

# Inteligência Artificial

Resolução de problemas  
por meio de busca



Prof. Chauã Queirolo



<https://github.com/chaua/inteligencia-artificial>

# Sumário

- Tipos de ambientes
- Tipos de agentes
- Agentes de resolução de problemas
- Problemas

# Tipos de Ambientes

# Tipos de Ambientes

Completamente observável **x** Parcialmente observável

Determinístico **x** Estocástico

Episódico **x** Sequencial

Estático **x** Dinâmico

Discreto **x** Contínuo

Agente único **x** Multi-agente

# Observável

## Completamente observável

- Os sensores do agente transcrevem de forma completa o estado do ambiente a cada instante de tempo
- Agente não precisa manter representação do estado internamente



## Parcialmente observável

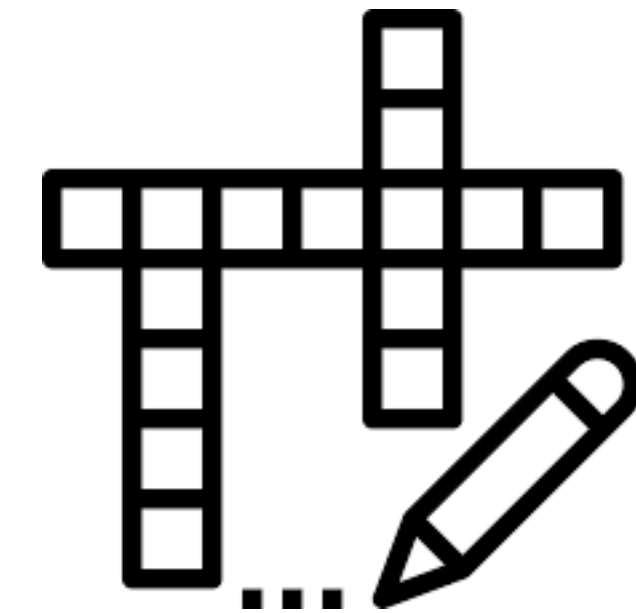
- Caso contrário



# Determinístico x Estocástico

## Determinístico

- O estado seguinte do ambiente é determinado somente em função do estado atual e da ação executada pelo agente
- Não há incerteza para o agente



## Estocástico

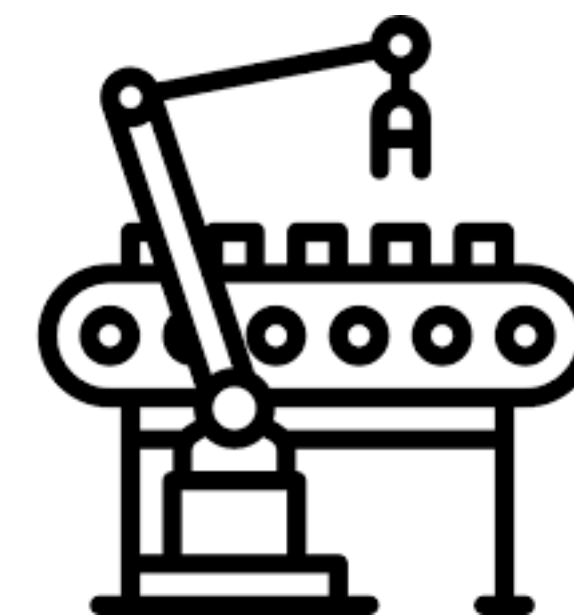
- Caso contrário



# Episódico x Sequencial

## Episódico

- A experiência do agente está dividida em episódios atômicos
- O próximo episódio não depende das ações dos episódios anteriores



## Sequencial

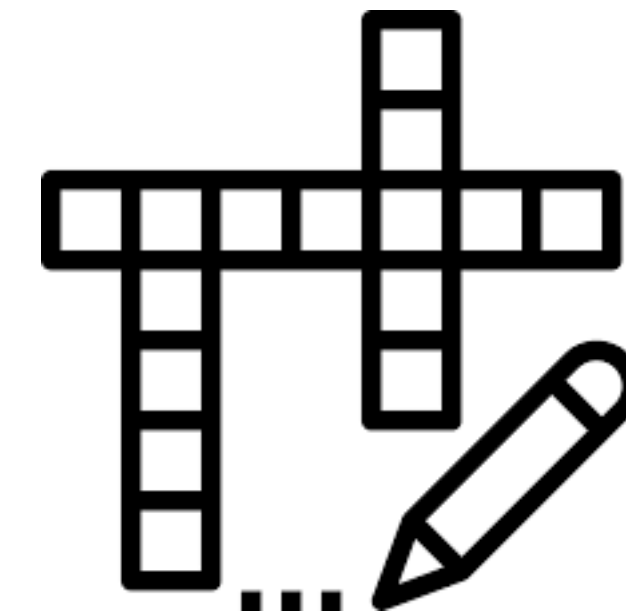
- A decisão atual afeta as decisões futuras



# Estático x Dinâmico

## Estático

- O ambiente não é alterado enquanto o agente decide que ação vai tomar



## Dinâmico

- Caso contrário



## Semi-dinâmico

- ambiente permanece inalterado com a passagem do tempo mas a qualidade do desempenho do agente é alterada

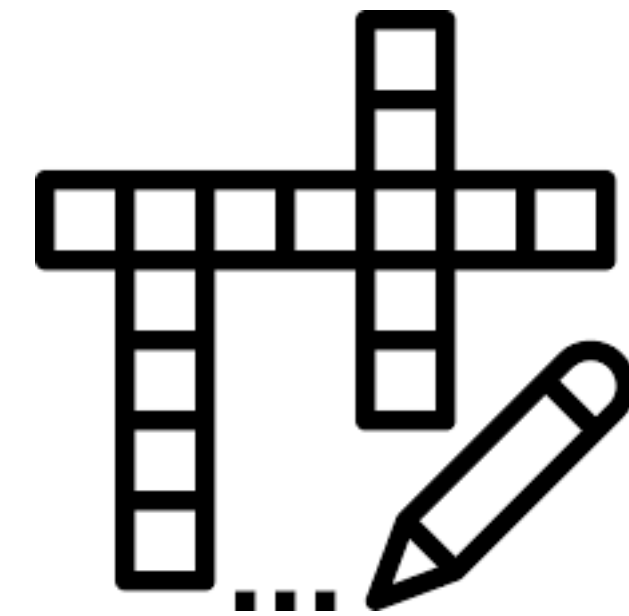




# Discreto x Contínuo

## Discreto

- O agente tem um número limitado de percepções e ações distintas que estão claramente definidas.



## Contínuo

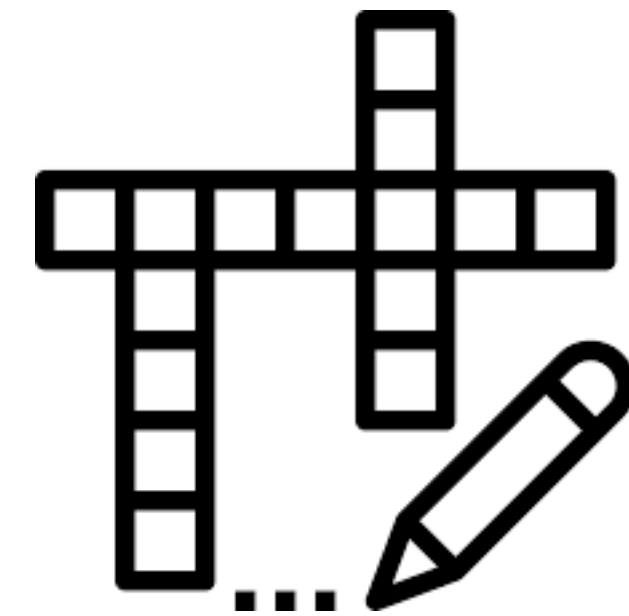
- Quando o agente deve lidar com grandezas contínuas sejam elas ligadas aos estados do ambiente, às percepções ou às ações



# Agente único x Multi-agente

## Agente único

- Só existe um agente no ambiente



## Multi-agente

- Se a outra entidade possui uma função de desempenho ou há comunicação entre as entidades



# Tipos de ambientes

- O tipo de ambiente determina o tipo do agente
- O mundo real é:
  - Parcialmente observável
  - Estocástico
  - Sequencial
  - Dinâmico
  - Contínuo
  - Multi-agente

