

RACIOCÍNIO AUTOMÁTICO

Luís Morgado

2024

RESOLUÇÃO AUTOMÁTICA DE PROBLEMAS

A resolução automática de problemas é uma área da inteligência artificial orientada para a resolução de problemas por meios algorítmicos (máquinas computacionais), através de **raciocínio automático**.

EXEMPLOS:



Planeamento robótico



Planeamento de sistemas logísticos



Controlo de personagens multimédia



Navegação autónoma

$$\begin{aligned}y &= c_0 + c_2x^2 + c_4x^4 + c_6x^6 + \dots \\&= c_0 + \frac{c_0}{2}x^2 + \frac{c_0}{2 \cdot 4}x^4 + \frac{c_0}{2 \cdot 4 \cdot 6}x^6 + \dots \\&= c_0 \left(1 + \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{2 \cdot 4}x^4 + \frac{1}{2 \cdot 4 \cdot 6}x^6 + \dots \right)\end{aligned}$$

Resolução de problemas matemáticos



Jogos diversos

Exemplo:



Problema do puzzle de peças deslizantes:

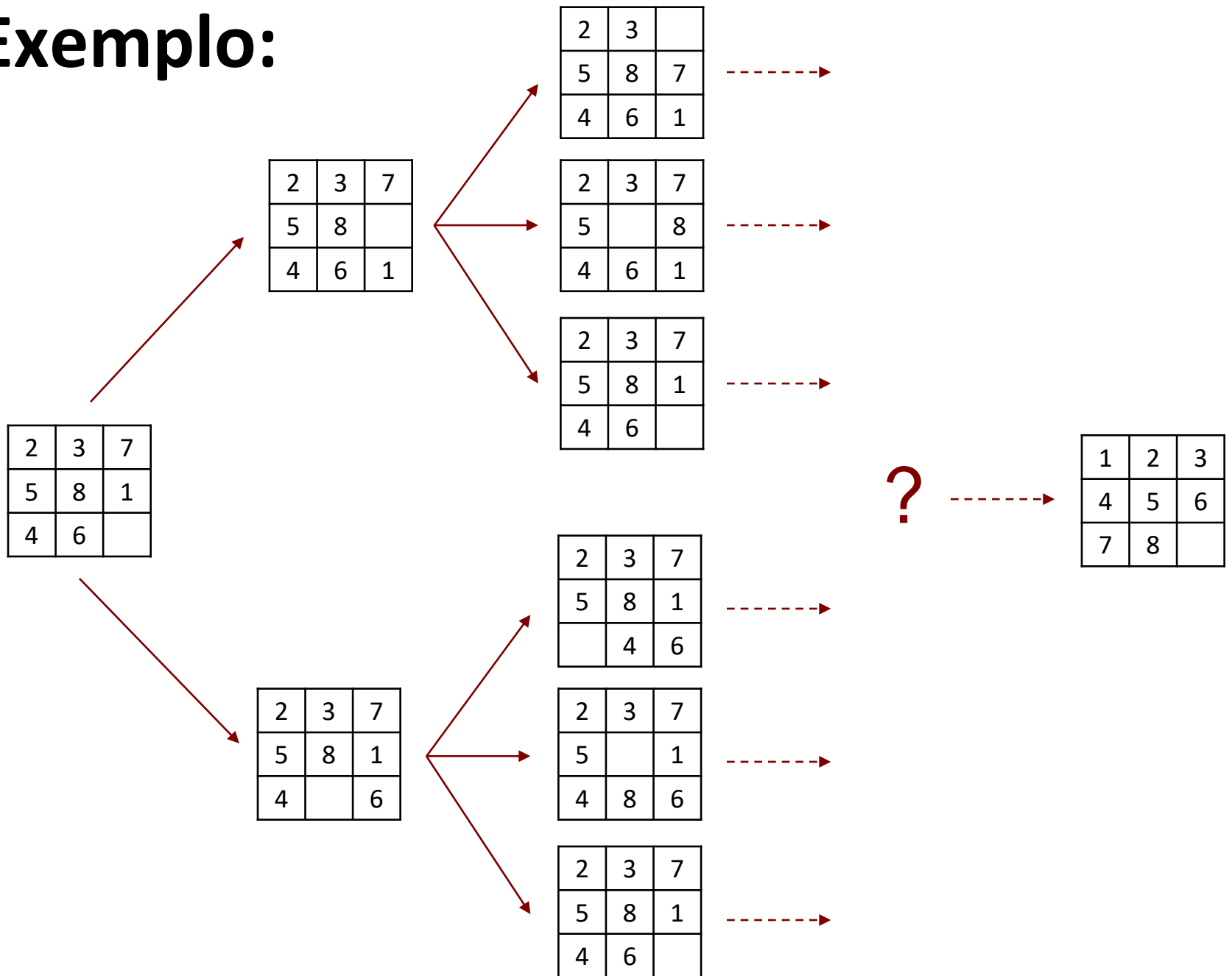
Organizar as peças de um puzzle movendo uma peça de cada vez para a posição vazia



