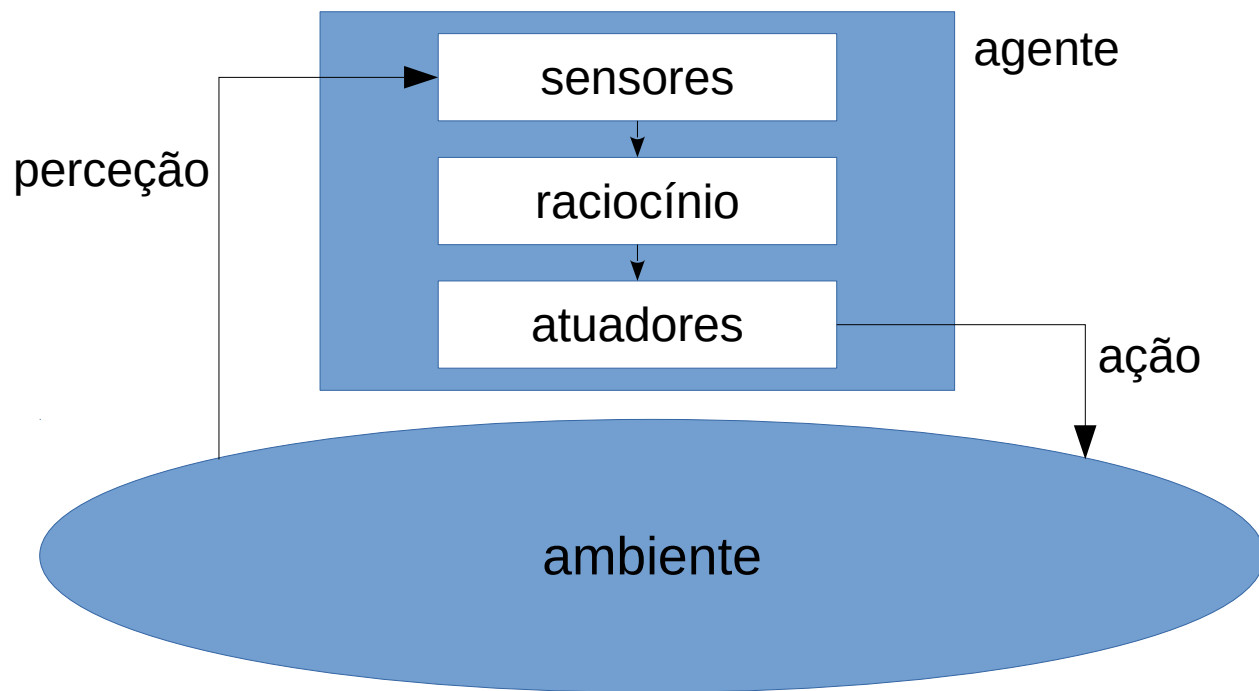


# Agentes Inteligentes

# agente inteligente



# raciocínio do agente

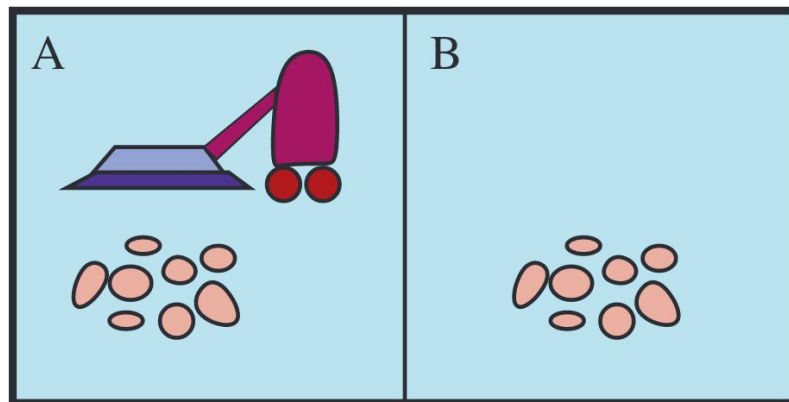
função / programa

que decide que ação tomar em função da percepção



# o robô aspirador

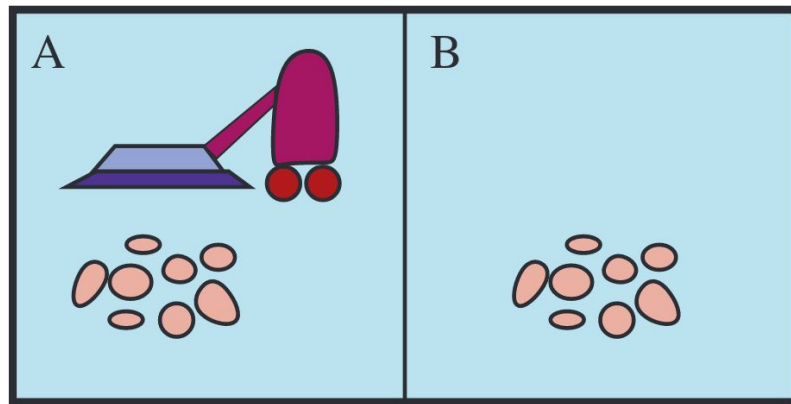
- ambiente
  - 2 locais: A e B
  - sujidade: verdadeiro, falso
- percepção
  - local
  - sujidade
- ação
  - mover: para a direita, para a esquerda
  - aspirar
  - nada



# o robô aspirador

- raciocínio simples

percepção [local, sujidade]	ação
[A, Falso]	mover para a direita
[A, Verdadeiro]	aspirar
[B, Falso]	mover para a esquerda
[B, Verdadeiro]	aspirar



problemas?

como melhorar?

medida  
de custo

# custo

não há uma medida de custo universal

um problema pode admitir várias medidas de custo

o contexto do problema ajuda a definir

- custo de cada ação:  $<0 \mid 0 \mid >0$
- ...

o problema (caderno de encargos) pode ter uma medida de custo já definida

*nota:* minimizar custo = maximizar desempenho (ou utilidade)

# caraterísticas do contexto I

- observabilidade
  - completa
  - local (ex: só vê sujidade na própria célula)
- nº de agentes
  - agente único
  - multi-agente: competitivo, colaborativo, misto
    - comunicação

# caraterísticas do contexto II

- determinismo
  - determinista
  - estocástico (nem sempre com probabilidades associadas)
    - pode decorrer de observabilidade local...
    - incerto
- episódios
  - episódico (ex: classificador)
  - sequencial (ex: navegador)



# caraterísticas do contexto III

- dinâmica
