

# Resolução de um Problema

## Perito

Alguém que detém competência - **conhecimento especializado** acerca de um dado domínio

↓  
**Conhecimento do domínio**

## Como age um Perito ?

1. obtém factos acerca do problema
2. armazena-os na sua “*Memória de Curto Termo*” (MCT)
3. raciocina sobre o problema:
  - combina os factos armazenados na sua MCT
  - com o conhecimento contido na sua “*Memória de Longo Termo*” (MLT)
4. neste processo o perito infere novas informações acerca do problema
5. e eventualmente chega a uma conclusão acerca do problema

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

1

# Exemplo

## Problema com o automóvel

### Perito (Mecânico):

- Detém na sua MLT conhecimento necessário ao diagnóstico dos mais variados problemas com automóveis

### Utilizador informa o mecânico:

- Automóvel não pega.

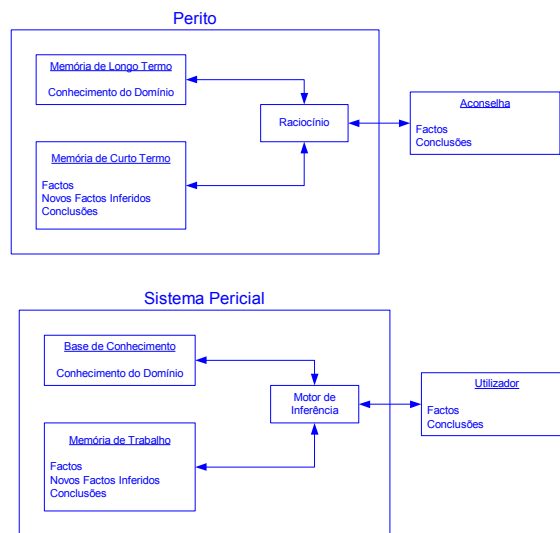
### Mecânico:

- armazena esta informação na sua MCT e começa a raciocinar sobre o problema
- Combina a informação dada pelo cliente com o seu conhecimento do domínio
- o mecânico infere: “**o problema pode ser no sistema eléctrico**”
- adiciona este novo facto na sua MCT e continua a raciocinar sobre o problema
- Coloca questões relativas a testes na bateria do automóvel
- Estes testes levam o mecânico a concluir: **bateria descarregada**

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

2

## Perito versus Sistema Pericial



Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

3

## Componentes de um Sistema Pericial

**Base de Conhecimento** – é o local onde reside o conhecimento do domínio visado pelo Sistema Pericial

**Memória de Trabalho** - armazena dados, informação ou conhecimento específicos do problema em solução com vista a auxiliar no funcionamento dos outros módulos

**Motor de Inferência** – responsável pelo controlo do sistema

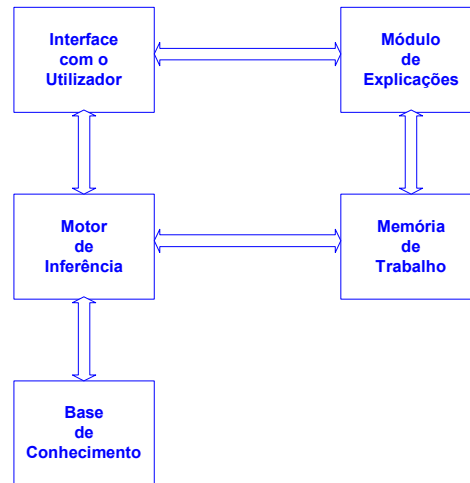
**Módulo de Explicações** – onde se constróem as razões porque uma dada conclusão foi ou não obtida, ou, ainda, porque se está a efectuar determinada pergunta

**Interface** – contém os écrans do Sistema Pericial desenvolvidos para interagir com utilizadores

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

4

## Arquitectura de um Sistema Pericial



Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

5

## Base de Conhecimento

**Módulo do Sistema Pericial que contém**

**o Conhecimento do Domínio**

### **Base de Regras (Estática)**

- contém regras que permitem tirar conclusões em função de condições
- As condições podem ser validadas:
  - por factos básicos da base de factos
  - por conclusões de outras regras

### **Exemplo:**

- Regra1: Se automóvel não pega  
Então o problema pode ser no sistema eléctrico
- Regra2: Se o problema pode ser no sistema eléctrico  
E carga da bateria < 10 Volts  
Então bateria descarregada

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

6



## Diferentes maneiras de expressar o mesmo Conhecimento

Se as conclusões intermédias não forem importantes podem ser eliminadas.