Como resolver este problema?

Em que consiste uma solução?

Exemplo:



RACIOCÍNIO AUTOMÁTICO

- O *raciocínio automático* refere-se à **capacidade de um sistema computacional resolver de forma automática um problema com base numa representação de conhecimento** do respectivo domínio, produzindo uma solução a partir de diversas alternativas possíveis
- É um processo computacional que tendo como entrada uma **representação de conhecimento** de um determinado domínio, **produz como resultado conclusões baseadas nesse conhecimento**
- O processo de manipulação da representação de conhecimento de forma a obter conclusões, que suporta o raciocínio automático, é normalmente designado ***inferência***

RACIOCÍNIO AUTOMÁTICO

O processo de raciocínio automático envolve dois tipos de actividades principais, a *exploração de opções* possíveis e a *avaliação de opções* para decisão acerca das melhores opções

- **Exploração de opções**

- **Raciocínio prospectivo**

- Antecipação do que pode acontecer

- **Simulação** interna do domínio do problema

- Requer formas de **representação interna** do domínio do problema

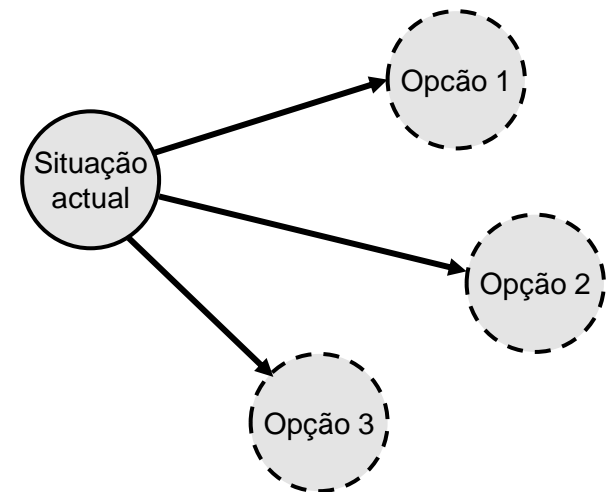
- **Avaliação de opções**

- **Custo**

- Recursos necessários

- **Valor**

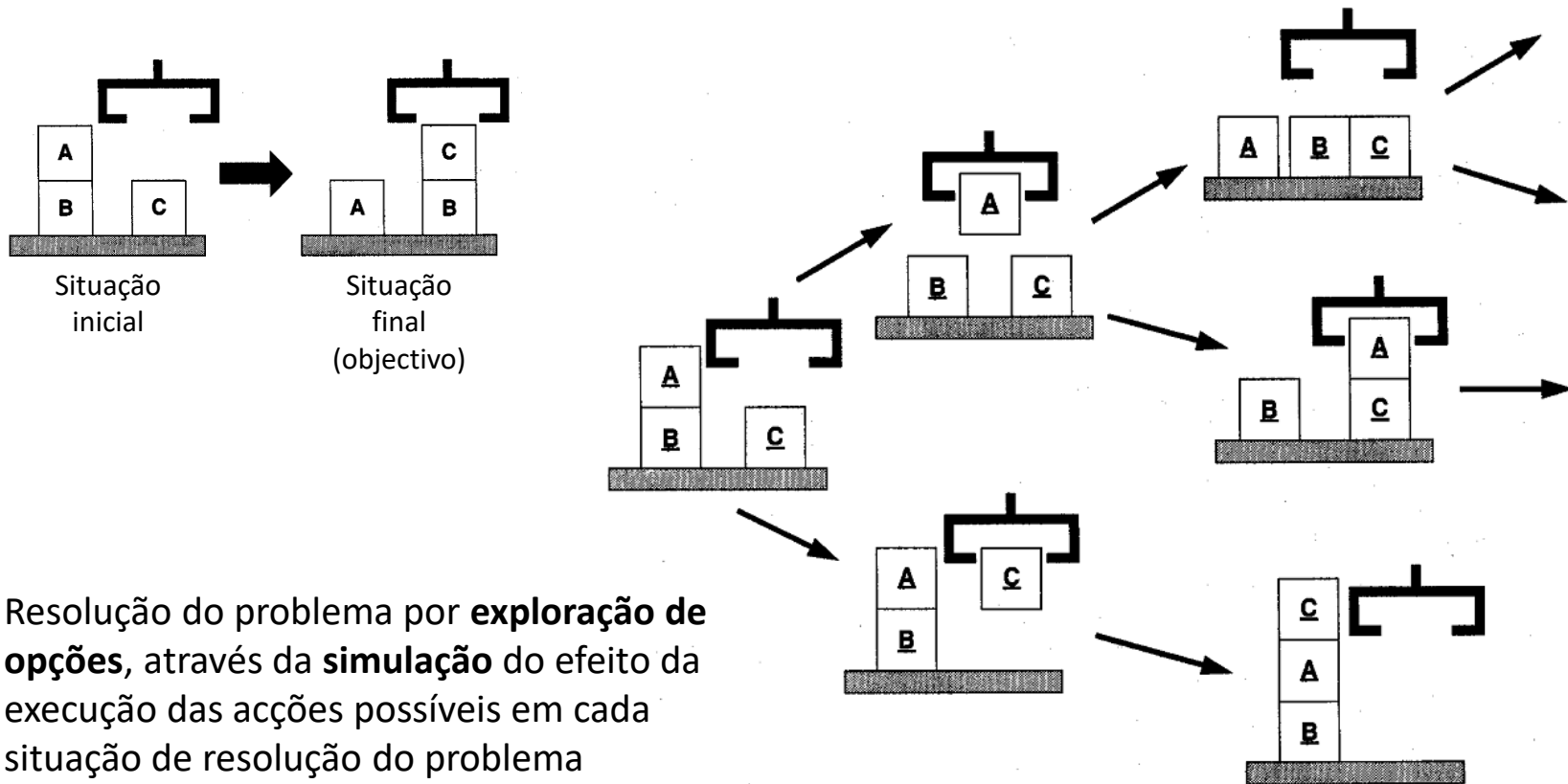
- Ganho ou perda, medido por exemplo em termos de *utilidade*



EXEMPLO: MUNDO DOS BLOCOS

O mundo dos blocos é um problema de planeamento, caracterizado por uma base ou mesa, sobre a qual se encontram vários blocos que podem ser dispostos em diferentes configurações. O objectivo é controlar um braço robótico, de forma automática, para movimentar os blocos de forma a concretizar uma determinada configuração objectivo dos blocos.

EXEMPLO:

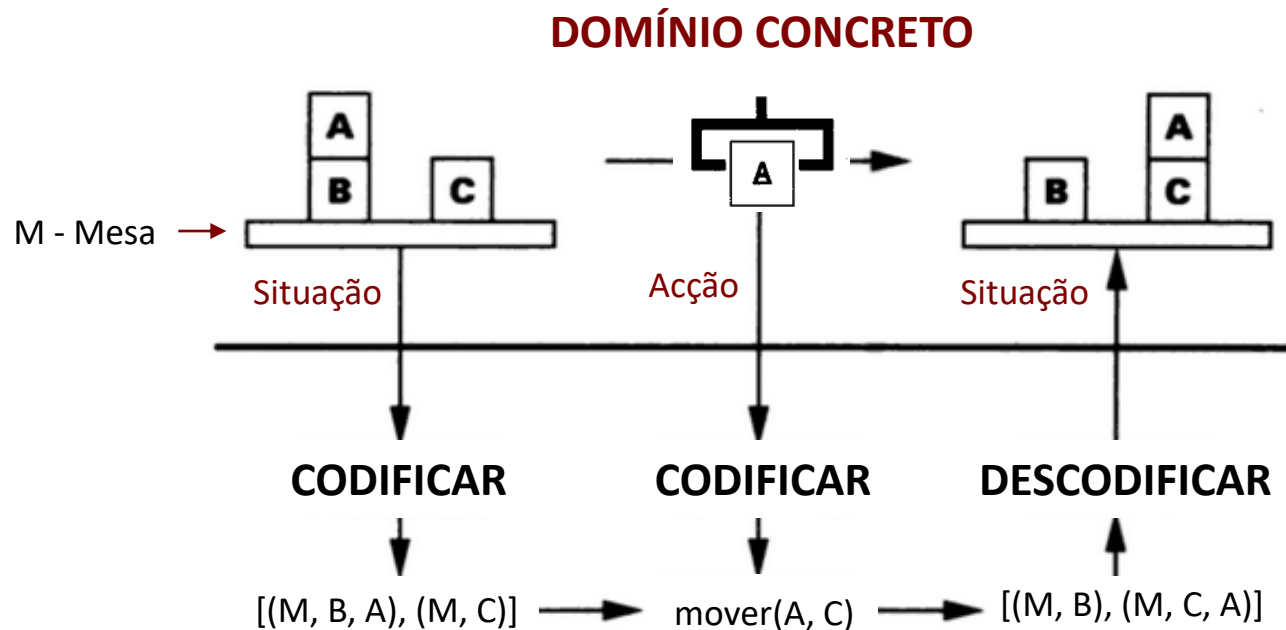


Resolução do problema por **exploração de opções**, através da **simulação** do efeito da execução das acções possíveis em cada situação de resolução do problema

RACIOCÍNIO E REPRESENTAÇÃO

A resolução de um problema através de raciocínio automático, requer a existência de **representações** do domínio do problema, internas ao sistema, o que implica a conversão de *informação concreta* do domínio do problema em *estruturas simbólicas*, mantidas internamente, as quais servem de base à *simulação* para exploração e avaliação de opções possíveis.

Essa conversão é realizada por processos de **codificação** (da informação do concreta do problema em estruturas simbólicas internas) e de **descodificação** (das estruturas simbólicas em informação concreta do problema, por exemplo, acções a realizar).



[Newell, 1994]