  - estático: só há alterações por ação do agente
  - dinâmico: ambiente pode mudar sem intervenção do agente
  - semi-dinâmico: medida de utilidade depende do tempo gasto
    - mas ambiente não muda por si
- discretização: estados, perceções, ações, tempo
  - discreto: ex. xadrez – estado, perceção, ação
  - contínuo: ex. condução autónoma

# contextos (exemplos)

<b>ambiente</b>	<b>observabil.</b>	<b>agentes</b>	<b>determin.</b>	<b>episódios</b>	<b>dinâmica</b>	<b>discretiz.</b>
palavras cruzadas	completa	único	determin.	sequencial	estático	discreto
xadrez c/ relóg.	completa	multi	determin.	sequencial	semi	discreto
poker	parcial	multi	estocástico	sequencial	estático	discreto
gamão	completa	multi	estocástico	sequencial	estático	discreto
condução	parcial	multi	estocástico	sequencial	dinâmico	contínuo
diag. méd.	parcial	único	estocástico	sequencial	dinâmico	contínuo
análise img	completa	único	determin.	episódico	semi	contínuo
robot manip	parcial	único	estocástico	episódico	dinâmico	contínuo
control quím	parcial	único	estocástico	sequencial	dinâmico	contínuo
tutor interat.	parcial	multi	estocástico	sequencial	dinâmico	discreto

# agentes

## omnisciência

- só em ambientes estáticos (único agente), observabilidade completa, determinístico (ex. sudoku)
- noutros é necessário atuar para obter informação (explorar)
  - e atuar sob melhor estimativa

## aprendizagem

- aprender (ou não) a partir da própria experiência (ex. vespa)

## autonomia

- dependência de auxílio (aprendizagem aumenta autonomia)

