função do que recebe, o humano escreve outros símbolos (que igualmente desconhece) nas folhas brancas e envia-as para o exterior da sala.
- No exterior, no entanto, o que se observa é folhas de papel com mensagens escritas em caracteres chineses a serem introduzidas na sala e respostas inteligentes a essas mensagens a serem devolvidas do interior da sala.

# O argumento de Searle

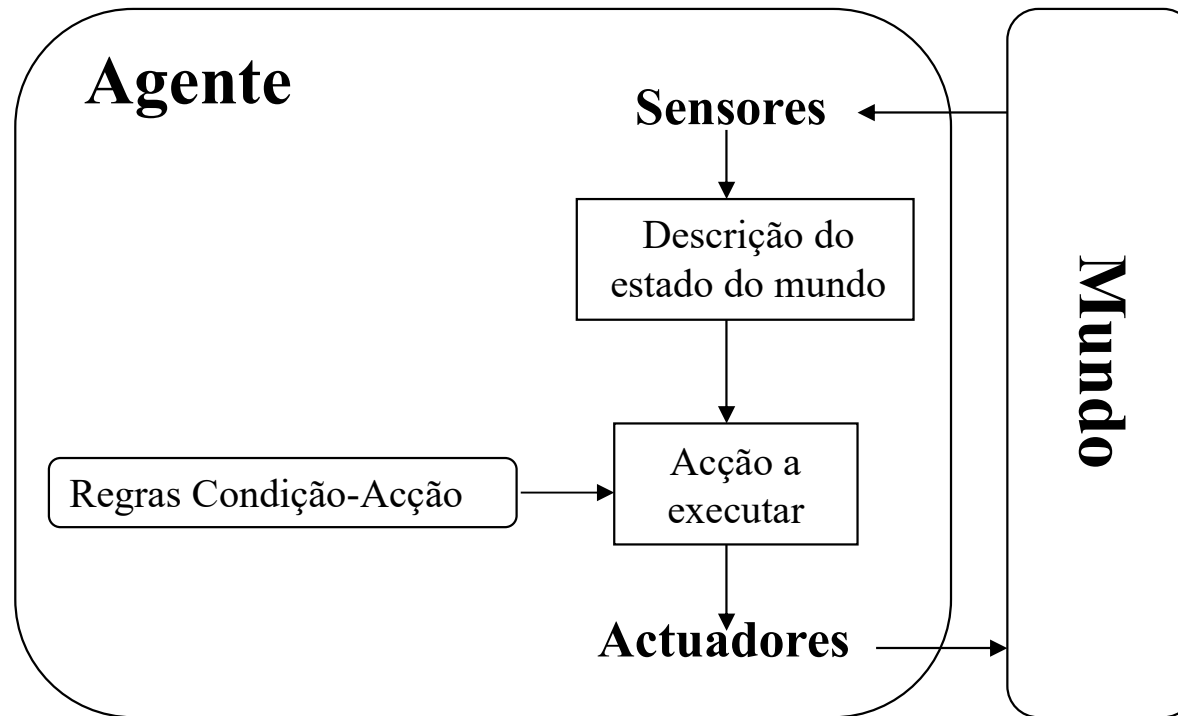
- O humano não percebe chinês
- A sala não percebe chinês
- O livro de regras e as folhas de papel também não percebem chinês
- Logo, não há qualquer compreensão de chinês naquela sala
- No entanto, podemos contra-argumentar: embora, individualmente, os componentes do sistema (a sala, o humano, o livro, as folhas de papel) não compreendam chinês, o sistema no seu conjunto compreende chinês



