

# Introdução

---

Prof. Dr. Silvio do Lago Pereira

Departamento de Tecnologia da Informação

Faculdade de Tecnologia de São Paulo



## O que é “inteligência artificial”?

Para responder a esta questão, antes temos de definir o que é “inteligência” e o que é “artificial”. A definição de “artificial” é simples; porém, quanto à definição de “inteligência”, há controvérsia.

### **Artificial (*Michaelis*)**

é algo produzido pelo homem e não por causas naturais

### **Inteligência (*Michaelis*)**

é a faculdade de aprender, compreender e adaptar-se

Outras acepções para o termo:

- **(teológica)** é um dom divino que nos torna semelhantes ao Criador
- **(filosófica)** é um princípio abstrato que é fonte da intelectualidade
- **(psicológica)** é a capacidade de resolver problemas com rapidez e êxito



# Inteligência Artificial (IA)

Como não há consenso sobre o significado de “inteligência”, preferimos definir “inteligência artificial” enquanto área do conhecimento.

## Inteligência Artificial (IA)

é a área da Computação que estuda como simular **comportamento inteligente** usando métodos computacionais.

Mas o que é comportamento inteligente?

Um computador pode pensar?

Um computador tem livre arbítrio?

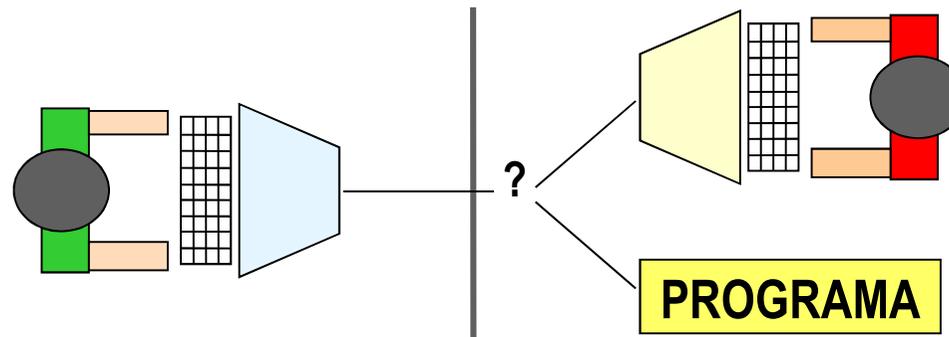
Um computador pode se comportar de forma inteligente?





## Teste de Turing

Para evitar discussões filosóficas, Turing (1950) propôs um teste que consiste, basicamente, em entrevistar um agente num local remoto e decidir se este é uma pessoa ou um programa de computador.



### Argumento de Turing

- Mesmo sem uma definição precisa de inteligência, podemos assumir que o ser humano é inteligente.
- Portanto, se um programa consegue se passar por um ser humano, podemos dizer que ele apresenta algum tipo de inteligência que, neste caso, só pode ser artificial.



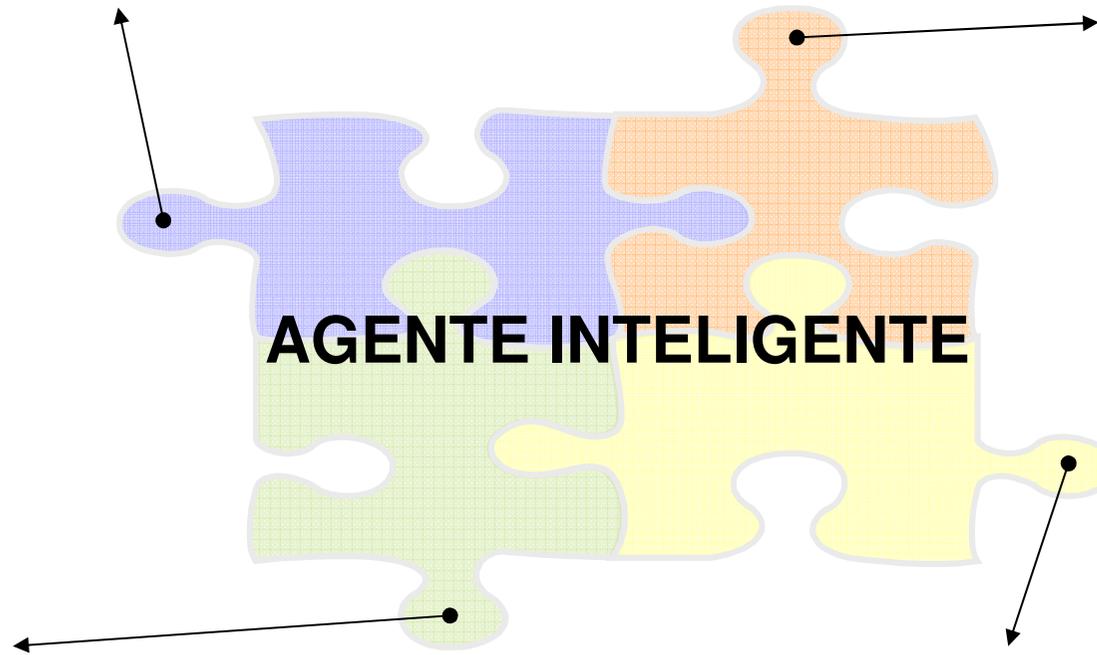
## Capacidades exigidas pelo Teste de Turing