DOMÍNIO ABSTRACTO - REPRESENTAÇÃO

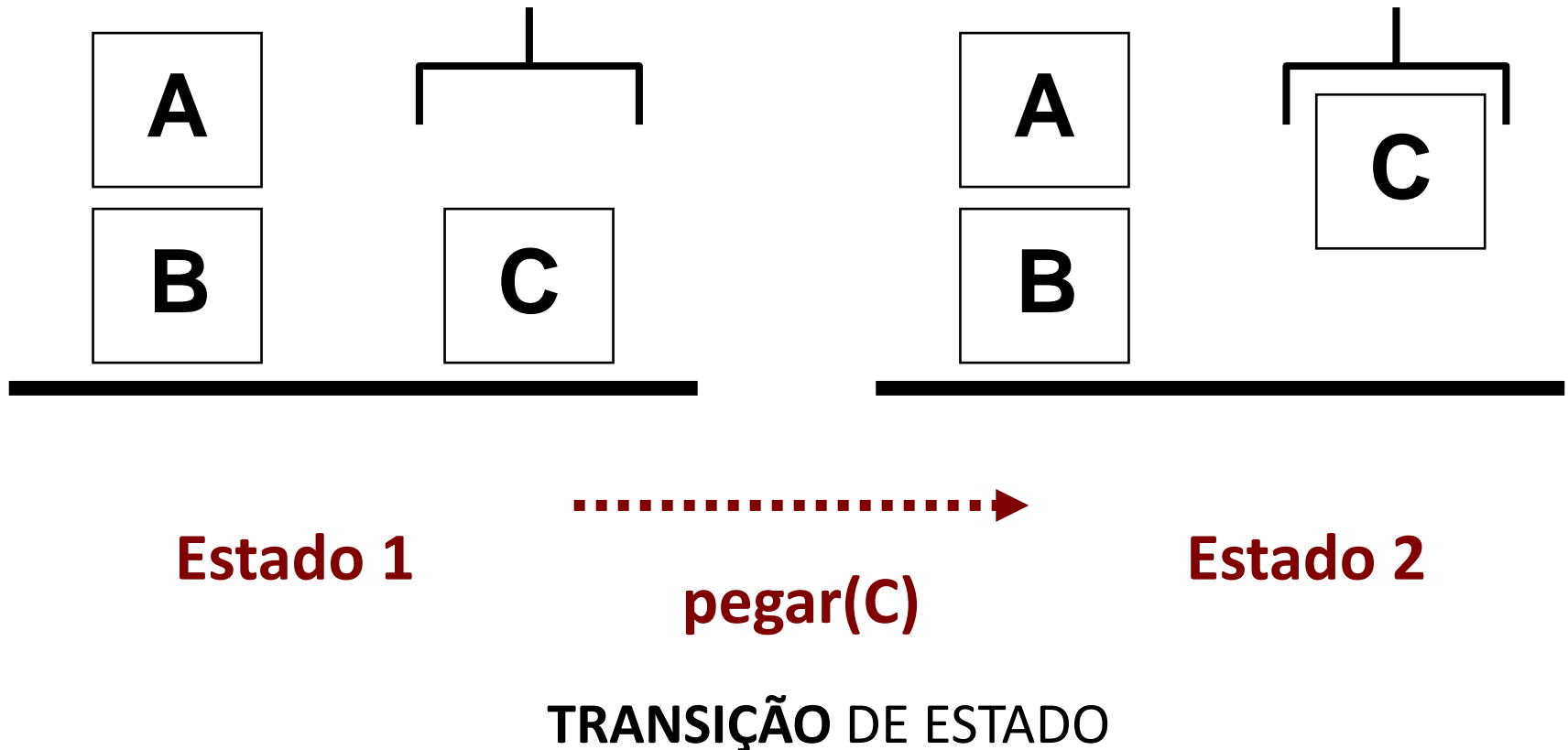
RACIOCÍNIO AUTOMÁTICO

- **Como representar um problema?**
 - Através de estruturas simbólicas mantidas na memória do sistema com a informação necessária para resolver o problema (essa representação é designada *modelo do problema*)
 - **Modelo do problema**
 - Suporte para o raciocínio automático
 - **Representação**
 - **Estado**
 - » Representa uma situação (configuração) na resolução de um problema
 - » Identificação única
 - **Operador** (de transição de estado)
 - » Representa uma acção (transformação de estado)
- **Como processar a representação do problema para gerar uma solução?**
 - Através da simulação na memória do sistema do efeito dos operadores para cada situação, de modo a atingir o estado objectivo

OPERADORES DE TRANSIÇÃO DE ESTADO

Os **operadores** representam **acções** que produzem a **mudança (transformação)** de estado.

Operam sobre as representações internas de estado, produzindo **transições de estado** que correspondem à geração de novos estados.



RACIOCÍNIO AUTOMÁTICO

ESTRUTURA

Os estados abstraem os aspectos *estruturais* de um problema ou sistema (as configurações que podem ocorrer)

