



Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Faculdade de Computação e Engenharia Elétrica
Inteligência Artificial

Capítulo 1 – Aula 2

Prof. Dr. Elton Alves

Conteúdo

- **Paradigmas da IA**
- **Representação do Conhecimento**

Principais Paradigmas de Raciocínio da IA

- **SIMBOLÍCO:** metáfora linguística
 - **Exemplo:** Lógica
- **CONEXIONISTA:** metáfora cerebral
 - **Exemplo:** Redes Neurais Artificiais
- **EVOLUCIONISTA:** metáfora da natureza
 - **Exemplo:** Algoritmos genéticos
- **Estatístico/Probabilístico:**
 - **Exemplo:** redes bayesianas, sistemas nebulosos.

Paradigma Simbólico

➤ West é criminoso ou não?

“A lei americana diz que é proibido vender armas a uma nação hostil. Cuba possui alguns mísseis, e todos eles foram vendidos pelo Capitão West, que é americano”

➤ Como resolver automaticamente este problema de classificação?

➤ Segundo a IA (simbólica), é preciso:

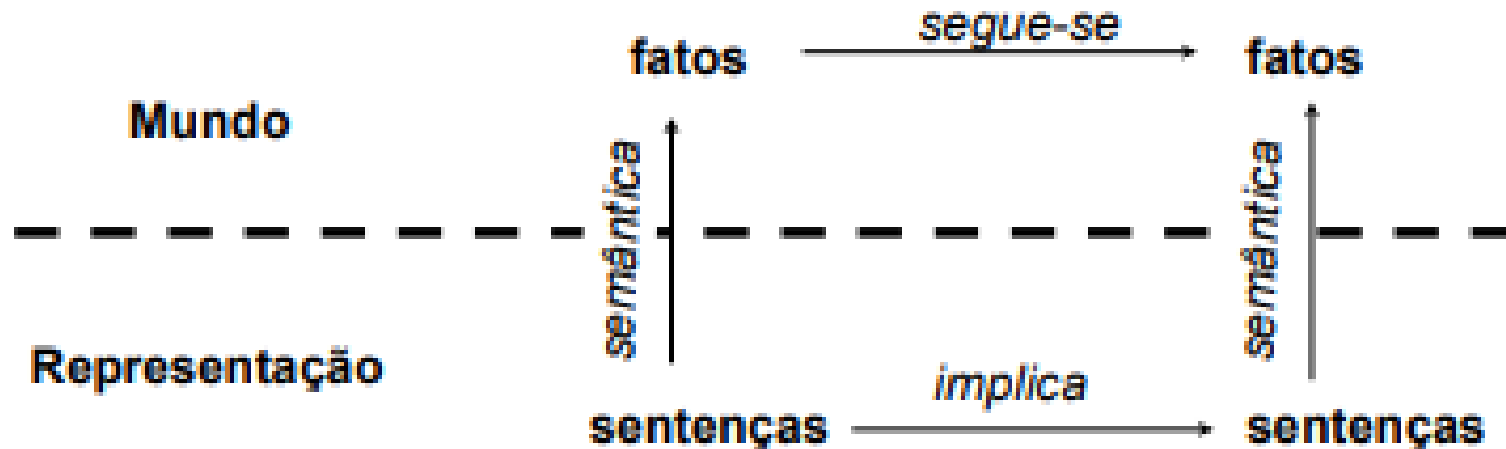
- Identificar o conhecimento do domínio (modelo do problema)
- Representá-lo utilizando uma linguagem formal de representação
- Implementar um mecanismo de inferência para utilizar esse conhecimento

Conhecimento: Representação e Uso

➤ Raciocínio:

- Processo de construção de novas sentenças a partir de outras sentenças.

➤ Deve-se segurar que o raciocínio seja plausível, correto.

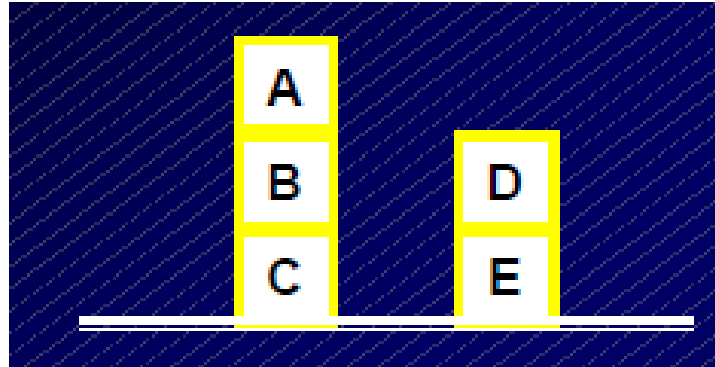


Revisitando o caso do cap. West

- A) $\forall x, y, z$ Americano(x) \wedge Arma(y) \wedge Nação(z) \wedge Hostil(z) \wedge Vende(x, z, y)
 \Rightarrow Criminoso(x)
 - B) $\forall x$ Guerra(x, USA) \Rightarrow Hostil(x)
 - C) $\forall x$ InimigoPolítico(x, USA) \Rightarrow Hostil(x)
 - D) $\forall x$ Míssil(x) \Rightarrow Arma(x)
 - E) $\forall x$ Bomba(x) \Rightarrow Arma(x)
 - F) Nação(Cuba)
 - G) Nação(USA)
 - H) InimigoPolítico(Cuba, USA)
 - I) InimigoPolítico(Irã, USA)
 - J) Americano(West)
 - K) $\exists x$ Possui(Cuba, x) \wedge Míssil(x)
 - L) $\forall x$ Possui(Cuba, x) \wedge Míssil(x) \Rightarrow Vende(West, Cuba, x)
-

- | | |
|---------------------------------|---|
| M) <u>Possui(Cuba, M1)</u> | - <i>Eliminação: quantificador existencial e</i> |
| N) <u>Míssil(M1)</u> | <i>conjunção de K</i> |
| O) <u>Arma(M1)</u> | - <i>Modus Ponens a partir de D e N</i> |
| P) <u>Hostil(Cuba)</u> | - <i>Modus Ponens a partir de C e H</i> |
| Q) <u>Vende(West, Cuba, M1)</u> | - <i>Modus Ponens a partir de L, M e N</i> |
| R) <u>Criminoso(West)</u> | - <i>Modus Ponens a partir de A, J, O, F, P e Q</i> |

Exemplo IA Simbólica: Mundo dos blocos



Escrever um programa em IA que aceite perguntas e respostas!

