



Universidade Federal de Campina Grande
Unidade Acadêmica de Sistemas e Computação
Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Inteligência Artificial

Representação do Conhecimento (Parte II)

Prof.^a Joseana Macêdo Fachine Régis de Araújo
joseana@computacao.ufcg.edu.br

Representação do Conhecimento

Tópicos

- ▣ Redes Semânticas

Representação do Conhecimento

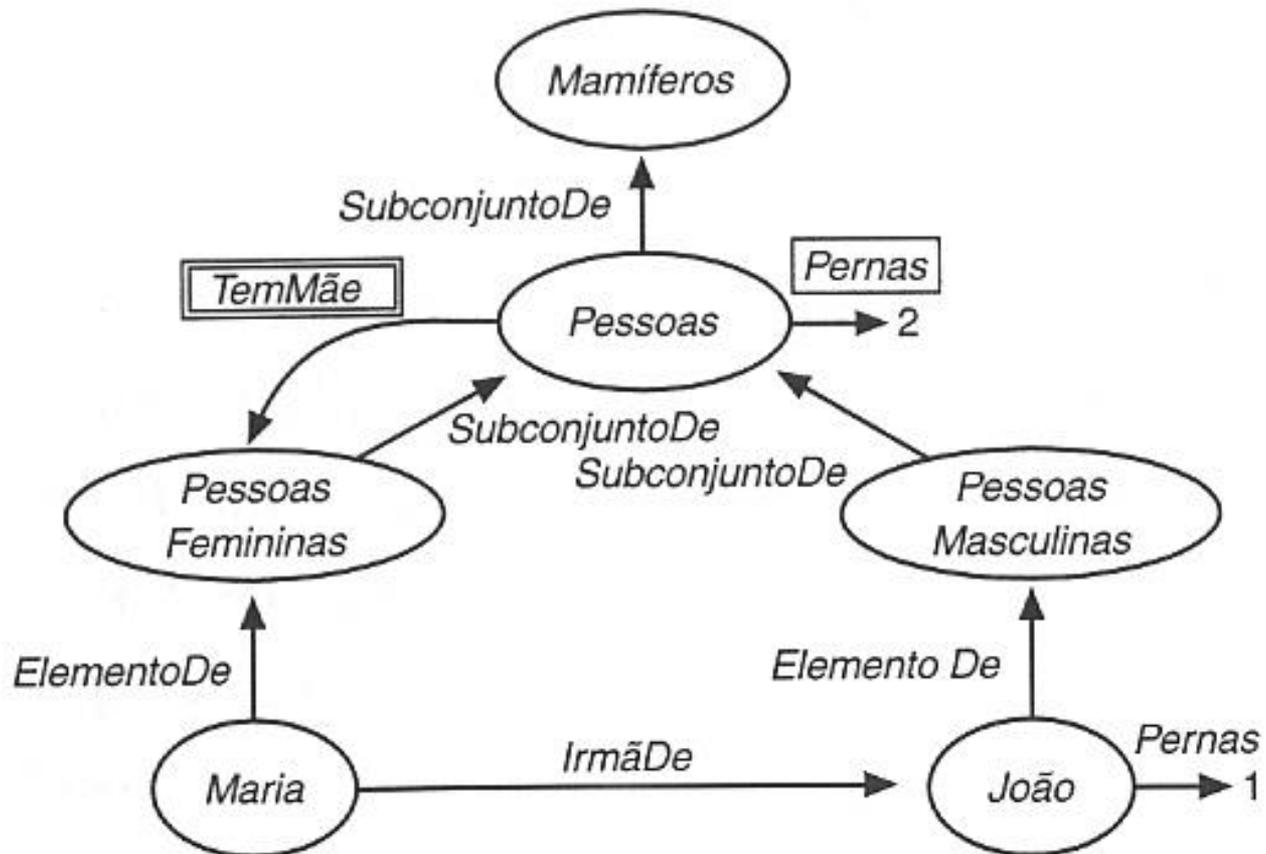
Rede Semântica

- Nome utilizado para definir um conjunto heterogêneo de sistemas.
- Uma rede semântica consiste em um conjunto de nodos (nós) conectados por um conjunto de arcos.
 - Nodos - em geral, representam objetos;
 - Arcos - relações binárias entre esses objetos. Os nodos podem também ser utilizados para representar predicados, classes, palavras de uma linguagem, entre outras possíveis interpretações, dependendo do sistema de redes semânticas.