### Processamento de Linguagem Natural

para que o agente possa se comunicar com o meio

### Representação de Conhecimento

para que o agente possa guardar o que sabe



**AGENTE INTELIGENTE**

### Raciocínio Automatizado

para que o agente possa usar o que sabe

### Aprendizado de Máquina

para que o agente possa atualizar o que sabe



# Breve histórico da IA

## O início (1943-1950)

- modelo de neurônios artificiais (*McCulloch & Pitts*, 1943)

## Fase de grande entusiasmo (1951-1969)

- jogar xadrez (*Shannon*, 1950; *Turing*, 1953)
- provar teoremas (*Newell & Simon*, 1956)
- planejar tarefas (*Green*, 1963)
- comunicação em linguagem natural (*Weizenbaum*, 1965)
- aprender por analogia (*Evans*, 1968)

## Fase difícil (1970-1980)

- problemas de capacidade de processamento e armazenamento
- publicação da teoria da complexidade computacional (*Cook*, 1971)

## O ressurgimento (1981-presente)

- projeto de computador japonês de 5ª geração (1980)
- pesquisas voltadas a aplicações práticas em áreas específicas

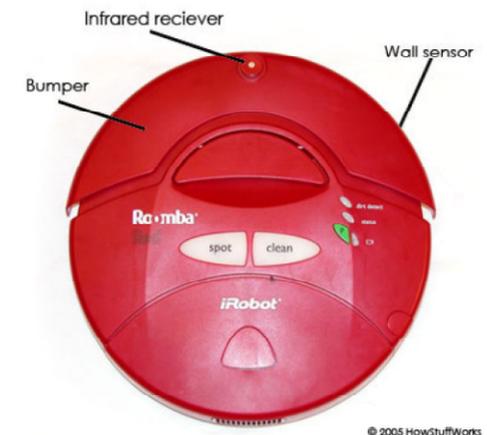


## Áreas de aplicação de IA

Há diversas áreas de aplicação de inteligência artificial.

### Exemplos

- Eletrodomésticos
- Jogos e brinquedos eletrônicos
- Robótica e automação industrial
- Verificação automática de software
- Otimização e controle de processos
- Processadores de linguagem natural
- Bancos de dados dedutivos e mineração de dados
- Aprendizagem, planejamento e escalonamento de tarefas
- Reconhecimento de imagens, sons, cheiros e sabores