Perguntas

Quem está sobre quem?....

Quem está sobre B?...

Quem está sobre a mesa?...

Quem está livre?....

C está livre?...

Respostas

A está sobre B e C, B está sobre C e D está sobre E.

A está sobre B

C e E

A e D

Não

Um programa em Prolog

sobre(a,b)

sobre(b,c)

sobre(d,e)

mesa (c)

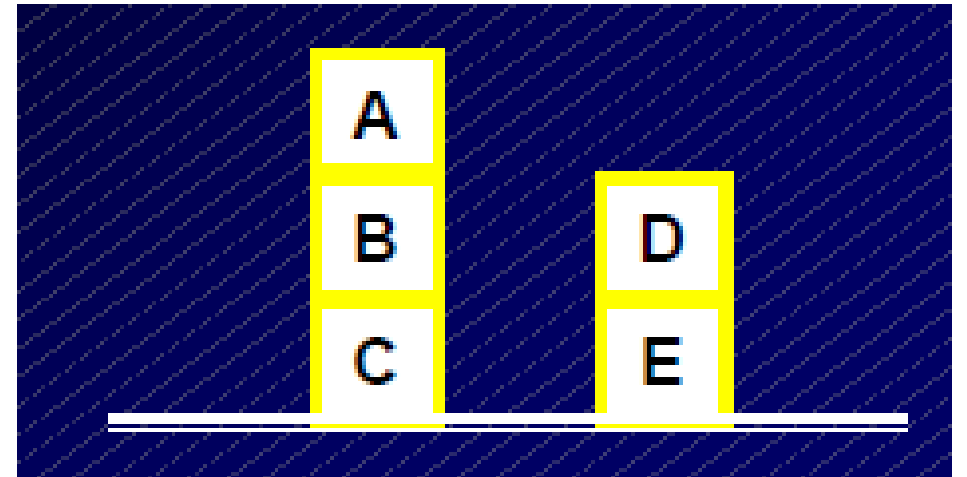
mesa (e)

livre (a)

livre (d)

acima (x,y):-sobre (x,y)

acima (x,z):-acima(x,y); acima(y,z)



Paradigma Conexionista – Redes Neurais

➤ Definição romântica:

- Técnica inspirada no funcionamento do cérebro, onde neurônios artificiais, conectados em rede, são capazes de aprender e de generalizar.

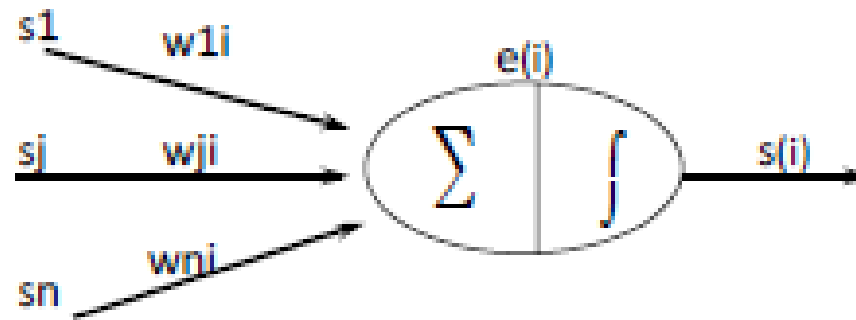
➤ Definição matemática:

- Técnica de aproximação de funções por regressão não linear.

➤ É uma outra abordagem:

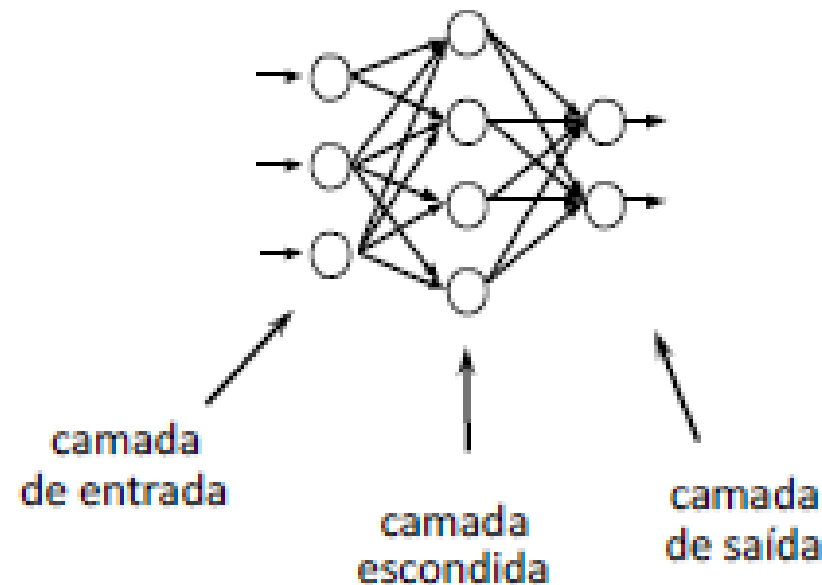
- Linguagem “redes de elementos simples”
- Raciocínio “aprender diretamente a função entrada-saída”

Redes Neurais Artificiais - Um exemplo

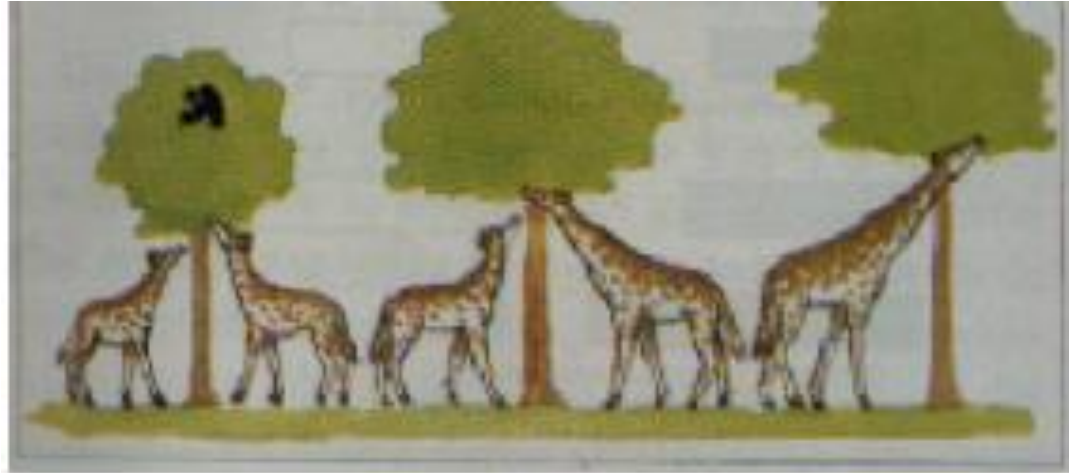


$$e(i) = \sum w_{ji} \times s_j$$

$$s(i) = f(e(i))$$



Paradigmas Evolutivo



➤Evolução

- Diversidade é gerada por cruzamento e mutações.
- os seres mais adaptados ao seus ambientes sobrevivem (seleção natural)
- as características genéticas de tais seres são herdadas pelas próximas gerações.

