

# *Inteligência Artificial*

---

## Agentes Inteligentes



# *Sumário*

- Agentes e Ambientes
  - Função do Agente
- Racionalidade
  - Medida de Desempenho
  - Obtenção de Informações
  - Autonomia
- Natureza dos Ambientes
  - PEAS
- Estrutura dos Agentes



# *Agentes Inteligentes*

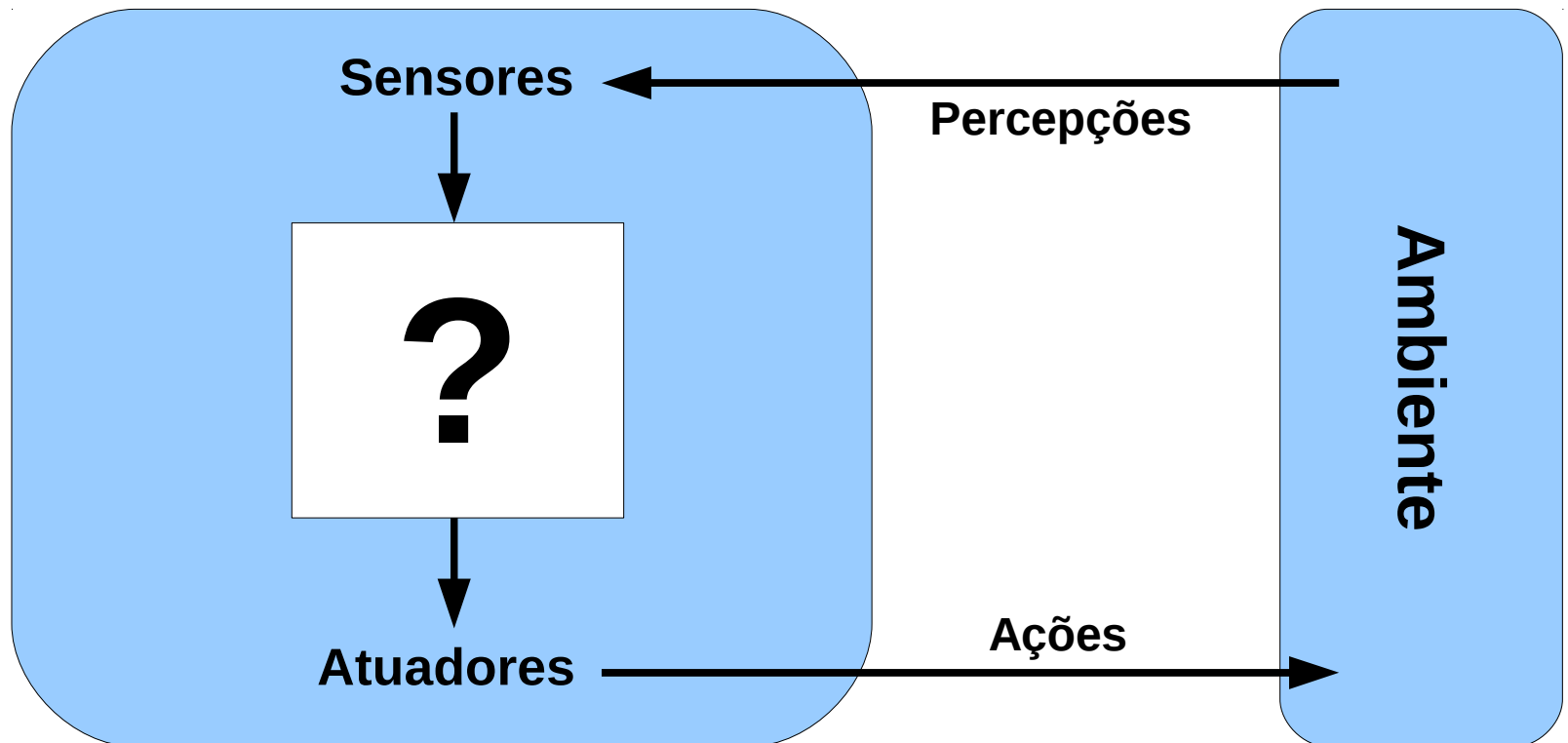
---

## Agentes e Ambientes



# Agente

- Um *agente* é qualquer coisa que:
  - *Perceba* o ambiente por meio de sensores; e
  - *Atue* sobre o ambiente por meio de atuadores



