

# Inteligência Artificial

## Representação de conhecimento

### Redes Semânticas

### Frames

Prof. Paulo Martins Engel

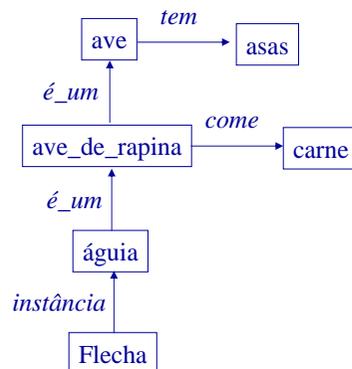
## Representação do conhecimento por redes semânticas

- Uma rede semântica é uma forma gráfica de representação de conhecimento, onde os objetos, conceitos ou situações no domínio são representados por um *conjunto de nós* conectados entre si através de um *conjunto de arcos*, que representam as relações entre os nós.
- Dois tipos de nós:
  - nós rotulados por relações, correspondendo a categorias ou propriedades.
  - Nós rotulados por objetos do domínio
- Três tipos de arcos:
  - Arcos de subconjuntos (*é\_um*)
  - Arcos de pertinência em conjuntos (*instância*)
  - Arcos de funções

2

## Representação do conhecimento por redes semânticas

- Representando uma taxonomia:



3

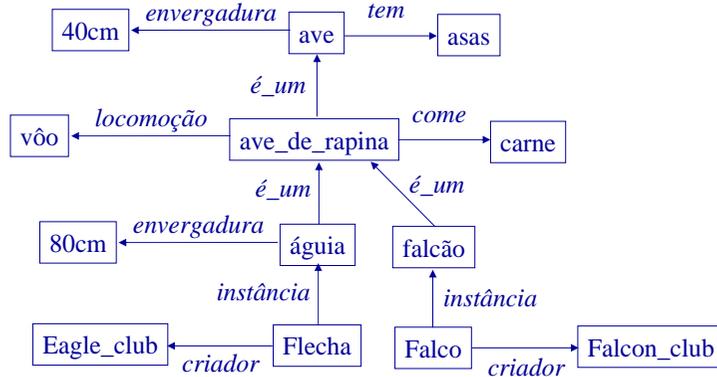
## Mecanismo de raciocínio de redes semânticas

- Uma rede semântica permite raciocínio *não-monotônico*.
- O raciocínio com lógica ordinária é *monotônico* porque se acrescentarmos novos axiomas a um sistema lógico não diminuimos o conjunto de teoremas que podem ser provados.
- Entretanto, há muitos exemplos de raciocínio de senso comum que são não monotônicos.
- Frequentemente fazemos inferências por *default* - desde que nada diga o contrário assumimos como verdade.
- Entretanto, se verificado novo conhecimento contraditório, nós devemos invalidar a inferência *default*.
- Nas redes semânticas, o mecanismo de *cancelamento de herança* provê os meios para resolver contradições.
- Na lógica clássica, isto é mais custoso, envolvendo novos predicados e informações de entrada.

4

### Representação do conhecimento por redes semânticas

- Uma rede semântica dá suporte à herança de atributos ao longo de ligações *é-um* e *instância*.



### Algoritmo: Herança de Atributos

- Para recuperar um valor *V* de um atributo *A* de uma instância *O* de um objeto:

1. Encontre *O* na base de conhecimento.
2. *Se houver* aí um valor para o atributo *A*, retorne esse valor.
3. *Senão*, verificar **se há um valor** para a relação *instância*.

*Em caso negativo*, retorne *insucesso*.

4. **Caso contrário**, ir para o nó que corresponde àquele valor e **procurar um valor** para o atributo *A*. *Se encontrar*, retorne o valor.

5. **Caso contrário**, execute os passos a seguir até não haver mais valor para a relação *é-um* ou até encontrar uma resposta:

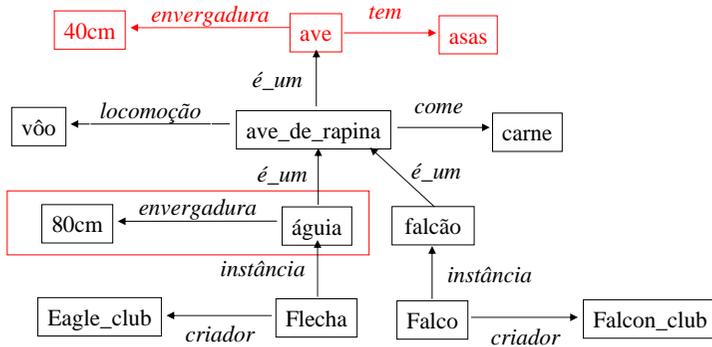
- (a) Encontrar o valor da relação *é-um* e ir para aquele nó.
- (b) Verificar se há um valor para o atributo *A*. *Se houver*, retorne-o.