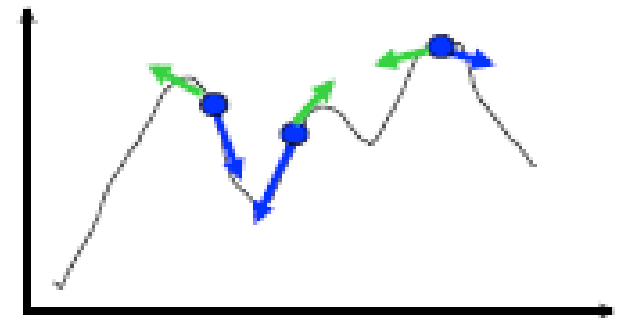
Paradigma Evolutivo

➤ Definição:

- Método probabilístico de busca para resolução de problemas (otimização) “inspirado” na teoria da evolução.

➤ Ideia:

- indivíduo = solução
- faz evoluir um conjunto de indivíduos mais adaptados por cruzamento através de sucessivas gerações.
- *fitness function* $f(i): \mathbb{R} \longrightarrow [0,1]$



Paradigma Estatístico/Probabilístico

- **Lógica nebulosa (*Fuzzy*) " grau de verdade (*truth*)**
 - Utiliza a **teoria da probabilidade** e a teoria da utilidade, compondo a **teoria da decisão**, como base para raciocinar num mundo com **incertezas** (de crenças, percepções, ações, etc.).
- **Probabilidade: grau de crença**
 - Ex.: 80% de crença de que A é verdade → em cada 10 casos, A é verdade 8 vezes e falso 2 vezes → compromisso ontológico da probabilidade é o mesmo da lógica : os fatos (A) são verdadeiros ou falsos.

Paradigma Estatístico/Probabilístico

➤ Lógica nebulosa (Fuzzy): grau de verdade

- Ex. Um evento pode ser “uma certa” verdade. É uma forma de especificar quão bem um objeto satisfaz uma descrição vaga.
- “João é alto?” Isso é verdade ou falso??, sabendo que ele mede 1,75m de altura – não há incerteza no mundo exterior (sabe-se a altura de João), há incerteza no significado linguístico de “alto”.

Representação do Conhecimento

“Se, para um dado problema, tivermos um meio de verificar uma solução proposta, então podemos solucionar o problema testando as possíveis respostas . Mas isto sempre toma muito tempo para ser de interesse prático. Qualquer dispositivo que possa reduzir esta busca pode ter valor”.

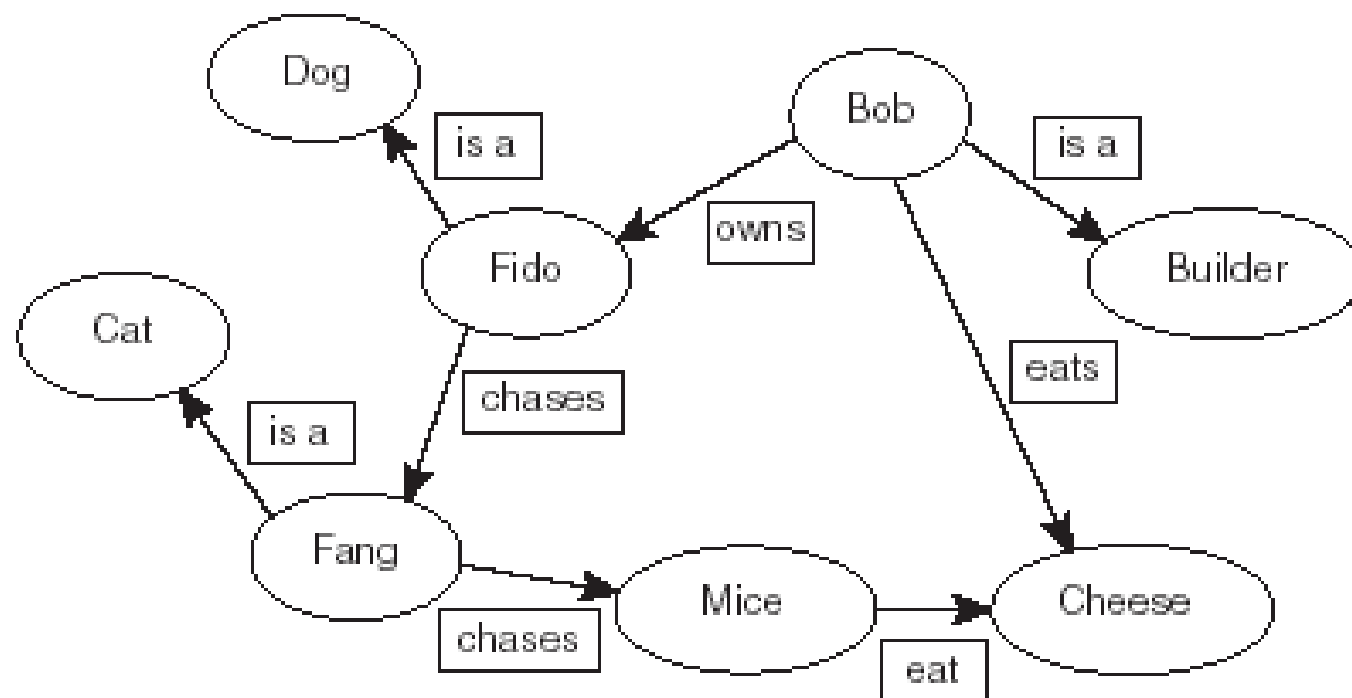
Marvin Minsky

Representação do Conhecimento

- O computador precisa de uma representação do problema para resolvê-lo.
- A representação precisa ser:
 - **Eficiente**: não desperdício de tempo ou recurso;
 - **Útil**: permite o computador resolver o problema;
 - **Significativo**: realmente se relacionar com o problema.

