

# Programação em Lógica

**Mauro Hemerly Gazzani**

mauro.hemerly@gmail.com

Universidade Estadual de Minas Gerais

Câmpus de Ituiutaba

<https://goo.gl/6Yz9sd>

<https://github.com/mauro-hemerly/UEMG-2018-1>

# Linguagem de Programação em Lógica

## Bibliografia

- Bratko, I., “Prolog Programming for Artificial Intelligence” (3rd edition), Addison Wesley, 2000.
- Clocksin, W.F., Mellish, C.S., “Programming in Prolog” (5th edition), Springer, 2003.
- Sterling, L., Shapiro, E., “The Art of Prolog” (2th edition), MIT Press, 1994.
- Casanova, Marco Antônio. Programação em Lógica e a Linguagem Prolog. São Paulo: Edgard Blücher, 1987. 461p. (UEMG Ituiutaba)

# Linguagem de Programação em Lógica

## Prolog

- **Prolog: Programming in Logic**
- **Prolog** é uma linguagem de programação baseada em **lógica de predicados de primeira ordem**.
- A principal utilização da linguagem Prolog reside no **domínio da programação simbólica**, não numérica, sendo especialmente adequada à solução de problemas, envolvendo **objetos e relações entre objetos**.
- Algumas implementações: **SICStus Prolog, Borland Turbo Prolog, SWI-Prolog, GNU Prolog,...**
- Geralmente é interpretado, mas pode ser compilado.
- Não é padronizada.

# Linguagem de Programação em Lógica

## Prolog x Outras Linguagens

- **Linguagens Imperativas** (C, Pascal, Basic,...): Especifica-se como realizar determinada tarefa. Permite estados ou dados mutáveis.
- **Linguagens Orientadas a Objetos** (C++, Java, C#...): Especifica-se classes, objetos, métodos e atributos.
- **Prolog**: Especifica-se o quê se sabe sobre um problema e o quê deve ser feito. É mais direcionada ao conhecimento e menos direcionada a algoritmos.
- **Linguagens Funcionais** (Haskell, Lisp,...): Trata da avaliação de funções matemáticas e que evita estados ou dados mutáveis.

## Programação em Prolog

- Programar em Prolog envolve:

- Declarar alguns  **fatos**  a respeito de objetos e seus relacionamentos.

**Exemplo:**  **pai(renato,marcelo).**

- Definir algumas  **regras**  sobre os objetos e seus relacionamentos.

**Exemplo:**  **pai(P, F) :- filho(F,P).**

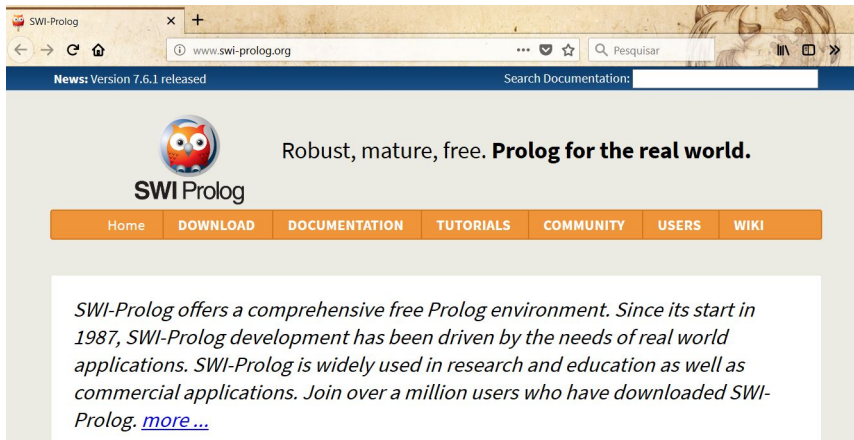
- Fazer  **perguntas**  sobre os objetos e seus relacionamentos.