Redes Semânticas - São grafos rotulados em que os nós representam conceitos e os arcos relações de natureza semântica entre conceitos. Surgiram em 1968, com os estudos realizados por Quillian a respeito da memória associativa humana.

Redes Semânticas

Exemplo



Redes Semânticas

$\forall x \ x \in \textit{Pessoas} \Rightarrow [\forall y \ \textit{TemMãe}(x, y) \Rightarrow \in \textit{PessoasFemininas}]$

$\forall x \ x \in \textit{Pessoas} \Rightarrow \textit{Pernas}(x, 2)$

Redes Semânticas

- ❑ **Raciocínio** - tentar projetar uma rede semântica representando o problema a ser resolvido sobre uma rede de conhecimento por meio de um mecanismo de correspondência estrutural;
- ❑ Raramente, há correspondência imediata: é necessário a consideração da **herança de propriedades**.

Redes Semânticas

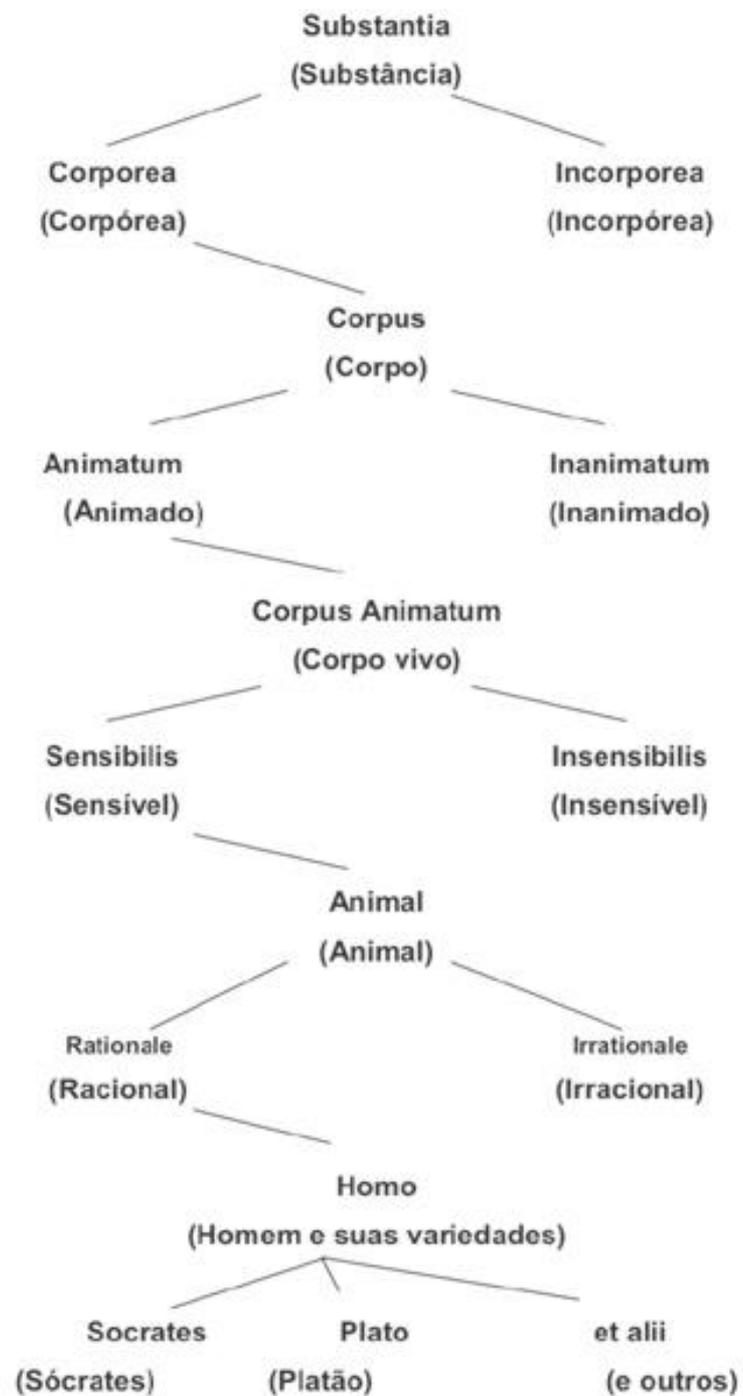
- **As redes semânticas podem ser divididas em:**
 - Redes de Definição
 - Redes de Asserção
 - Redes de Implicação
 - Redes Executáveis
 - Redes de Aprendizado
 - Redes Híbridas