Redes Semânticas

- É um grafo consistindo de vértices que são conectados por arestas.
- Vértices representam objetos.
- Ligações entre vertices representam relacionamentos entre objetos.
- Possuem a incapacidade de representar negações: “Figo não é um gato”.

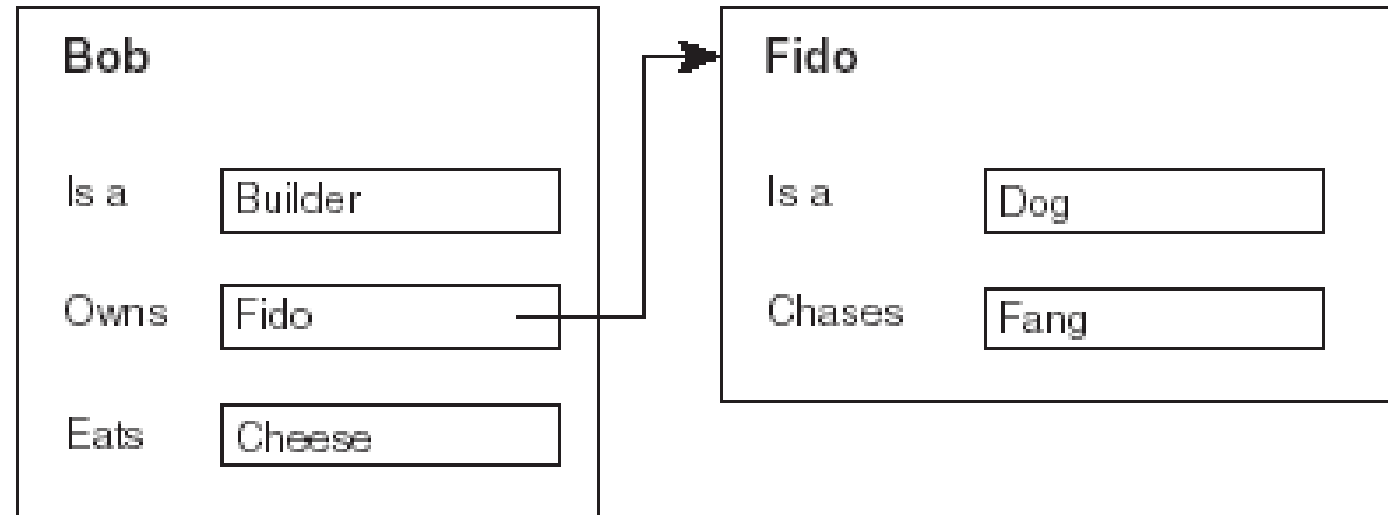


Herança

- Herança é o processo pelo qual uma subclasse herda propriedades de uma superclasse.
- Exemplo:
 - Mamíferos dão vida a jovens.
 - Fido é um mamífero.
 - Portanto Fido dá a luz a jovens.
- Em alguns casos, como no exemplo acima, valores herdados podem precisar ser substituídos. (Fido pode ser um mamífero, mas se for macho, provavelmente não dará à luz).

Quadro (Frames)

- Consiste de um conjunto de quadros (ou vértices) que são interligados por relações.
- Quadros de classe descrevem classes.
- Os quadros de instância descrevem instâncias.
- Cada quadro tem um número de slots.
- Cada slot pode receber um valor de slot



Representação através de lógica de predicados

➤ É o uso de regras de produção na forma SE (condição) Então (conclusões).

➤ Exemplo:

- | | |
|--|---------------------|
| i. Se (produz_leite ^ tem_pelos) | Então é (mamífero) |
| ii. Se (mamífero ^ come_carne) | Então é (carnívoro) |
| iii. Se (mamífero ^ possui_presas ^ possui_garras) | Então (carnívoro) |
| iv. Se (carnívoro ^ pardo ^ pintado) | Então (onça) |
| v. Se (carnívoro ^ pardo ^ listrado) | Então (tigre) |

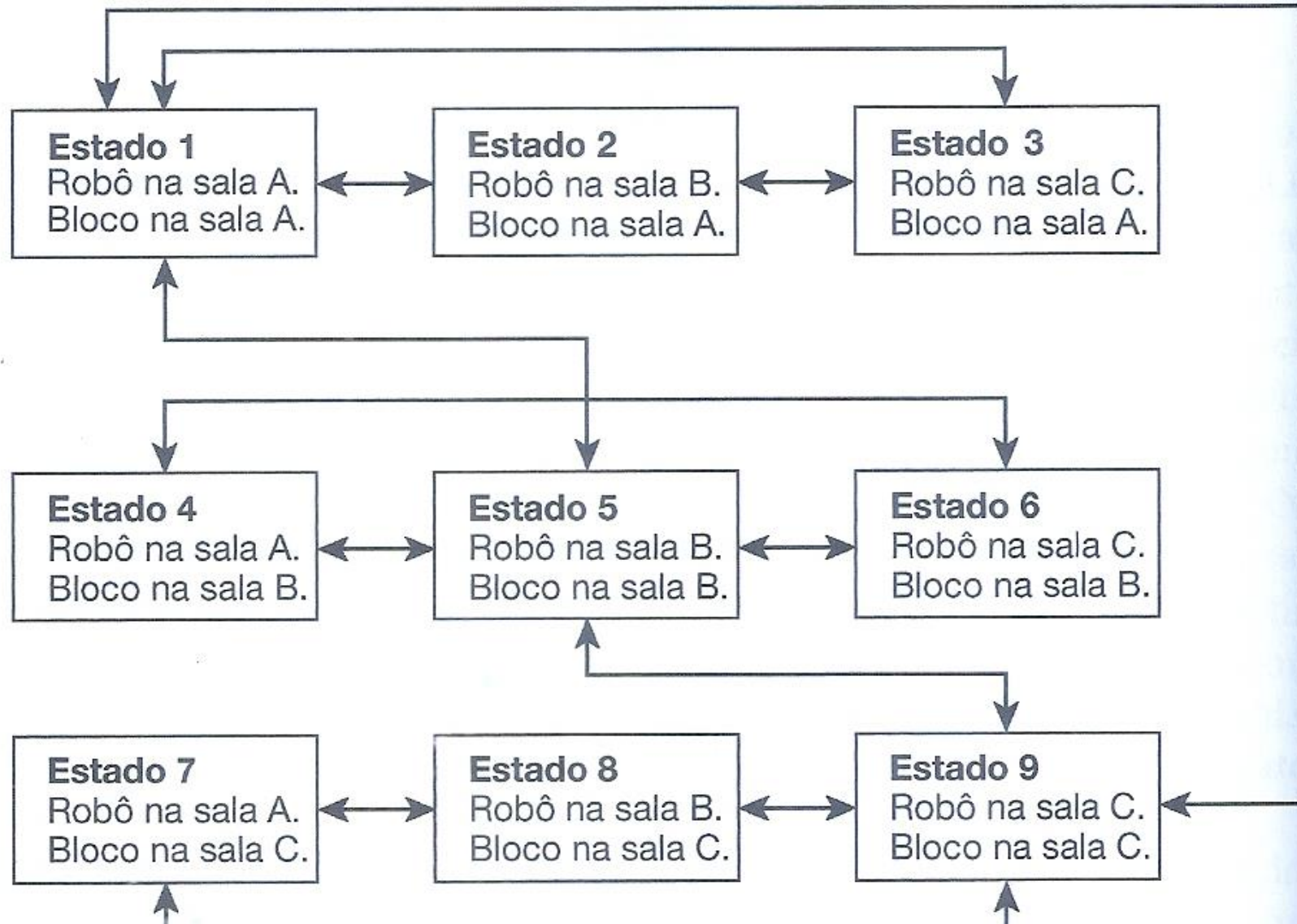
Representação através de lógica de predicados