# Tipos e arquiteturas de agentes

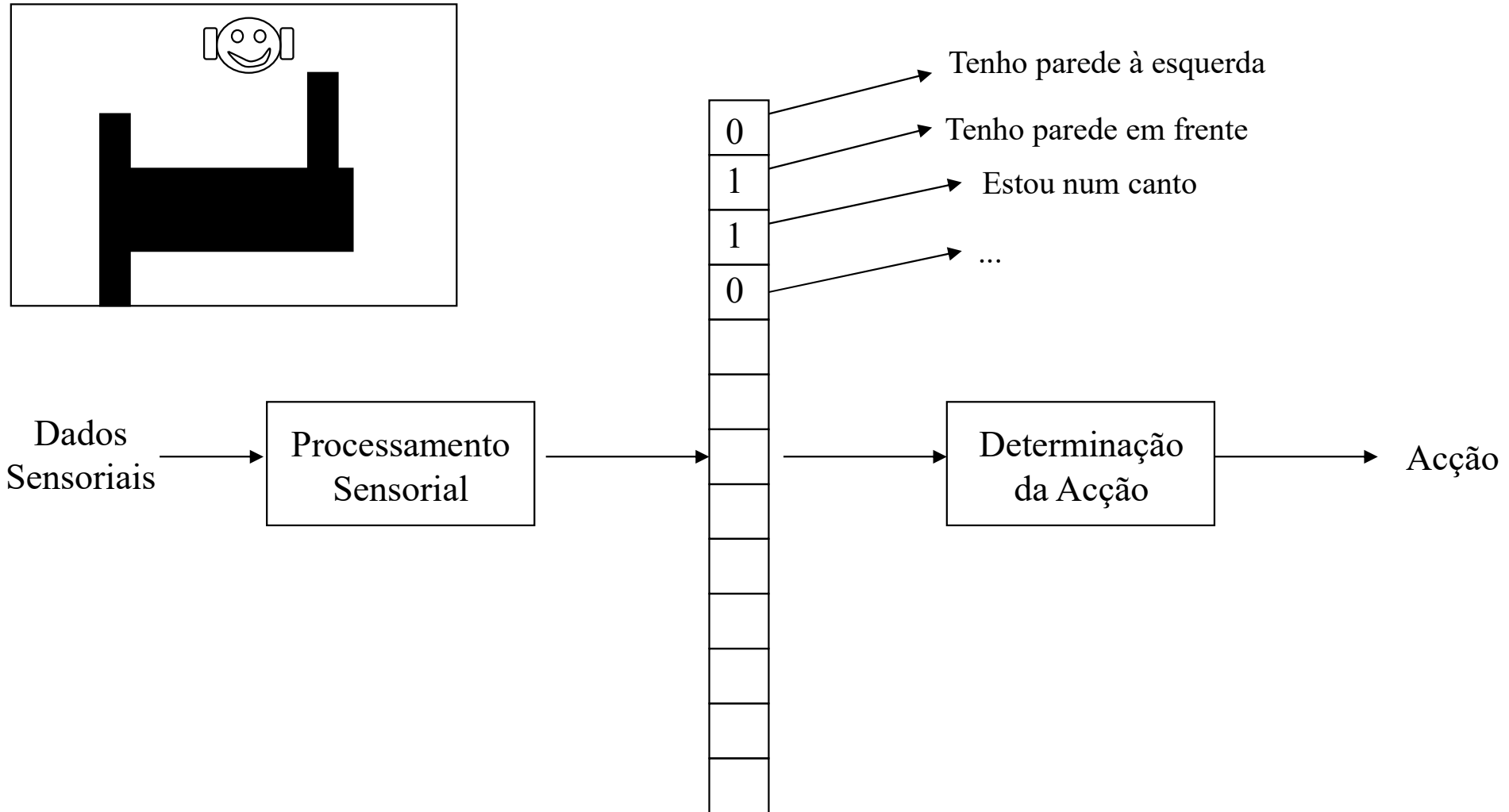
- Tipos de agentes
  - Reactivos simples
  - Reactivos com estado
  - Deliberativos orientados por objectivos
  - Deliberativos orientados por funções de utilidades
- Arquitecturas
  - Subsunção
  - Três torres
  - Três camadas
  - CARL