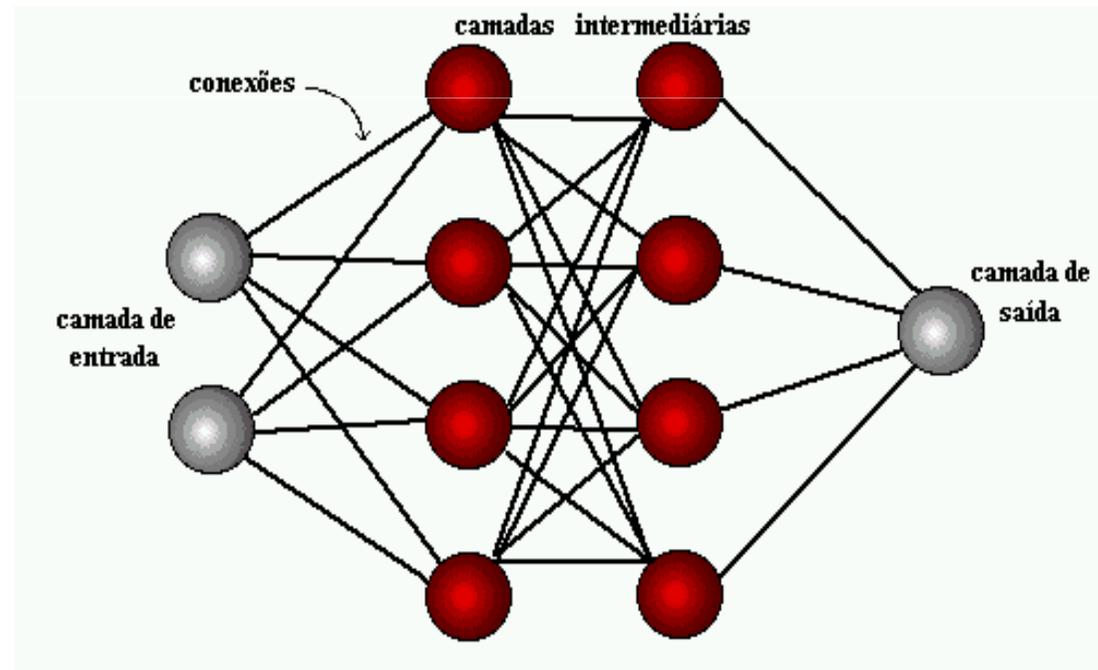
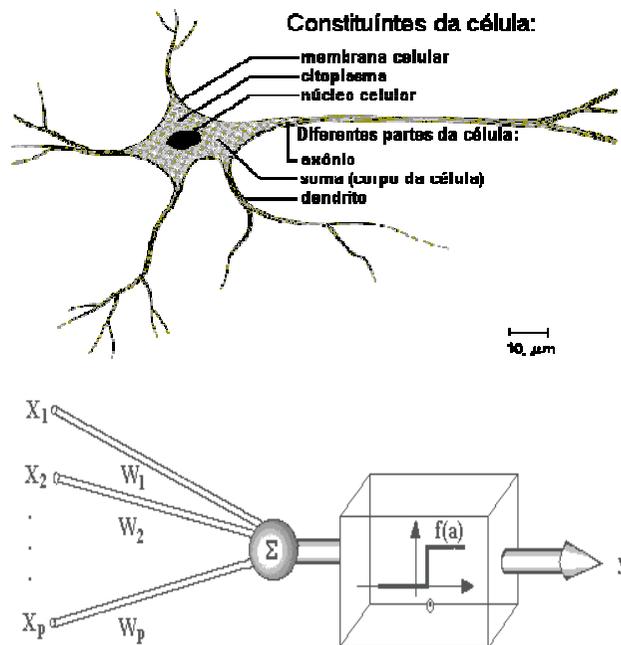




# Principais abordagens em IA

## Conexionista

- **Hipótese:** um modelo preciso do cérebro humano é suficiente para reproduzir inteligência
- **Aplicação:** problemas imprecisos definidos por exemplos (e.g., reconhecimento de voz)
- **Principal contribuição:** **redes neurais artificiais**



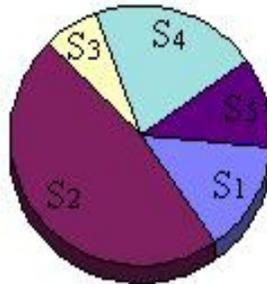


# Principais abordagens em IA

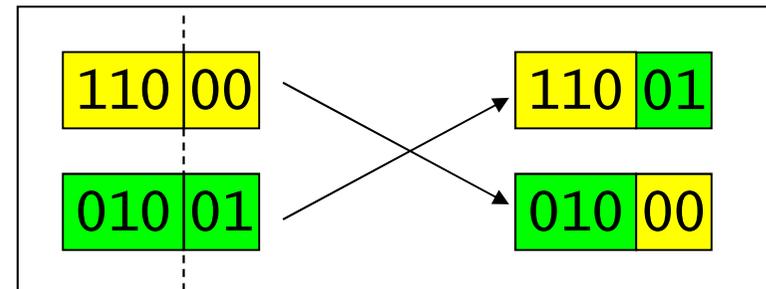
## Evolucionista

- **Hipótese:** a solução de um problema pode ser obtida pela evolução de uma população de indivíduos que carregam genes com informações relevantes para o problema
- **Aplicação:** problemas de otimização difíceis (e.g., escalonamento)
- **Principal contribuição:** **algoritmos genéticos**