# Agente Humano

**Atuador  
(Membros)**

**Sensor  
(Olhos)**

**Sensor  
(Nariz)**



Alair Dias Júnior





# Agente Robô

**Sensor  
(Câmeras)**

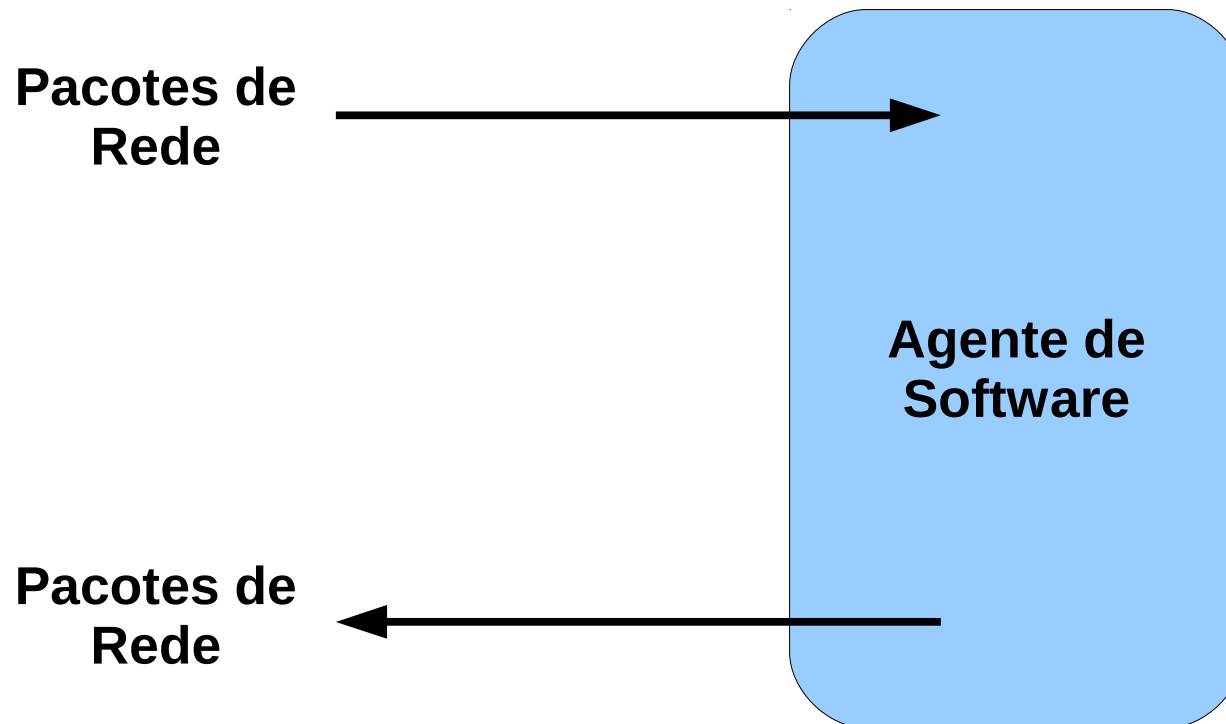
**Atuador  
(Braço)**



Alair Dias Júnior



# *Agente de Software*



# Sequência de Percepções

- O termo **percepção** refere-se à percepção instantânea do ambiente pelo agente
- A **Sequência de Percepções** engloba a história de tudo o que o agente já percebeu
- Em geral, a escolha de uma **ação** apropriada pelo agente depende de toda sua **Sequência de Percepções** até o momento da ação





# Função do Agente

- A *Função do Agente* mapeia sequências de percepções para uma ação

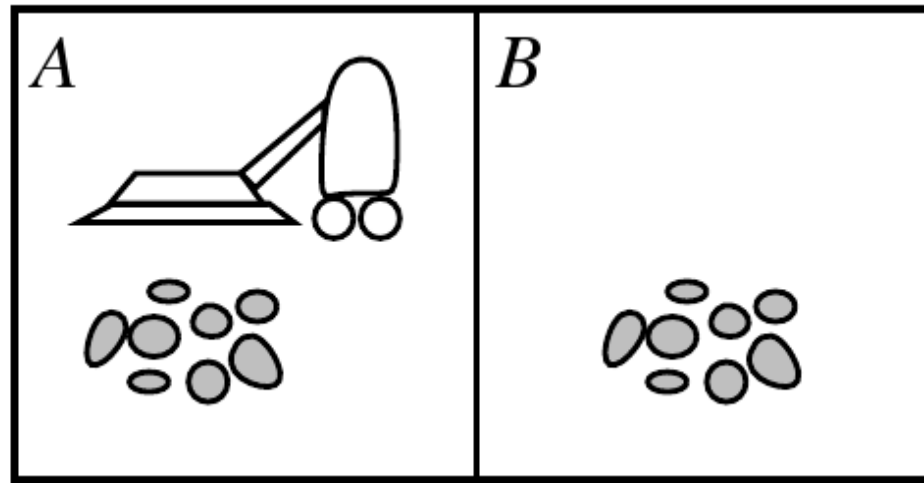
$$f : \mathcal{P}^* \longrightarrow \mathcal{A}$$

- O *Programa do Agente* executa sobre a arquitetura física para produzir  $f$

Entidade	Modelo Matemático	Representação
Função do Agente	Algoritmo	Programa



# O Mundo do Aspirador de Pó



- Percepções: Lugar e Estado do Lugar
  - $[A, \text{dirty}]$
- Ações: *Left, Right, Suck, NoOp*



# *Tabela Percepção-Ação*

Percept sequence	Action
$[A, Clean]$	<i>Right</i>
$[A, Dirty]$	<i>Suck</i>
$[B, Clean]$	<i>Left</i>
$[B, Dirty]$	<i>Suck</i>
$[A, Clean], [A, Clean]$	<i>Right</i>
$[A, Clean], [A, Dirty]$	<i>Suck</i>
$\vdots$	$\vdots$

Esta tabela é infinita, a menos que se defina um limite para a sequência de percepções do agente



# *Agentes Inteligentes*

---

Racionalidade

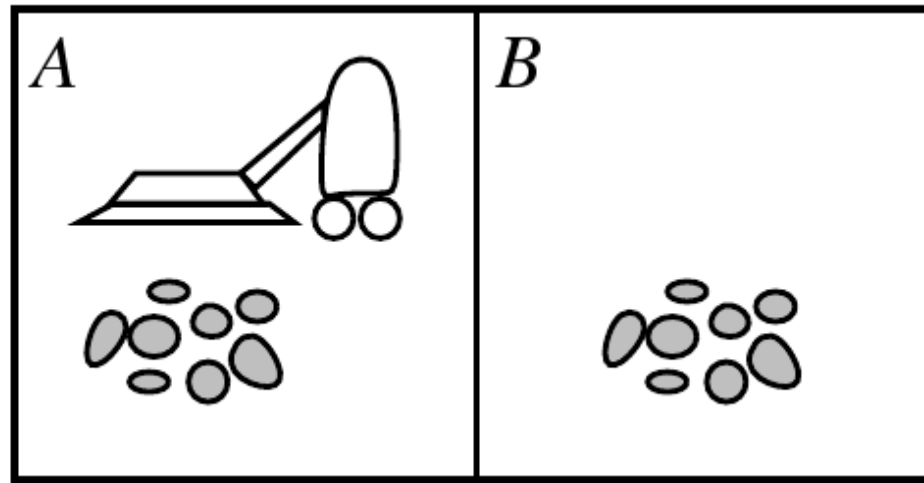


# O que torna um Agente inteligente ou estúpido?

- *Um agente racional é aquele que faz a coisa certa*
  - Todas as entradas da tabela para a *função do agente* estão corretas
- O que significa *fazer a coisa certa*?
  - A coisa certa é a que leva o agente a ser mais bem sucedido
    - Necessária uma medida de desempenho



