

Inteligência Artificial

Aula 1 - Video 1 - Introdução Prolog

João C. P. da Silva

Dept. Ciência da Computação - UFRJ

19 de agosto de 2020

- Desenvolvida e implementada em 1972 por Alain Colmerauer e Philippe Rousse

Prolog

- Desenvolvida e implementada em 1972 por Alain Colmerauer e Philippe Rousse
- Originalmente proposta para tratar problemas de Processamento de Linguagem Natural.

- Desenvolvida e implementada em 1972 por Alain Colmerauer e Philippe Rousse
- Originalmente proposta para tratar problemas de Processamento de Linguagem Natural.
- Linguagem de Programação em Lógica.

Prolog

- Desenvolvida e implementada em 1972 por Alain Colmerauer e Philippe Rousse
- Originalmente proposta para tratar problemas de Processamento de Linguagem Natural.
- Linguagem de Programação em Lógica.
- Origem: lógica de primeira-ordem.

Prolog

- Desenvolvida e implementada em 1972 por Alain Colmerauer e Philippe Rousse
- Originalmente proposta para tratar problemas de Processamento de Linguagem Natural.
- Linguagem de Programação em Lógica.
- Origem: lógica de primeira-ordem.
- Programação Declarativa: expressa a lógica da computação sem descrever seu fluxo de controle.

Prolog

- Programar em Prolog consiste de:

Prolog

- Programar em Prolog consiste de:
 - Declarar alguns **fatos** sobre os objetos e suas relações.
São declarações sempre **verdadeiras** ;

Prolog

- Programar em Prolog consiste de:
 - Declarar alguns **fatos** sobre os objetos e suas relações.
São declarações sempre **verdadeiras** ;
 - Definir algumas **regras** sobre os objetos e suas relações.
Declarações que são verdadeiras dada que uma **condição** é **satisfeita** ;

- Programar em Prolog consiste de:
 - Declarar alguns **fatos** sobre os objetos e suas relações.
São declarações sempre **verdadeiras** ;
 - Definir algumas **regras** sobre os objetos e suas relações.
Declarações que são verdadeiras dada que uma **condição** é **satisfeita** ;
 - Em um programa Prolog, os fatos e regras são chamados de **cláusulas Prolog** .

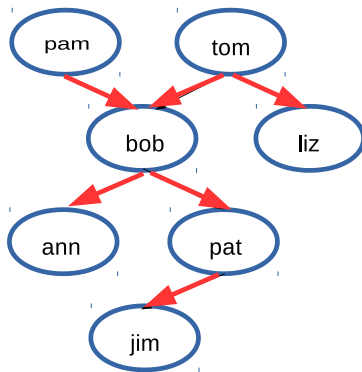
- Programar em Prolog consiste de:
 - Declarar alguns **fatos** sobre os objetos e suas relações.
São declarações sempre **verdadeiras** ;
 - Definir algumas **regras** sobre os objetos e suas relações.
Declarações que são verdadeiras dada que uma **condição** é **satisfeita** ;
 - Em um programa Prolog, os fatos e regras são chamados de **cláusulas Prolog** .
- Uma computação é iniciada quando fazemos uma **consulta** ao programa.

Prolog - Exemplo

Considere que queremos representar através de um programa em Prolog, as relações familiares entre as seguintes pessoas: Pam, Tom, Bob, Liz, Ann, Pat e Jim.

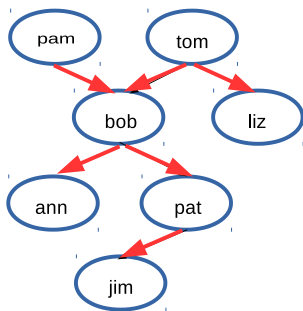
Prolog - Exemplo

A primeira relação que queremos representar é a relação **pais**, ou seja, quem são os pais de uma pessoa. Esta relação está representada na figura pelas setas em **vermelho**.