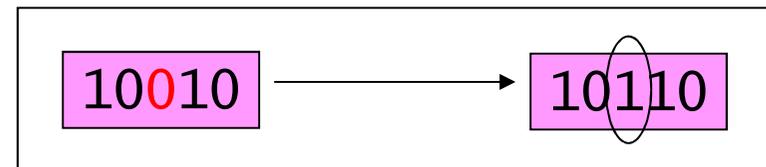
| Indivíduo<br>$S_i$ | Aptidão<br>$f(S_i)$ | Aptidão<br>Relativa |
|--------------------|---------------------|---------------------|
| $S_1$ 10110        | 2.23                | 0.14                |
| $S_2$ 11000        | 7.27                | 0.47                |
| $S_3$ 11110        | 1.05                | 0.07                |
| $S_4$ 01001        | 3.35                | 0.21                |
| $S_5$ 00110        | 1.69                | 0.11                |



### Cruzamento



### Mutação





# Principais abordagens em IA

## Symbolista

- **Hipótese:** um conjunto de estruturas simbólicas e regras de manipulação destas estruturas são os meios necessários e suficientes para se criar inteligência
- **Aplicação:** problemas formalmente bem definidos (e.g., planejamento de tarefas)
- **Principal contribuição:** **sistemas especialistas**

## Raciocínio indutivo

- **Conhece:**  $p(a, b)$ ,  $p(a, d)$ ,  $p(d, e)$ ,  $p(d, g)$ ,  $p(e, f)$
- **Observa:**  $a(a, e)$  e  $a(d, f)$
- **Aprende:**  $p(X, Y) \wedge p(Y, Z) \rightarrow a(X, Z)$

## Raciocínio abdutivo

- **Conhece:**  $p(a, b)$ ,  $p(a, d)$ ,  $p(d, e)$ ,  $p(d, g)$ ,  $p(e, f)$ ,  $p(X, Y) \wedge p(Y, Z) \rightarrow a(X, Z)$
- **Observa:**  $a(a, c)$
- **Explica:**  $p(b, c)$  ou  $p(d, c)$

## Raciocínio dedutivo

- **Conhece:**  $p(a, b)$ ,  $p(a, d)$ ,  $p(b, c)$ ,  $p(d, e)$ ,  $p(d, g)$ ,  $p(e, f)$ ,  $p(X, Y) \wedge p(Y, Z) \rightarrow a(X, Z)$
- **Conclui:**  $a(a, c)$ ,  $a(a, e)$ ,  $a(a, g)$  e  $a(d, f)$



## O papel da lógica na Inteligência Artificial

### A experiência mostra que...

um aspecto fundamental do comportamento inteligente é que ele é condicionado pelo **conhecimento** que um agente tem sobre seu mundo.

### Mas, o que é conhecimento?

Quando ouvimos uma frase do tipo **“Ana sabe que ...”**, em geral, esperamos que ela seja completada com uma sentença como, por exemplo:

- **“está chovendo”**
- **“se está chovendo, então a rua está molhada”**

Isto sugere que, entre outras coisas, **conhecimento é uma relação entre um agente (“Ana”) e uma sentença declarativa (“está chovendo”).**



## O papel da lógica na Inteligência Artificial

Outro aspecto fundamental do comportamento inteligente é que...

ele resulta de **raciocínio** correto sobre o conhecimento que se tem disponível.

Por exemplo, a partir do conhecimento representado pelas sentenças:

- *Está chovendo.*
- *Se está chovendo, então a rua está molhada.*
- *Se a rua está molhada, então a rua está escorregadia.*
- *Se a rua está escorregadia, devemos usar calçado que não escorrega.*
- *Se a rua não está escorregadia, então podemos usar qualquer calçado.*

Concluimos que a melhor coisa a fazer é:

- ***usar um calçado que não escorrega.***

**conhecimento  
implícito!!!**



## O papel da lógica na Inteligência Artificial

### Assim, o principal papel da lógica na IA é...

garantir que novas informações possam ser corretamente extraídas do conhecimento explicitamente armazenado por um agente.