Base de Conhecimento anterior:

Regra r5a: SE (Bot\_1=actuado E Bot\_2=actuado) E  
(Bot\_3=actuado OU NÃO(Bot\_4=actuado))  
ENTÃO Conj\_AB=operacional

Regra r6a: SE (Bot\_5=actuado E NÃO(Bot\_6=actuado)) E  
(Bot\_7=actuado OU Bot\_8=actuado)  
ENTÃO Conj\_CD=operacional

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

9

## Diferentes maneiras de expressar o mesmo Conhecimento

Certas equivalências também podem ser assumidas:

Regra r4: SE Bot\_7=actuado OU Bot\_8=actuado ENTÃO Sistema\_D=activado

Regra r4a: SE Bot\_7=actuado ENTÃO Sistema\_D=activado.  
Regra r4b: SE Bot\_8=actuado ENTÃO Sistema\_D=activado.

**Mais do que uma regra pode conduzir à mesma conclusão**

**Vantagem:** mais fácil o acompanhamento da inferência

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

10

## Diferentes maneiras de expressar o mesmo Conhecimento

A regra x é equivalente às regras y e z.

Regra x: SE a E b ENTÃO c,d.

Regra y: SE a E b ENTÃO c.

Regra z: SE a E b ENTÃO d.

**Uma regra pode apresentar mais do que uma conclusão**

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

11

## Problemas com a Junção de Regras

A junção das regras r1, r2 e r5 na seguinte regra:

Regra r5b: SE (Bot\_1=actuado E Bot\_2=actuado) E  
(Bot\_3=actuado OU NÃO(Bot\_4=actuado))  
ENTÃO  
Sistema\_A=activado,Sistema\_B=activado,Conj\_AB=operacional

Perante esta nova formulação:

- o Sistema\_A também fica a depender de Bot\_3 e Bot\_4
- o Sistema\_B fica a depender de Bot\_1 e Bot\_2

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

12

## Problemas em Bases de Conhecimento

### *Circularidade*

Regra c1: SE a E b ENTÃO c.

Regra c2: SE c E d ENTÃO e.

Regra c3: SE e E f ENTÃO a.

### *Inconsistência*

Regra i1: SE a E b ENTÃO c.

Regra i2: SE c E d ENTÃO e.

Regra i3: SE a E b E d ENTÃO (NÃO e).

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

13

## Problemas em Bases de Conhecimento

### *Redundância*

Regra r1: SE a E b ENTÃO c.

Regra r2: SE c E d ENTÃO e.

Regra r3: SE a E b E d ENTÃO e.

Estes problemas podem ser detectados com recurso a

**Técnicas de Verificação**

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

14

## Problemas em Bases de Conhecimento

Mesmo que a Base de Conhecimento esteja correcta do ponto formal (ou seja, não tenha problemas detectados ao nível da Verificação) nada garante que ela esteja de facto correcta.

Base de Conhecimento pode ter incorrecções devidas:

- conhecimento mal especificado
- conhecimento incompleto
- ....

Estes problemas são resolvidos com recurso a

### Técnicas de Validação

Avalia-se o desempenho do sistema perante casos que são resolvidos pelo Sistema Pericial e pelo Perito.

Se não houver concordância faz-se a análise do problema, vulgarmente o problema encontra-se na falta de uma condição numa regra ou na ausência de uma regra.

