



# **Representação de Informação Incompleta**

**Unidade de ensino, 2002**

**Cesar Analide, Paulo Novais, José Neves**



**Departamento de Informática  
Grupo de Inteligência Artificial**

# Objectivos

---

- Representação de conhecimento imperfeito;
- Representação simbólica de informação incompleta, inconsistente, incerta, etc.;
- Implementação de mecanismos de raciocínio não-monótono.

# Motivação

---

- Manipulação de informação simbólica;
- Representação explícita de informação falsa;
- Extensão da capacidade das respostas a questões.

# BD's *versus* RC

---

- Bases de Dados:

- Pressuposto dos Nomes Únicos;
- Pressuposto do Mundo **Fechado**;
- Pressuposto do Domínio **Fechado**.

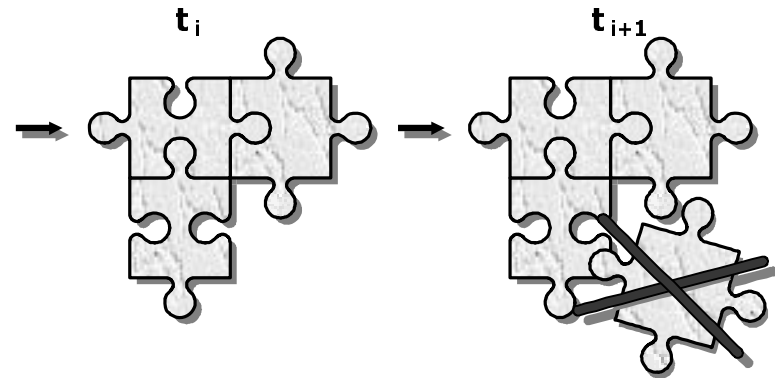
- Representação de Conhecimento:

- Pressuposto dos Nomes Únicos;
- Pressuposto do Mundo **Aberto**;
- Pressuposto do Domínio **Aberto**.

# Monotonia vs Não-Monotonia

## ● Monotonia:

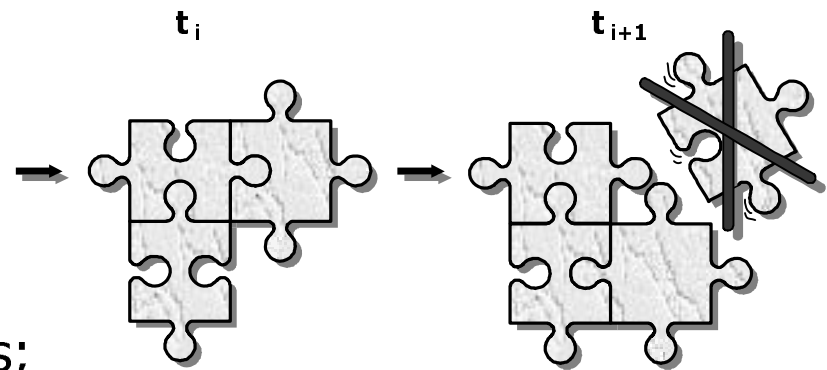
Não é permitida informação que contrarie conclusões anteriores.



## ● Não-Monotonia:

Justifica-se pela:

- consideração de pressupostos temporários;
- obtenção de conclusões plausíveis;
- flexibilização da evolução do conhecimento;
- dificuldade na representação completa do conhecimento.



# Programação em Lógica

---

- A programação em lógica determina a veracidade ou falsidade de questões:

$\text{voa}(X) \leftarrow \text{ave}(X)$

$\text{n\~{o}-voa}(X) \leftarrow \text{avestruz}(X)$

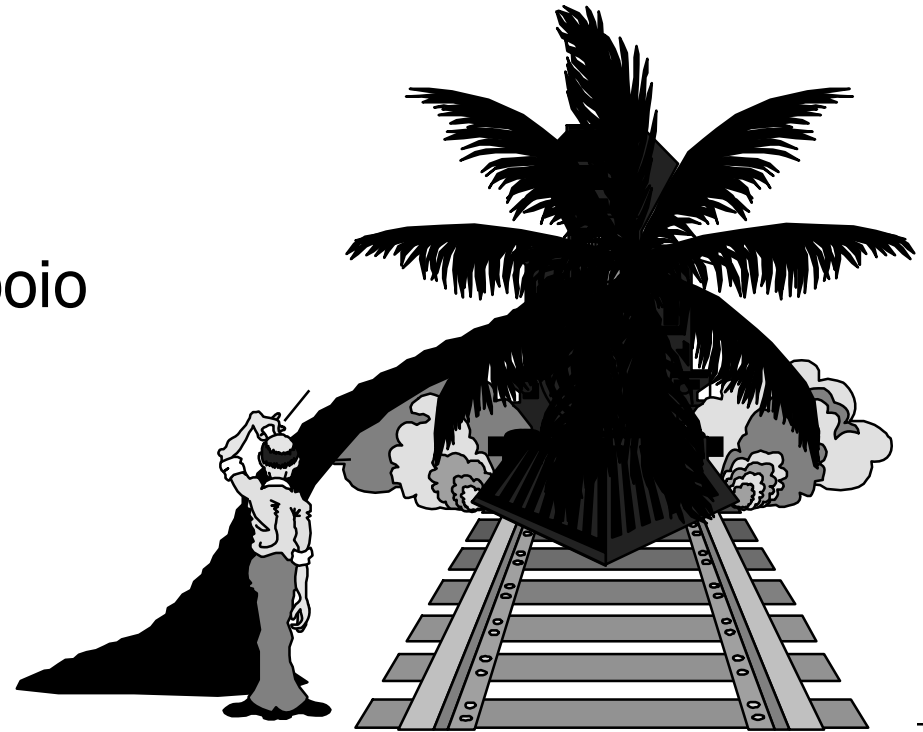
- A extensão à programação em lógica permite representar explicitamente informação falsa:

$\neg \text{voa}(X) \leftarrow \text{avestruz}(X)$

# A Negação na PLE

---

- Negação por falha na prova:  
atravessar  $\leftarrow$  não comboio
- Negação forte:  
atravessar  $\leftarrow \neg$ comboio



# Interpretação na PLE

---

- Genericamente, a resposta a uma questão  $q(X)$  é:

- ***verdadeira*** se

$$\exists_x : q(X) \checkmark$$

- ***falsa*** se

$$\exists_x : \neg q(X) \times$$

- ***desconhecida*** se

$$\neg \exists_x : q(X) \vee \neg q(X) ?$$



# O PMF na PLE

---

## • Aplicação do PMF na PLE:

$\text{par}(0)$

$\text{par}(s(s(X))) \leftarrow \text{par}(X)$

O conjunto de soluções é:

$\{\text{par}(0), \text{par}(2), \dots\}$

o que implica  $\text{par}(1)$  ser  
***desconhecido***

$\text{par}(0)$

$\text{par}(s(s(X))) \leftarrow \text{par}(X)$

$\neg \text{par}(X) \leftarrow \text{não par}(X)$

O conjunto de soluções é:

$\{\text{par}(0), \neg \text{par}(1), \text{par}(2), \dots\}$

o que implica  $\text{par}(1)$  ser  
***falso***

# Informação Incompleta

---

- Valores Nulos:
  - Tipo Desconhecido; **I**
  - Tipo Desconhecido, mas de um conjunto determinado de hipóteses; **II**
  - Tipo Desconhecido e não permitido. **III**

# Valores Nulos I

<b>Filho</b> <b>F</b>	<b>P</b>
João	Adão
Belém	<u>Alguém</u>

filho(joão, adão)

filho(belém, alguém)

$\neg \text{filho}(F, P) \leftarrow \text{não filho}(F, P) \wedge$   
 $\text{não exceção}(F, P)$

$\text{exceção}(F, P) \leftarrow \text{filho}(F, \text{alguém})$

- A Belém é filha de quem?
- A Belém é filha do Adão?

filho(belém, X)

filho(belém, adão)