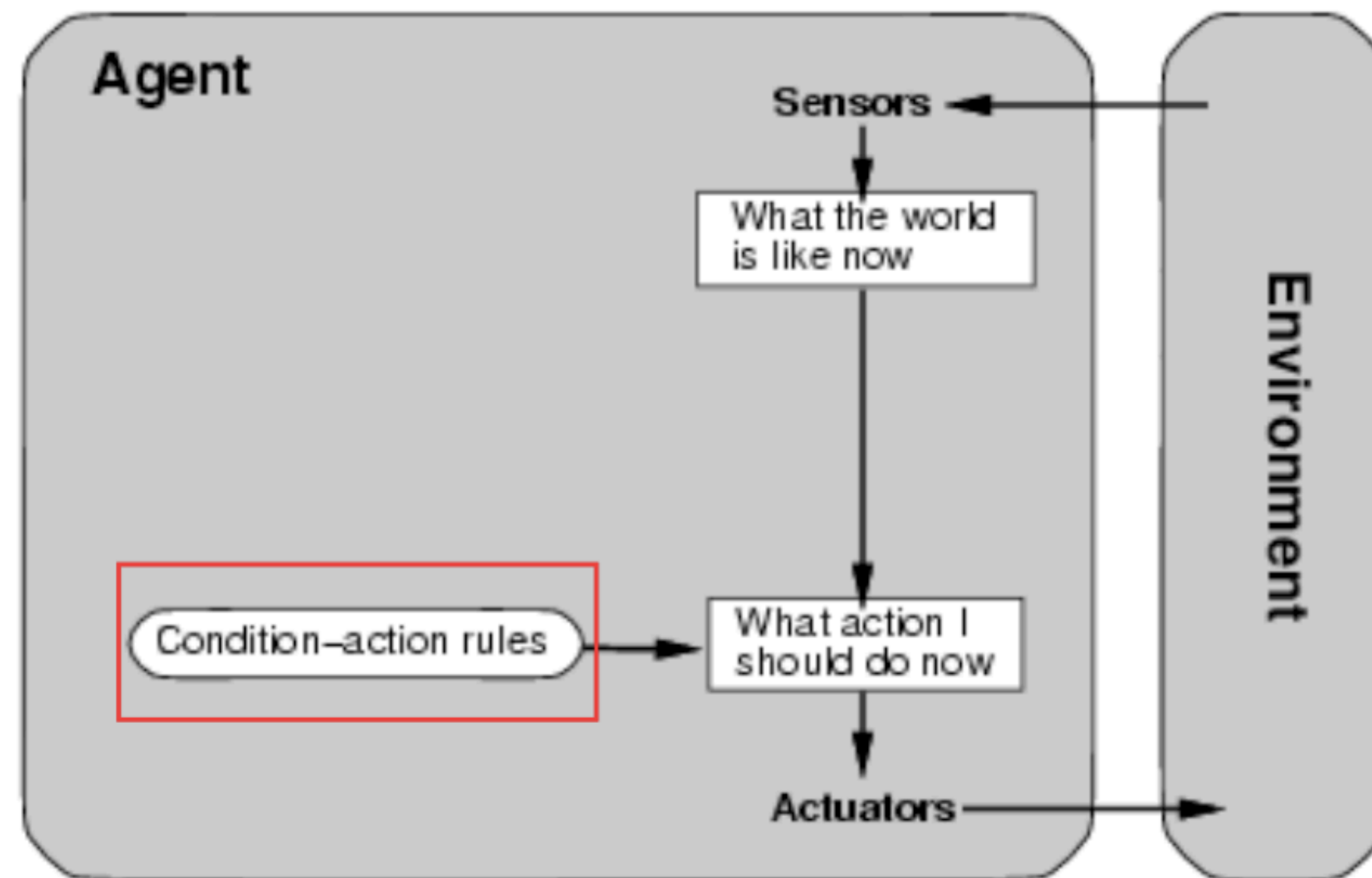
# Atividade

- Classifique os ambientes dos seguintes agentes
  - Palavras cruzadas
  - Jogo de xadrez
  - Poker
  - Motorista de taxi
  - Análise de imagens
  - Tutor de inglês
  - Diagnóstico médico