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

15

## Memória de Trabalho

### Base de Factos (dinâmica)

- contém asserções ou assunções (factos básicos verdadeiros) descobertas durante uma sessão
  - em ficheiro
  - em memória
- originadas:
  - por eventos
  - através da resposta de um utilizador
  - carregada a partir de bases de dados externas, folhas de cálculo, sensores
  - através de conclusões das regras

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

16



## Motor de Inferência

Responsável pela modelação do Processo de Raciocínio.

- Combina os factos da Memória de Trabalho com o conhecimento do domínio contido na Base de Conhecimento
- Gera conclusões

Para tal o Motor de Inferência deve usar a estratégia de raciocínio mais apropriada:

- Encadeamento Directo
- Encadeamento Inverso
- Encadeamento Misto

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

17

## Motor de Inferência

A eficiência do mecanismo de inferência pode ser aumentada:

- com Metaconhecimento - codificado no formato de Metaregras
- através de questões sobre a veracidade de uma possível condição

À medida que o Motor de Inferência vai tirando conclusões deve ir guardando justificações para tais conclusões. Por forma a explicar o raciocínio que utilizou (explicações).

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

18

## Módulo de Explicações

As explicações podem ser dirigidas aos seguintes tipos de pessoas:

### *Engenheiro do Conhecimento ou Implementador do Sistema*

- identificar possíveis problemas na Base de Conhecimento:
  - falta de condições nas regras
  - condições em excesso, valores incorrectos
  - ambiguidades

### *Perito*

- comparar o seu raciocínio com o do Sistema Pericial,
- Proceder à Validação do Sistema Pericial

### *Utilizador*

- por que razão faz uma dada pergunta
- porque não foi obtida uma dada conclusão
- aprender algo sobre o domínio em causa - Tutor Inteligente.

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

19

## Principais Tipos de Explicações

### *Explicações “Como? (How)”*

servem para que o Sistema Pericial justifique o caminho que seguiu para obter uma dada conclusão

### *Explicações “Porque não? (Why not)”*

servem para que o Sistema Pericial justifique a razão pela qual uma determinada conclusão não foi obtida

### *Explicações “Porquê? (Why)”*

servem para que o Sistema Pericial justifique por que razão põe uma determinada questão ao utilizador.

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

20

## Exemplos de Explicações

### Sistema Pericial : Bateria Descarregada

#### Como ?

Dado que o automóvel não pega  
Assume-se que o problema pode ser no sistema eléctrico  
Como a carga da bateria < 10 Volt  
Pode-se concluir que a Bateria está descarregada

#### Sistema Pericial: Carga da bateria < 10 Volts?

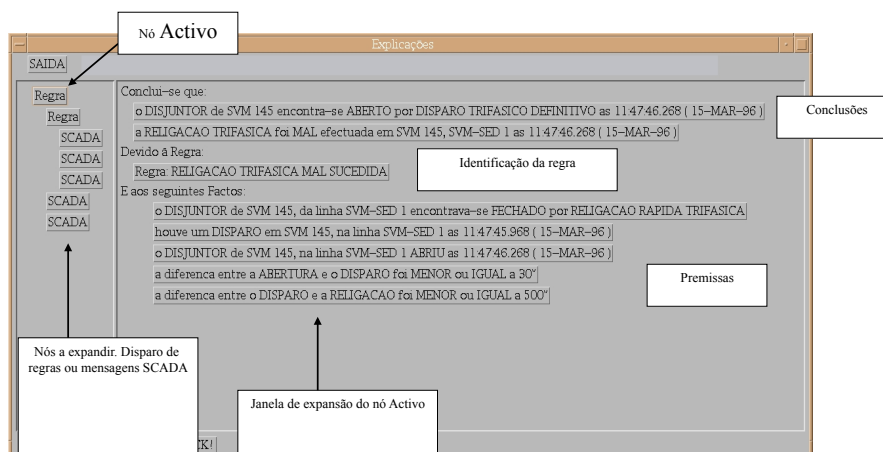
#### Utilizador: Porquê ?