- A partir dos fatos conhecidos sobre um determinado animal **A**, do tipo {tem_pêlos(A), produz leite(A), come carne (A), pardo (A), pintado (A)}, pode-se concluir que **A é uma onça.**
- Quando se busca, a partir dos dados, verificar qual é a conclusão a ser obtida, diz-se que o encadeamento é progressivo.

Espaço de Busca

- Muitos problemas de IA são representados por espaço de busca.
- Um espaço de busca é uma representação do conjunto de possíveis escolhas de um problema, uma ou mais das quais é solução do problema.
- **Exemplo:** Localizar uma palavra específica em um dicionário.
- **Objetivo:** identificar um ou mais alvos (caminhos).

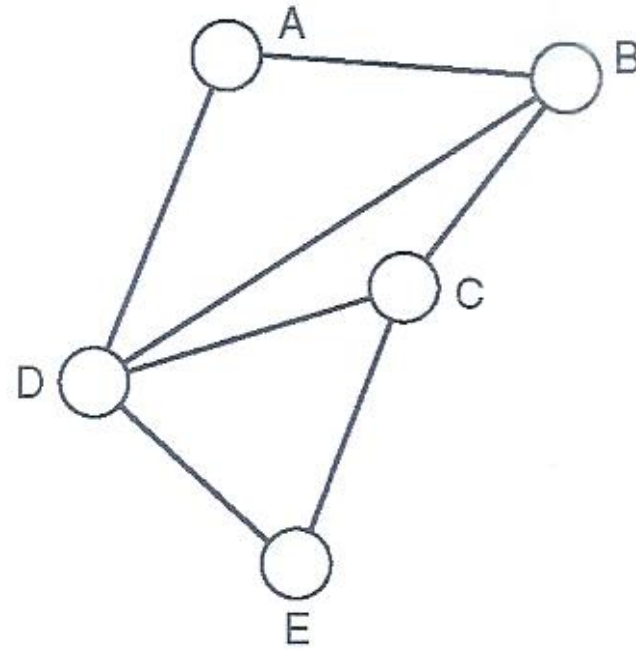
Estados em Espaço de Busca



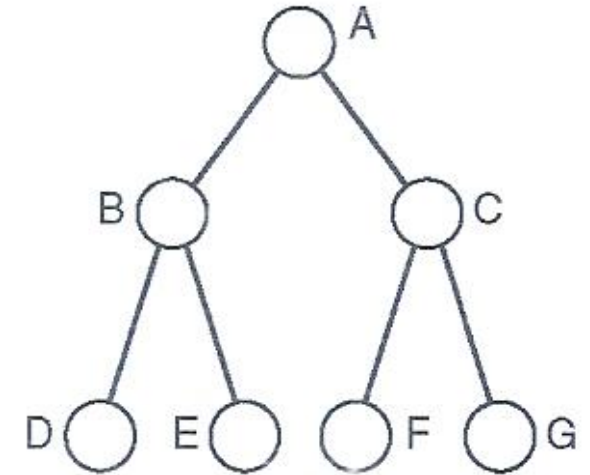
Árvores Semânticas

- É um tipo de rede semântica, com as seguintes propriedades:

1. Cada nó (exceto o nó raiz) tem um predecessor (pai) e um ou mais sucessores (filhos).
2. O nó raiz não tem predecessores (em geral a busca começa pelo nó raiz – ponto inicial).