# estrutura dos agentes

*agente = arquitetura + programa*

*arquitetura* = dispositivo com sensores e atuadores

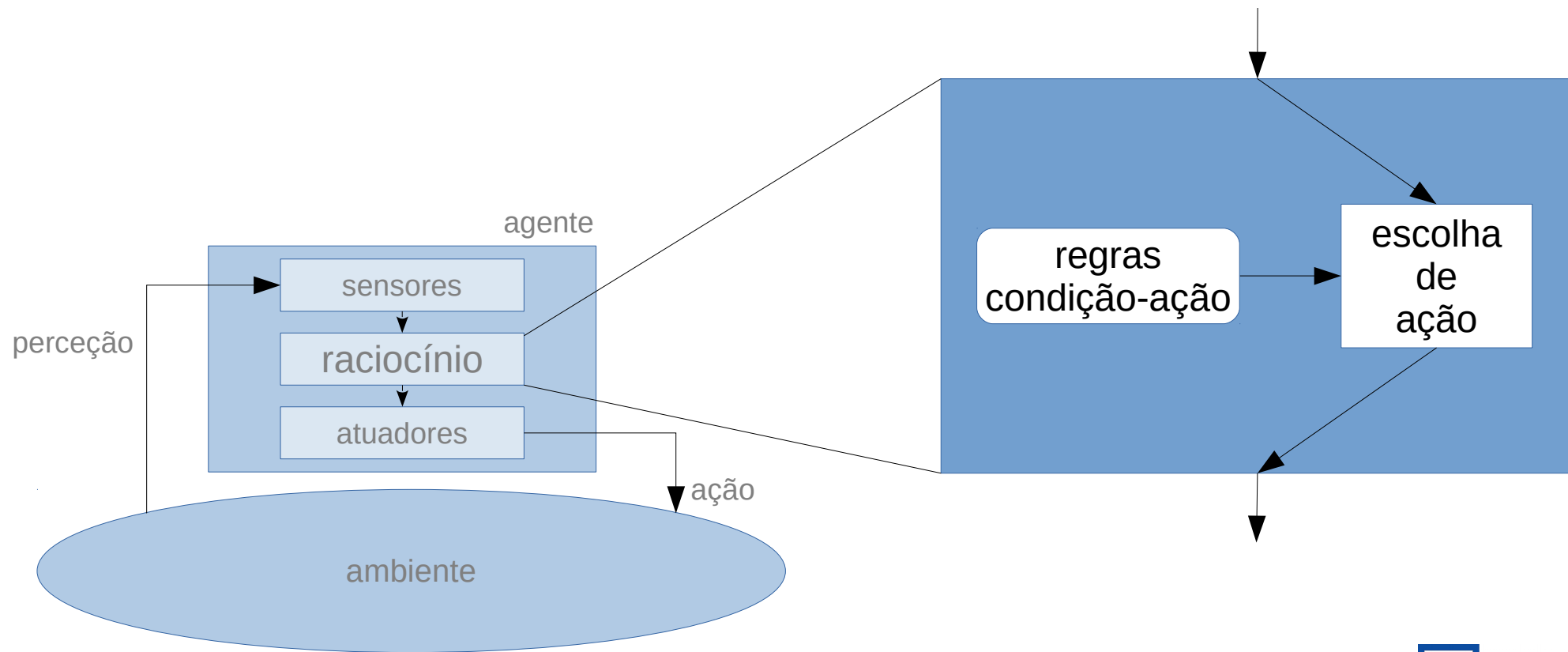
- corporização
  - agente corporizado: existe no mundo físico (mecânica, dinâmica, eletromagnetismo, ...) – muito difícil de prever...
  - agente não corporizado – ex. *web crawler*

# programação de agentes

o raciocínio (ver diagr. slide 3)

- reflexos simples
  - reflexos baseados em modelos
  - baseado em objetivos
  - baseado em custo
- 
- aprendizagem

# reflexos simples



# reflexos – função

**função** AGENTE-REFLEXO-SIMPLES (*percepção*) **retorna** ação

**persistente:** *regras*, conjunto de regras condição–ação

*situação*  $\leftarrow$  INTERPRETA-ENTRADA (*percepção*)

*regra*  $\leftarrow$  EMPARELHA-REGRA (*situação*, *regras*)