- (1) *criador*(Falco) ?
- (2) *envergadura*(Flecha) ?
- (3) *envergadura*(Falco) ?
- (4) *come*(Flecha) ?



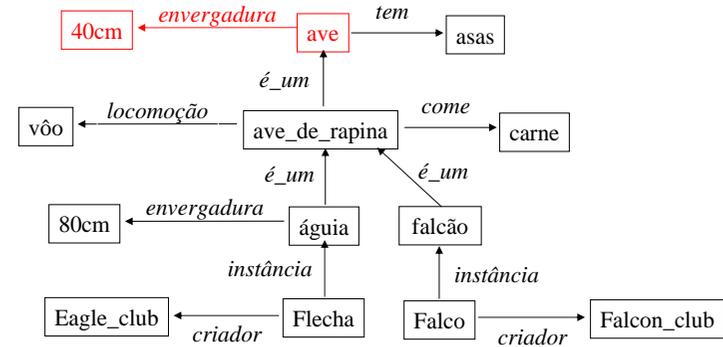
### Representando uma RS por predicados

- Expresse o conhecimento representado pela rede semântica do exemplo anterior, utilizando um conjunto de predicados.
- Resolva os conflitos entre valores de atributos através de predicados compostos com restrições.



instância(Flecha, águia) envergadura(x, 80) ← é\_um(x, águia) ??  
 instância(Falco, falcão)  $\text{é\_um}(x, \text{ave\_de\_rapina}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{falcão})$   
 $\text{é\_um}(x, \text{águia}) \leftarrow \text{instância}(x, \text{águia})$   $\text{é\_um}(x, \text{ave\_de\_rapina}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{águia})$   
 $\text{é\_um}(x, \text{falcão}) \leftarrow \text{instância}(x, \text{falcão})$   $\text{é\_um}(x, \text{ave}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{ave\_de\_rapina})$   
 criador(Flecha, Eagle\_club)  $\text{come}(x, \text{carne}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{ave\_de\_rapina})$   
 criador(Falco, Falcon\_club)  $\text{locomoção}(x, \text{vôo}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{ave\_de\_rapina})$

$\text{tem}(x, \text{asas}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{ave})$   $\text{envergadura}(x, 40) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{ave})$



instância(Flecha, águia)  $\text{envergadura}(x, 80) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{águia})$   
 instância(Falco, falcão)  $\text{é\_um}(x, \text{ave\_de\_rapina}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{falcão})$   
 $\text{é\_um}(x, \text{águia}) \leftarrow \text{instância}(x, \text{águia})$   $\text{é\_um}(x, \text{ave\_de\_rapina}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{águia})$   
 $\text{é\_um}(x, \text{falcão}) \leftarrow \text{instância}(x, \text{falcão})$   $\text{é\_um}(x, \text{ave}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{ave\_de\_rapina})$   
 criador(Flecha, Eagle\_club)  $\text{come}(x, \text{carne}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{ave\_de\_rapina})$   
 criador(Falco, Falcon\_club)  $\text{locomoção}(x, \text{vôo}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{ave\_de\_rapina})$

$\text{tem}(x, \text{asas}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{ave})$

$\text{envergadura}(x, 40) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{ave}) \wedge \neg \text{é\_um}(x, \text{águia})$

### Representando uma RS por predicados

instância(Flecha, águia)  
 instância(Falco, falcão)  
 $\text{é\_um}(x, \text{águia}) \leftarrow \text{instância}(x, \text{águia})$   
 $\text{é\_um}(x, \text{falcão}) \leftarrow \text{instância}(x, \text{falcão})$   
 criador(Flecha, Eagle\_club)  
 criador(Falco, Falcon\_club)  
 $\text{é\_um}(x, \text{ave\_de\_rapina}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{falcão})$   
 $\text{é\_um}(x, \text{ave\_de\_rapina}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{águia})$   
 $\text{é\_um}(x, \text{ave}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{ave\_de\_rapina})$   
 $\text{come}(x, \text{carne}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{ave\_de\_rapina})$   
 $\text{locomoção}(x, \text{vôo}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{ave\_de\_rapina})$   
 $\text{tem}(x, \text{asas}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{ave})$   
 $\text{envergadura}(x, 80) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{águia})$   
 $\text{envergadura}(x, 40) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{ave}) \wedge \neg \text{é\_um}(x, \text{águia})$