# O Mundo do Aspirador de Pó

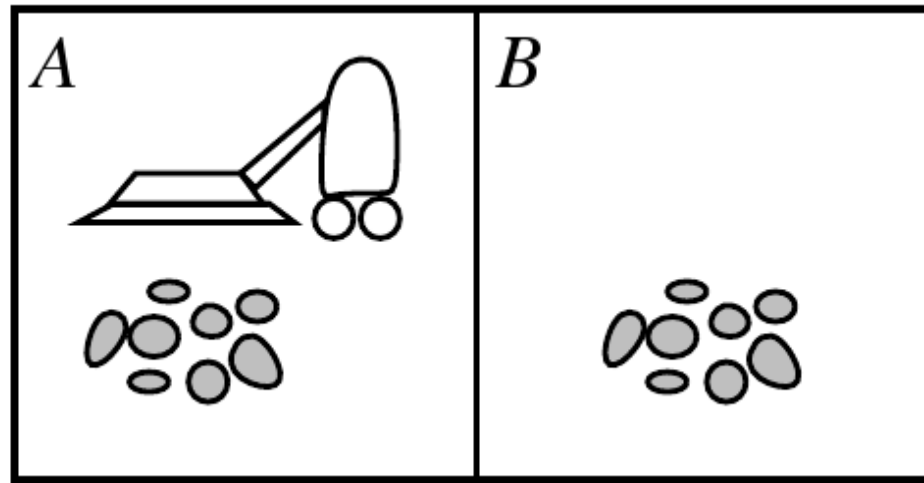


- Qual medida de desempenho é indicada para este caso?





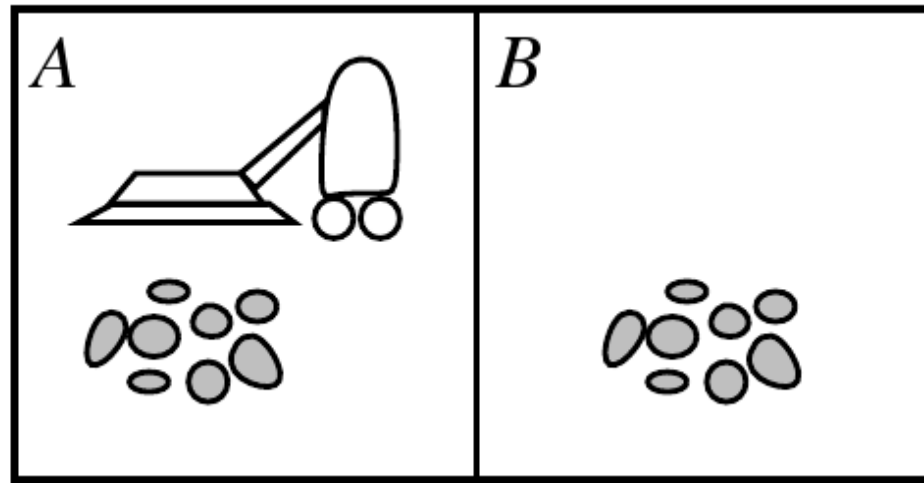
# O Mundo do Aspirador de Pó



- Qual medida de desempenho é indicada para este caso?
- Quantidade de sujeira aspirada em um turno de oito horas



# O Mundo do Aspirador de Pó



- Qual medida de desempenho é indicada para este caso?
- Um ponto para cada quadrado limpo a cada para cada instante de tempo
  - Penalidades por gasto de eletricidade, barulho, quando o número de quadrados sujos  $> k$ , etc.



# *Medida de Desempenho*

## *Regra Geral*

- *É melhor definir a medida de desempenho a partir do que é realmente desejado do agente, em vez de defini-la de acordo com o que se pensa que o agente deva fazer*



# Medida de Desempenho

- A mesma medida de desempenho pode ser atingida por agentes empregando estratégias diferentes
  - Agente 1: Limpa os 2 quadrados e depois *descansa* por um período longo
  - Agente 2: Limpa 1 quadrado, descansa por um curto período, depois limpa o outro quadrado, descansa por um curto período de tempo,...
- A questão de decidir a estratégia, neste caso, é filosófica!



# Racionalidade

- Racionalidade, em um determinado instante depende de 4 coisas:
  - A *medida de desempenho* que define o critério para o sucesso
  - O *conhecimento prévio* do agente sobre o ambiente
  - As *ações* que o agente pode efetuar
  - A *sequência de percepções* do agente até o momento



# *Agente Racional*

- Um *agente racional* escolhe uma *ação* para a qual **espera-se** que seja maximizado o valor de sua *medida de desempenho*, dada a *sequência de percepções* até o momento e seu *conhecimento prévio* do ambiente.