DINÂMICA

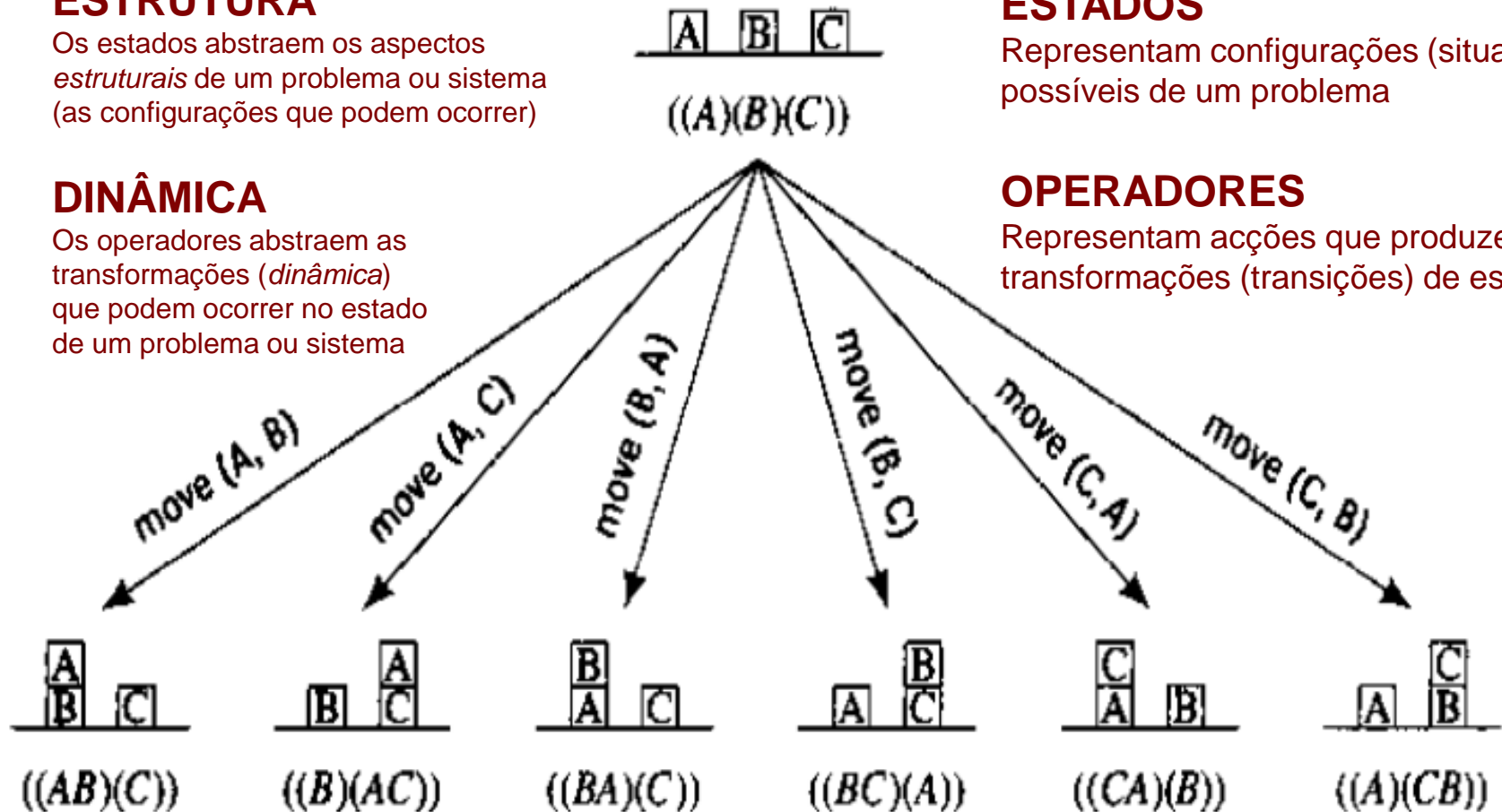
Os operadores abstraem as transformações (*dinâmica*) que podem ocorrer no estado de um problema ou sistema

ESTADOS