Redes Semânticas

- ❑ **Redes de Definição** - Enfatizam o subtipo, ou a relação do tipo “é um” entre um tipo conceitual e um subtipo recém definido.
- ❑ A rede resultante suporta a regra da herança a partir da cópia de propriedades definidas para o supertipo para todos os seus subtipos. Já que as definições são verdadeiras por definição, a informação neste tipo de rede é geralmente assumida como necessariamente verdadeira.
- ❑ As primeiras implementações de redes semânticas surgiram para definições de tipos conceituais e para padrões de relação para máquinas de tradução.

É a mais antiga das redes semânticas. Foi proposta pelo filósofo grego Porfírio que ilustrou o método de categorização proposto por Aristóteles. O método utilizava uma estrutura hierárquica de tipos e subtipos.

Árvore de Porfírio



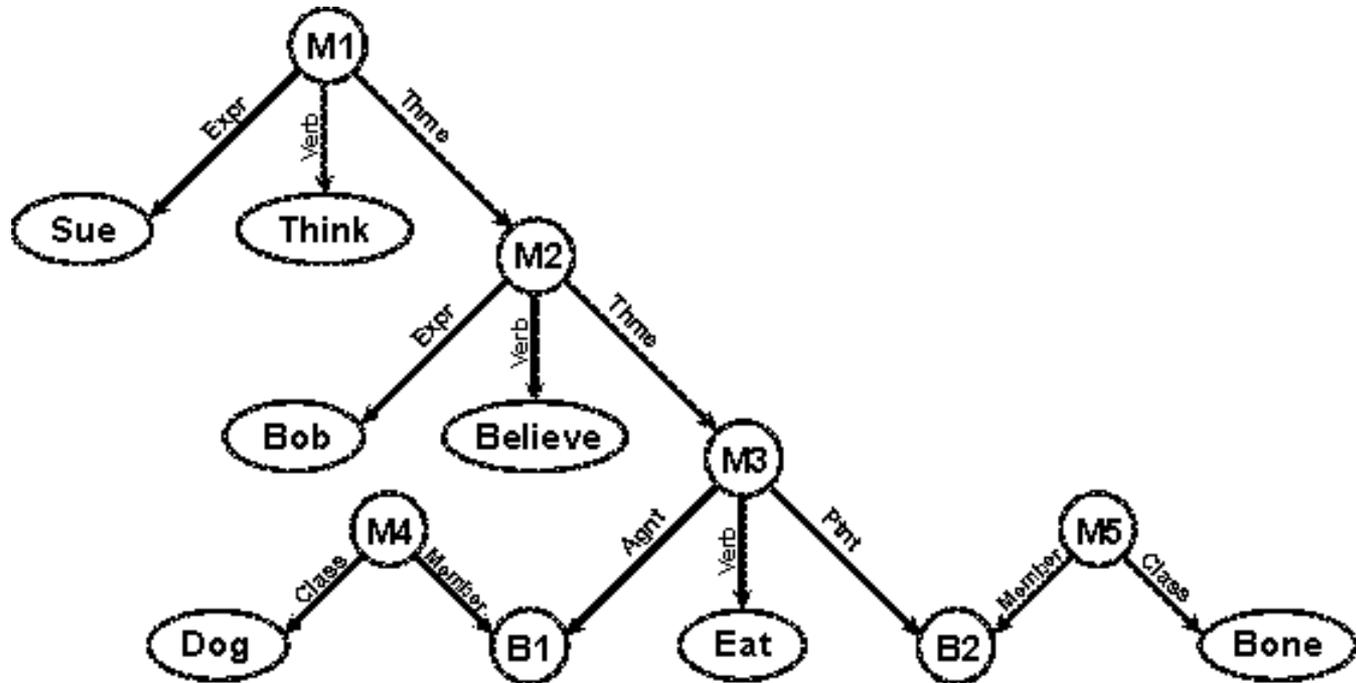
Redes Semânticas

- ❑ **Redes de Asserção** - São desenvolvidas para garantir proposições. Diferentemente das redes de definição, a informação em uma rede de asserção é considerada contingentemente verdadeira, a não ser que seja explicitamente marcada com um operador de modo.
- ❑ Foram desenvolvidas para a asserção de proposições lógicas. A notação gráfica foi criada com base na notação utilizada pela química orgânica.
- ❑ Os grafos relacionais conseguem representar apenas dois tipos de operadores: operadores de conjunção e operadores de "existência".

Esta notação foi criada por Although Peirce em 1882, e serviria para mostrar "os átomos e as moléculas da lógica".

Redes Semânticas

□ Semantic Network Processing System (SNePS)



Sue thinks that Bob believes that a dog is eating a bone

“The proposition M1 states that Sue is the experiencer (Expr) of the verb *think*, whose theme (Thme) is another proposition M2. For M2, the experiencer is Bob, the verb is *believe*, and the theme is a proposition M3. For M3, the agent (Agnt) is some entity B1, which is a member of the class Dog, the verb is *eat*, and the patient (Ptnt) is an entity B2, which is a member of the class Bone. As Figure illustrates, propositions may be used at the metalevel to make statements about other propositions: M1 states that M2 is thought by Sue, and M2 states that M3 is believed by Bob.”