- Segundo [Shanahan, 1997]:
  - A melhor maneira de entender o comportamento inteligente é considerá-lo como resultado de um **raciocínio correto** sobre uma **representação correta**.
  - A **lógica simbólica** é o melhor formalismo para explicar as noções de representação correta e raciocínio correto.



## Programação em lógica

- Embora existam outras abordagens computacionais interessantes para simulação de comportamento inteligente (*conexionista* e *evolucionista*), neste curso, adotaremos a abordagem *simbolista*.
- Mais precisamente, adotaremos a **programação em lógica** como paradigma para a construção de agentes inteligentes.

### Programação em lógica é...

um formalismo lógico-computacional fundamentado em três princípios básicos:

- uso de **linguagem formal** para representação de conhecimento
- uso de **regras de inferência** para manipulação de conhecimento
- uso de uma **estratégia de busca** para controle de inferências



## Programação em lógica: linguagem formal

- **Uma linguagem natural é ambígua**
  - *“Ana viu um homem numa montanha usando um binóculo”*
  - Quem usava o binóculo?
    - *“Ana, usando um binóculo, viu um homem numa montanha”*
    - *“Ana, estando numa montanha, viu um homem que usava um binóculo”*
- **Uma linguagem formal é precisa**
  - suas sentenças
    - são objetos (fórmulas) com significado único
    - têm sintaxe e semântica bem definidas
  - mas também pode ser menos expressiva



## Programação em lógica: regra de inferência

- Regra de inferência é um padrão de manipulação sintática que:
  - permite criar novas fórmulas a partir de outras existentes
  - em geral, simulam formas de raciocínio válidas
- Exemplo (modus ponens):

$$\frac{\alpha \rightarrow \beta \quad \alpha}{\beta}$$

- *Se neva, faz frio. Está nevando. Logo, está frio.*
- *Se vejo TV, fico com sono. Estou vendo TV. Logo, estou com sono.*

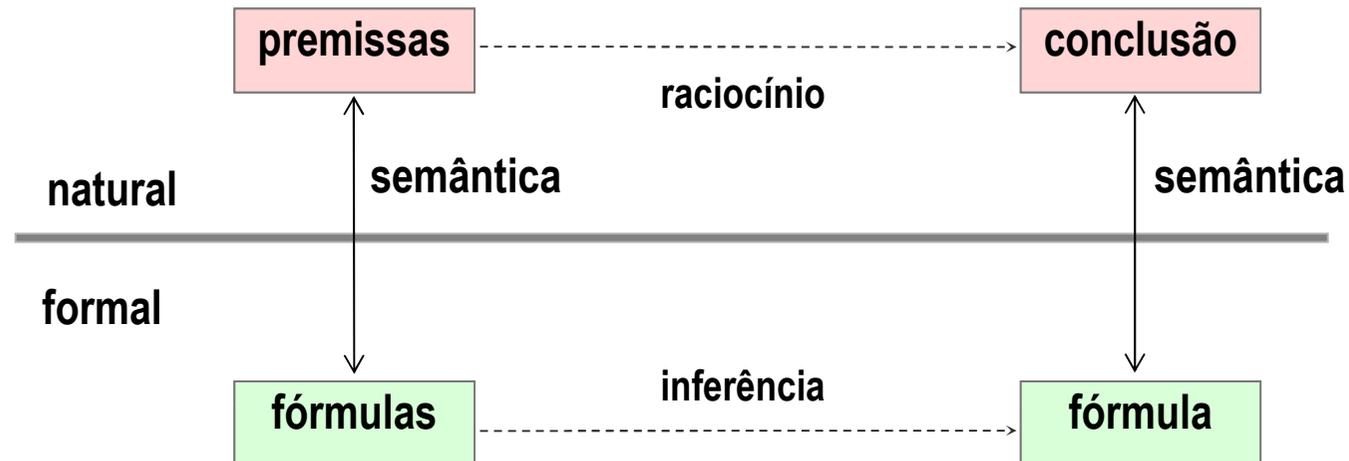


## Programação em lógica: estratégia de busca

- Um agente pode ter uma enorme quantidade de conhecimento armazenado
- Assim como nós, ele precisa usar apenas parte de seu conhecimento para resolver um problema
- Estratégia de busca serve para decidir que parte do conhecimento armazenado deve ser explorada em busca da solução