# Tipos de Agentes

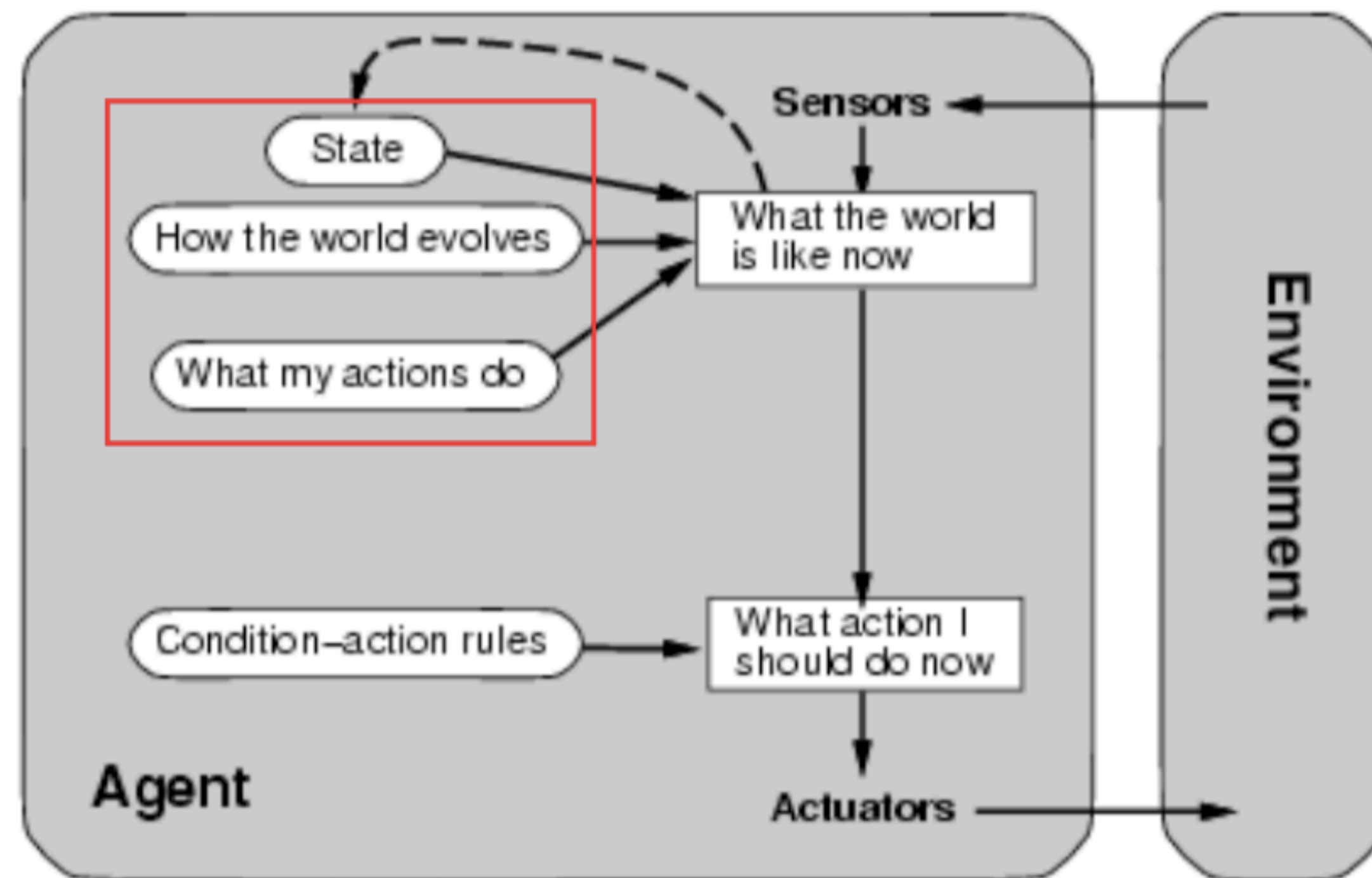
# Tipos de agentes

*Agentes de reflexos simples*



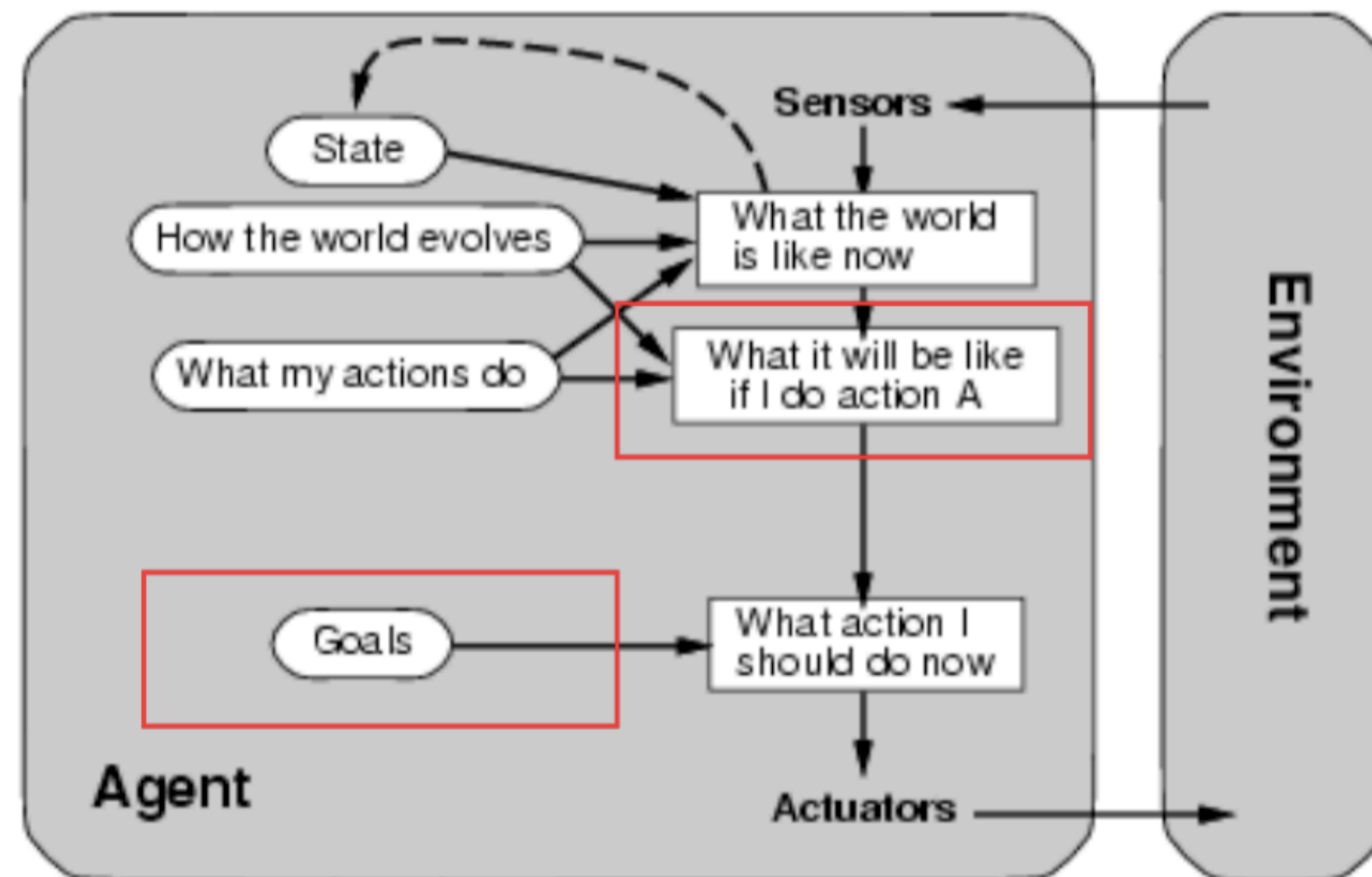
# Tipos de agentes

*Agentes de reflexos baseados em modelos*



# Tipos de agentes

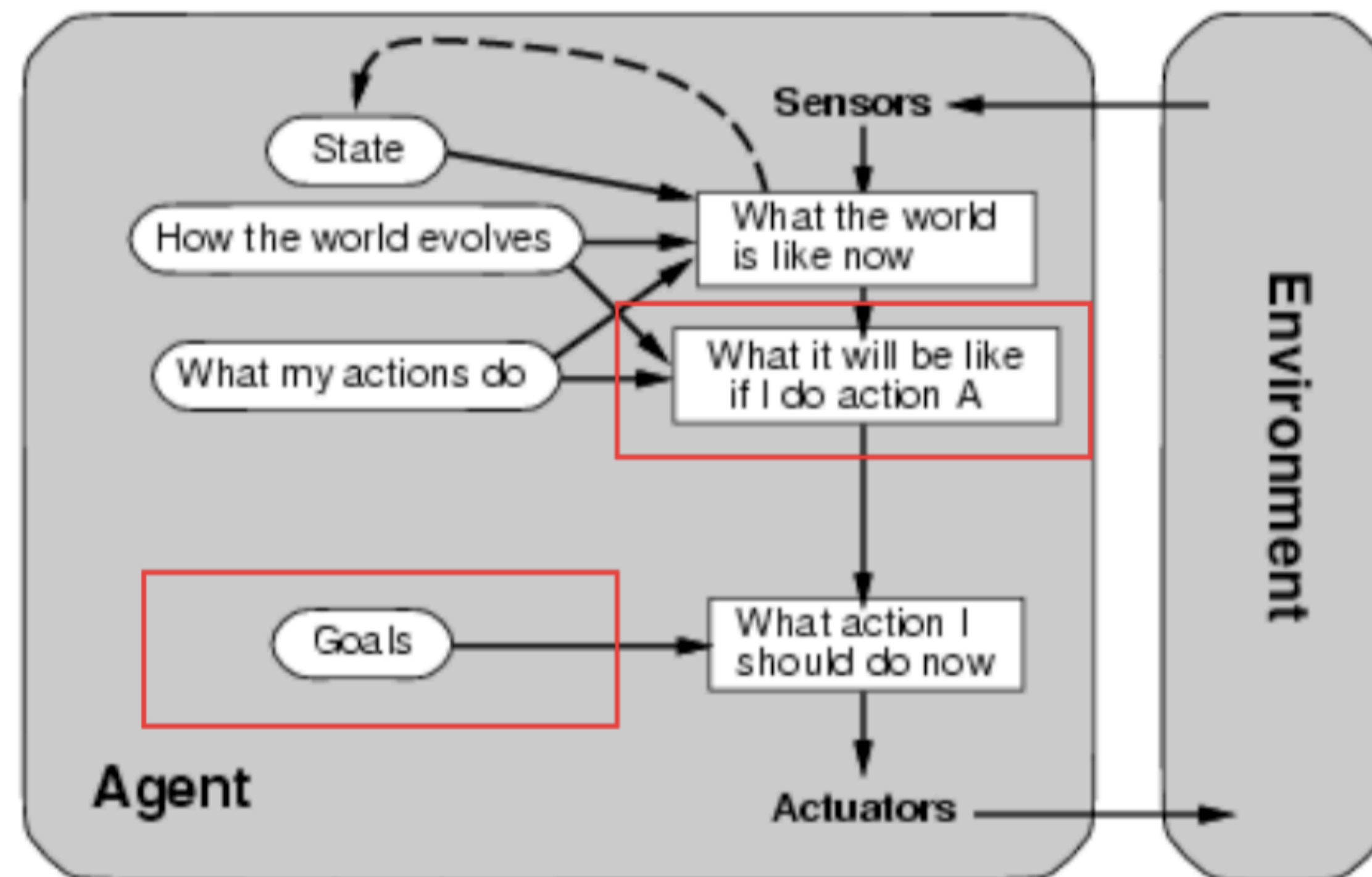
*Agentes de reflexos baseados em modelos*





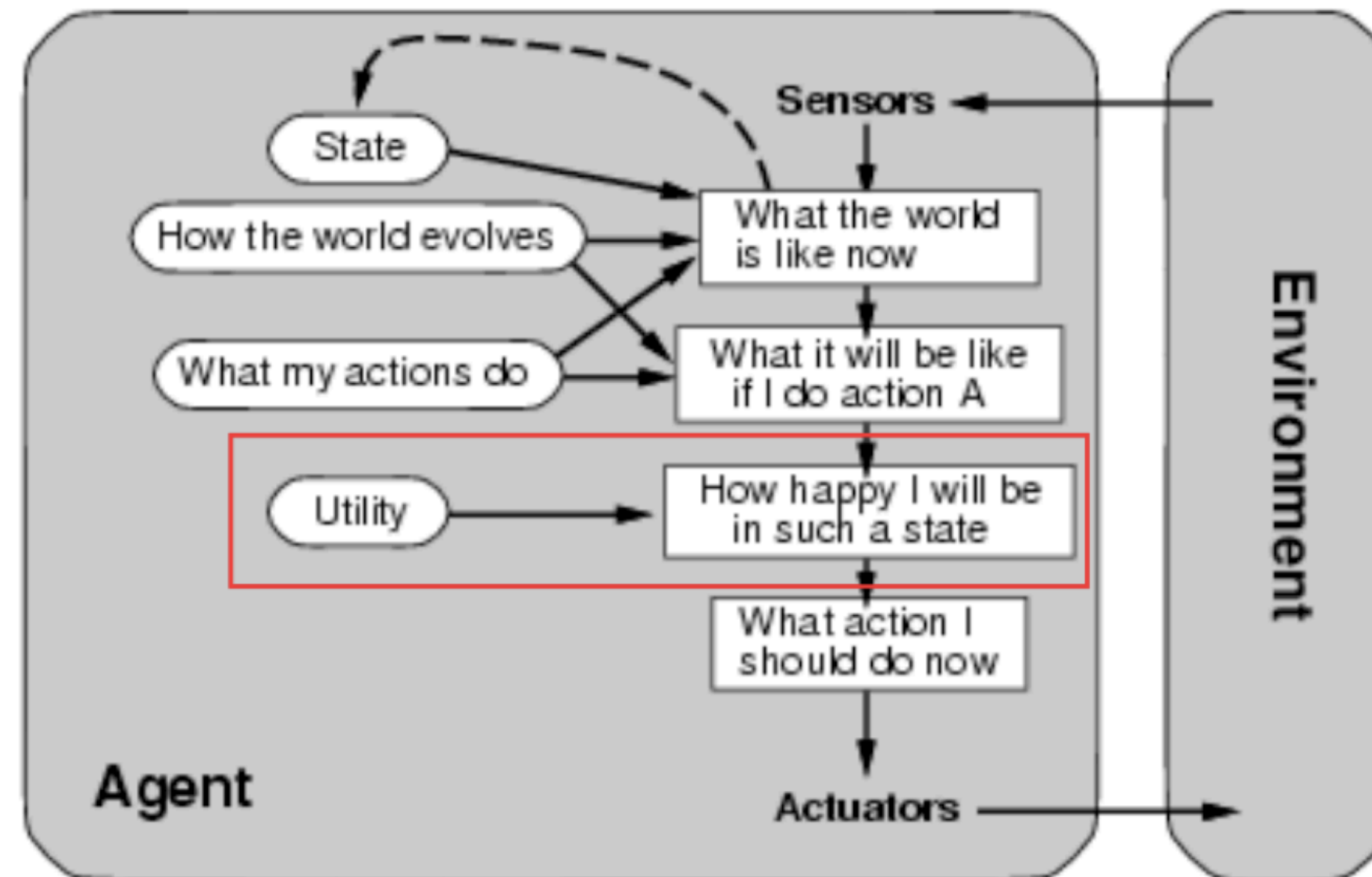
# Tipos de agentes

*Agentes baseados em objetivos*



# Tipos de agentes

*Agentes com aprendizagem*



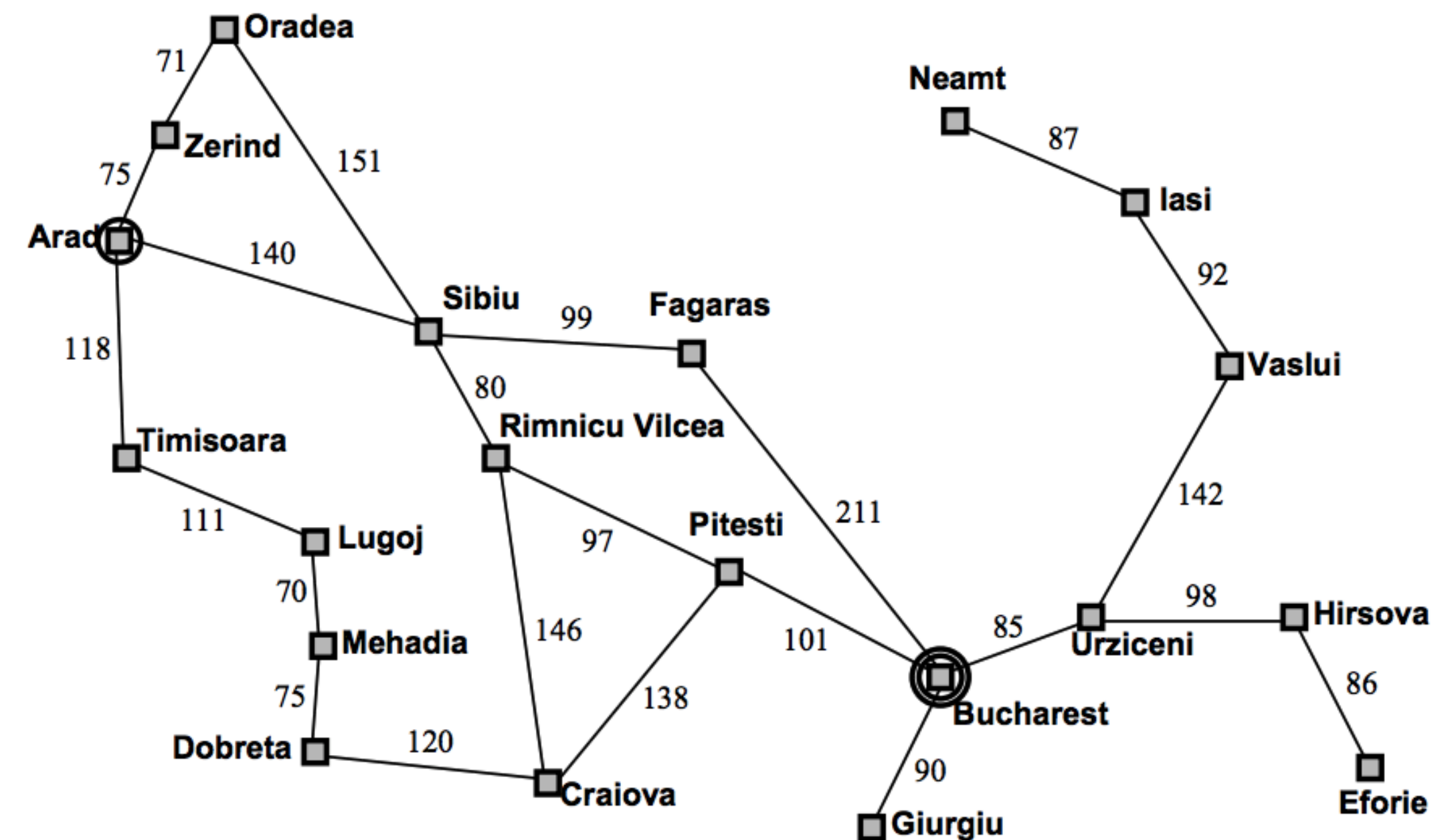
# Agentes de resolução de problemas

# Agentes de resolução de problemas

- Representações **atômicas**
  - Estados do mundo são considerados como um todo
  - Não possuem divisão interna
- Cada estado é uma **caixa preta**
- **Única propriedade** discernível: ser idêntico ou diferente da outra