Redes Semânticas

- ❑ **Redes de Implicação** - usam a implicação com principal relação para conexão de nodos. Podem ser usadas para representar padrões de crenças, causalidade, ou inferências.
- ❑ As redes de implicação estabelecem relações de implicação entre os nodos.
- ❑ Dependendo da interpretação, estas redes podem ser vistas como redes de crenças e redes Bayesianas, para isto seria necessário envolver valores de **probabilidade** nas relações de verdadeiro e falso.

Antes de se obter alguma evidência fala-se de *probabilidade a priori* ou *probabilidade não condicionada*. Depois de obtida evidência fala-se de *probabilidade a posteriori* ou *probabilidade condicionada*.

Redes Semânticas

Redes Bayesianas

- ❑ São diagramas que organizam o conhecimento numa dada área por meio de um mapeamento entre *causas* e *efeitos*.
- ❑ Sistemas baseados em redes Bayesianas: são capazes de gerar automaticamente previsões ou decisões mesmo na situação de inexistência de algumas peças de informação.
- ❑ Rede Bayesiana: definida pela sua estrutura e modelo probabilístico, determinando de forma unívoca a distribuição conjunta para as variáveis que descreve.

Redes Semânticas

Redes Bayesianas: São grafos direcionados acíclicos com as seguintes características:

- ❑ Os nós correspondem a variáveis aleatórias.
- ❑ Uma ligação direcionada ou arco com seta liga pares de variáveis (nós). O significado intuitivo de um arco dirigido do nó X para o nó Y é que X tem uma influência direta sobre Y .
- ❑ Cada nó tem associados os estados da variável que representa e uma tabela de probabilidades condicionadas que quantifica os efeitos que os pais exercem sobre um nó (probabilidade do nó estar num estado específico dado os estados dos seus pais).
- ❑ O grafo não possui ciclos direcionados.

Redes Semânticas

Redes Bayesianas

- ❑ **Matematicamente:** uma Rede *Bayesiana* é uma representação compacta de uma tabela de conjunção de probabilidades do universo do problema.
- ❑ **Do ponto de vista de um especialista:** Redes Bayesianas constituem um modelo gráfico que representa de forma simples as relações de causalidade das variáveis de um sistema.

