

# CONHECIMENTO E RACIOCÍNIO

## 2 – Raciocínio Lógico

*Sistemas Periciais*

### Expert System (ES)



# Raciocínio Lógico

- Sistemas de raciocínio baseado em regras IF ... THEN
- Tentam imitar a forma como o ser humano especialista numa área resolvem um problema
- Modelos mais usados de raciocínio lógico são os **Sistemas periciais**
  - sistemas de raciocínio lógico que se tornaram muito populares nos anos 80

# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais

- Conhecimento:
  - **ESPECIALISTA:** alguém que possui um entendimento teórico e prático sobre uma determinada área ou domínio
    - O conhecimento para um sistema pericial é obtido através de um especialista de uma determinada área
  - **REGRAS:** o conhecimento extraído de um especialista é traduzido em regras lógicas do tipo
    - SE (antecedente) ENTÃO (consequente)
    - Antecedentes e consequentes: formados por conjunção ou disjunção de várias proposições lógicas
    - Base de conhecimento: formada pelo conjunto de regras

# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais

- Áreas de aplicação:
  - Áreas onde a base de conhecimento pode ser bem caracterizada por um especialista humano e facilmente transmitida a outras pessoas:
    - Contabilidade, diagnóstico médico, controlo de processos, seguros, banca, aconselhamento de compra, etc

# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais

- Um pouco de história
  - DENDRAL (1965): considerado o primeiro sistema pericial
    - Sistema implementado em LISP na Universidade de Stanford
    - Sistema que permitia obter respostas automáticas na área da química orgânica, sendo capaz de identificar estruturas moleculares de várias substâncias
    - Desenvolvido por Edward Feigenbaum e o especialista Joshua Lederberg

# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais

- Um pouco de história
  - MYCIN (1972):
    - Sistema implementado em LISP na Universidade de Stanford
    - Sistema que permitia fazer diagnóstico médico para tratar infecções no sangue
    - Composto por cerca de 450 regras
    - Apesar do grande impacto científico nunca foi usado na prática devido a razões éticas
    - Desenvolvido por Edward Shortliffe

# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais

- PROSPECTOR (1974-1983)
  - Implementado em LISP
  - Implementado com o auxílio de geólogos era capaz de localizar depósitos de minérios e identificar localizações ideais para extração e perfuração
  - Desenvolvido por uma equipa de 9 cientistas do Stanford Research Institute
  - Composto por cerca de 1000 regras

# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais

- XCON (1978 - 1990):
  - Sistema implementado em OPS5
  - Capaz de selecionar componentes de forma otimizada para sistemas computacionais, baseados nas especificações dos utilizadores

Desenvolvido inicialmente por John P. McDermott (Carnegie Mellon University)

- Composto inicialmente por poucas regras, foi bastante popular, utilizado pela DEC (Digital Equipment Plant) com enorme sucesso comercial
- Atingiu nas suas versões finais mais de 10000 regras



# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais

- CADUCEUS (1972 - 1986):
  - Sistema implementado em LISP
  - Desenvolvido por Harry Pople da Universidade de Pittsburgh com a colaboração de vários médicos da mesma universidade.
  - Capaz de efetuar diagnóstico médico de mais de 10000 patologias
  - Tentativa de recuperar a ideia pioneira do MYCIN