# Agentes de resolução de problemas

- Agentes inteligentes devem **maximizar** a medida de desempenho
- **Objetivo** que o agente deseja satisfazer



# Agentes de resolução de problemas

## *Objetivos*

### **Os objetivos ajudam**

- Organizar o comportamento
- Limitar o que o agente está tentando alcançar
- Ações que ele precisa considerar

### **Formulação de objetivos baseada na**

- Situação atual
- Medida de desempenho

# Agentes de resolução de problemas

## *Problemas*

### **O agente deve**

- descobrir como agir agora e no futuro para atingir o objetivo
- decidir quais ações e estados deve considerar

### **Formulação de problemas é o processo de decidir**

- ações e estados que devem ser considerados para atingir um determinado objetivo

# Agentes de resolução de problemas

## *Busca*

### **Busca**

- Processo de procurar uma sequência de ações que alcançam um objetivo

### **Algoritmo de busca**

- Entrada: problema
- Saída: solução como sequência de ações



# Agentes de resolução de problemas

## Exemplo

### Formulação do objetivos

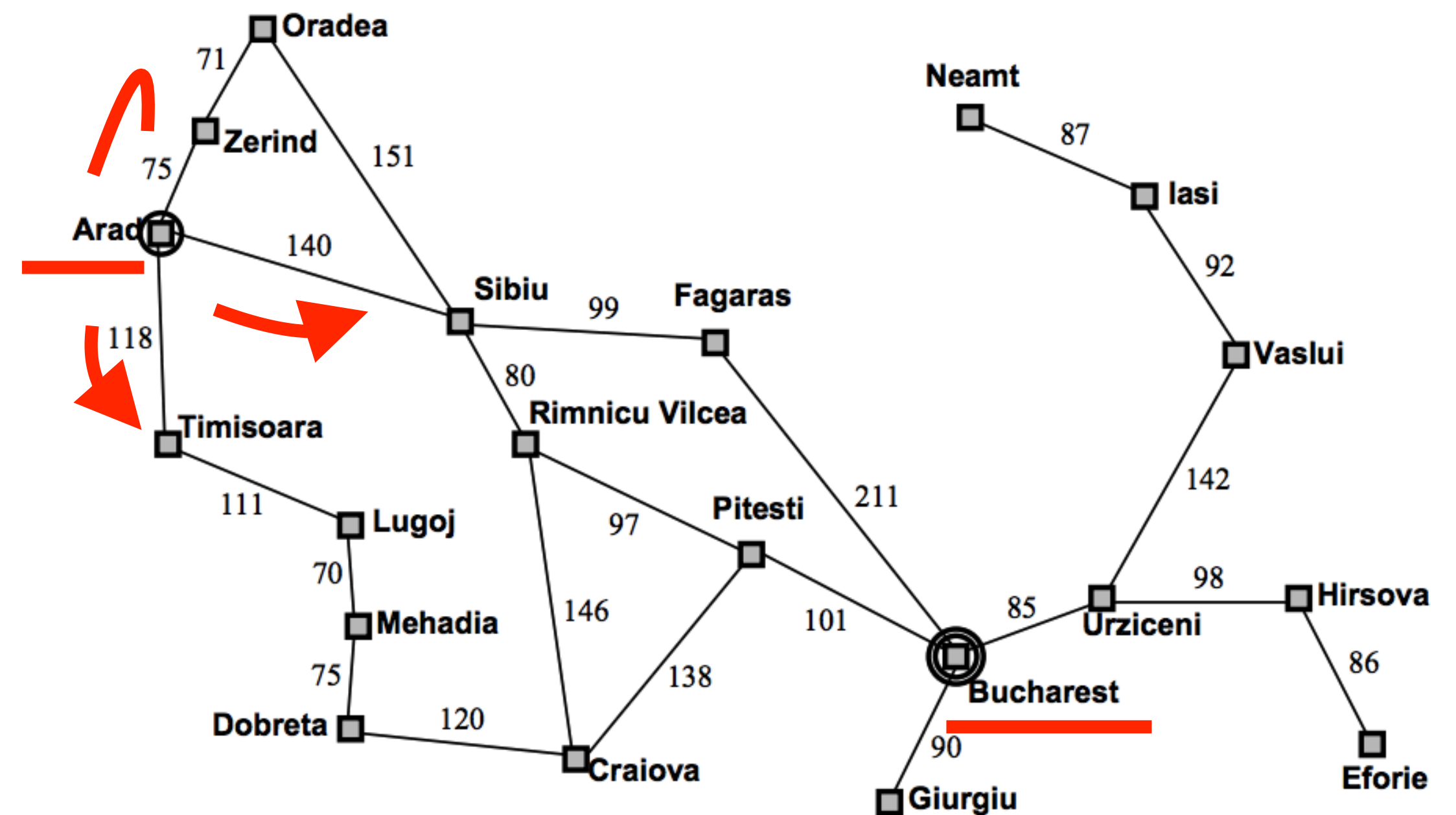
- Chegar em Bucharest

### Formulação do problema

- Estados: várias cidades
- Ações: dirigir entre as cidades

### Solução

- Sequência de cidades



# Agentes de resolução de problemas

## Exemplo

```
function SIMPLE-PROBLEM-SOLVING-AGENT(percept) returns an action
  static: seq, an action sequence, initially empty
           state, some description of the current world state
           goal, a goal, initially null
           problem, a problem formulation

  state ← UPDATE-STATE(state, percept)
  if seq is empty then
    goal ← FORMULATE-GOAL(state)
    problem ← FORMULATE-PROBLEM(state, goal)
    seq ← SEARCH(problem)
  action ← RECOMMENDATION(seq, state)
  seq ← REMAINDER(seq, state)
  return action
```

# Problemas

# Problemas

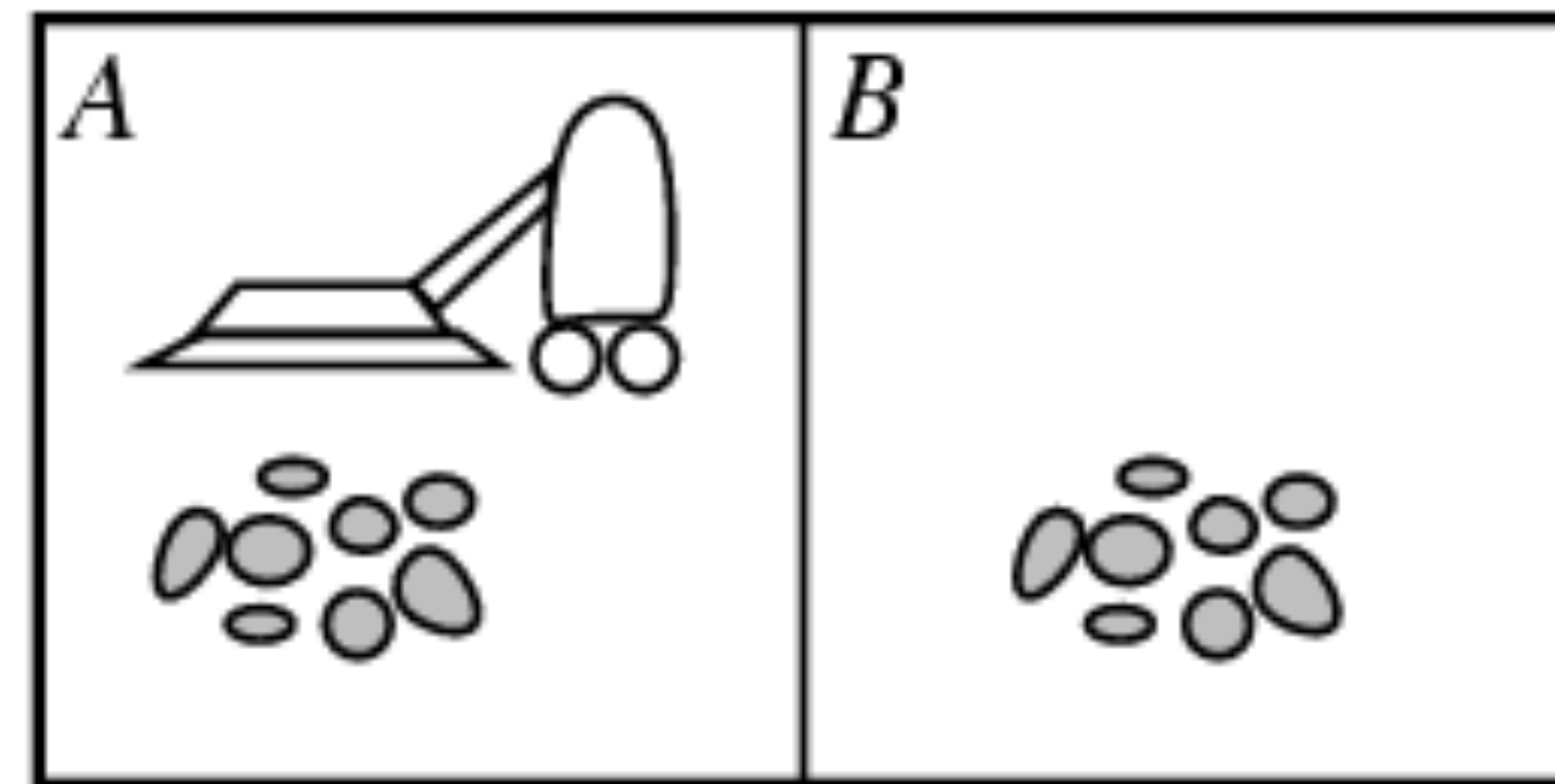
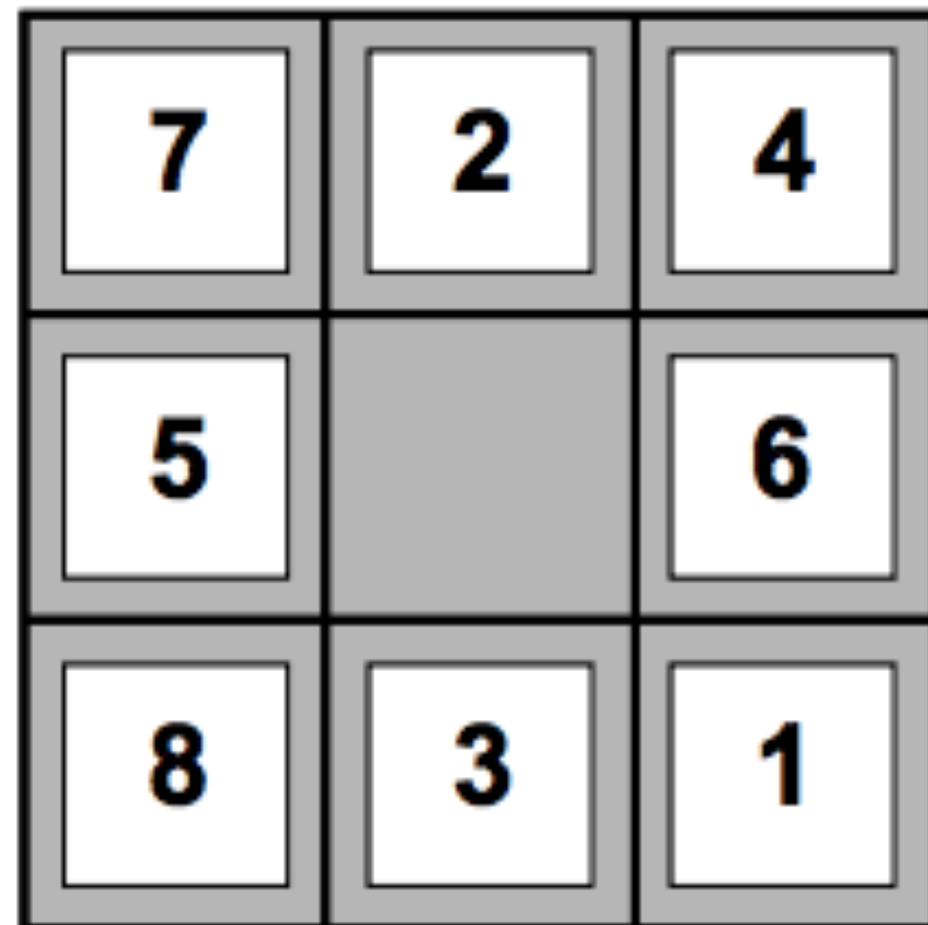
## *Definição*