Redes Semânticas

Uma Rede *Bayesiana* consiste de:

- ❑ Um conjunto de variáveis e um conjunto de arcos ligando as variáveis.
- ❑ Cada variável possui um conjunto limitado de estados mutuamente exclusivos.
- ❑ As variáveis e arcos formam um grafo dirigido sem ciclos (*DAG*).
- ❑ Para cada variável A , que possui como pais B_1, \dots, B_n , existe uma tabela $P(A | B_1, \dots, B_n)$.

Redes Semânticas

Exemplo – Diagnóstico Médico

Seja

- M = doença meningite
- S = dor de cabeça

Qual a probabilidade de uma pessoa ter meningite, dado que ela está com dor de cabeça?

Um Médico sabe:

- $P(S/M)=0,5$
- $P(M)=1/50000$
- $P(S)=1/20$

Redes Semânticas

Exemplo – Diagnóstico Médico

- $P(M/S) = \frac{P(S/M) \times P(M)}{P(S)}$

- $P(M/S) = \frac{0,5 \times (1/50000)}{1/20}$

- $P(M/S) = 0,02\%$

A probabilidade de uma pessoa ter meningite, dado que ela está com dor de cabeça, é igual a 0,02%.

Redes Semânticas

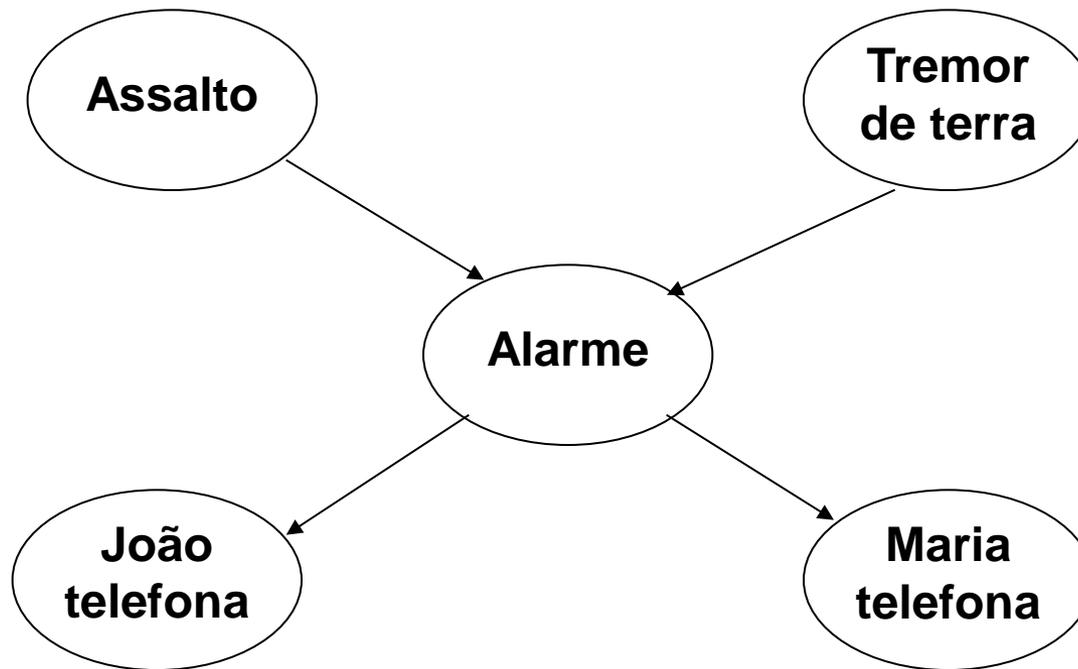
Redes Bayesianas

Exemplo:

- ❑ *“Você possui um novo alarme contra ladrões em casa. Este alarme é muito confiável na detecção de ladrões, entretanto, ele também pode disparar caso ocorra um terremoto.”*
- ❑ *Você tem dois vizinhos, João e Maria, os quais prometeram telefonar-lhe no trabalho caso o alarme dispare.*
- ❑ *João sempre liga quando ouve o alarme, entretanto, algumas vezes confunde o alarme com o telefone e também liga nestes casos.*
- ❑ *Maria, por outro lado, gosta de ouvir música alta e às vezes não escuta o alarme.”*