# Valores Nulos II

<b>Filho</b> <b>F</b>	<b>P</b>
João	Adão
Belém	<u>Alguém</u>
Maria	{ <u>Faria</u> , <u>Garcia</u> }

filho(joão, adão)

filho(belém, alguém)

$\neg \text{filho}(F, P) \leftarrow \text{não filho}(F, P) \wedge$   
 $\text{não exceção}(F, P)$

$\text{exceção}(F, P) \leftarrow \text{filho}(F, \text{alguém})$

exceção(maria, faria)

exceção(maria, garcia)

- A Maria é filha do Sofia?
- A Maria é filha do Faria?

filho(maria, sofia)

filho(maria, faria)

# Valores Nulos III

<b>Filho</b> <b>F</b>	<b>P</b>
João	Adão
Belém	<u>Alguém</u>
Maria	{ <u>Faria</u> , <u>Garcia</u> }
<u>βεβε</u>	Pelé

- O André é filho do Pelé?

...  
 $\neg \text{filho}(F, P) \leftarrow \text{não filho}(F, P) \wedge$   
 $\text{não exceção}(F, P)$

$\text{exceção}(F, P) \leftarrow \dots$

...  
 $\text{filho}(\underline{\beta\epsilon\beta\epsilon}, \text{pelé})$   
 $\text{exceção}(F, P) \leftarrow \text{filho}(\underline{\beta\epsilon\beta\epsilon}, P)$

$\text{nulo}(\underline{\beta\epsilon\beta\epsilon})$   
 $\leftarrow \text{filho}(F, \text{pelé}) \wedge \text{não nulo}(F)$

$\text{filho}(\text{andré}, \text{pelé})$

# Interpretador

---

demo: questão  $\times$  resposta  $\rightarrow \{V, F\}$

*verdadeira*

$\exists_x : q(X)$

demo(Q, verdadeiro) : -  
Q.

*falsa*

$\exists_x : \neg q(X)$

demo(Q, falso) : -  
 $\neg Q$ .

*desconhecida*

$\neg \exists_x : q(X) \vee \neg q(X)$

demo(Q, desconhecido) : -  
não Q, não  $\neg Q$ .

# Questões: demo(Q,R)

---

filho(joão, adão)

filho(belém, alguém)

filho(βεβε, pelé)

$\neg \text{filho}(F,P) \leftarrow \text{não filho}(F,P) \wedge$   
 $\text{não exceção}(F,P)$

exceção(F,P)  $\leftarrow$  filho(F,alguém)

exceção(maria, faria)

exceção(maria, garcia)

exceção(F, P)  $\leftarrow$  filho(βεβε, P)

nulo(βεβε)

$\leftarrow$  filho(F, pelé)  $\wedge$  não nulo(F)

• demo(filho(belém,X), R) ✓

• demo(filho(belém,adão), R) ?

• demo(filho(maria,sofia), R) ✗

• demo(filho(maria,faria), R) ?

• demo(filho(andré,pelé), R) ?

# Conclusões

---

- Extensão à Programação em Lógica:
  - Duas formas de negação;
  - Distinção entre falso e não verdadeiro.
- Formalização do PMF na PLE:
  - Maior flexibilidade;
  - Identificação, tratamento e raciocínio sobre valores nulos.
- Novo tipo de dados: **Valores Nulos.**



# Sugestões

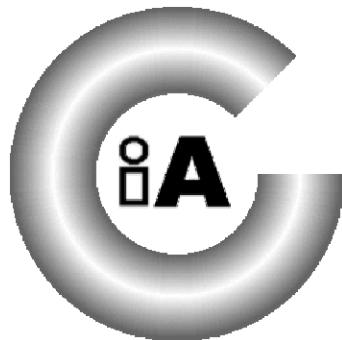
---

- Sofisticação do interpretador;
- Tratamento da assimilação de conhecimento e aprendizagem;
- Manipulação de bases de conhecimento não destrutivas.

# Apresentação

---

- Cesar Analide  
analide@di.uminho.pt
- Paulo Novais  
pjon@di.uminho.pt
- José Neves  
jneves@di.uminho.pt



Grupo de Inteligência Artificial  
Departamento de Informática  
Universidade do Minho