- Um problema pode ser definido por 5 componentes
  - Estado inicial
  - Ações
  - Modelo de transição
  - Teste de objetivo
  - Custo do caminho

# Problemas

*Estado inicial*

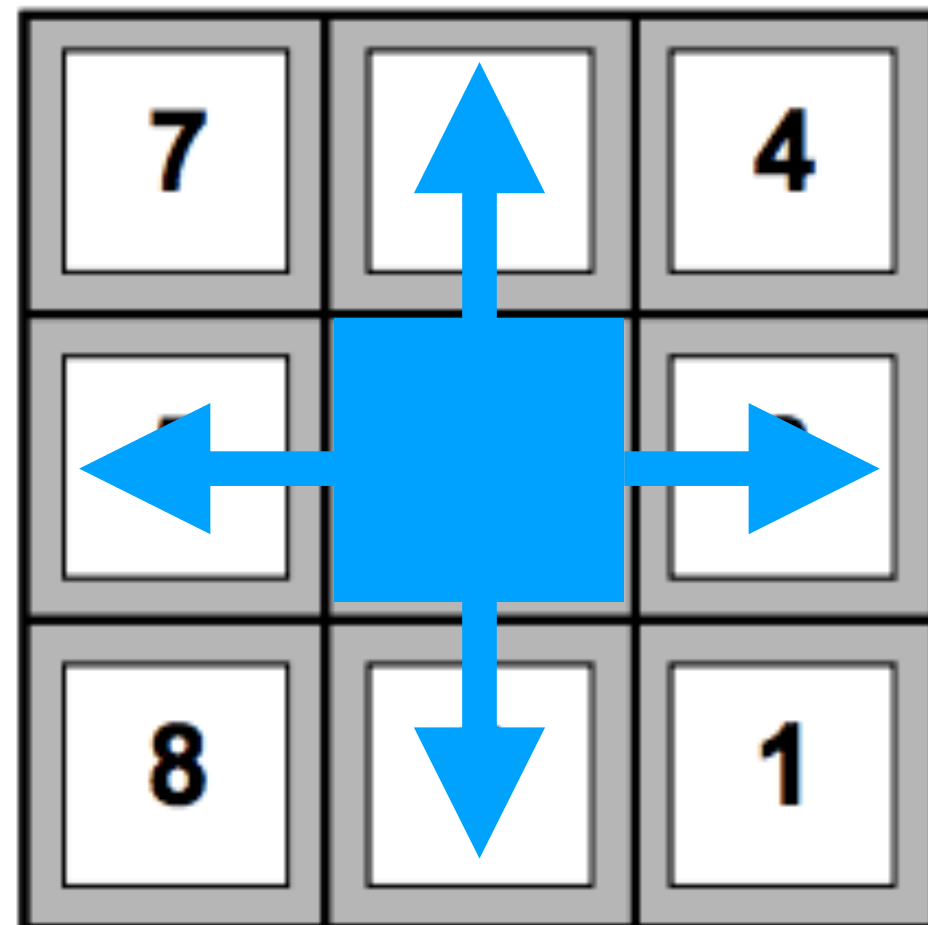
- **Estado** onde o agente começa



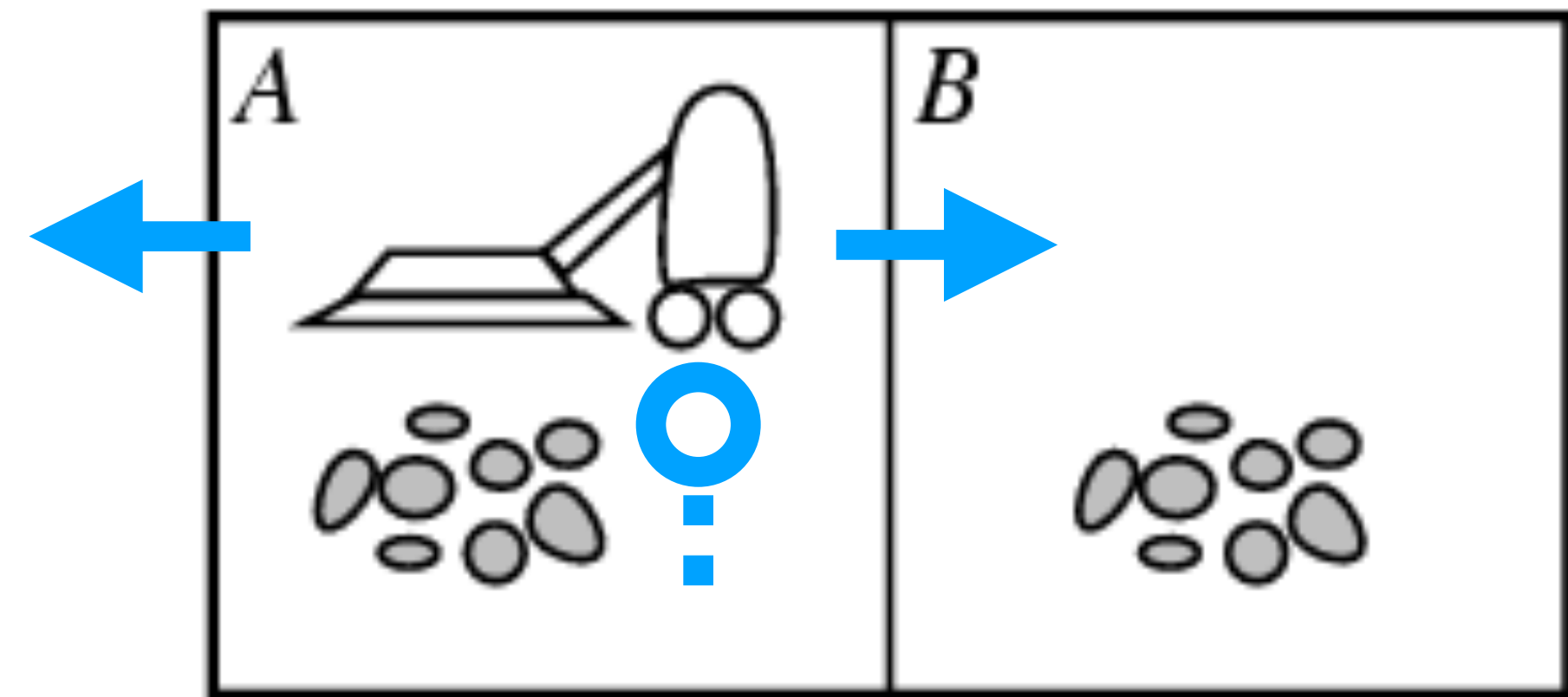
# Problemas

## Ações

- Conjunto de **ações** que o agente pode **realizar**, dado um estado



Cima, Baixo, Esquerda, Direita