**Exemplo:**  **?- pai(renato,marcelo)**

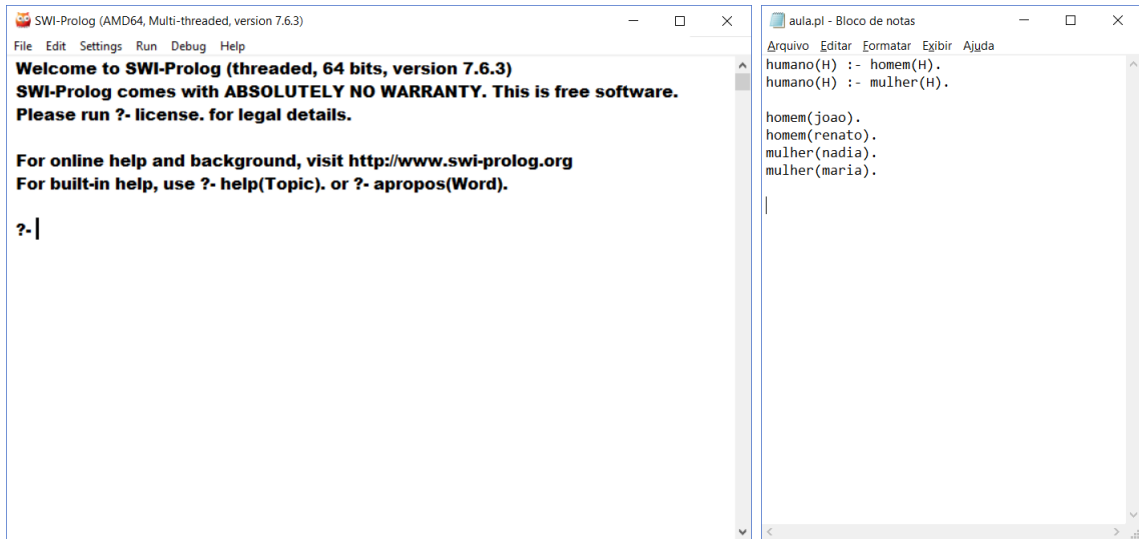
**Resposta:**  **true**

## SWI-Prolog

- Open Source.
- Multiplataforma.
- Possui interface com as linguagens C e C++.
- **[www.swi-prolog.org](http://www.swi-prolog.org)**
- Download: **<http://www.swi-prolog.org/download/stable>**



# SWI-Prolog Interface



The image shows two windows side-by-side. The left window is the SWI-Prolog IDE, titled 'SWI-Prolog (AMD64, Multi-threaded, version 7.6.3)'. It has a menu bar with 'File', 'Edit', 'Settings', 'Run', 'Debug', and 'Help'. The main text area contains a welcome message: 'Welcome to SWI-Prolog (threaded, 64 bits, version 7.6.3)', a disclaimer: 'SWI-Prolog comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY. This is free software. Please run ?- license. for legal details.', and a link for online help: 'For online help and background, visit http://www.swi-prolog.org'. Below this, it says 'For built-in help, use ?- help(Topic). or ?- apropos(Word).'. The prompt '?-|' is at the bottom. The right window is a text editor titled 'aula.pl - Bloco de notas'. It has a menu bar with 'Arquivo', 'Editar', 'Formatar', 'Exibir', and 'Ajuda'. The text area contains Prolog code: 'humano(H) :- homem(H).', 'humano(H) :- mulher(H).', a blank line, 'homem(joao).', 'homem(renato).', 'mulher(nadia).', 'mulher(maria).', and another blank line. The prompt '|' is at the bottom.

SWI-Prolog (AMD64, Multi-threaded, version 7.6.3)

File Edit Settings Run Debug Help

**Welcome to SWI-Prolog (threaded, 64 bits, version 7.6.3)**  
**SWI-Prolog comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY. This is free software.**  
**Please run ?- license. for legal details.**

**For online help and background, visit <http://www.swi-prolog.org>**  
**For built-in help, use ?- help(Topic). or ?- apropos(Word).**

?-|

aula.pl - Bloco de notas

Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda

```
humano(H) :- homem(H).
humano(H) :- mulher(H).

homem(joao).
homem(renato).
mulher(nadia).
mulher(maria).
```

|



## Prolog:Átomos

- São cadeias compostas pelos seguintes caracteres:
  - **letras maiúsculas:** *A, B, ..., Z*
  - **letras minúsculas:** *a, b, ..., z*
  - **dígitos:** *0, 1, ..., 9*
  - **caracteres especiais:** *+ - \*/ <>=: .&\_*
- Podem ser construídos de três maneiras:
  - **cadeias de letras, dígitos e o caractere ' \_',  
começando com uma letra minúscula:**  
*anna, nil, x25, x\_25, x\_25AB, x\_, x\_y, tem\_filhos, tem\_um\_filho*
  - **cadeias de caracteres especiais:** *-- =====>, ..., . : ., ::=*
  - **cadeias de caracteres entre apóstrofes:** *'Abraão', 'América\_do\_Sul', 'América\_Latina'*