Redes Semânticas

- ▣ Representação do problema (Rede Bayesiana)



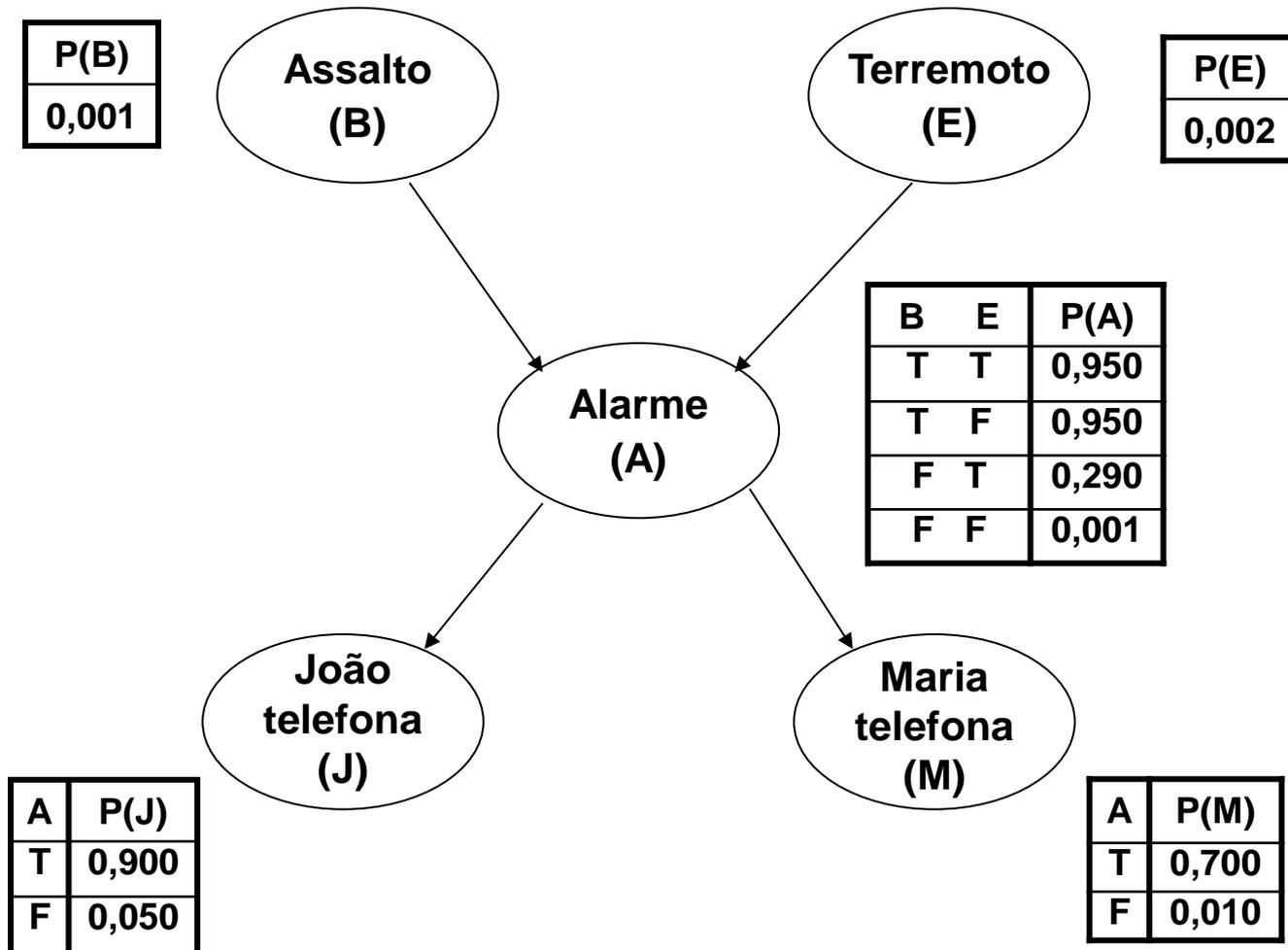
Redes Semânticas

▣ Tabela de Probabilidades (Redes Bayesianas)

Assalto	Terremoto	P(Alarme Assalto, Terremoto)	
		Verdade	Falso
Verdade	Verdade	0,950	0,050
Verdade	Falso	0,950	0,050
Falso	Verdade	0,290	0,710
Falso	Falso	0,001	0,999

Redes Semânticas

Rede Bayesiana e probabilidades



Redes Semânticas

Redes Bayesianas

Questão: Calcular a probabilidade do alarme ter tocado, mas, nem um ladrão nem um terremoto aconteceram, e ambos, João e Maria ligaram.