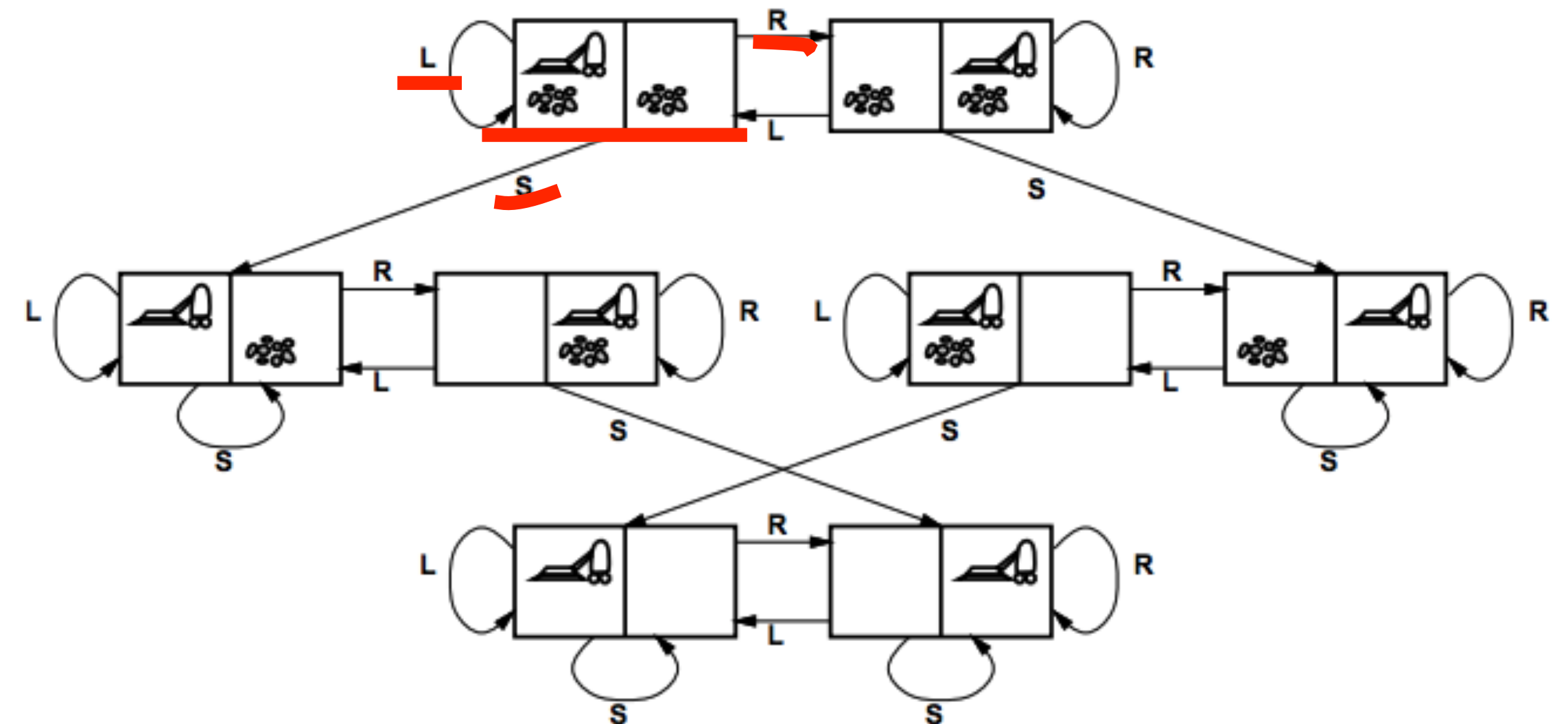
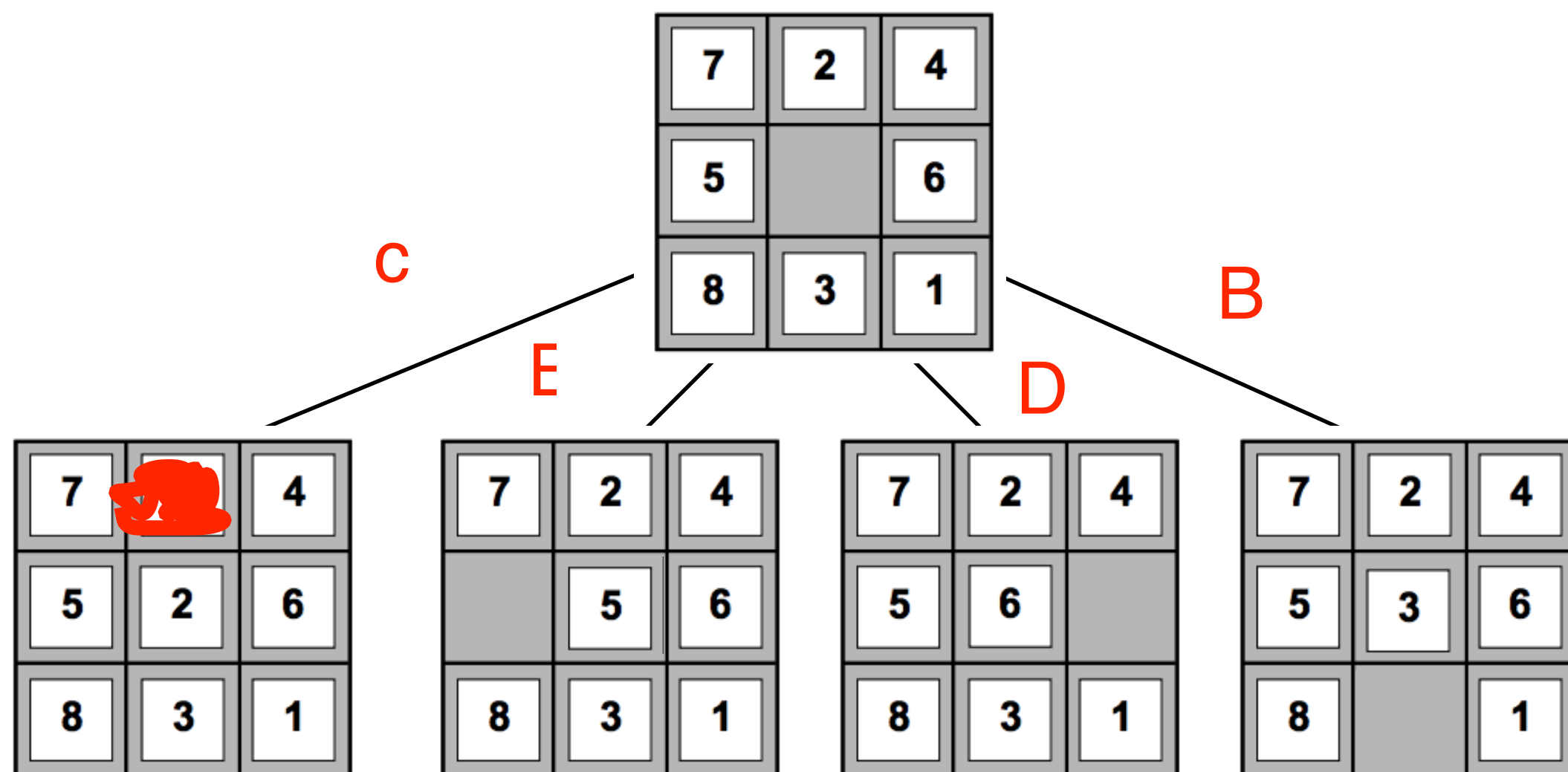


Nada, Aspirar, Esquerda, Direita

# Problemas

## Modelo de transição

- **Estado** resultante ao aplicar uma **ação** a em um **estado**
- **Sucessor**: qualquer estado acessível a partir do **estado inicial** por qualquer **sequência** de **ações**

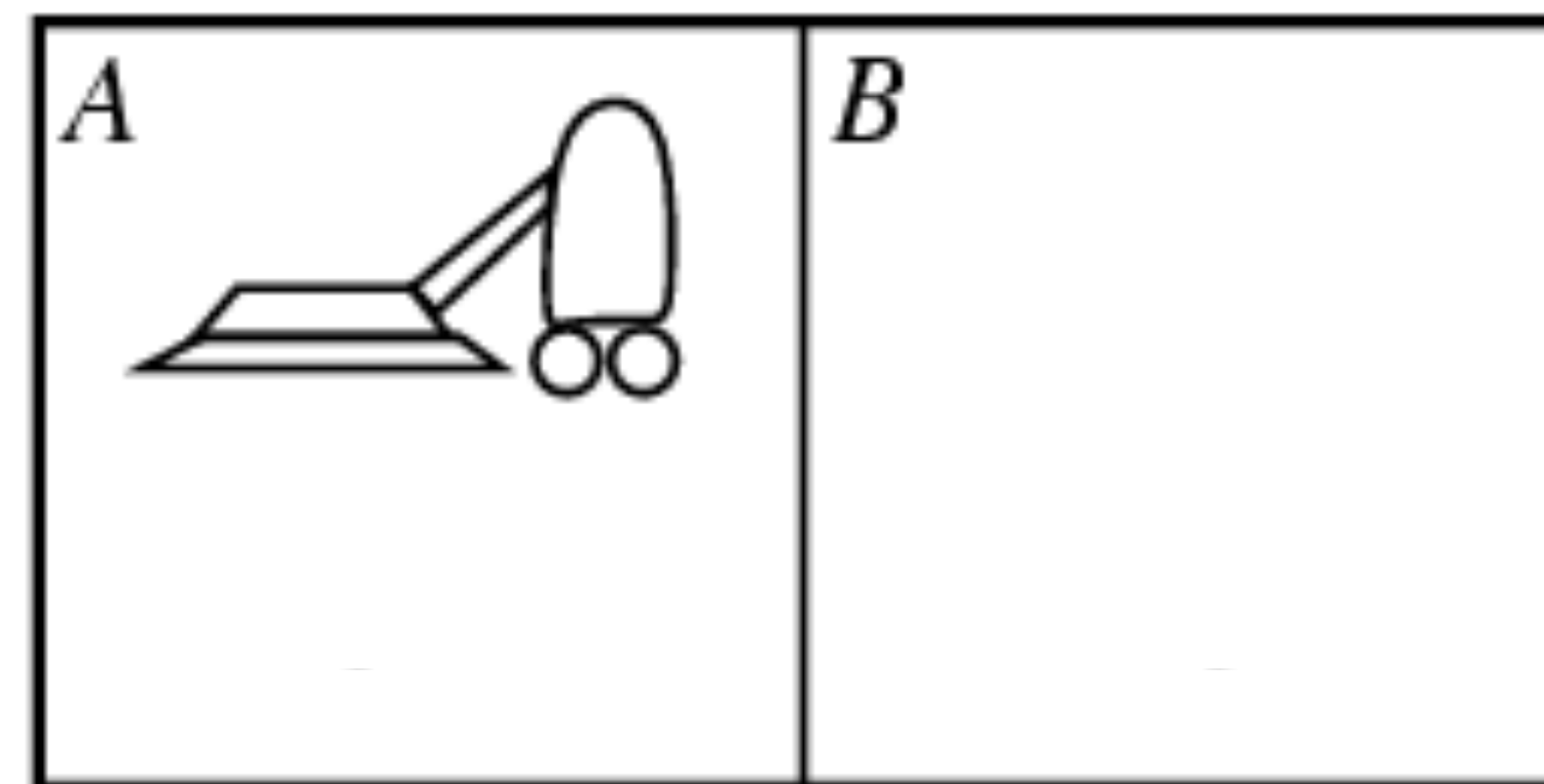
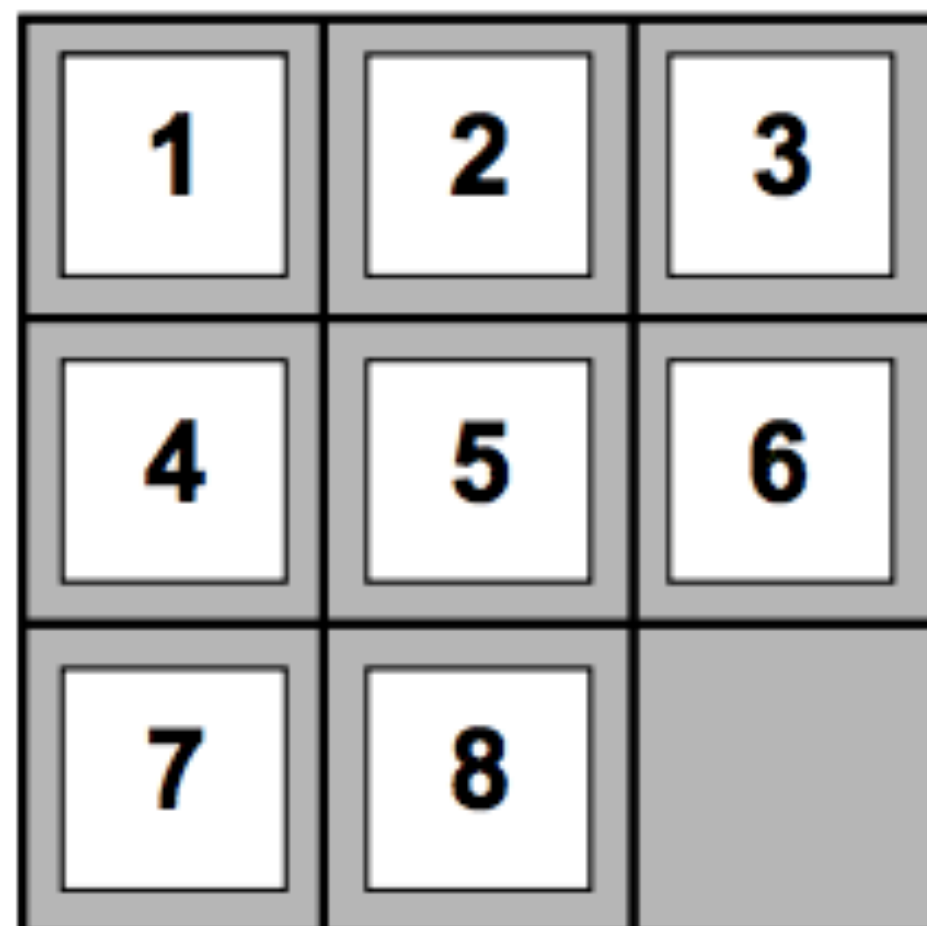