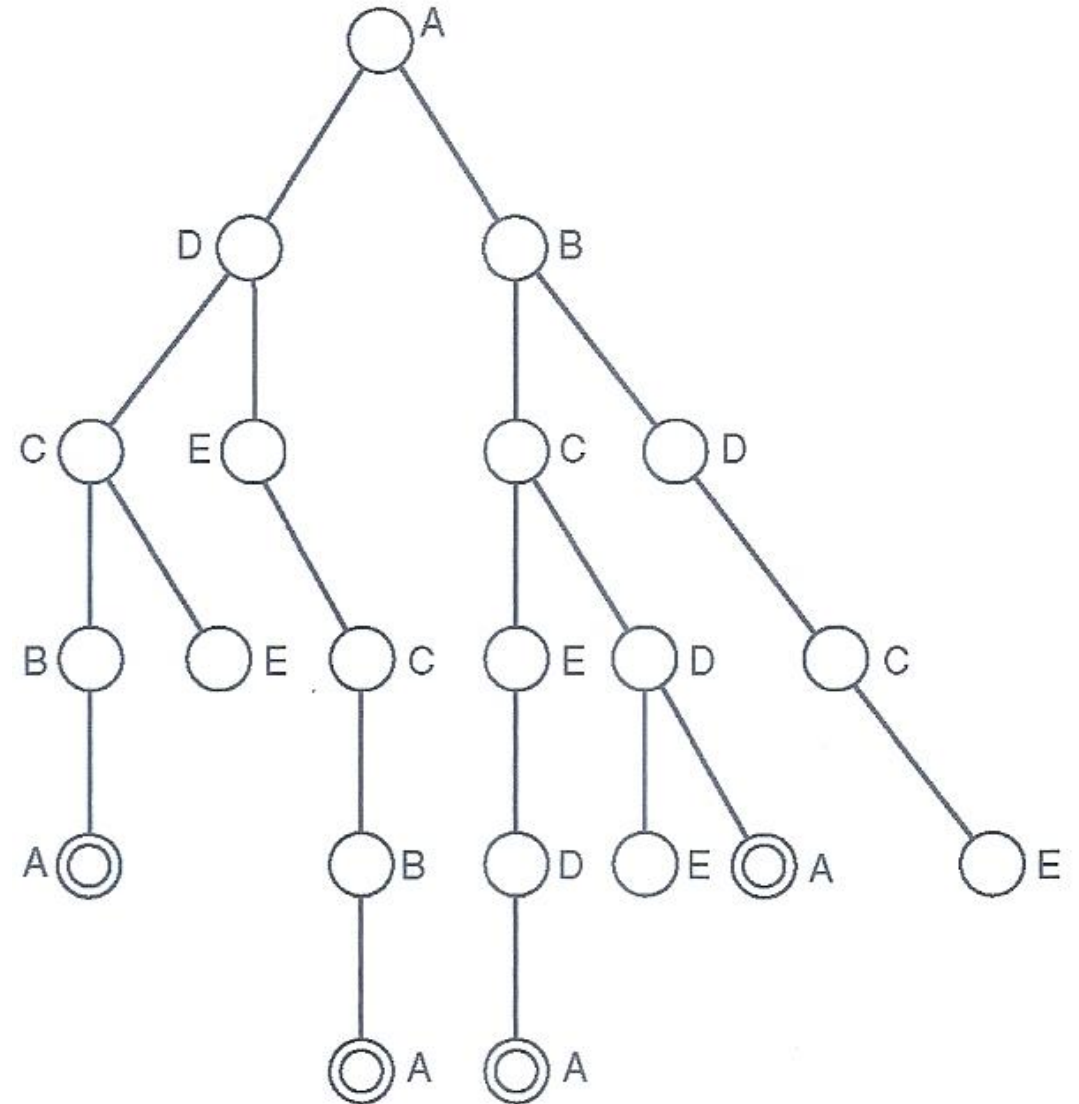
**Rede
semântica**



**Árvore
Semântica**

Árvores de Busca

- Representação de caminhos possíveis de uma rede semântica.



Missionários e Canibais

“Três missionários e três canibais estão em uma das margens de um rio, com uma canoa. Todos querem ir para a outra margem do rio. A canoa somente pode transportar uma ou duas pessoas de cada vez. Não poderá haver, em qualquer momento, mais canibais que missionários em ambas as margens do rio, pois isto poderia resultar em os missionários serem devorados”.

Uma Representação

- O primeiro passo para resolver o problema é escolher uma representação adequada.
- Mostraremos o número de canibais, missionários e canoas em cada lado do rio.
- Possíveis representações:
 - 3, 3, 1
 - 0, 0, 0

Uma Simples Representação

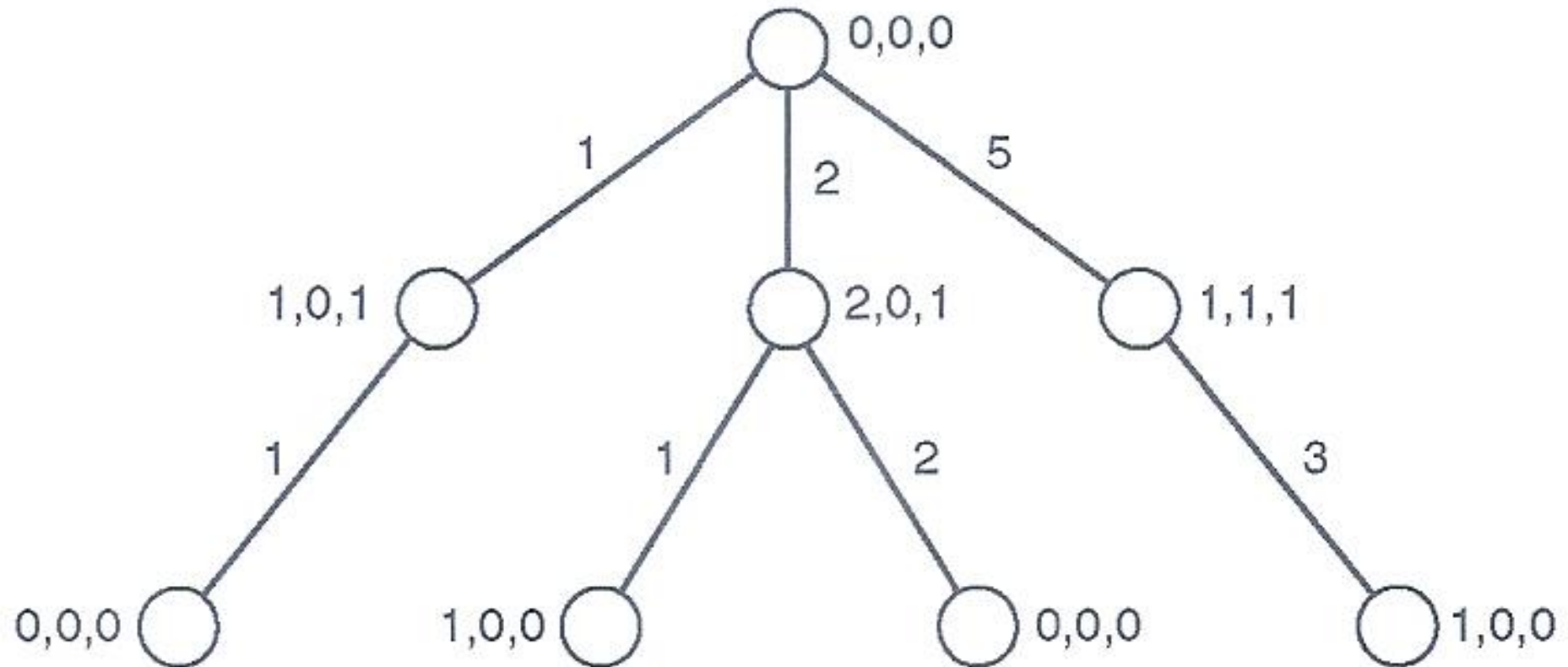
- De fato, como o sistema está fechado, precisamos apenas representar um lado do rio, pois podemos deduzir o outro lado.
- Então o estado inicial é:
 - 0,0,0
- Estado objetivo:
 - 3, 3 , 1
- Estado indesejado:
 - 2, 1, 1