Prolog - Exemplo

A primeira relação que queremos representar é a relação **pais**, ou seja, quem são os pais de uma pessoa. Esta relação está representada na figura pelas setas em **vermelho**.



pais	
pam	bob
tom	bob
tom	liz
bob	ann
bob	pat
pat	jim

Prolog - Exemplo

Observe que cada linha da tabela é representada por uma linha no nosso programa Prolog. As linhas do programa terminam com um ponto final. Cada uma das linhas do nosso programa representa um **fato**.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```

pais	
pam	bob
tom	bob
tom	liz
bob	ann
bob	pat
pat	jim

Prolog - Exemplo

As **relações** e os **objetos** em Prolog são definidas utilizando-se uma sequência de caracteres começando com letra minúscula.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```

pais	
pam	bob
tom	bob
tom	liz
bob	ann
bob	pat
pat	jim

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```

?- pais(tom,liz).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



```
?- pais(tom,liz).
```

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(tom,liz).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(tom,liz).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(tom,liz).

true

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```

```
?- pais(bob,jim).
```

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



```
?- pais(bob,jim).
```

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



```
?- pais(bob,jim).
```


Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



```
?- pais(bob,jim).
```

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```

?- pais(bob,jim).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(bob,jim).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(bob,jim).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(bob,jim).

false

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```

?- pais(bob,ann),pais(tom,bob).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```

?- pais(bob,ann),pais(tom,bob).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(bob,ann),pais(tom,bob).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```




?- pais(bob,ann),pais(tom,bob).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```




?- pais(bob,ann),pais(tom,bob).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(bob,ann),pais(tom,bob).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(bob,ann),pais(tom,bob).

?- pais(tom,bob).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(bob,ann),pais(tom,bob).

?- pais(tom,bob).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob). ←  
pais(tom,bob). ←  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann). ←  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```


?- pais(bob,ann),pais(tom,bob).

|
?- pais(tom,bob).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(bob,ann),pais(tom,bob).

|
?- pais(tom,bob).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(bob,ann),pais(tom,bob).

|
?- pais(tom,bob).

|
true

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```

```
?- pais(pam,bob),pais(tom,tom).
```

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```

?- pais(pam,bob), pais(tom,tom).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(pam,bob),pais(tom,tom).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(pam,bob), pais(tom,tom).

 |
?- pais(tom,tom).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(pam,bob),pais(tom,tom).

|
?- pais(tom,tom).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```

?- pais(pam,bob), pais(tom,tom).

|
?- pais(tom,tom).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(pam,bob), pais(tom,tom).


|

?- pais(tom,tom).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(pam,bob), pais(tom,tom).

|
?- pais(tom,tom).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(pam,bob), pais(tom,tom).

|

?- pais(tom,tom).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(pam,bob), pais(tom,tom).

|

?- pais(tom,tom).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(pam,bob), pais(tom,tom).

|

?- pais(tom,tom).

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(pam,bob),pais(tom,tom).

|

?- pais(tom,tom).

|

false

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(pam,bob), pais(tom,tom).

|

?- pais(tom,tom).

|

false

É possível fazermos perguntas mais genéricas como, por exemplo, quem são os pais de Bob?

Prolog - Exemplo

Podemos fazer **consultas**. ao nosso programa Prolog.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(pam,bob), pais(tom,tom).

|

?- pais(tom,tom).

|

false

É possível fazermos perguntas mais genéricas como, por exemplo, quem são os pais de Bob? **Sim!**

Prolog - Exemplo

Para isso, podemos usar **variáveis** em nossas consultas.

Em Prolog, as variáveis são sequência de caracteres começando com letra maiúscula.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```

```
?- pais(X,bob).
```

Prolog - Exemplo

Para isso, podemos usar **variáveis** em nossas consultas.

Em Prolog, as variáveis são sequência de caracteres começando com letra maiúscula.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```

?- pais(X,bob).

Prolog - Exemplo

Para isso, podemos usar **variáveis** em nossas consultas.

Em Prolog, as variáveis são sequência de caracteres começando com letra maiúscula.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(X,bob).

Prolog - Exemplo

Para isso, podemos usar **variáveis** em nossas consultas.

Em Prolog, as variáveis são sequência de caracteres começando com letra maiúscula.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(X,bob).

X = pam

Prolog - Exemplo

Para isso, podemos usar **variáveis** em nossas consultas.