# Problemas

## Teste de objetivo

- Determina se um **estado** é **objetivo**





# Problemas

## Custo do caminho

- Custo **numérico** a cada **caminho**
- Reflete a própria **medida** de **desempenho**
- **Custo do passo:**
  - Custo de **ações individuais**
  - Adotar uma ação  $a$  para atingir um estado  $s'$

# Problemas

## *Definição*

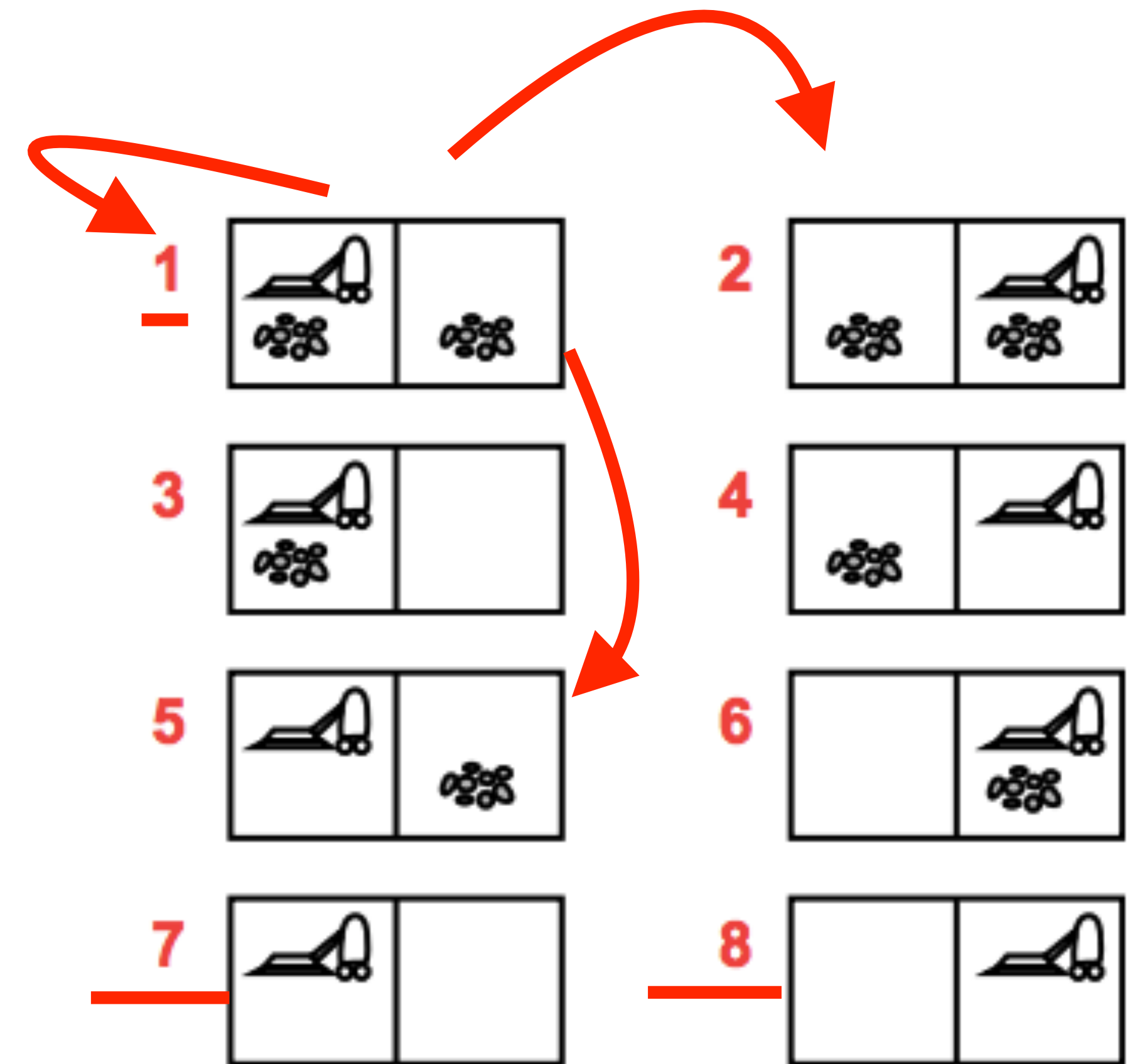
- **Espaço** de estados de um problema
  - Grafo dirigido onde:
    - ▶ **Vértices** são os estados
    - ▶ **Arestas** são as ações
- **Solução**: caminho do estado inicial até o objetivo
- **Solução ótima**: menor custo de caminho dentre todas as soluções

# Problemas

*Exemplo*

## Mundo do aspirador de pó

- Estado inicial
- Ações
- Modelo de transição
- Teste de objetivo
- Custo de caminho



# Problemas

*Exemplo*

## Quebra cabeças de 8

- Estado inicial
- Ações
- Modelo de transição
- Teste de objetivo
- Custo de caminho

7	2	4
5		6
8	3	1

Start State

1	2	3
4	5	6
7	8	

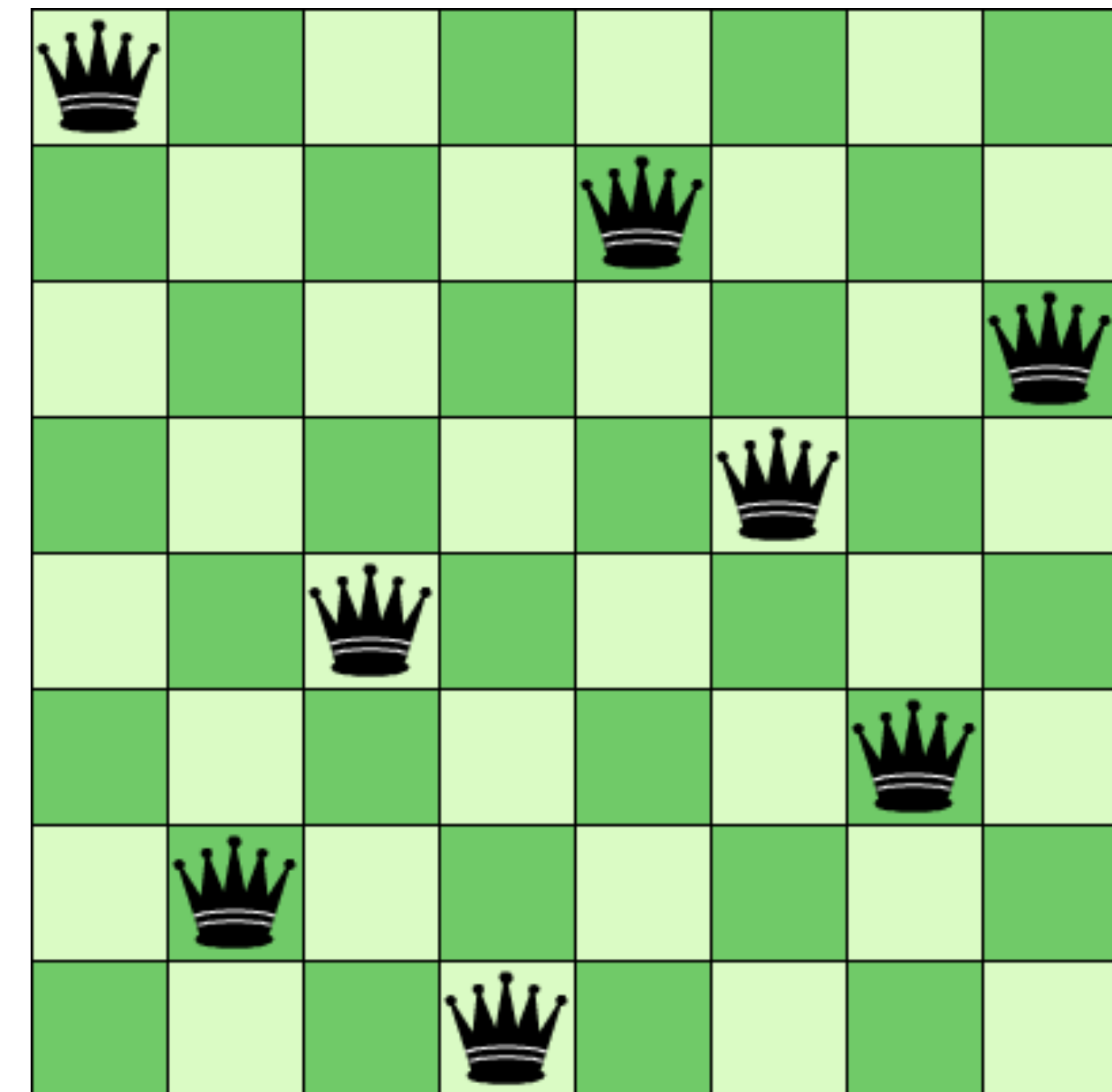
Goal State

# Problemas

## Exemplo

### Problema das 8 rainhas

- Estado inicial      tabuleiro vazio
- Ações      colocar peça (x, y)
- Modelo de transição      colocar peça (x, y)
  - não ocupada
  - não atacada
- Teste de objetivo      tem 8 rainhas, nenhuma se atacando
- Custo de caminho      1 para cada ação