## Sentenças Prolog

- **Nomes de constantes e predicados** iniciam sempre com letra minúscula.
- O **predicado** (relação unária, n-ária ou função) é escrito primeiro e os objetos relacionados são escritos depois entre parênteses.
- **Variáveis** sempre começam por letra maiúscula.
- Toda sentença termina com ponto "."
- **Exemplo:**
  - **homem(renato).**
  - **mulher(nadia).**

# Linguagem de Programação em Lógica

## Prolog: Operadores Lógicos

| Símbolo          | Conectivo | Operação Lógica |
|------------------|-----------|-----------------|
| <code>:-</code>  | if        | implicação      |
| <code>,</code>   | and       | conjunção       |
| <code>;</code>   | or        | disjunção       |
| <code>not</code> | not       | negação         |

### Exemplos:

`humano(H) :- homem(H).`

`humano(H) :- mulher(H).`

ou:

`humano(H) :- homem(H);mulher(H).`

# Linguagem de Programação em Lógica

- Números usados em **Prolog** incluem números inteiros e números reais

## Prolog: Operadores Aritméticos

| Operador   | Significado                 | Exemplo   | Notação Prolog          |
|------------|-----------------------------|-----------|-------------------------|
| <b>is</b>  | atribuição                  | $X = 6$   | $X \text{ is } 6$       |
| <b>+</b>   | adição                      | $X = 6+2$ | $X \text{ is } 6+2$     |
| <b>-</b>   | subtração                   | $X = 6-2$ | $X \text{ is } 6-2$     |
| <b>*</b>   | multiplicação               | $X = 6*2$ | $X \text{ is } 6*2$     |
| <b>/</b>   | divisão                     | $X = 6/2$ | $X \text{ is } 6/2$     |
| <b>//</b>  | divisão inteira (quociente) | $X = 6/2$ | $X \text{ is } 6//2$    |
| <b>mod</b> | divisão inteira (resto)     | $X = 6/2$ | $X \text{ is mod}(6,2)$ |
| <b>**</b>  | potência                    | $X = 6^2$ | $X \text{ is } 6**2$    |

# Linguagem de Programação em Lógica

## Prolog: Números

- O operador **=** tenta unificar apenas
  - ?-  $X = 1 + 2$ .
  - $X = 1 + 2$
- O operador **is** força a avaliação aritmética
  - ?-  $X \text{ is } 1 + 2$ .
  - $X = 3$
- Se a variável à esquerda do operador **is** já estiver instanciada, **Prolog** apenas compara o valor da variável com o resultado da expressão à direita de **is**
  - ?-  $X = 3, X \text{ is } 1 + 2$ .
  - $X = 3$
  - ?-  $X = 5, X \text{ is } 1 + 2$ .
  - false

# Linguagem de Programação em Lógica

## Prolog: Operadores Relacionais

| Operador   | Significado            |
|------------|------------------------|
| $X = Y$    | X unifica com Y        |
| $X =:= Y$  | X é igual a Y          |
| $X \neq Y$ | X é diferente de Y     |
| $X < Y$    | X é menor do que Y     |
| $X > Y$    | X é maior do que Y     |
| $X \leq Y$ | X é menor ou igual a Y |
| $X \geq Y$ | X é maior ou igual a Y |

## Prolog: Variáveis

- São cadeias de letras, dígitos e caracteres '\_', sempre começando com letra maiúscula ou com o caractere '\_'
  - X, Resultado, Objeto3, Lista\_Alunos, ListaCompras, \_x25, \_32
- O **escopo** de uma variável é **dentro de uma mesma regra ou dentro de uma pergunta**
  - Isto significa que se a variável **X** ocorre em **duas regras/perguntas**, então são **duas variáveis distintas**
- Mas a ocorrência de **X** dentro de uma **mesma regra/pergunta** significa a mesma variável.

## Prolog: Variáveis

- Uma variável pode estar:
  - **Instanciada**: quando a variável já referencia (**está unificada** a) algum objeto
  - **Livre ou não-instanciada**: quando a variável não referencia (**não está unificada** a) um objeto, ou seja, quando o objeto a que ela referencia ainda não é conhecido
- Uma vez instanciada, somente **Prolog** pode torná-la não-instanciada através de seu mecanismo de inferência (nunca o desenvolvedor).