Distribuição conjunta de probabilidade:

$$P(x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n P(x_i | \text{pais}(x_i))$$

$$\begin{aligned} P(J, M, A, \neg B, \neg E) &= \\ &= P(J|A)P(M|A)P(A|\neg B, \neg E)P(\neg B)P(\neg E) \\ &= 0,900 \times 0,700 \times 0,001 \times 0,999 \times 0,998 = 0,00062 \end{aligned}$$

Redes Semânticas

- Procedimento geral para construção de Redes *Bayesianas*:
 1. Escolher um conjunto de variáveis X_i que descrevam o domínio.
 2. Escolher uma ordem para as variáveis.
 3. Enquanto existir variáveis:
 - a. Escolher uma variável X_i e adicionar um nó na rede.
 - b. Determinar os nós $Pais(X_i)$ dentre os nós que já estejam na rede e que satisfaçam a equação (*).
 - c. Definir a tabela de probabilidades condicionais para X_i .

- O fato de que cada nó é conectado aos nós mais antigos na rede garante que o grafo será sempre acíclico.

$$(*) P(X_i | X_{i-1}, \dots, X_1) = P(X_i | Pais(X_i)) \text{ para } Pais(X_i) \subseteq \{x_{i-1}, \dots, x_1\}$$

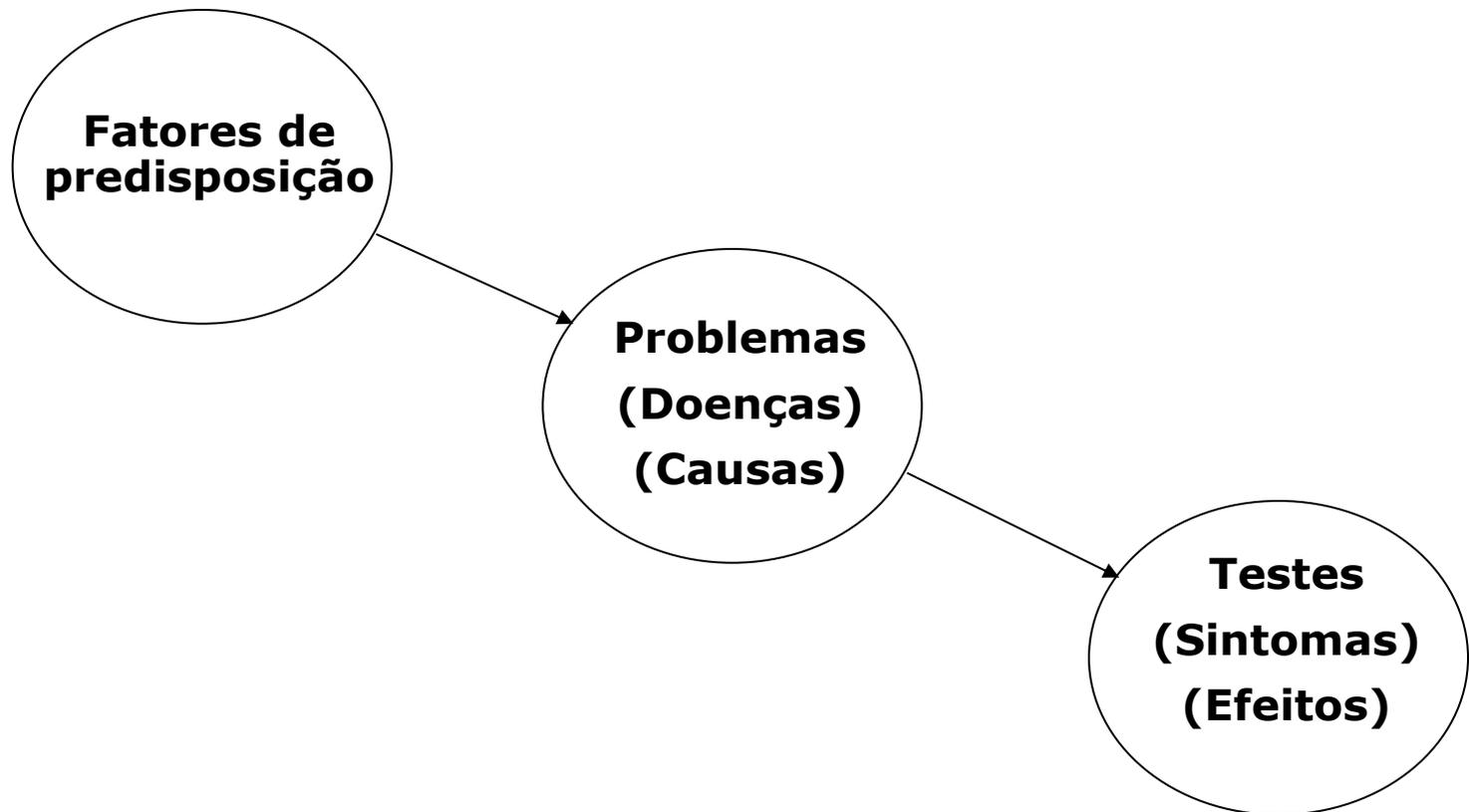
Redes Semânticas

Inferência usando Redes Bayesianas

- ❑ A distribuição conjunta pode ser usada para responder à qualquer pergunta sobre o domínio.
- ❑ As redes Bayesianas, como representação gráfica desta distribuição, podem também ser usadas para responder qualquer questão.

Redes Semânticas

- Uma Rede Bayesiana para diagnóstico



Redes Semânticas

- ❑ **Redes Executáveis** - incluem algum mecanismo, como procedimentos anexos, para execução de inferências, passagem de mensagens, ou busca por padrões e associações;

- ❑ As redes executáveis contêm mecanismos que permitem a alteração dinâmica na própria rede. Três tipos de mecanismos são mais comumente utilizados:
 - Passagem de mensagens - dados passados entre os nodos