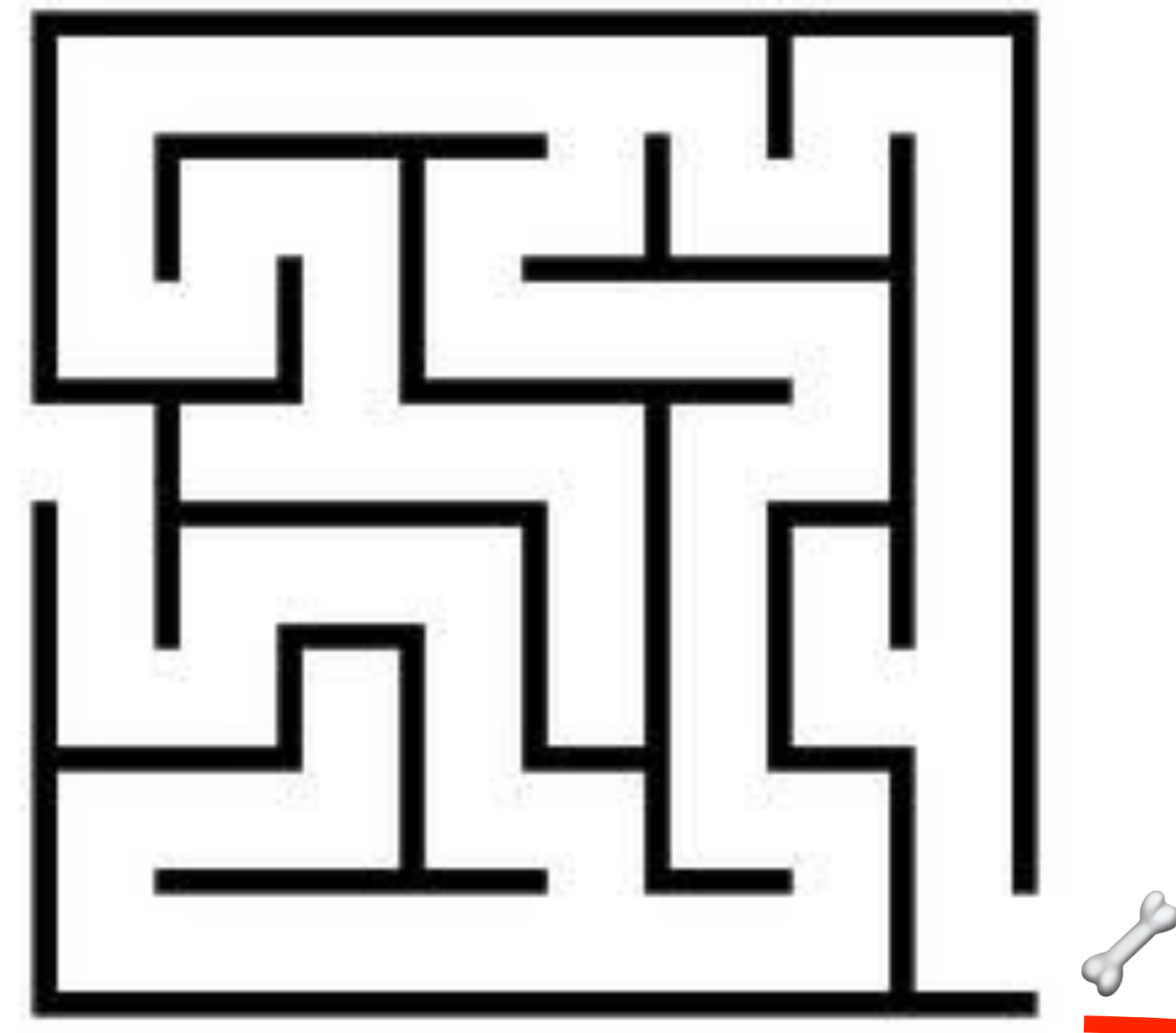
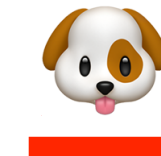


# Problemas

## Exemplo

### Labirinto

- Estado inicial agente na entrada do labirinto
- Ações E, D, B, C
- Modelo de transição  $e + a \rightarrow e'$   
movimentação no labirinto  
- sem atravessar parede
- Teste de objetivo agente na saída
- Custo de caminho 1

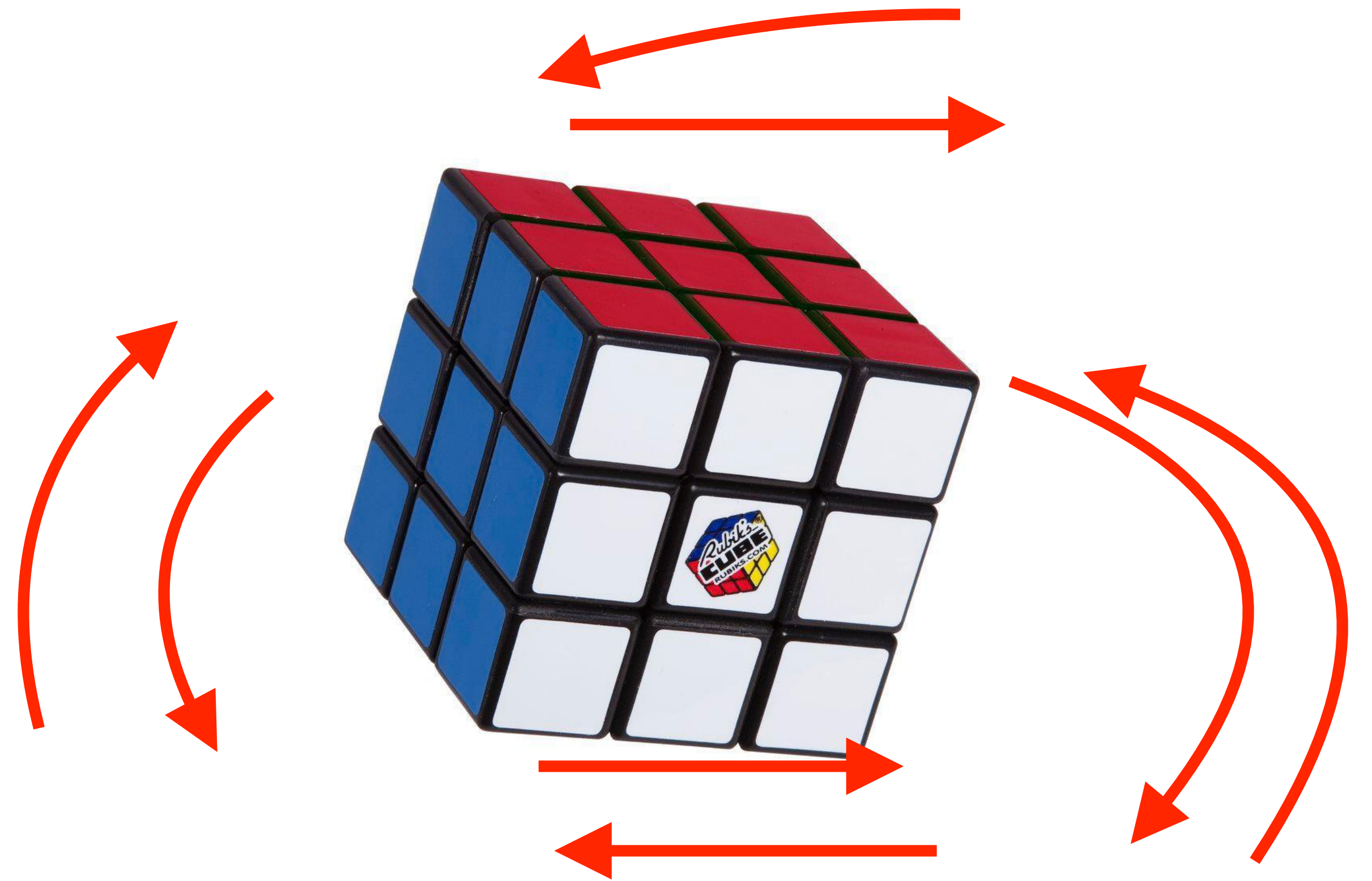


# Problemas

*Exemplo*

## Cubo mágico

- Estado inicial **cubo embaralhado**
- Ações **girar faces 12 possíveis sentidos**
- Modelo de transição
- Teste de objetivo **todas as faces com a mesma cor**
- Custo de caminho **1**





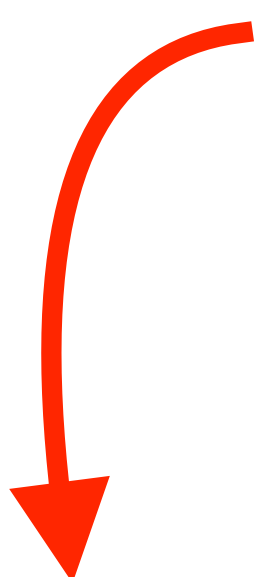
# Problemas

## Exemplo

jogar agua fora G1  
jogar agua fora G2  
G1 -> G2  
G2 -> G1

## Problema das garrafas

- Estado inicial  $G1 = 5l / G2 = 0l$
- Ações
- Modelo de transição
- Teste de objetivo  $G2 = 1l$
- Custo de caminho 1



garrafa vazia não passa  
garrafa vazia não joga  
não jogar fora se tiver só 1l

- Temos 2 garrafas, uma de 5 litros que está inicialmente cheia d'água e outra de 2 litros que está vazia
- O problema é obter exatamente 1 litro de água na garrafa de 2 litros, sendo que apenas duas ações são possíveis: passar a água de uma garrafa para o outra e jogar a água de uma garrafa fora
- Somente os 5 litros iniciais estão disponíveis



# Referências

## Bibliográficas



# Referências Bibliográficas

- S. J. Russell & P. Norvig. **Artificial Intelligence: A Modern Approach.** Prentice Hall, 3rd edition, 2010.