Em Prolog, as variáveis são sequência de caracteres começando com letra maiúscula.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(X,bob).

X = pam ;

Prolog - Exemplo

Para isso, podemos usar **variáveis** em nossas consultas.

Em Prolog, as variáveis são sequência de caracteres começando com letra maiúscula.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(X,bob).

X = pam ;

Prolog - Exemplo

Para isso, podemos usar **variáveis** em nossas consultas.

Em Prolog, as variáveis são sequência de caracteres começando com letra maiúscula.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(X,bob).

X = pam ;

X = tom


?-

Prolog - Exemplo

Para isso, podemos usar **variáveis** em nossas consultas.

Em Prolog, as variáveis são sequência de caracteres começando com letra maiúscula.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(X,bob).

X = pam ;

X = tom

?-

Prolog - Exemplo

Para isso, podemos usar **variáveis** em nossas consultas.

Em Prolog, as variáveis são sequência de caracteres começando com letra maiúscula.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(X,bob).

X = pam ;

X = tom


?-

Prolog - Exemplo

Para isso, podemos usar **variáveis** em nossas consultas.

Em Prolog, as variáveis são sequência de caracteres começando com letra maiúscula.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(X,bob).

X = pam ;

X = tom

?-

Prolog - Exemplo

Para isso, podemos usar **variáveis** em nossas consultas.

Em Prolog, as variáveis são sequência de caracteres começando com letra maiúscula.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(X,bob).

X = pam ;

X = tom


?-

Prolog - Exemplo

Para isso, podemos usar **variáveis** em nossas consultas.

Em Prolog, as variáveis são sequência de caracteres começando com letra maiúscula.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



?- pais(X,bob).

X = pam ;

X = tom

?-

A pergunta que fizemos é "Quem são os pais de Bob ?", e a resposta obtida nos mostrou que eles são Pam e Tom.

Prolog - Exemplo

Mas na perguntar "Bob tem pais?", não estamos interessados em saber quem são eles, apenas se ele tem ou não. Podemos fazer este tipo de consulta?

Prolog - Exemplo

Mas na perguntar "Bob tem pais?", não estamos interessados em saber quem são eles, apenas se ele tem ou não. Podemos fazer este tipo de consulta? **Sim!**

Para isso, usamos uma **variáveis anônima**.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```

```
?- pais(_ ,bob).
```

Prolog - Exemplo

Mas na perguntar "Bob tem pais?", não estamos interessados em saber quem são eles, apenas se ele tem ou não. Podemos fazer este tipo de consulta? **Sim!**

Para isso, usamos uma **variáveis anônima**.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```

```
?- pais(_ ,bob).
```

Prolog - Exemplo

Mas na perguntar "Bob tem pais?", não estamos interessados em saber quem são eles, apenas se ele tem ou não. Podemos fazer este tipo de consulta? **Sim!**

Para isso, usamos uma **variáveis anônima**.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



```
?- pais(_ ,bob).
```

Prolog - Exemplo

Mas na perguntar "Bob tem pais?", não estamos interessados em saber quem são eles, apenas se ele tem ou não. Podemos fazer este tipo de consulta? **Sim!**

Para isso, usamos uma **variáveis anônima**.

```
pais(pam,bob).  
pais(tom,bob).  
pais(tom,liz).  
pais(bob,ann).  
pais(bob,pat).  
pais(pat,jim).
```



```
?- pais(_ ,bob).
```

true

Prolog - Resumo

- **Predicados (Objetos Estruturados ou Estruturas)** : `pais(X,Y)`, `p(g(Z),a)`, ...
- **Átomos (constantes)** : `ann` , `bob`, `x_25`, `inteligencia_artificial`, `'Tom'`, ...
- **Variáveis** : `X` , `L1` , `Casa` , `_12`, `_bob`, ...
- **Variável Anônima** : `_`
- **Fatos**: `pais(tom,bob)`.

Inteligência Artificial

Aula 1 - Video 1 - Introdução Prolog

João C. P. da Silva

Dept. Ciência da Computação - UFRJ

19 de agosto de 2020