*ação*  $\leftarrow$  *regra*.AÇÃO

**retorna** ação

# reflexos – condição-ação

- regra condição-ação

**se** temperatura inferior a `limiar` **então** liga aquecedor

- revendo aspirador

**se** sujidade **então** aspira

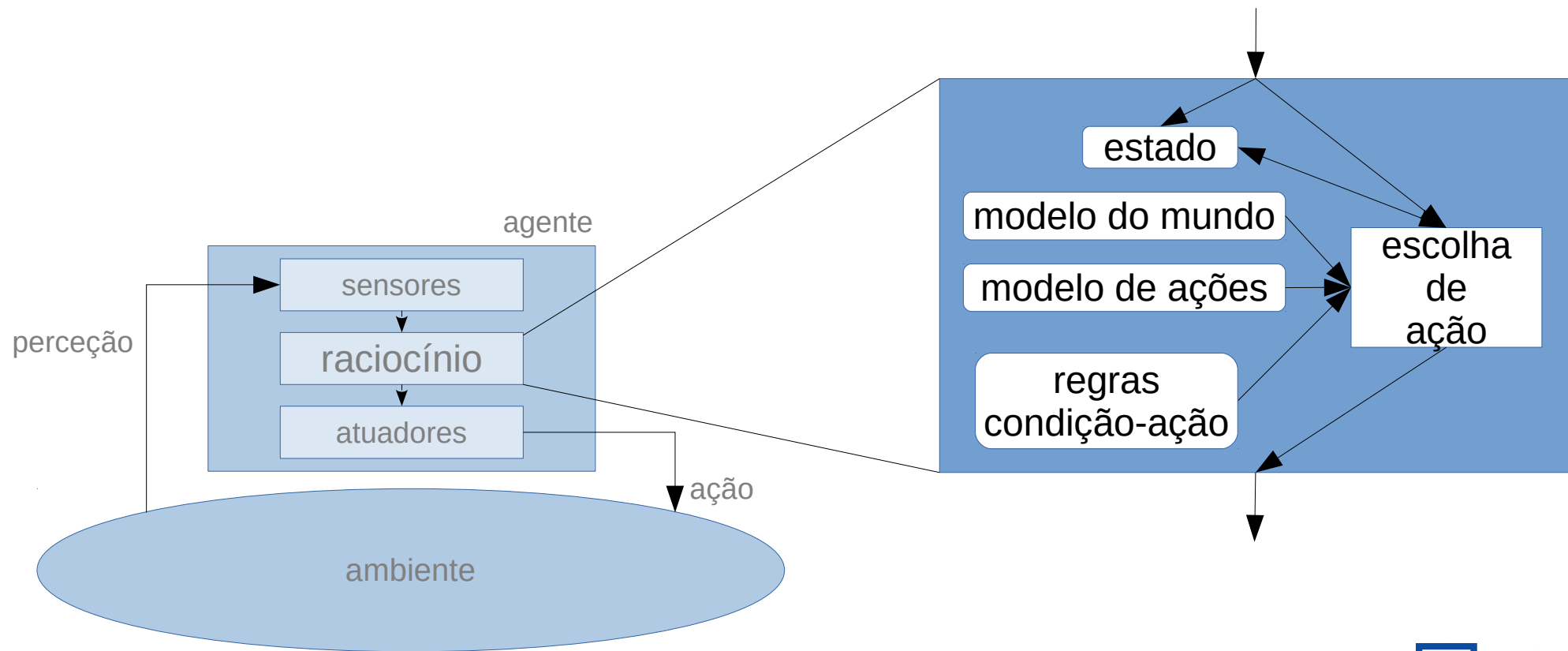
**se**  $\neg$ sujidade **e** local é A **então** mover para a direita

**se**  $\neg$ sujidade **e** local é B **então** mover para a esquerda

imediatismo do raciocínio



# reflexos baseados em modelos



# reflexos baseados em modelo

## – função

**função** AGENTE-REFLEXO-BASEADO-EM-MODELO (*percepção*) **retorna** ação

**persistente:** *estado*, como o agente considera estar o contexto

*modelo*, como o próximo estado depende do atual e da ação

*regras*, conjunto de regras condição–ação

*ação*, a ação ação mais recente (inicialmente nenhuma)

*estado* ← ATUALIZA-ESTADO (*estado*, *ação*, *percepção*, *modelo*)

*regra* ← EMPARELHA-REGRA (*estado*, *regras*)

*ação* ← *regra*.Ação

**retorna** ação

# reflexos baseados em modelos

## - memória

o estado é uma forma de memória

- permite realizar ações diferentes em estados do mundo idênticos  
ex. aquecedor com memória