## Prolog: Variável Anônima

- Quando uma variável aparece em uma única cláusula, não é necessário utilizar um nome para ela
- Utiliza-se a variável anônima, que é escrita com um simples caracter '\_'. Por exemplo

**temfilho(X) :- progenitor(X,Y).**

- Para definir **temfilho**, não é necessário o nome do filho(a)
- Assim, é o lugar ideal para a variável anônima:

**temfilho(X) :- progenitor(X,\_).**

# Linguagem de Programação em Lógica

## Prolog: Variável Anônima

- Cada vez que um underscore '\_' aparece em uma cláusula, ele representa uma nova variável anônima.
- Por exemplo: **alguem\_tem\_filho :- progenitor(,\_).** equivale à:  
**alguem\_tem\_filho :- progenitor(X,Y).**  
que é bem diferente de:  
**alguém\_tem\_filho :- progenitor(X,X).**
- Quando utilizada em uma pergunta, seu valor não é mostrado. Por exemplo, se queremos saber quem tem filhos mas sem mostrar os nomes dos filhos, podemos perguntar:  
**?- progenitor(X,\_).**

# Linguagem de Programação em Lógica

## Prolog: Regras

- **Regras** são utilizadas para expressar dependência entre um **fato** e **outro fato**:
  - criança(X) :- gosta(X,sorvete).
  - criança(X) :- not odeia(X,sorvete).
- Ou **grupo de fatos**:
  - avo(X,Z) :- (mae(X,Y),mae(Y,Z)); (mae(X,Y),pai(Y,Z)).
- Podem conter **listas**:
  - compra(ana, [roupa, comida, brinquedo]).

## Prolog: Regras

- Toda regra tem a seguinte forma: **a :- b1, b2,..., bi;bj...bn**  
**a** cabeça, conclusão, conseqüente  
**b** corpo, condição, antecedente  
**:-** se  
**,** e  
**;** ou

## Prolog: Definindo Relações por Fatos

- Exemplo de relações familiares:
  - O fato que **Abraão é um progenitor de Isaque** pode ser escrito como:  
**progenitor(abraao, isaque).**
  - Neste caso definiu-se progenitor como o **nome de uma relação**; **abraão e isaque** são seus **argumentos**.

## Prolog: Definindo Relações por Fatos

- **Árvore familiar** em Prolog:
  - `progenitor(sara,isaque).`
  - `progenitor(abraão,isaque).`
  - `progenitor(abraão,ismael).`
  - `progenitor(isaque,esaú).`
  - `progenitor(isaque,jacó).`
  - `progenitor(jacó,josé).`
- Cada cláusula declara um **fato** sobre a **relação progenitor**.

# Linguagem de Programação em Lógica

## Prolog: Exercícios

1. Expresse através de **fatos** e **regras** Prolog as informações contidas na seguinte frase: **“João é um pássaro. Pedro é um peixe. Maria é uma minhoca. Pássaros gostam de minhocas. Gatos gostam de peixes. Gatos gostam de pássaros. Amigos gostam uns dos outros. O meu gato é meu amigo. O meu gato come tudo o que gosta, exceto pessoas. O nome do meu gato é Chuck Norris.”**
2. Escreva um programa Prolog para representar o seguinte:
  - ① João nasceu em Ituiutaba e Jean nasceu em Paris.
  - ② Ituiutaba fica Minas Gerais.
  - ③ Bruxelas fica na Bélgica.
  - ④ Só é mineiro quem nasceu em Minas Gerais.

## Prolog: Exercícios

3. Expresse através de  **fatos**  e  **regras**  em Prolog as informações contidas na seguinte frase: **“Cassia é bonita. Marcos é rico e bonito. Ana é rica e forte. Fabiano é forte e bonito. Silvio é amável e forte. Todos os homens gostam de mulheres bonitas. Todos os homens ricos são felizes. Qualquer homem que gosta de uma mulher que gosta dele é feliz. Qualquer mulher que gosta de um homem que gosta dela é feliz. Ana gosta de qualquer homem que gosta dela. Cassia gosta de qualquer homem que gosta dela, desde que ele seja rico, amável ou bonito, e forte”**.



# Linguagem de Programação em Lógica

## Prolog: Exercícios

4. Elabore um programa em PROLOG que considere que uma pessoa é irmã de outra se possuem o mesmo pai ou a mesma mãe. Se uma pessoa é tia de outra se a mãe da outra é irmã da primeira.

Defina fatos e regras para que se possa perguntar:

**X é Irmã de Y ?**

**X é tia de Y ?**

5. Escreva frases em Prolog que representem o seguinte conhecimento:
- **peru, frango, salmão, solha, cerveja, vinho branco, vinho tinto, Ana, Antônio, Barbara, Bruno, gosta, casado, combina** Escreva as seguintes questões em Prolog:
    - a) Ana e Bruno são casados e gostam de vinho verde?
    - b) Que bebida combina com salmão?
    - c) Que comidas combinam com vinho verde?