## Programação em lógica: idéia básica



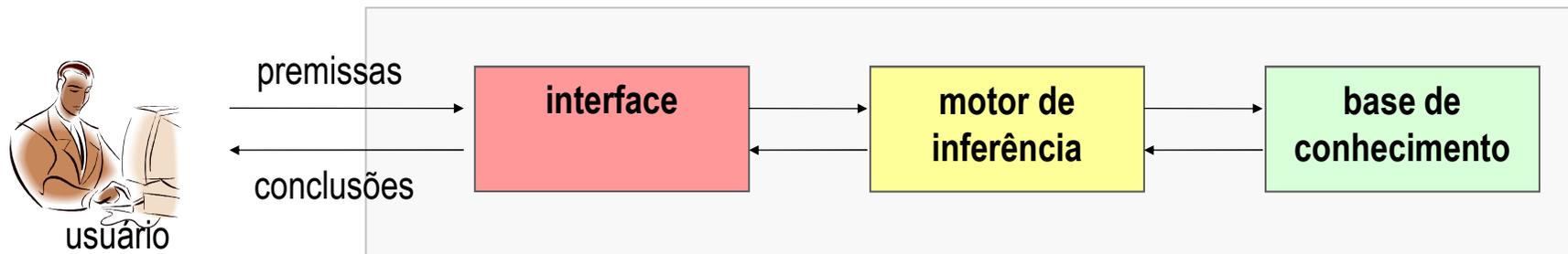
### A idéia básica da programação em lógica é...

oferecer um arcabouço que permita inferir conclusões desejadas, a partir de premissas representando o conhecimento disponível, de uma forma que seja computacionalmente viável



# O sistema Prolog

**Prolog é o sistema de programação em lógica mais popular que existe!**



- **Interface:** permite que o usuário entre com premissas codificadas em uma linguagem lógica e faça consultas para extrair conclusões destas premissas
- **Motor de inferência:** atualiza a base de conhecimento com premissas fornecidas pelo usuário e faz inferências para extrair informações implícitas
- **Base de conhecimento:** que armazena as premissas fornecidas pelo usuário



## O sistema Prolog: vantagens

- Prolog permite representar o conhecimento que um agente tem sobre seu mundo de uma forma simples e direta, em uma linguagem de alto nível, tornando os programas mais compactos, flexíveis e inteligíveis.
- Prolog permite **programação declarativa**; em vez de especificar como o computador deve proceder para resolver um problema, precisamos apenas declarar o conhecimento que temos acerca do problema e, em seguida, consultar o sistema para que ele encontre a solução desejada.
- Em outras palavras, em Prolog, basta especificar corretamente o problema que o motor de inferência se encarrega de descobrir como obter sua solução.



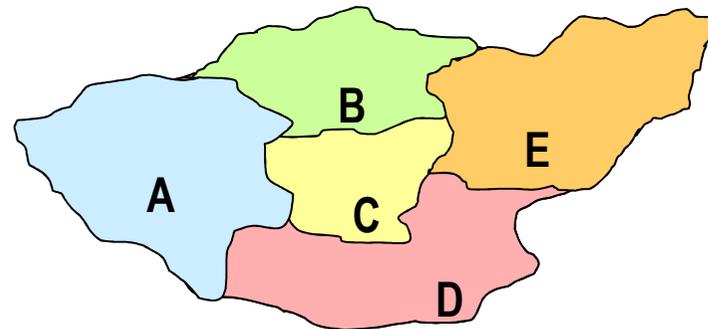
## Exemplo – Coloração de mapas

- **Problema:** como colorir um mapa, usando no máximo quatro cores, de modo que regiões adjacentes tenham cores distintas?

- **Solução:**

- Primeiro, declaramos as cores que podem ser usadas na coloração; isto é feito por meio de sentenças denominadas **fatos**.

- Em seguida, declaramos que a tupla  $(A, B, C, D, E)$ , cujos componentes correspondem às regiões do mapa, é uma coloração válida se cada um de seus componentes é uma cor e se componentes representando regiões adjacentes no mapa têm valores distintos; isto é feito por meio de uma sentença denominada **regra**.