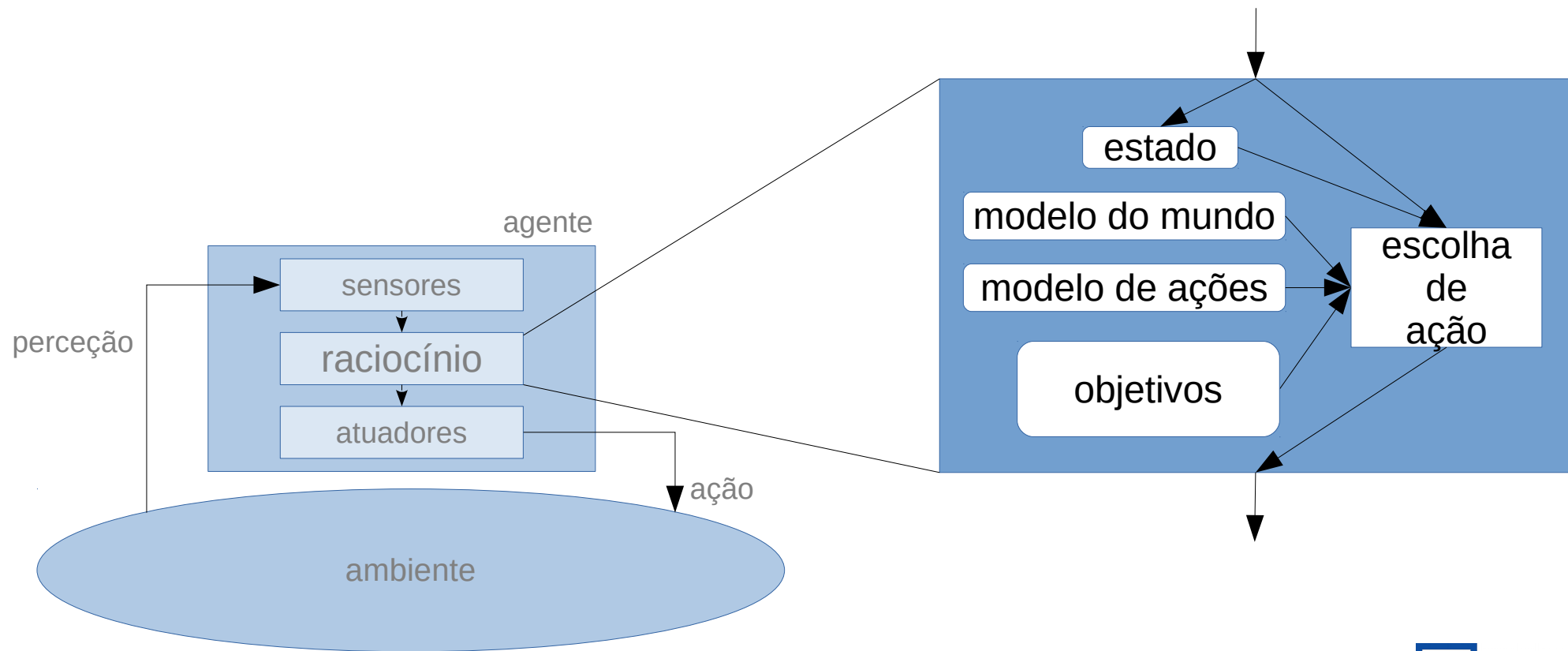
**se** temperatura inferior a `limiar` **e**  
está desligado há mais de 5 minutos **então** liga aquecedor

o modelo do mundo (e das suas ações) permite prever

ex: **se** carro adiante pisca à direita **então** desacelera

continua a ser um modelo reativo (mas mais elaborado)

# raciocínio baseado em objetivos



# raciocínio com objetivos I

importante para agentes com mais complexidade

ex: como reage um agente condutor reativo ao chegar a um cruzamento?