# Agente reactivo: simples

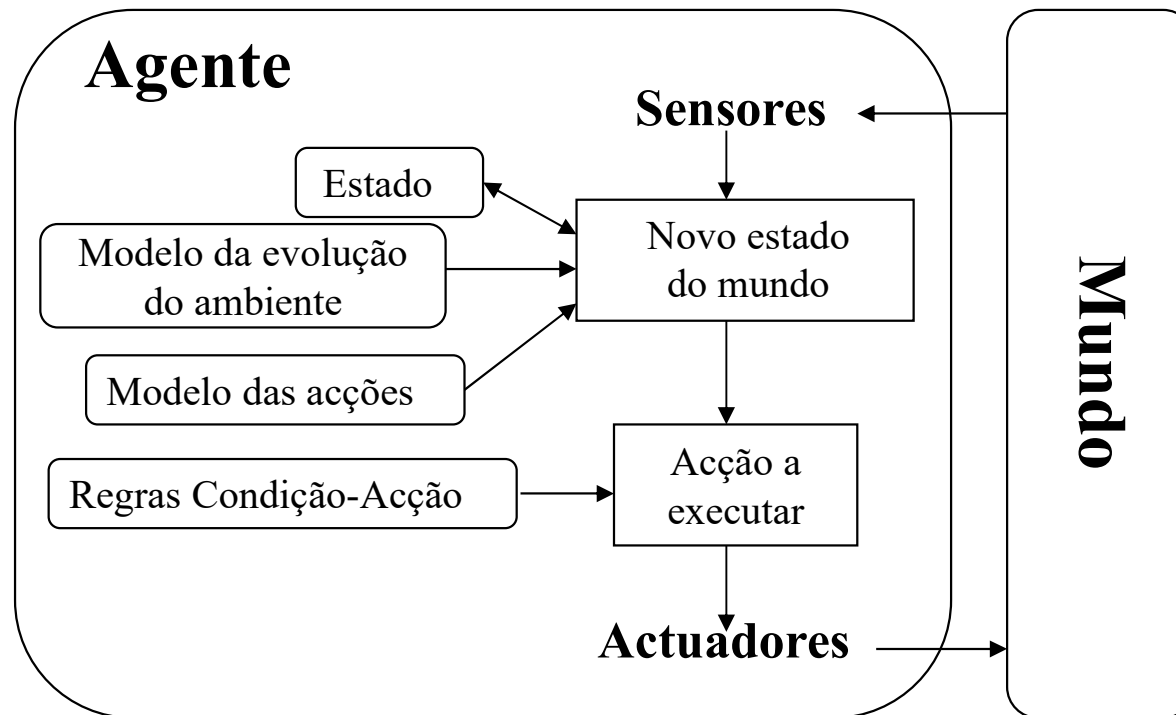


- O conceito de “regra de condição-acção” é também conhecido como “regra de situação-acção” ou “regra de produção”.
- Os agentes ou sistemas reactivos simples são também conhecidos como “sistemas de estímulo-resposta” ou “sistemas de produção”