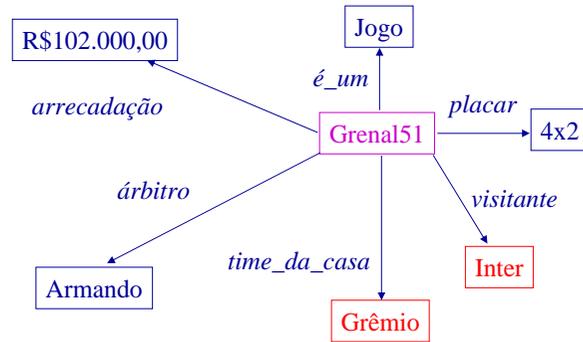
### Representando uma RS por predicados

- Com o conjunto de predicados gerado, é possível provar que a envergadura de Falco é 40cm?
- Caso negativo, qual seria a informação adicional necessária para completar a prova?
- Para provar que Falco tem envergadura de 40cm com o conjunto de predicados especificado é necessário introduzir o seguinte predicado adicional:

$\neg \text{é\_um}(x, \text{águia}) \leftarrow \text{é\_um}(x, \text{falcão})$

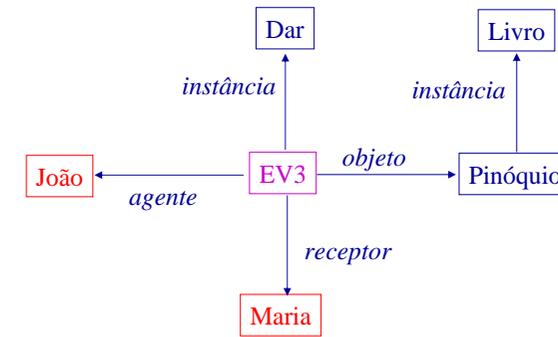
### Representando predicados não-binários

- Para se representar uma instância de um relacionamento entre dois objetos, com atributos próprios, se cria um novo objeto.
- Exemplo: uma partida entre Grêmio e Internacional



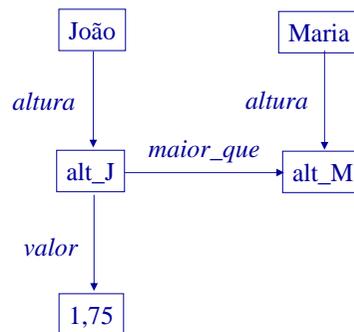
### Representando frases declarativas

- Considere a frase: *João deu o livro "Pinóquio" para Maria.*
- O conteúdo desta frase pode ser representado por uma rede semântica:



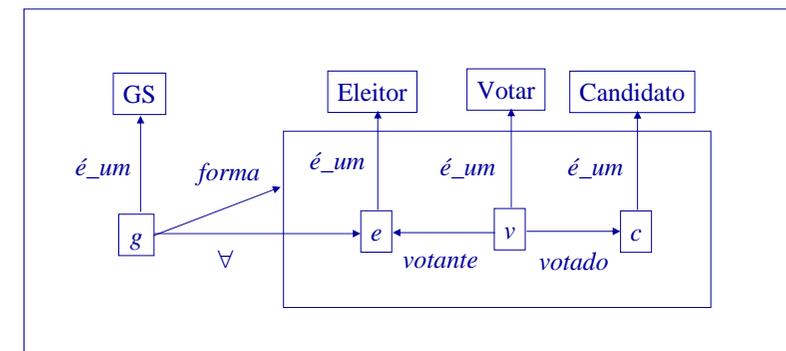
### Representando relações entre atributos

- Considere o fato: *João é maior Maria.*
- A sua representação por uma rede semântica é:



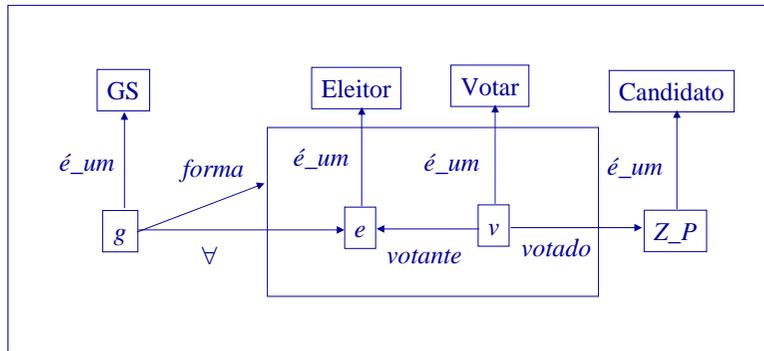
### Representando declarações gerais

- Considere o fato: *Todo eleitor votou num candidato.*
- A sua representação por uma rede semântica é:



## Representando declarações gerais

- Considere o fato: *Todo eleitor votou no candidato Zé Promessa.*
- A sua representação por uma rede semântica é:



17

## Vantagens e desvantagens das Redes Semânticas

- As redes semânticas são muito utilizadas como ferramenta de modelagem para se obter uma representação visual dos objetos do domínio.
- Entretanto, apresentam uma granularidade muito fina e uma falta de estrutura que dificulta a representação de domínios complexos, mantendo a consistência semântica.
- São inadequadas para representar propriedades ou objetos complexos (muitos relacionamentos).
- Não existe um mecanismo de inferência poderoso naturalmente associado à representação, exceto a própria herança de atributos.

18

## Representação do conhecimento por frames

- A representação por *frames* está intimamente relacionada com as redes semânticas.
- Um frame é uma estrutura que tem um *nome* e um conjunto de pares atributo-valor.
- O *nome do frame* corresponde a um *nó* numa rede semântica.
- Os *atributos* correspondem aos *nomes dos arcos* associados com este nó e os *valores* correspondem aos *nós nas outras extremidades* desses arcos.
- Os *pares atributo-valor* são geralmente chamados de *slots*.
- Um atributo dá o *nome* de um slot e os valores correspondem ao seu *conteúdo*.
- Os *frames* dividem-se em *construtores*, que definem as categorias do domínio e em *instâncias*, que representam os objetos do domínio.

19

## Sistema de frames correspondente à rede semântica

Frame: ave  
 é\_um: ROOT  
 tem: asas  
 envergadura: 40cm

Frame: falcão  
 é\_um: ave\_de\_rapina

Frame: ave\_de\_rapina  
 é\_um: ave  
 come: carne  
 locomoção: voo

Instância: Flecha  
 é\_um: águia  
 nome: Flecha Eagle  
 criador: Eagle\_club

Frame: águia  
 é\_um: ave\_de\_rapina  
 envergadura: 80cm

Instância: Falco  
 é\_um: falcão  
 nome: Falco Falcon  
 criador: Falcon\_club

20

## Construindo um sistema de frames

- Na construção da estrutura de um frame definem-se os slots que caracterizam a categoria correspondente. Exemplos típicos de slots são:
  - O seu identificador.
  - Em que classe ou classes está contido.
  - Os atributos que qualificam a categoria e todas as suas subclasses.
  - Tipos de dados, intervalos de variação e outras restrições que os valores podem assumir.
  - Procedimentos associados aos atributos e que devem ser executados para buscar um valor específico de atributo (num banco de dados ou através de um cálculo, por exemplo).
  - Relações entre este frame e os demais do sistema

21

## Especificação dos slots

- Tipicamente os slots especificam as seguintes informações:
  - um tipo comum de dado (integer, real, string, booleano)
  - uma lista de dados de um determinado tipo
  - um nome de um outro frame (relacionamentos do tipo associação ou especialização/generalização)
  - uma restrição sobre possíveis valores que podem ser assumidos
  - uma chamada de procedimento

22

## Exemplo de um sistema de frames

Frame:	HOTEL
é_um:	HOSPEDAGEM
nome:	string
endereço:	string
cidade:	string
estrelas:	integer range (1-5)
acomodações:	instância_de ACOMODAÇÃO
oferece:	lista_de (estacionamento, sala_convenções, sala_jogos, sala_TV, salão_beleza, loja, piscina, quadra_esportes)
atrações:	string
melhor_época:	range (data-data) default (1/Jan - 31/Jan)