Representam configurações (situações) possíveis de um problema

OPERADORES

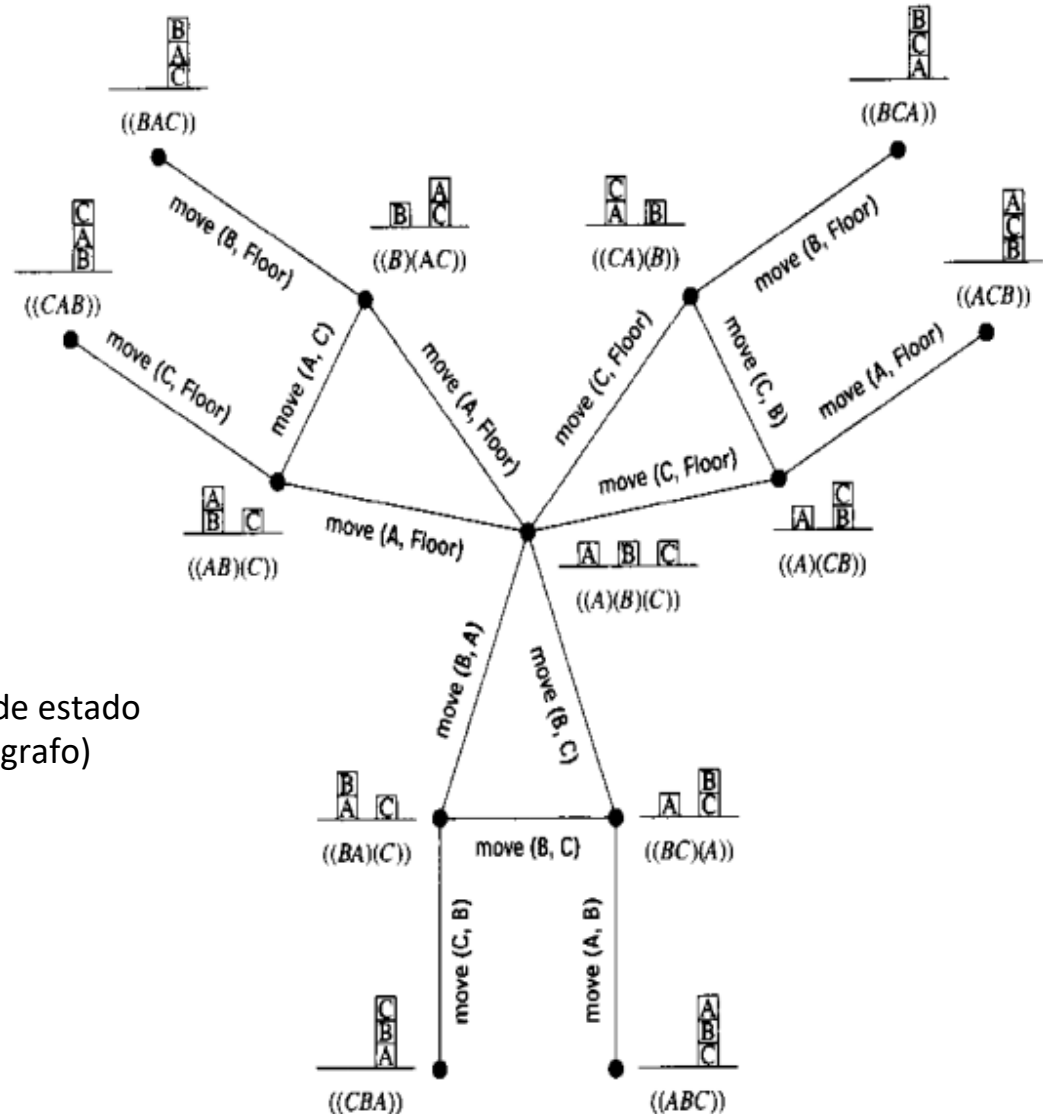
Representam acções que produzem transformações (transições) de estado