 - Procedimentos anexados - cada nodo possui um procedimento
 - Transformações de grafos - combinar, modificar e quebrar grafos

- ❑ Um exemplo bastante utilizado de redes executáveis são as **Redes de Petri**.

Redes Semânticas

- ❑ **Redes de Aprendizado** - constroem, ou estendem a sua representação por meio da aquisição de conhecimento a partir de exemplos.
- ❑ O novo conhecimento pode mudar a antiga rede pela adição e remoção de arcos e nodos, ou pela alteração de valores numéricos, que associam nodos e arcos;
- ❑ Um sistema de aprendizado, natural ou artificial, responde a novas informações a partir da alteração de sua representação interna do conhecimento.

Redes Semânticas

- ❑ Os sistemas que utilizam redes de aprendizado podem se valer de três mecanismos para alteração de sua rede:
 - Rote memory - conversão da nova informação em uma rede e adição da mesma na rede atual;
 - Alteração de pesos - Alteração de valores associados a nodos ou arcos;
 - Re-estruturação - é o mais complexo de todos e implica basicamente na alteração das conexões entre os nodos.
- ❑ Os sistemas que utilizam *Rote memory* são mais indicados para aplicações que necessitam da recuperação exata de dados.
- ❑ Sistemas que utilizam alteração de pesos (exemplo: redes neurais) são mais indicados para reconhecimento de padrões.
- ❑ **Redes Híbridas** - combinam duas ou mais das redes anteriores.

Redes Semânticas

- **Exemplos de Aplicações:**
 - Sistemas de compreensão de linguagem natural;
 - Representação de taxonomias de conhecimentos nos quais as ligações entre conceitos são de natureza hierárquica.

Redes Semânticas

□ Vantagens

- Bem adaptadas à representação de um conjunto hierárquico de conceitos.

□ Desvantagens

- Limitações na definição de raciocínio.