23

## Exemplo de um sistema de frames

Frame:	HOTEL3S
é_um:	HOTEL
estrelas:	3
acomodações:	APARTAMENTO, SUÍTE
oferece:	(estacionamento, sala_jogos, sala_TV)
diária:	real range (50-90) se_necessário (calcula_desconto)

slot      facets      demon

24

### Exemplo de um sistema de frames

Frame:	ACOMODAÇÃO
é_um:	ROOT
é_parte_de:	HOTEL
número:	integer
localização:	um_de (frente, fundo, lateral)
categoria:	um_de (simples, confortável, luxo)
diária:	real
	range (20-500)
	se_necessário (calcula_desconto)
oferece:	lista_de (banheiro, banheira_hidro, telefone, frigobar, TV, TV_cabo, sala, sacada, vista)

25

### Exemplo de um sistema de frames

Frame:	APARTAMENTO
é_um:	ACOMODAÇÃO
é_parte_de:	HOTEL3S
categoria:	um_de (simples, confortável, luxo)
diária:	real
	range (50-80)
	se_necessário (calcula_desconto)
oferece:	lista_de (banheiro, telefone, frigobar, TV, TV_cabo, sacada, vista)

26

### Exemplo de um sistema de frames

Instância:	Embaixador
é_um:	HOTEL3S
nome:	Hotel Embaixador
endereço:	Rua Gen. Vitorino, ...
cidade:	Porto Alegre
estrelas:	3
acomodação:	APARTAMENTO, SUITE
atrações:	Localização central
melhor_época:	
oferece:	(sala_jogos, sala_TV)

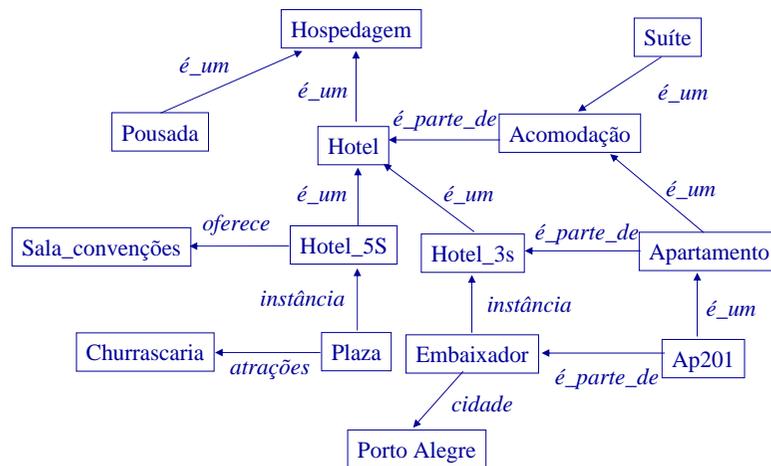
27

### Exemplo de um sistema de frames

Instância:	Ap201
é_um:	APARTAMENTO
é_parte_de:	Embaixador
número:	201
localização:	frente
categoria:	confortável
diária:	80
oferece:	(banheiro, telefone, frigobar)

28

### Rede semântica correspondente aos frames do exemplo



### Raciocínio em Sistemas de Frames

- Como no caso das redes semânticas, a principal forma de inferência em sistemas de frames se dá por herança de atributos.
- As instâncias de um frame herdam todos os atributos definidos para aquele frame, bem como seus valores, métodos e restrições.
- As exceções à herança de atributos são especificadas pela representação explícita no slot correspondente da classe especializada.
- Pode-se expandir o mecanismo de raciocínio com frames associando-se regras de produção.
- Regras podem descrever aspectos comportamentais dos objetos ou seqüências de ações que devem ser desencadeadas por determinados valores de atributos.
- As premissas e conclusões das regras se referem a frames, atributos e valores definidos.

### Raciocínio em Sistemas de Frames

- Exemplo:

Se solicitada reserva

E acomodação.número = X

E acomodação.diária < cliente.diária

E acomodação.categoria = confortável

Então reserva.apto := X

cliente.hotel := acomodação.é\_parte\_de

### Vantagens e desvantagens dos frames

- Frames permitem uma rápida modelagem do domínio, uma vez que as estruturas de representação são extensas e flexíveis.
- Permitem obter um modelo descritivo do domínio de uso genérico.
- Permitem o encapsulamento dos métodos de manipulação e procedimentos, garantindo modularidade e consistência do sistema mesmo em domínios complexos.
- Na maioria dos domínios de aplicação é necessário combinar o mecanismo de inferência por herança de atributos com regras de produção, aumentando a complexidade da solução.