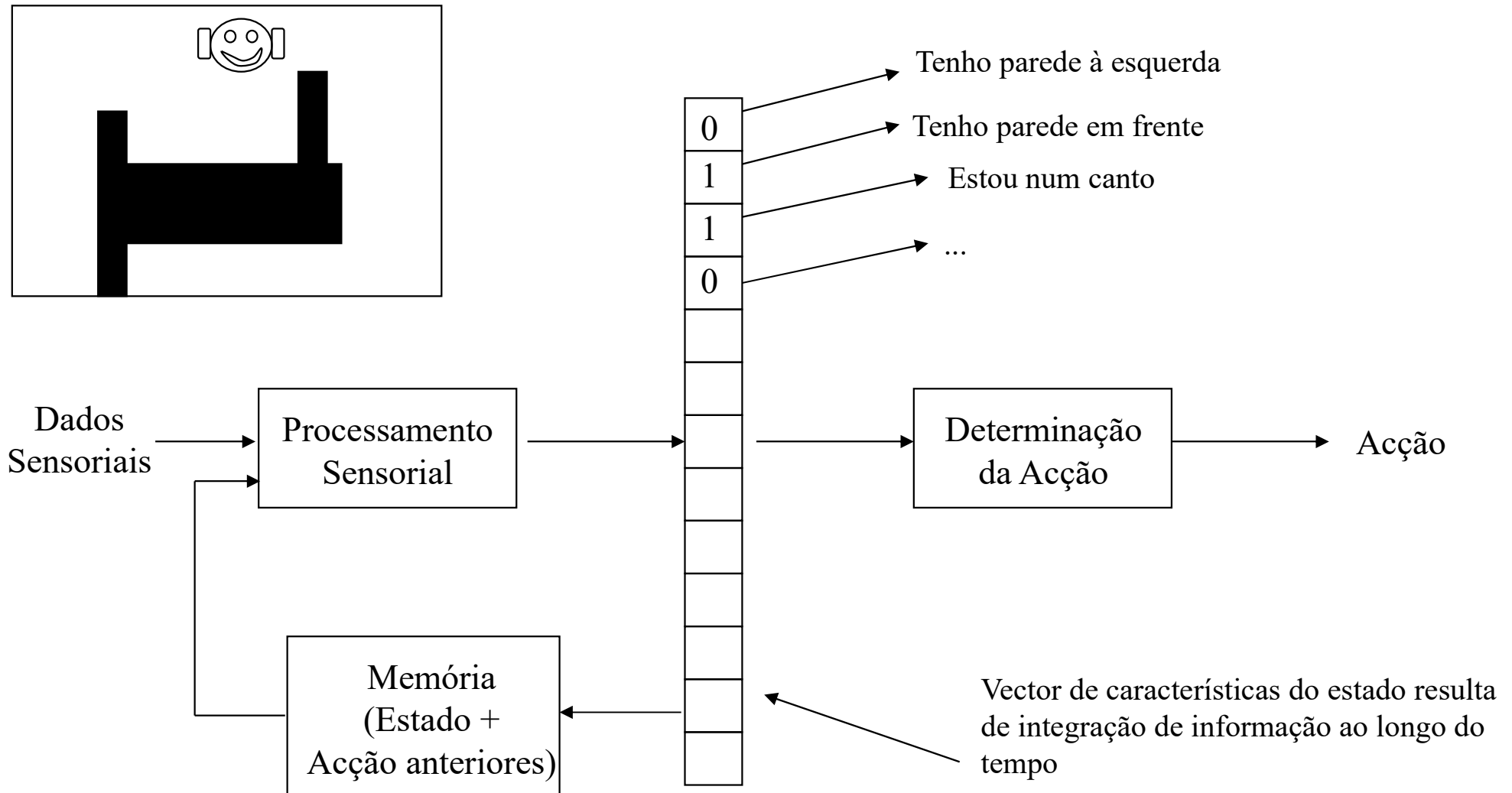
# Representando a percepção através de um vector de características