## Exemplo – Coloração de mapas

- **Implementação:** definir os fatos e a regra na linguagem Prolog

```
% colorir.pl – coloração de mapas
```

```
% fatos
```

```
cor(azul).
```

```
cor(verde).
```

```
cor(amarelo).
```

```
cor(vermelho).
```

```
% regra
```

```
coloração(A,B,C,D,E) :-
```

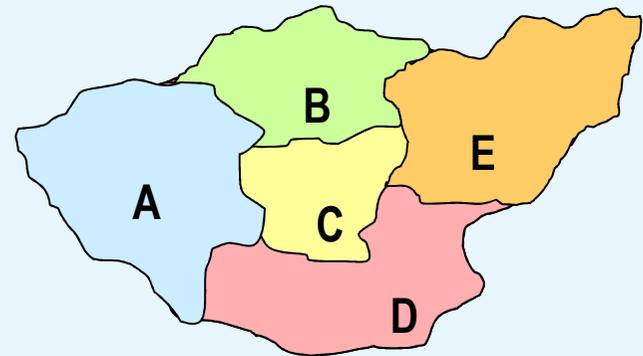
```
    cor(A), cor(B), cor(C), cor(D), cor(E),
```

```
    A\=B, A\=C, A\=D,
```

```
    B\=C, B\=E,
```

```
    C\=D, C\=E,
```

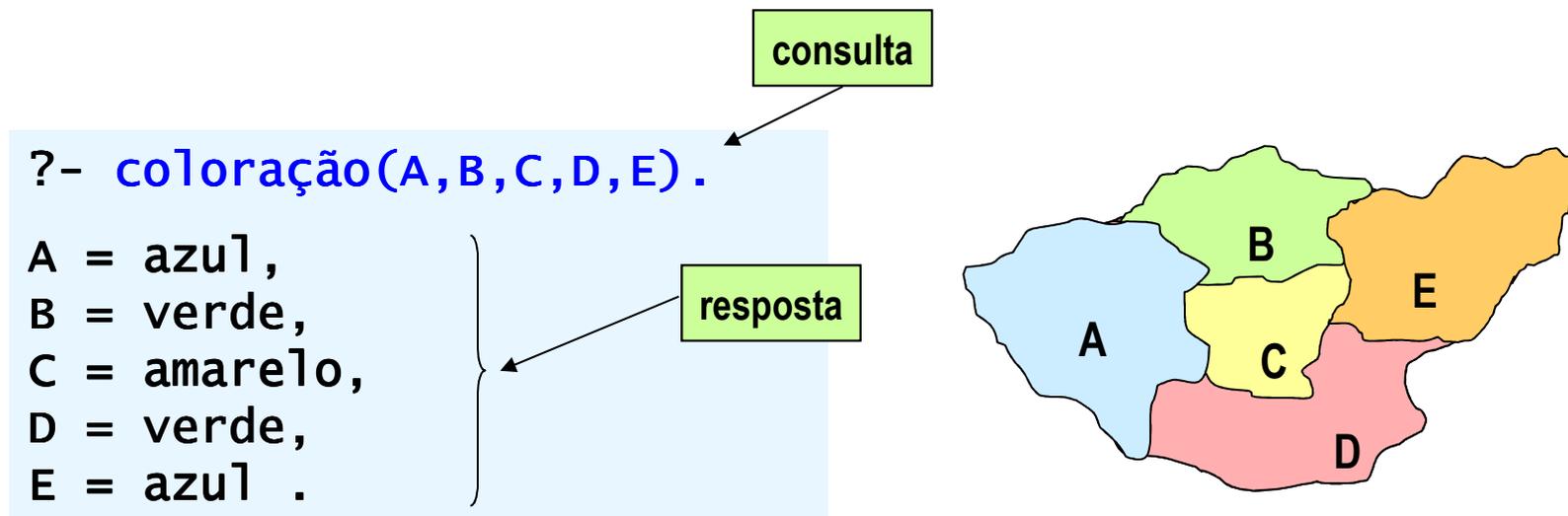
```
    D\=E.
```





## Exemplo – Coloração de mapas

- **Teste:** após a compilação do programa, podemos consultar o Prolog para que ele encontre uma solução para o problema especificado.



- **Com este exemplo, temos a impressão de que o Prolog é inteligente.**
- **Como será que ele foi capaz de encontrar a solução do problema?**

**Fim**