# Agente Racional

- O comportamento descrito abaixo é racional?

```
function REFLEX-VACUUM-AGENT( [location,status] ) returns an action
  if status = Dirty then return Suck
  else if location = A then return Right
  else if location = B then return Left
```



# Agente Racional

- O comportamento descrito abaixo é racional?

```
function REFLEX-VACUUM-AGENT( [location, status]) returns an action
  if status = Dirty then return Suck
  else if location = A then return Right
  else if location = B then return Left
```

- Depende! Qual a medida de desempenho? O que se sabe sobre o ambiente? Quais os sensores e atuadores do agente?



# O Mundo do Aspirador de Pó

- A medida de desempenho garante 1 ponto para cada quadrado limpo a cada instante de tempo
- A *geografia* do ambiente é conhecida a priori (2 quadrados A e B)
- A ação *Suck* limpa o quadrado. Quadrados limpos permanecem limpos
- As ações *Left* e *Right* movem o agente para a esquerda e para a direita, a menos que levem o agente para fora do ambiente
- As ações disponíveis são *Left*, *Right*, *Suck* e *NoOp* (não faz nada)
- O agente percebe sua localização (*A* ou *B*) e se o quadrado corrente está sujo (*dirty*)



# Agente Racional

- Dadas as circunstâncias anteriores, o agente que executa o algoritmo dado anteriormente, é racional

```
function REFLEX-VACUUM-AGENT( [location,status] ) returns an action
  if status = Dirty then return Suck
  else if location = A then return Right
  else if location = B then return Left
```

- E se a medida de desempenho impusesse ao agente uma penalidade para cada movimentação?



# *Racionalidade*

- Racionalidade  $\neq$  Onisciência
  - Sensores podem não fornecer todas as informações relevantes
- Racionalidade  $\neq$  Clarevidência
  - Resultado das ações pode não ser conforme o esperado
- Racionalidade  $\neq$  Perfeição
  - **Racionalidade** maximiza o desempenho **esperado** e **perfeição** maximiza o desempenho **final**



# Obtenção de Informações

- Pode ser necessário executar ações para modificar percepções futuras
  - Olhar para os dois lados antes de atravessar a rua
- Em um ambiente desconhecido, pode ser necessário fazer uma ***Exploração***
  - O *Mundo do Aspirador de Pó* pode não ser totalmente conhecido a priori





# Aprendizagem Besouro do Estrume

- Se a bola de estrume for retirada durante a rota, ele continua sua *programação* como se a bola ainda estivesse lá



# Aprendizagem *Vespa Cavadora*



- Cava buraco
- Caça uma lagarta
- **Arrasta a lagarta**
- Confere o buraco
- Puxa a lagarta para dentro
- Bota seus ovos



# Autonomia

- Um agente que utiliza somente o conhecimento prévio de seu projetista não possui autonomia
  - Não consegue compensar conhecimento prévio incorreto ou incompleto



Alair Dias Júnior



# *Agentes Inteligentes*

---

## Natureza dos Ambientes



# ***PEAS*** ***(DAAS)***

- Descrição **PEAS**
  - **P**erformance (**D**esempenho)
  - **E**nvironment (**A**mbiente)
  - **A**ctuators (**A**tuadores)
  - **S**ensors (**S**ensores)



# PEAS

## *Taxi Automático*

Medida de Desempenho	Ambiente	Atuadores	Sensores
Segurança, rapidez, conforto do passageiro, maximização de lucro	Estradas, ruas, avenidas, outros veículos, pedestres, clientes	Direção, acelerador, freio, setas, buzina, saída para comunicação com o cliente	Câmera, ultrassom, velocímetro, GPS, odômetro, teclado (microfone), sensores do motor





# ***PEAS***

## ***Controlador de Refinaria***

Medida de Desempenho	Ambiente	Atuadores	Sensores



# *Propriedades do Ambiente*

- Totalmente Observável
  - Não é necessário guardar estados internamente
  - Ex: Mundo do Aspirador de Pó, com um sensor de sujeira em cada quadrado
- Parcialmente Observável
  - Pode ser causado por inexatidão dos sensores, ou por estados não captados pelos sensores
  - Necessário guardar estados internamente
  - Ex: Táxi automático



# Propriedades do Ambiente

- Determinístico
  - Próximo estado é determinado completamente pelo estado atual e a ação do agente
  - Se determinístico, exceto pela ação de outros agentes, o ambiente é **estratégico**
  - Exemplo: O Mundo do Aspirador de Pó (como descrito anteriormente)
- Estocástico
  - Ambientes Parcialmente Observáveis podem parecer estocásticos
  - Exemplo: Táxi automático



# Propriedades do Ambiente

- Episódico
  - Para atingir o sucesso, não é necessária uma cadeia de ações
    - Ações no presente não afetam ações no futuro
  - Exemplo: Separação de itens defeituosos em uma linha de montagem
- Sequencial
  - Ações passadas influenciam a tomada de decisão e o futuro
  - Exemplo: Xadrez



# Propriedades do Ambiente

- Estático
  - O ambiente não se modifica enquanto o Agente está *deliberando*
  - Exemplo: Jogo de Pôquer
- Dinâmico
  - O ambiente se modifica enquanto o Agente está *deliberando*
    - Se o agente não se decidiu, conta como se tivesse decidido não fazer nada
    - Semidinâmico: O ambiente não modifica com o tempo, mas a medida de desempenho sim
  - Exemplo: Táxi automático (dinâmico)



# *Propriedades do Ambiente*

- Discreto
  - Transição dos valores ocorre em saltos
    - Estado
    - Tempo
    - Percepções
    - Ações
  - Exemplo: Xadrez
- Contínuo
  - Transição dos valores ocorre suavemente
  - Exemplo: Piloto Automático de um Avião