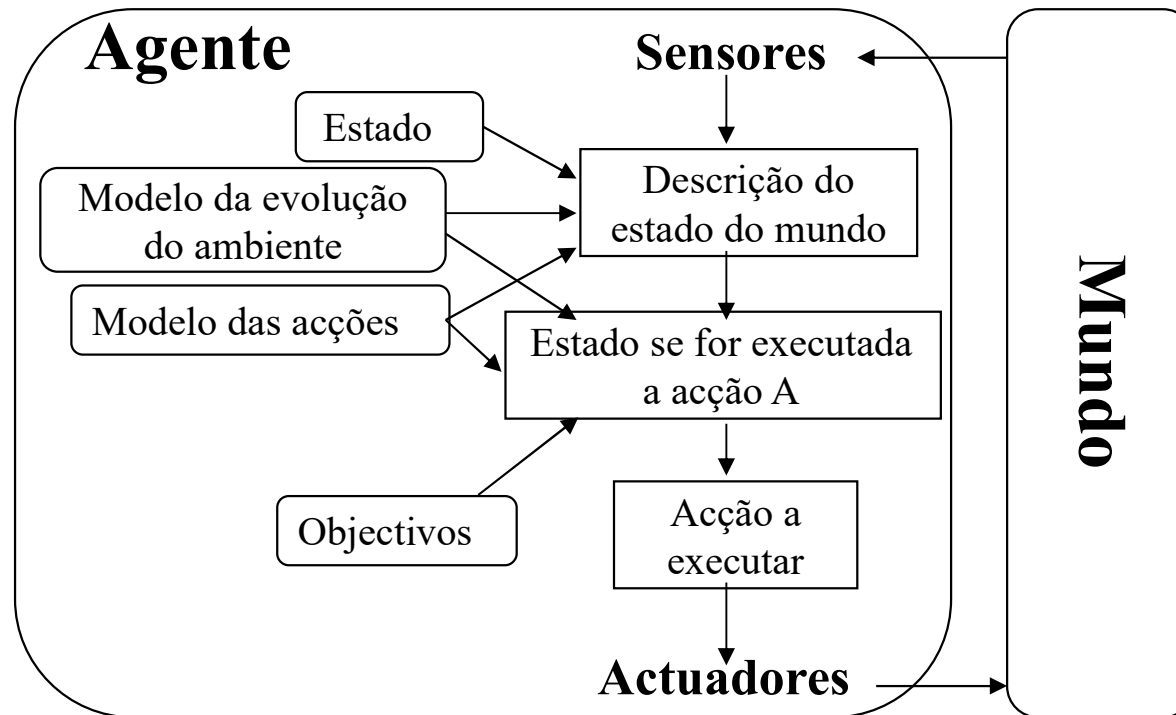
# Agente reactivo: com estado interno



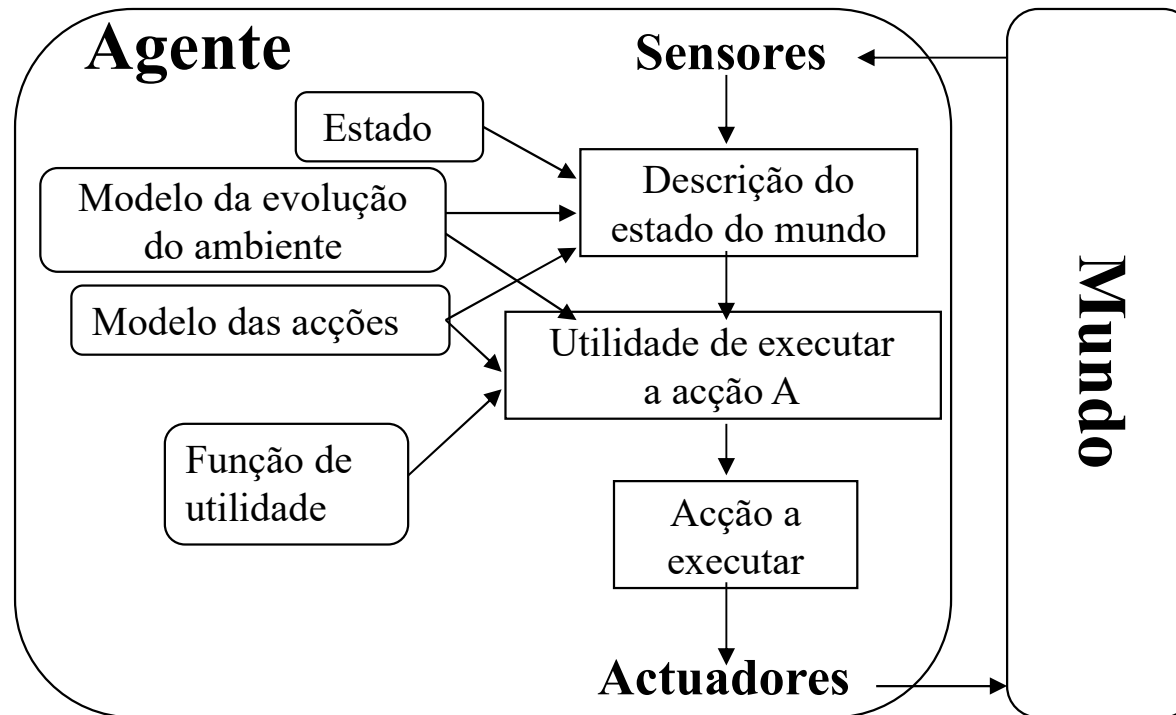
# Representando a percepção através de um vector de características: agente com estado