RACIOCÍNIO AUTOMÁTICO

ESPAÇO DE ESTADOS

Conjunto de estados e de transições de estado
(representado sob a forma de um grafo)



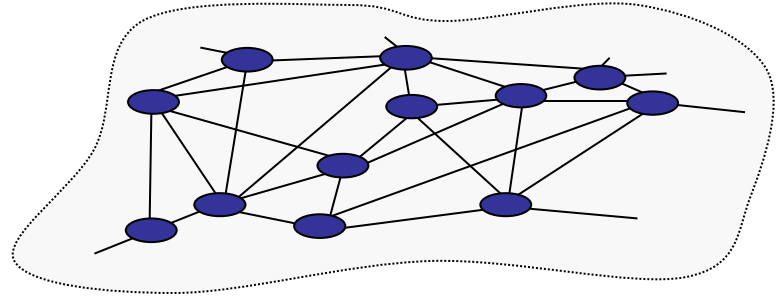
[Nilsson, 1998]

RACIOCÍNIO AUTOMÁTICO

CONCEITOS PRINCIPAIS

– Estado

- Representa uma configuração de um sistema ou problema
- Identificação única
- **Espaço de estados**
 - Conjunto de estados e de transições de estado (representado sob a forma de um grafo)



– Operador

- Representa acção
- Gera **transformação** de estado (*operador.aplicar: estado* → *estado*)

– Problema

- Estado inicial
- Operadores
- Objectivos (ou função *objectivo: estado* → {True, False})

– Mecanismo de Raciocínio

- Exploração de opções possíveis para encontrar uma solução através de simulação prospectiva, tendo por base uma representação interna do problema

BIBLIOGRAFIA

[Russel & Norvig, 2003]

S. Russell, P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 2nd Edition, Prentice Hall, 2003

[Nilsson, 1998]

N. Nilsson , *Artificial Intelligence: A New Synthesis* , Morgan Kaufmann 1998

[Nilsson, 2009]

N. Nilsson , *The Quest for Artificial Intelligence* , Cambridge University Press, 2009

[Luger, 2009]

G. Luger , *Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving* , Addison-Wesley, 2009

[Newell, 1994]

A. Newell, *Unified Theories of Cognition*, Harvard University Press , 1994

[Pfeifer & Scheier, 2002]

R. Pfeifer, C. Scheier, *Understanding Intelligence*, MIT Press, 2000

[Sutton & Barto, 2020]

R. Sutton, A. Barto, "Reinforcement Learning: An Introduction", 2nd Edition, MIT Press, 2020