# *Propriedades do Ambiente*

- Único Agente
  - Um único agente age no ambiente
  - Exemplo: Jogo de Paciência
- Múltiplos Agentes
  - Múltiplos agentes agem no ambiente
  - Cooperativo
  - Competitivo
  - Parcialmente Competitivo
  - Exemplo: Táxi automático



# *Agentes Inteligentes*

---

## Estrutura dos Agentes





# Tipos Básicos de Agentes

- Agente de Reflexo Simples
  - Escolha da ação baseada na percepção atual
- Agente de Reflexo Baseado em Modelo
  - Escolha da ação baseada na percepção atual aliada a um modelo de como o mundo evolui
- Agente Baseado em Objetivos
  - Escolha da ação é feita a partir de objetivos
- Agente Baseado em Utilidade
  - Escolha da ação é baseada no grau de *satisfação* atingido pelo agente



# Agente Baseado em Tabela

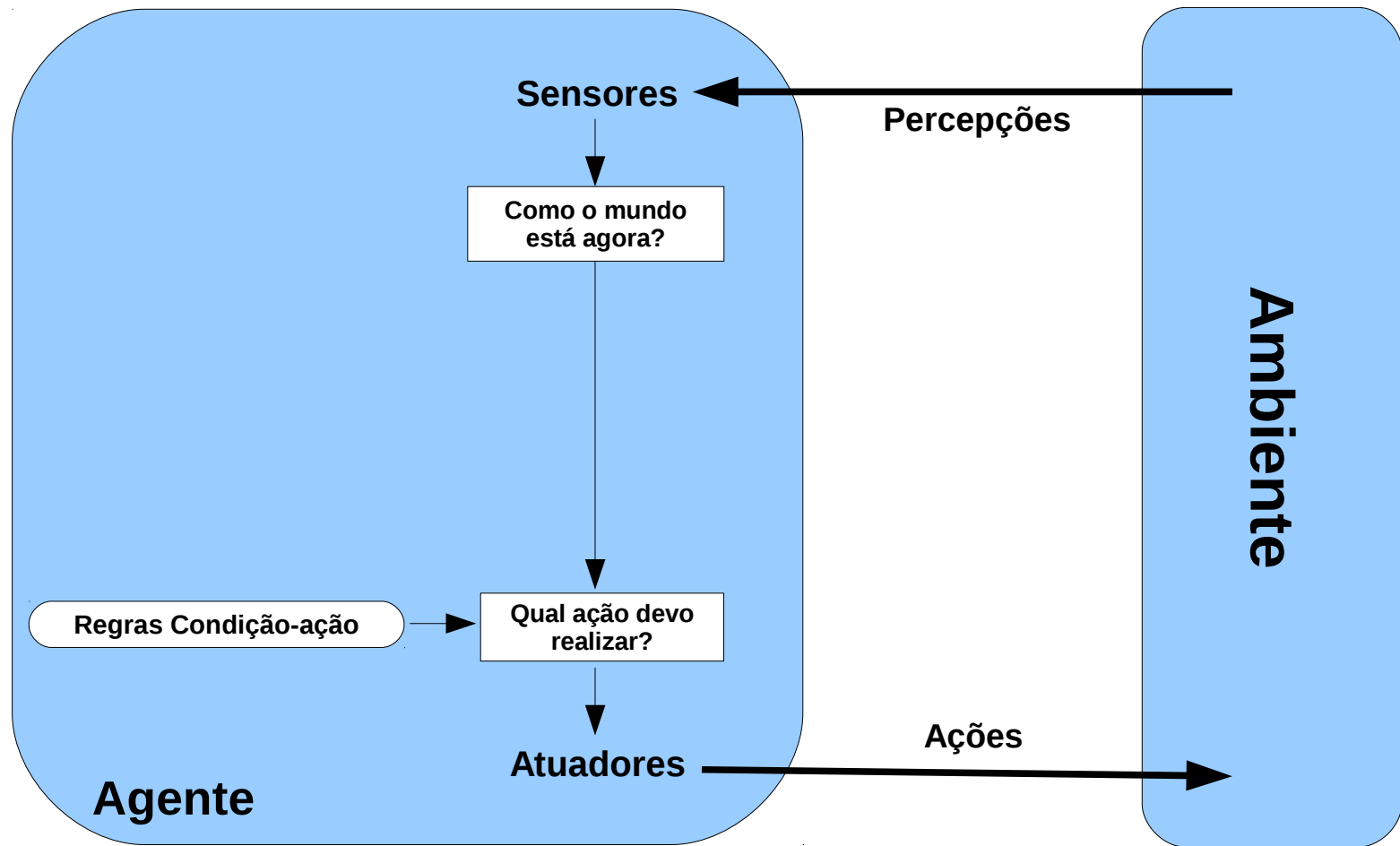
- O programa é chamado a cada nova percepção e retorna uma ação
- A sequência de percepções é guardada internamente

```
function AGENTE-BASEADO-EM-TABELA(percepção) retorna uma ação
  entradas: percepção, uma percepção
  estático: percepções, sequência, inicialmente vazia
               tabela, tabela de ações, indexada por sequências de
                  percepções, inicialmente totalmente especificada

  anexe percepção ao final de percepções
  ação ← LOOKUP(percepções, tabela)
  retorne ação
```