# Agente deliberativo: orientado por objectivos



# Agente deliberativo: orientado por função de utilidade



# Propriedades do mundo de um agente

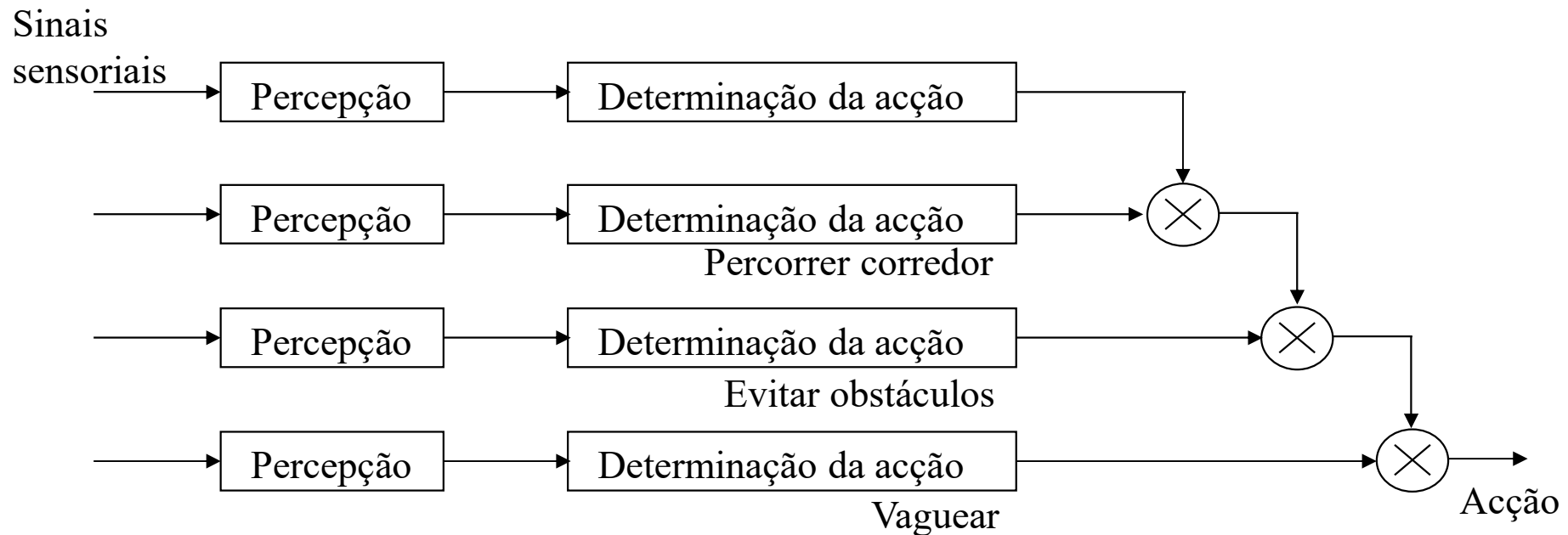
- Acessibilidade – o mundo é “acessível” se os sensores do agente permitem obter uma descrição completa do estado do mundo; o mundo será “efectivamente acessível” se é possível obter toda a informação relevante ao processo de escolha das acções.
- Determinismo – o mundo é “determinístico” se o estado resultante da execução de uma acção é totalmente determinado pelo estado actual e pelos efeitos esperados da acção.
- Mundo episódico – no caso em que cada episódio de percepção-acção é totalmente independente dos outros.
- Dinamismo – o mundo é “dinâmico” se o seu estado pode mudar enquanto o agente delibera; caso contrário, o mundo diz-se “estático”.
- Continuidade – o mundo é “contínuo” quando a evolução do estado do mundo é um processo contínuo ou sem saltos; caso contrário o mundo diz-se “discreto”.