Operadores

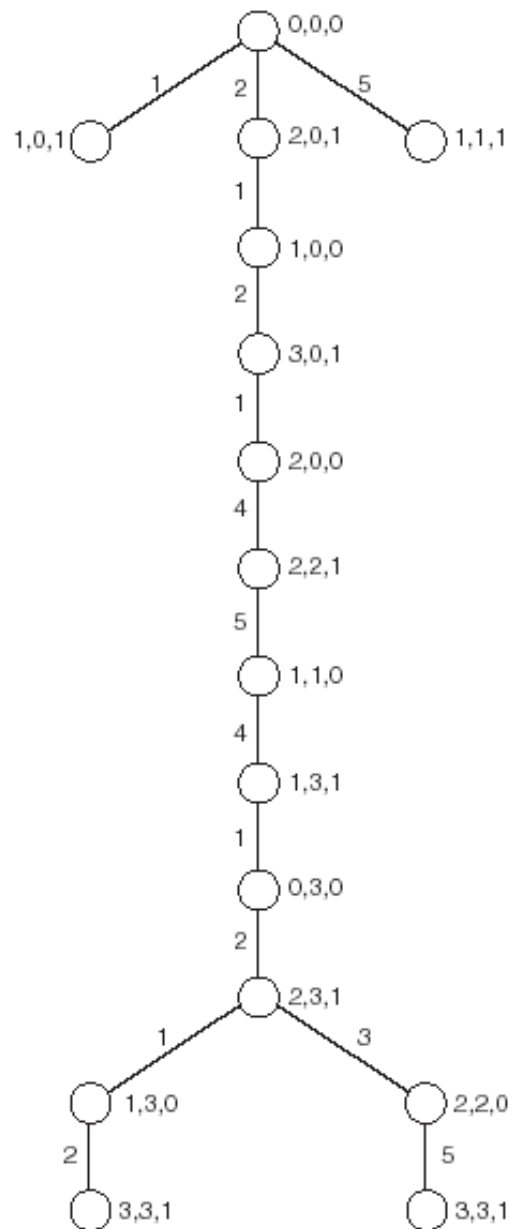
➤ Agora temos que escolher operadores adequados que possam ser aplicados:

1. Levar um canibal para outra margem
2. Levar dois canibais para a outra margem
3. Levar um missionário para a outra margem
4. Levar dois missionários para a outra margem
5. Levar um canibal e um missionário para a outra margem.

Árvore de busca para o problema dos missionários e canibais



A árvore de busca



Versão estendida da árvore de busca para o problema que omite ciclos e inclui alvos

Caixeiro Viajante

- É um problema **NP completo** (difícil solução em tempo razoável – Grande esforço computacional).
- Problema classe **P** (solução em tempo polinomial – tamanho do problema).
- Definição do Problema do Caixeiro Viajante:
“Um caixeiro viajante deve visitar cada uma das cidades de um conjunto de cidades e retornar à cidade de partida. O objetivo do problema é encontrar o caminho mais curto que permita que ele visite cada uma das cidades”

Caixeiro Viajante

➤ Imaginar que o caixeiro viajante esteja percorrendo as seguintes cidades paraenses:

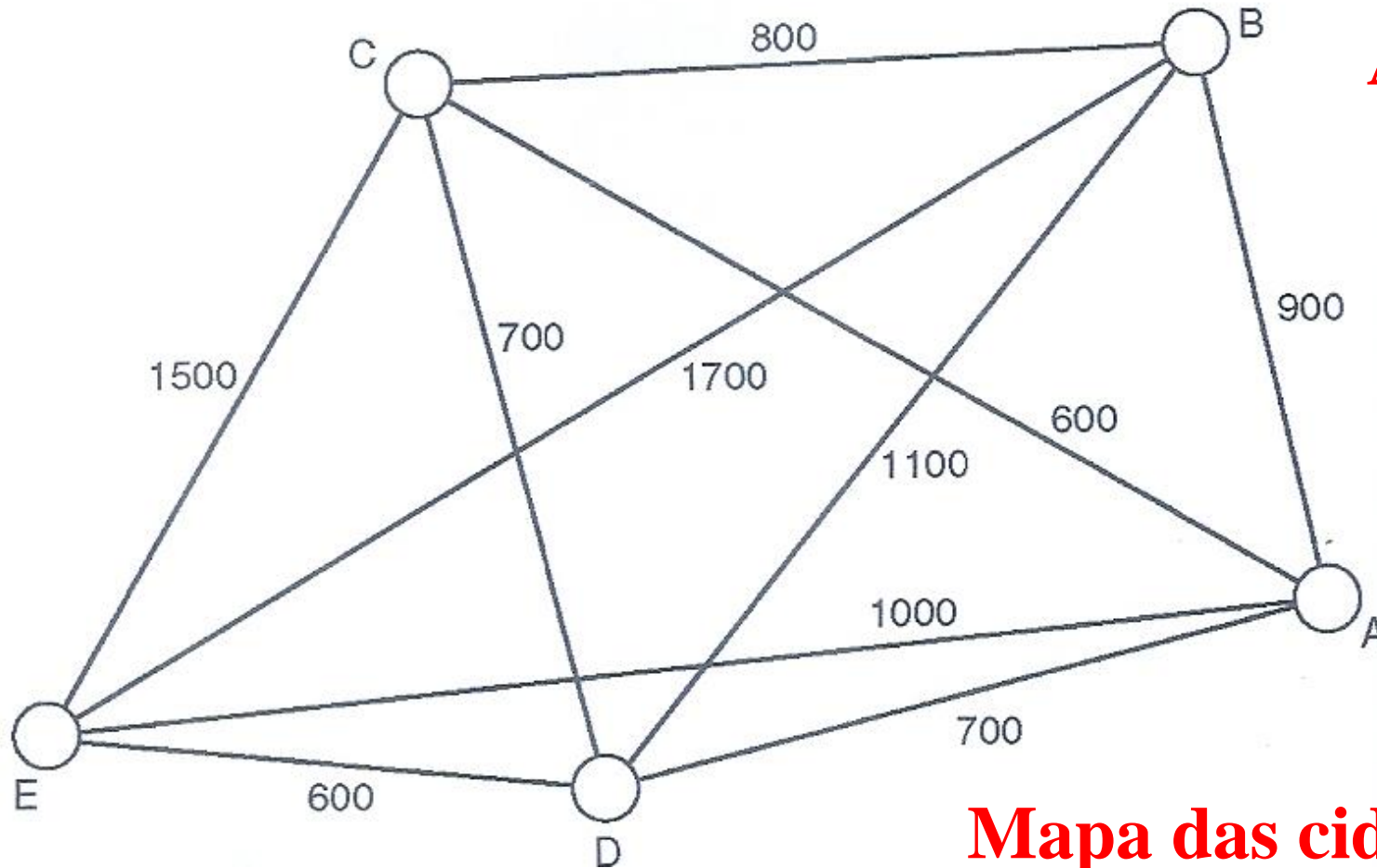
- **Altamira (A)**
- **Belém (B)**
- **Cametá (C)**
- **Dom Eliseu(D)**
- **Eldorado dos Carajás (E)**