# Agentes de Reflexo Simples

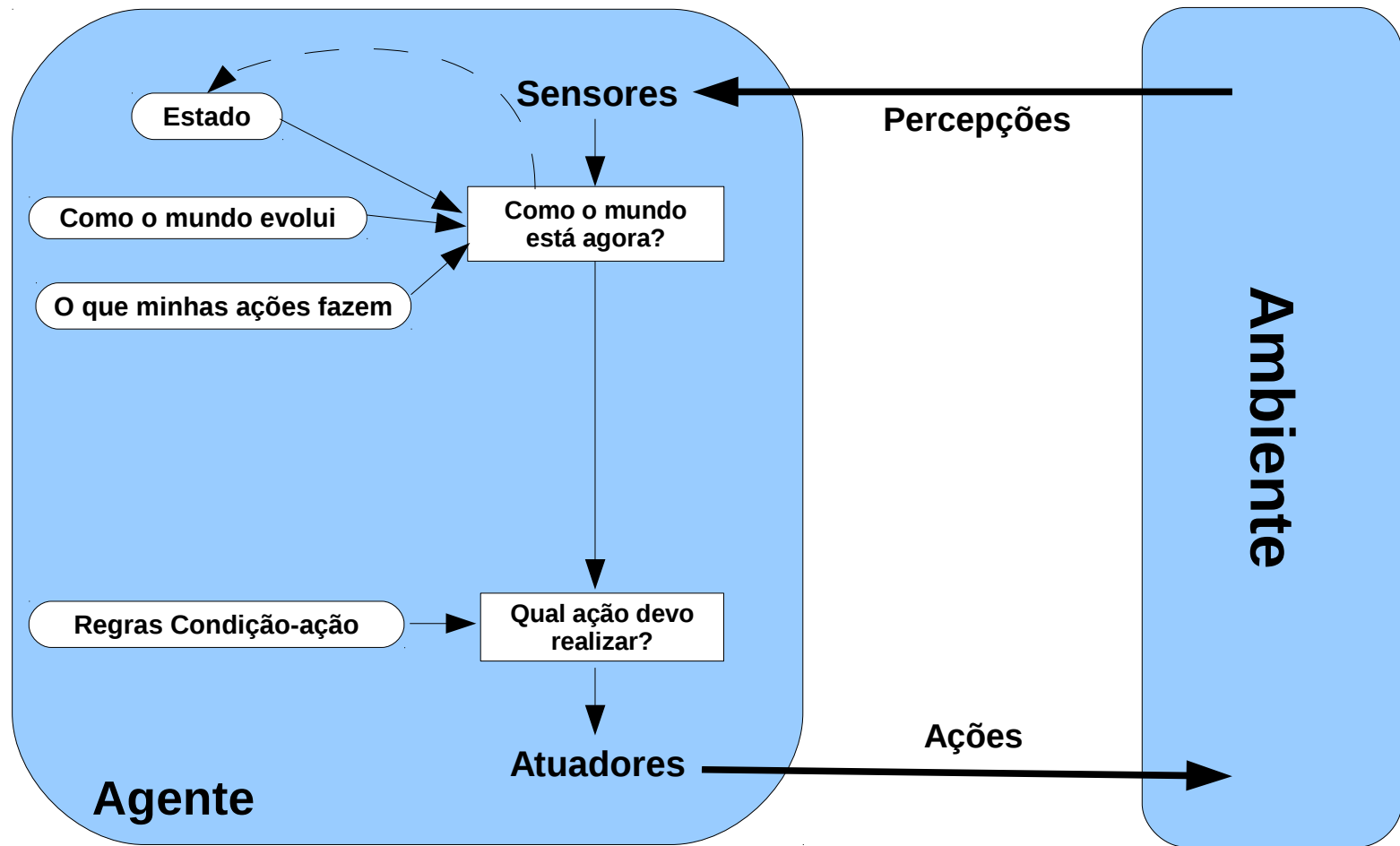


# Agentes de Reflexo Simples

```
function AGENTE-DE-REFLEXO-SIMPLES (percepção) retorna uma ação  
  entradas: percepção, uma percepção  
  estático: regras, um conjunto de regras condição-ação  
  
  estado ← INTERPRETA-ENTRADA (percepção)  
  regra ← CASAMENTO-DE-REGRAS (estado, regras)  
  ação ← REGRA-AÇÃO [regra]  
  retorne ação
```