# Mundo de um agente: Exemplos

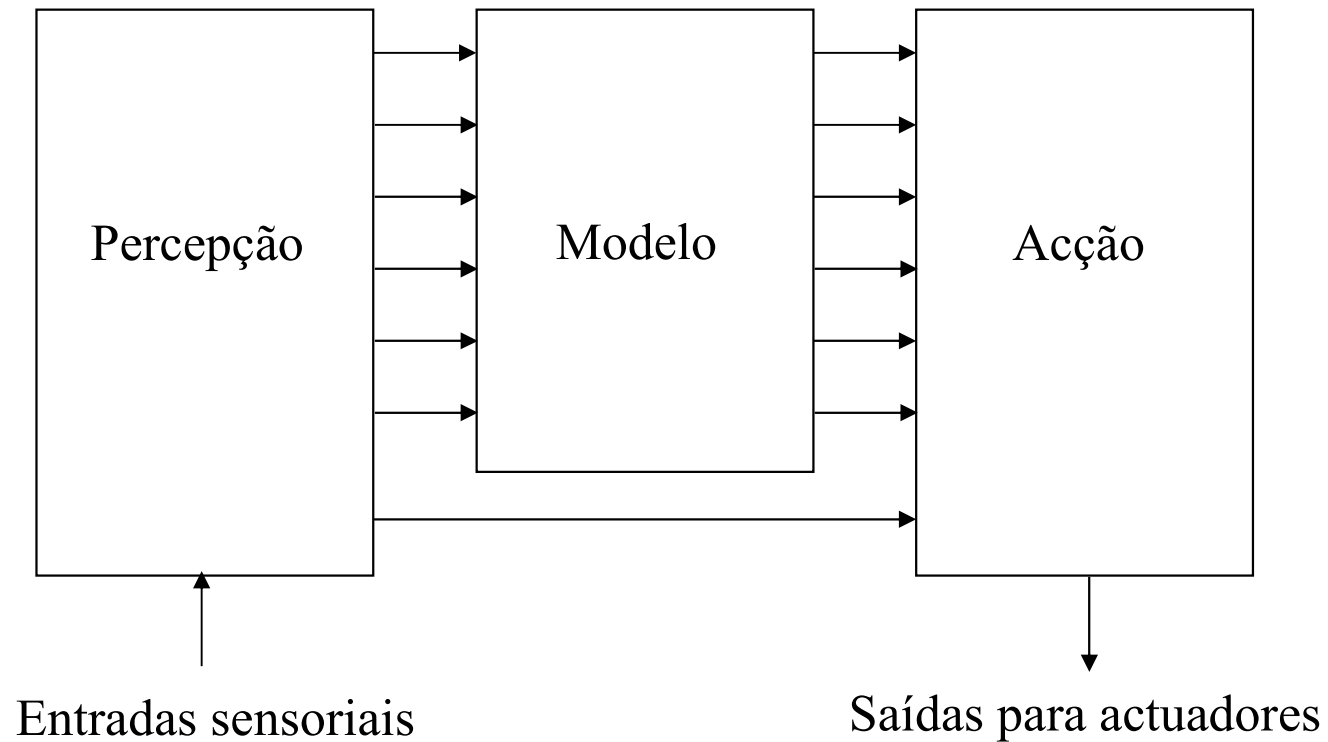
Mundo	Acessível	Determinístico	Episódico	Dinâmico	Contínuo
Xadrês s/ relógio	Sim	Sim	Não	Não	Não
Xadrês c/ relógio	Sim	Sim	Não	Semi	Não
Poker	Não	Não	Não	Não	Não
Condução de carro	Não	Não	Não	Sim	Sim
Diagnóstico médico	Não	Não	Não	Sim	Sim
Sistema de análise de imagem	Sim	Sim	Sim	Semi	Sim
Manipulação robótica	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Controlo de refinaria	Não	Não	Não	Sim	Sim
Tutor de Inglês interactivo	Não	Não	Não	Sim	Não