outra vantagem é a de os objetivos serem mutáveis

- ex: conduz para casa, conduz para a praia X, conduz para a rua Y

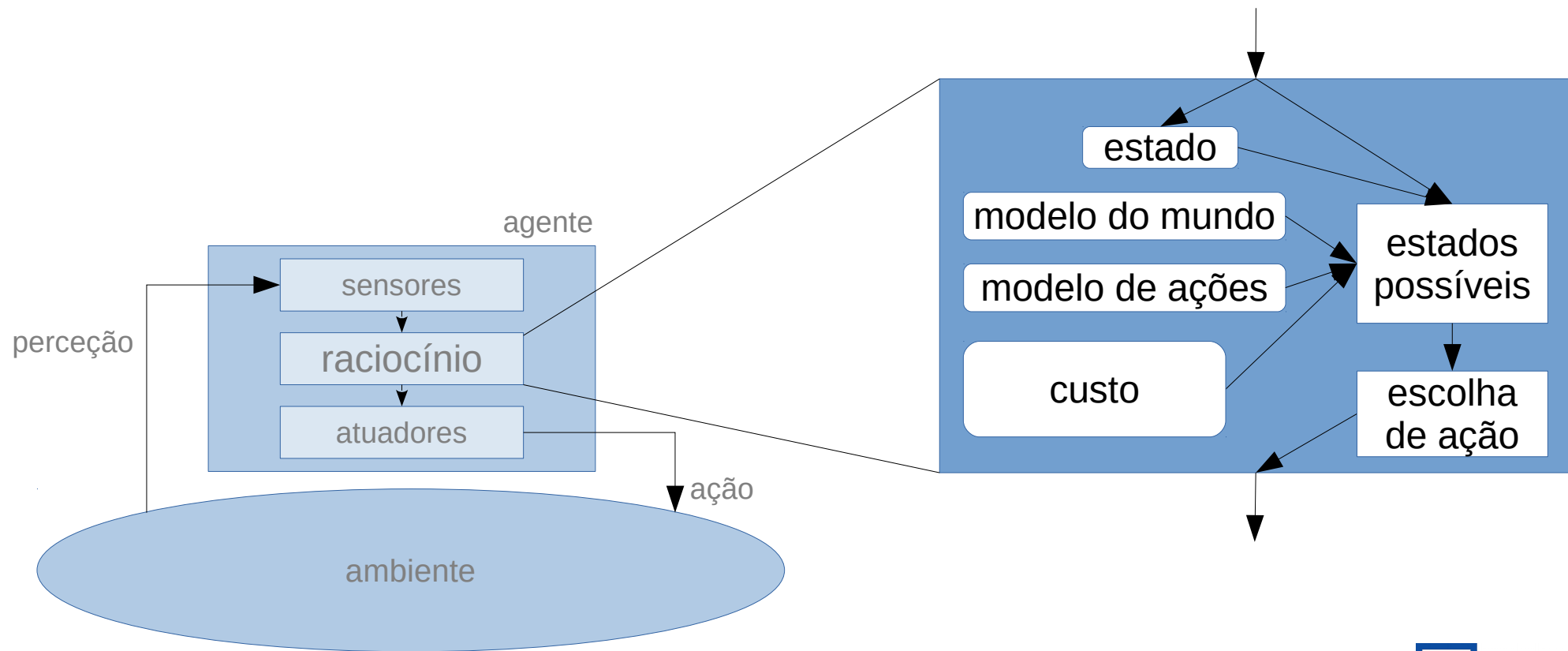
possibilita a pró-atividade do agente

# raciocínio com objetivos II

quando o objetivo é estipulado externamente

- pode ser necessário fazer uma **procura** de uma sequência de ações que permita atingi-lo
- ou delinear um **plano** uma sequência de ações, através de um conjunto de sub-objetivos
  - articulando sequenciais com paralelos

# raciocínio baseado em custo



# raciocínio baseado em custo

várias sequências permitem atingir o mesmo objetivo

- escolha pode ser feita usando medida de custo (complementar de utilidade)

permite

- expectativas de custo a longo prazo
- não determinismo (associando probabilidades a resultados)
- especificar vários objetivos com graus de preferência



# aprendizagem

em vez de o humano escrever todo o programa

agente aprende por si

- de raíz (*from scratch*) – mais difícil
- ou com algum conhecimento à partida
- no limite inferior pode ser apenas adaptação de valores de parâmetro
- no limite superior...  
de aprendizagem automática<sup>2</sup> em diante...

**YOU SEE, WHEN  
WE STARTED  
THINKING FOR YOU**

**IT BECAME OUR WORLD**

imgflip.com