# Agentes de Reflexo Baseados em Modelo

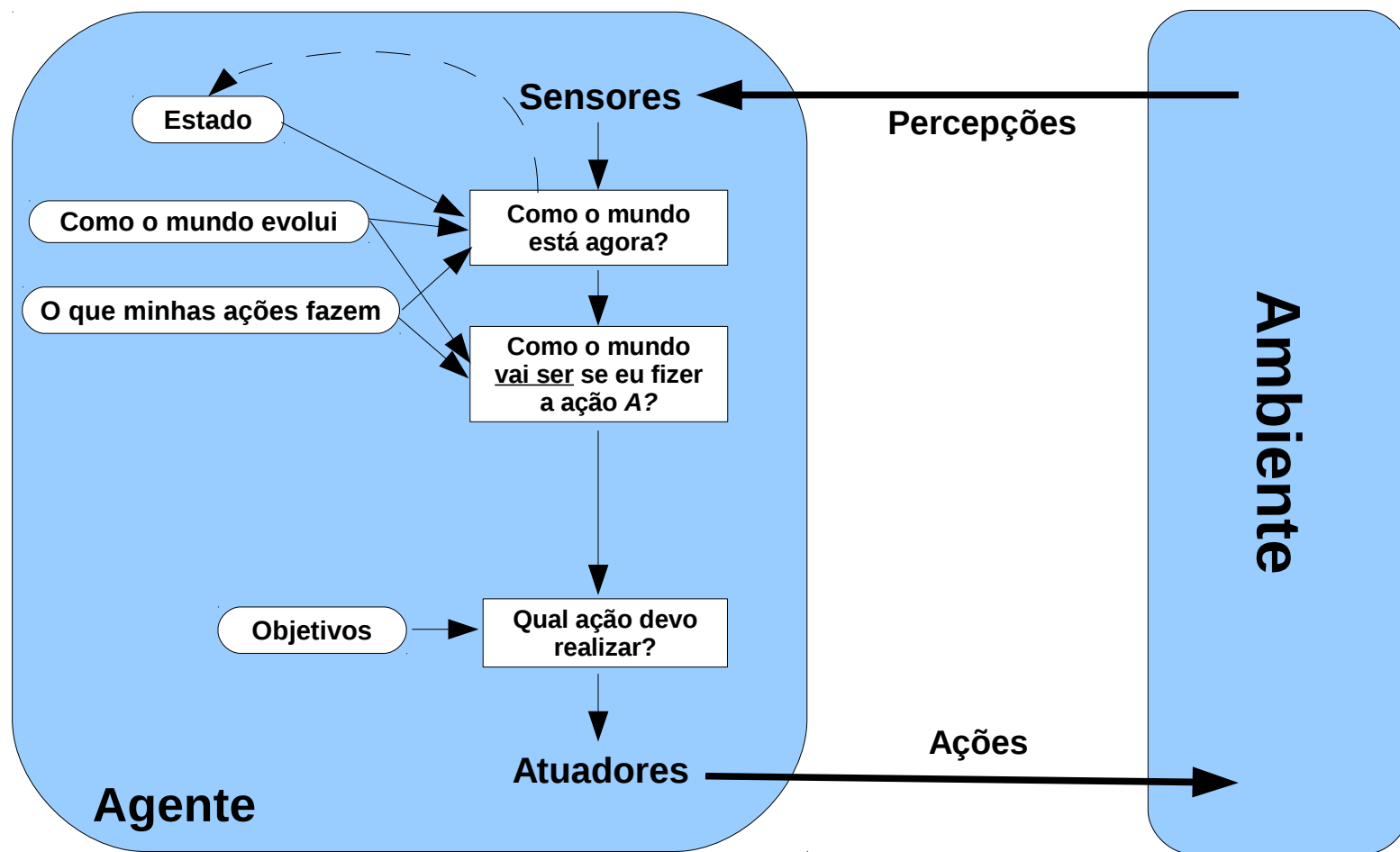


# Agentes de Reflexo Baseados em Modelo

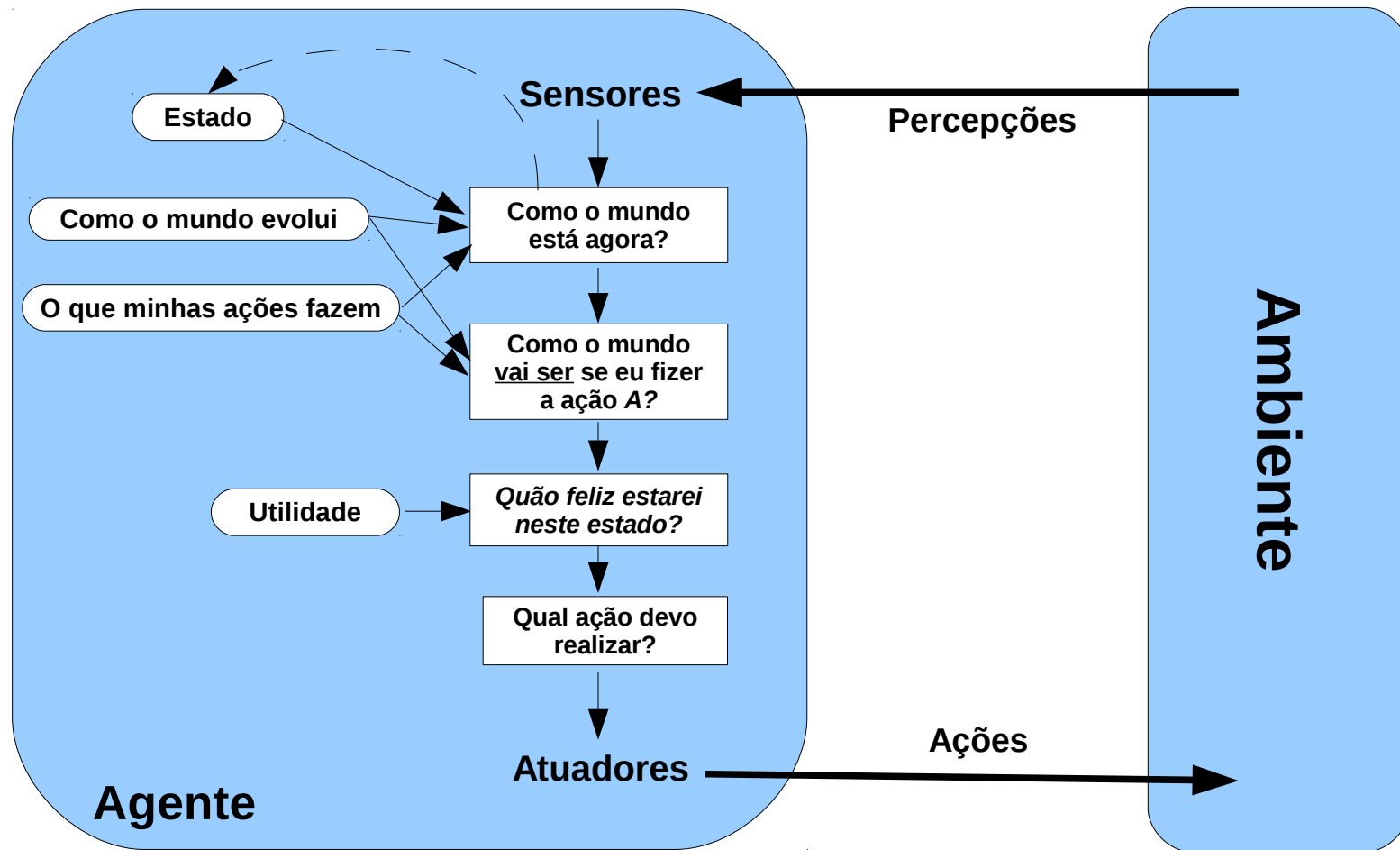
```
function AGENTE-DE-REFLEXO-COM-ESTADO(percepção) retorna uma ação  
  entradas: percepção, uma percepção  
  estático: regras, um conjunto de regras condição-ação  
             estado, uma descrição do estado atual do mundo  
             ação, a ação mais recente, inicialmente nenhuma  
  
  estado ← ATUALIZA-ESTADO(estado, ação, percepção)  
  regra ← CASAMENTO-DE-REGRAS(estado, regras)  
  ação ← REGRA-AÇÃO[regra]  
  retorne ação
```