Porque se o automóvel não pega,  
o problema pode ser no sistema eléctrico e  
se a carga da bateria < 10 Volts  
então a bateria está descarregada

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

21

## Exemplos de Explicações



Explicação em hipertexto fornecida pelo Sistema Pericial SPARSE

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

22

## Interface com o Utilizador

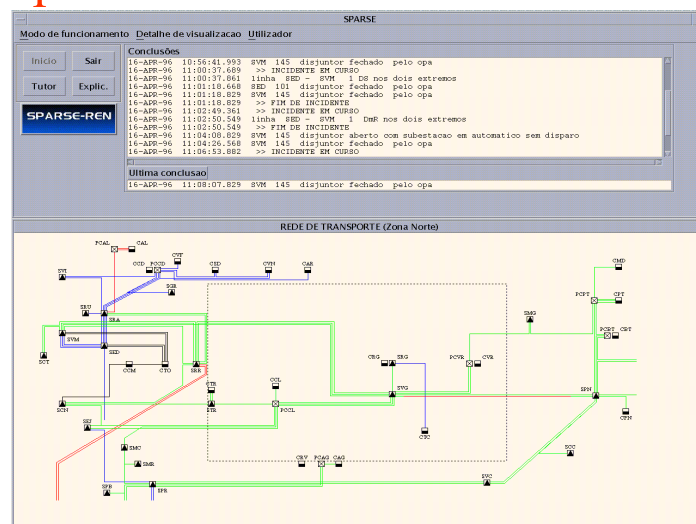
A Interface do Sistema Pericial deve estar adaptada ao seu tipo de utilizador:

- a apenas um utilizador
- a um tipo homogéneo de utilizadores
  - ↳ **a tarefa de modelação fica mais simplificada**
- a um tipo heterogéneo de utilizadores
  - ↳ **devem ser definidos perfis de utilizadores:**
    - as interfaces
    - os diálogos, questões colocadas pelo sistema
    - as explicações, os conceitos dados pelo sistema
  - ↳ **devem ser adaptados aos perfis de utilizadores**

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

23

## Exemplo de Interface



Interface textual e gráfica do Sistema Pericial SPARSE

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

24

## Características dos Sistemas Periciais

- conhecimento separado do controlo
- possui perícia
- resolução de problemas focada apenas na área para que foi concebido
- Raciocina com símbolos – conhecimento é representado numa forma simbólica
- Raciocina com recurso a heurísticas
- Permite raciocínio não exacto
- É limitado a problemas resolúveis

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

25

## O que se espera de um Sistema Pericial

- Resolução de problemas para o domínio para o qual foi concebido
- Facilidade de manutenção incremental da sua Base de Conhecimento
- Conhecimento apresentado de forma atraente e legível
  - alguns Geradores de Sistemas Periciais permitem a inclusão do conhecimento numa língua quase natural
- Desempenho semelhante a um Perito:
  - capacidade de explicar como chegou a uma dada conclusão
  - porque razão não foi possível chegar a uma dada conclusão ou
  - porquê está a pôr uma dada questão ao utilizador

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

26

## O que se espera de um Sistema Pericial

- Mecanismo de raciocínio eficiente em domínios nos quais a quantidade de conhecimento seja elevada, através de metaregras  
**Exemplo:** activação de um subconjunto de regras (*rule set*) em função de um facto que se sabe ser verdade ou de uma conclusão que se pretenda provar
- Interface que se adapte ao tipo de utilizador (especialista ou novato) e à situação em causa (normal ou crítica)
- Capacidade de efectuar raciocínios considerando o raciocínio com incertezas:
  - Raciocínio Bayesiano
  - Factores de Certeza
  - Factores de Crença/Descrença
  - Teoria de Dempster-Shafer
  - Conjuntos Difusos
- Assistência nas fases de aquisição, estruturação e transferência de conhecimento, ou nas fases de verificação e validação do conhecimento.

Arquitectura e Componentes de Sistemas Periciais

27