➤ Situação:

1. **Mora em Altamira e deve visitar todas as outras quatro cidades antes de retornar para casa.**
2. **Irá fazer o percurso de avião e que o custo de cada voo seja diretamente proporcional à distância percorrida e que haja voos diretos entre qualquer par de cidades**

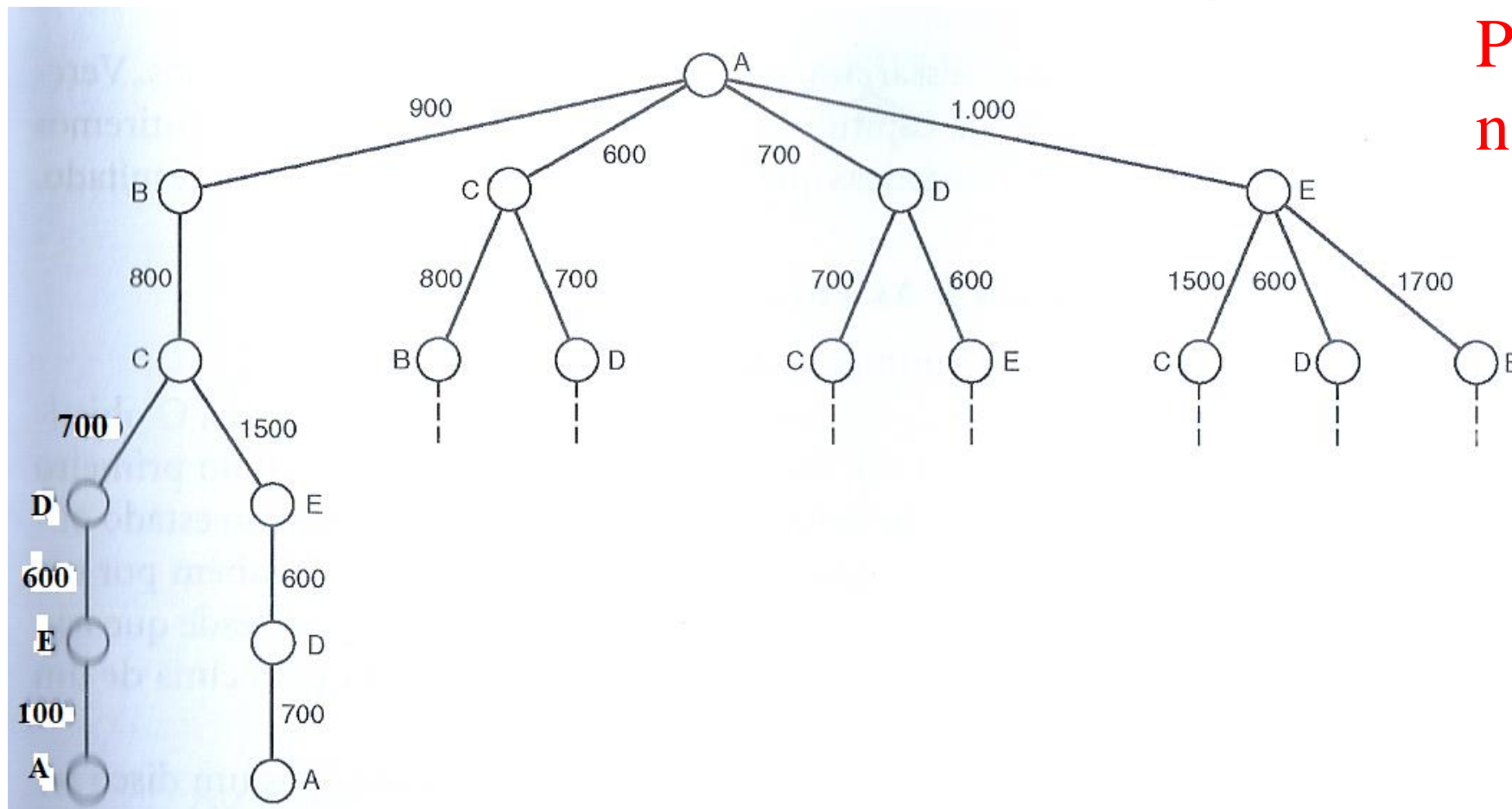
Caixeiro Viajante

**Um possível caminho:
A, B, C, E, D, A**



Mapa das cidades com as distâncias

Representação do Conhecimento do Caixeiro Viajante



Possíveis caminhos
no espaço de estados

A, B, C, D, E, A

A, B, C, E, D, A

Parte da árvore de busca para o problema do caixeiro viajante