# Agentes Baseados em Objetivos

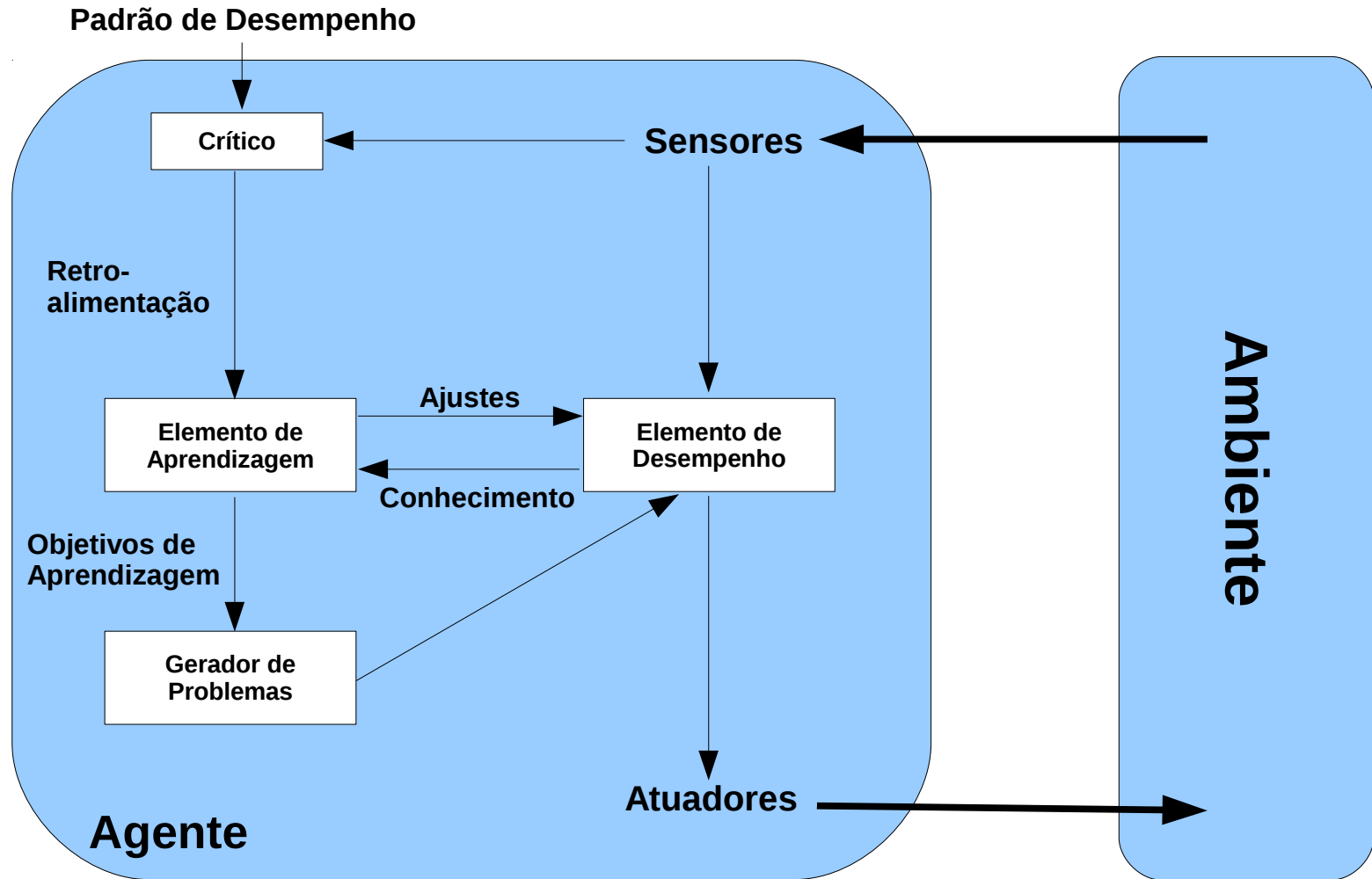


# Agentes Baseados em Utilidade





# Agentes que Aprendem



# *Agentes Inteligentes*

---

## Sugestões de Exercícios



# Exercícios

- 1) Desenvolva a descrição PEAS para cada um dos ambientes a seguir:
  - Robô jogador de futebol
  - Agente de compras de livros pela Internet
  - Robô autônomo para exploração em Marte
  - Assistente para prova de teoremas
  
- 2) Para cada um dos ambientes anteriores, indique o tipo (estático ou dinâmico, determinístico ou estocástico, etc) e selecione o tipo de agente mais adequado.



# Exercícios

- 3) Na versão modificada do *Mundo do Aspirador de Pó*, onde cada movimento é penalizado em um ponto, pode ser utilizado um agente do tipo *Reflexo Simples*?
- 4) Executar os códigos de exemplo do Mundo do Aspirador de Pó, disponíveis no site do livro texto da disciplina.