# Arquitecturas de agentes: Subsunção

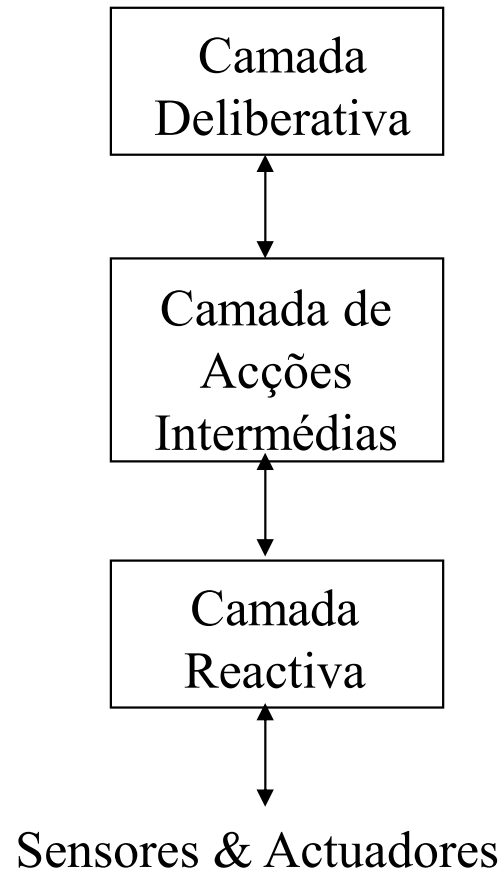


- A arquitectura de subsunção [Brooks,1986; Connell,1990] procura estabelecer a ligação entre percepção e acção a vários níveis – daqui resulta uma organização em camadas.
- A camada mais baixa é a mais reactiva.
- O peso da componente deliberativa aumenta à medida que se sobe na estrutura de camadas.

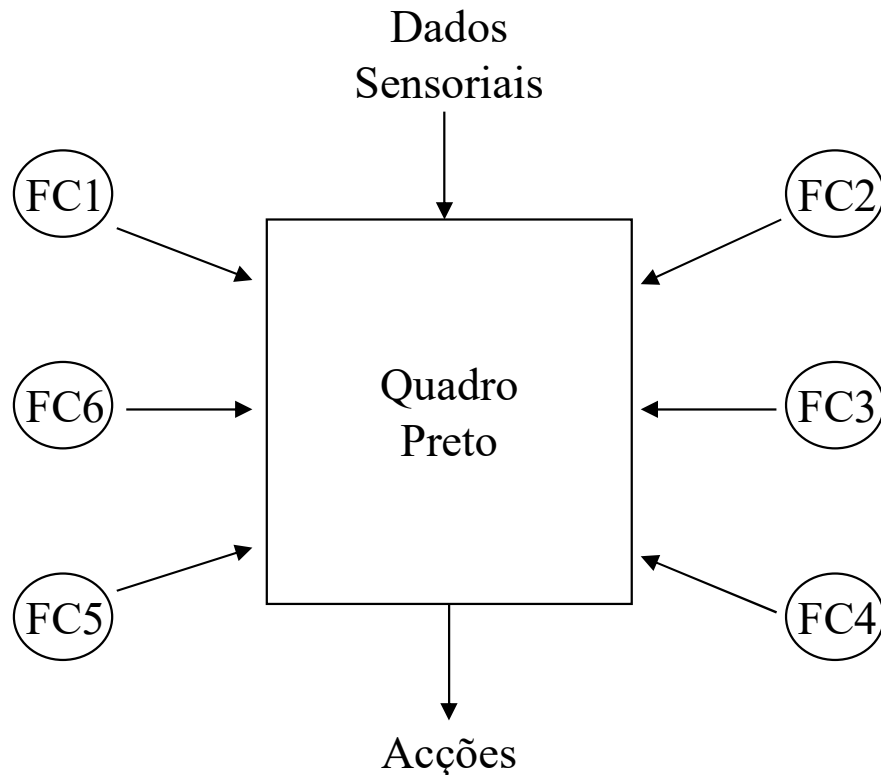
# Arquitecturas de Agentes: Três Torres



# Arquitecturas de Agentes: Três Camadas



# Sistemas de Quadro Preto



- Podem ser vistos como uma elaboração dos sistemas reactivos com estado interno.
- Uma “fonte de conhecimento” (FC) é um programa que vai fazendo alterações no Quadro Preto.
- Uma FC pode ser vista como um especialista num dado domínio.
- Tipicamente, cada FC rege-se por um conjunto de regras de situação-acção.

# Arquitecturas de Agentes: CARL