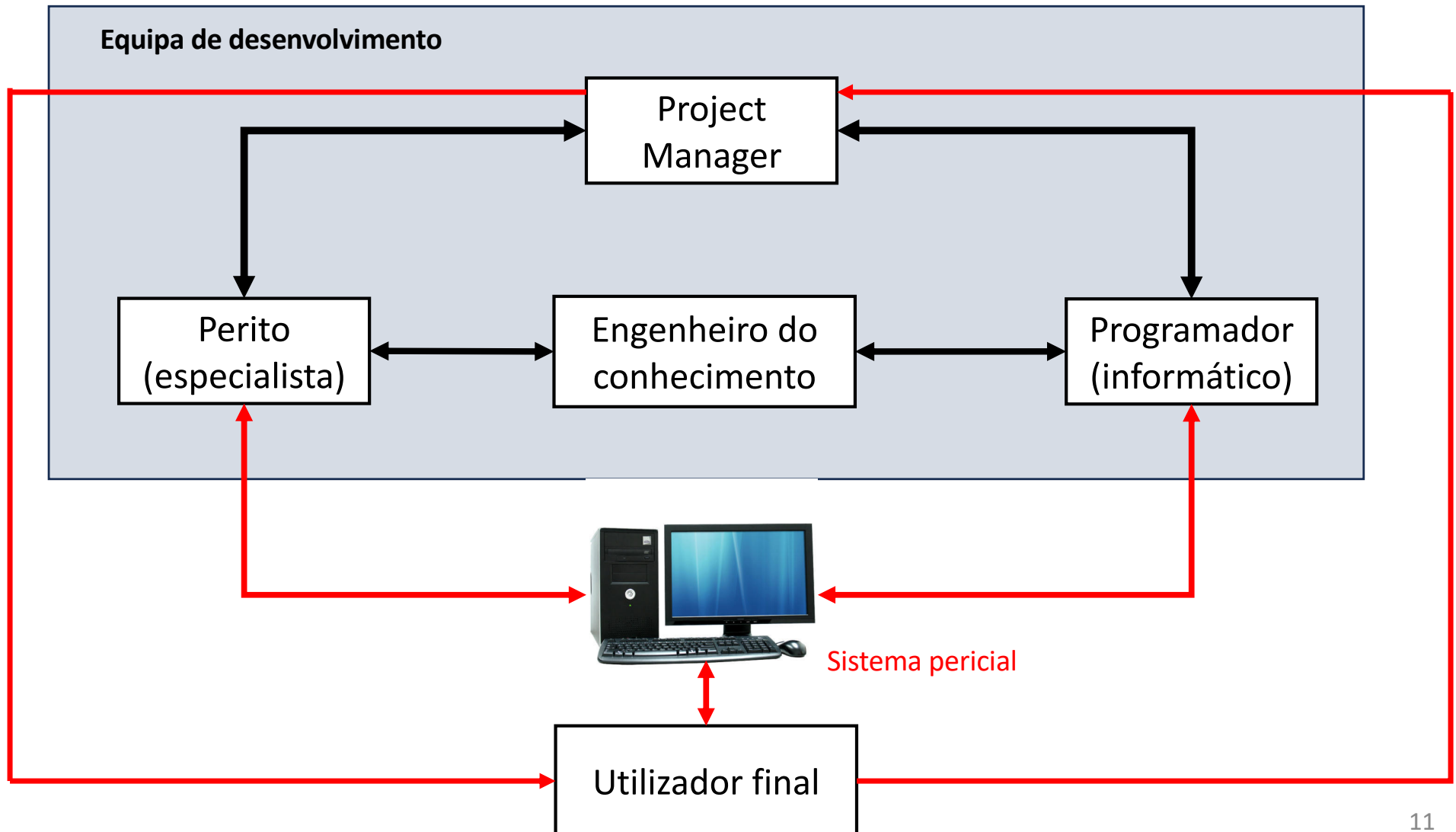
# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais

- Outros Sistemas Periciais que ficaram na história:
  - HEARSY I, II, III (anos 70 com várias versões ainda hoje usadas)  
– aconselhamento legal
  - MACSYMA (1968 – 1982) – manipulação de expressões matemáticas.
  - INTERNIST (1972) – diagnóstico médico
  - PUFF (1977) – avaliação da função pulmonar

# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais



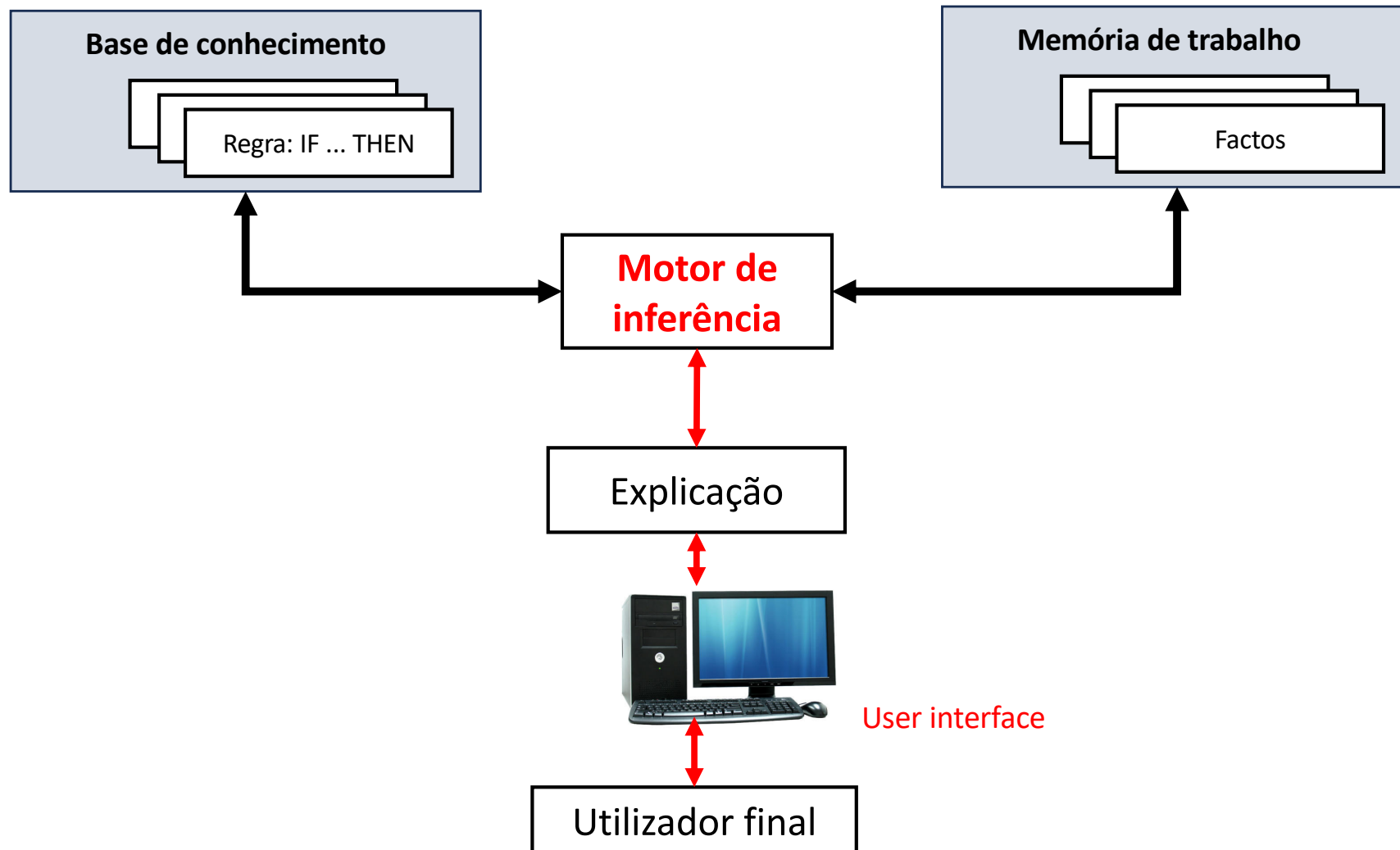
# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais

- Base de conhecimento
  - Regras lógicas
  - Redes semânticas
  - Frames
  - Usada pelo motor de inferência
- Memória de trabalho
  - Factos conhecidos sobre o problema a resolver
  - Usada pelo motor de inferência
- Motor de inferência
  - Infere as conclusões a partir dos factos (dados de entrada) e da base de conhecimento (regras)
  - Os factos são comparados com os antecedentes das regras e uma ou mais regras são ativadas, mostrando as ações dos respetivos consequentes.

# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais



# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais

- Motor de inferência
  - Realiza o raciocínio lógico
  - Permite que o sistema pericial resolva o problema
  - Faz a ligação das regras (base de conhecimento) aos factos (memória de trabalho)
  - Permite explicar e justificar como foi obtida a resposta:
    - Como é obtida a conclusão?
    - Porque razão é solicitada mais informação (novos factos) ao utilizador?

# Raciocínio Lógico

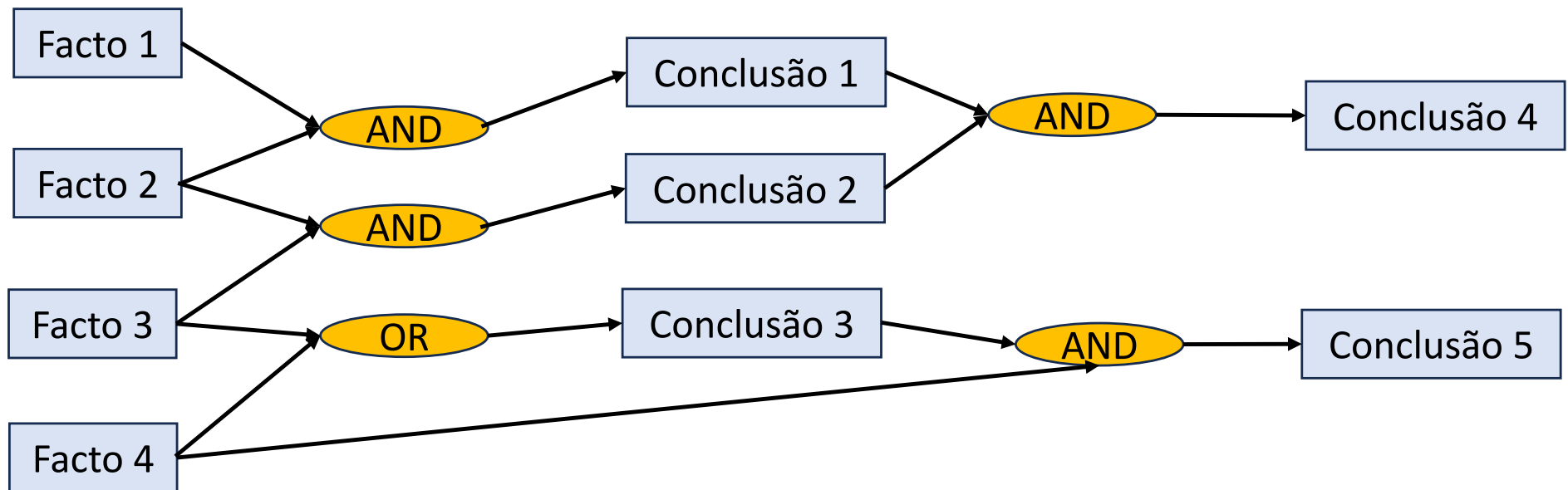
## Sistemas Periciais

- Motor de inferência
  - Raciocínio para a frente (*forward chaining*)
  - Raciocínio para trás (*backward chaining*)
  - Raciocínio misto: usa ambos

# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais

- Motor de inferência: *forward chaining*
  - Resolve o problema dos factos para inferir a conclusão
  - A conclusão pode passar a ser um novo facto da memória de trabalho, voltando a desencadear novas regras





# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais - *forward chaining*



Patient has fever



Patient has body aches

### Rules & Facts

- If a patient has a fever and body aches, they might have the flu.
- If a patient has a runny nose and cough, it could be a cold.
- If a patient has a fever, they might have an infection.

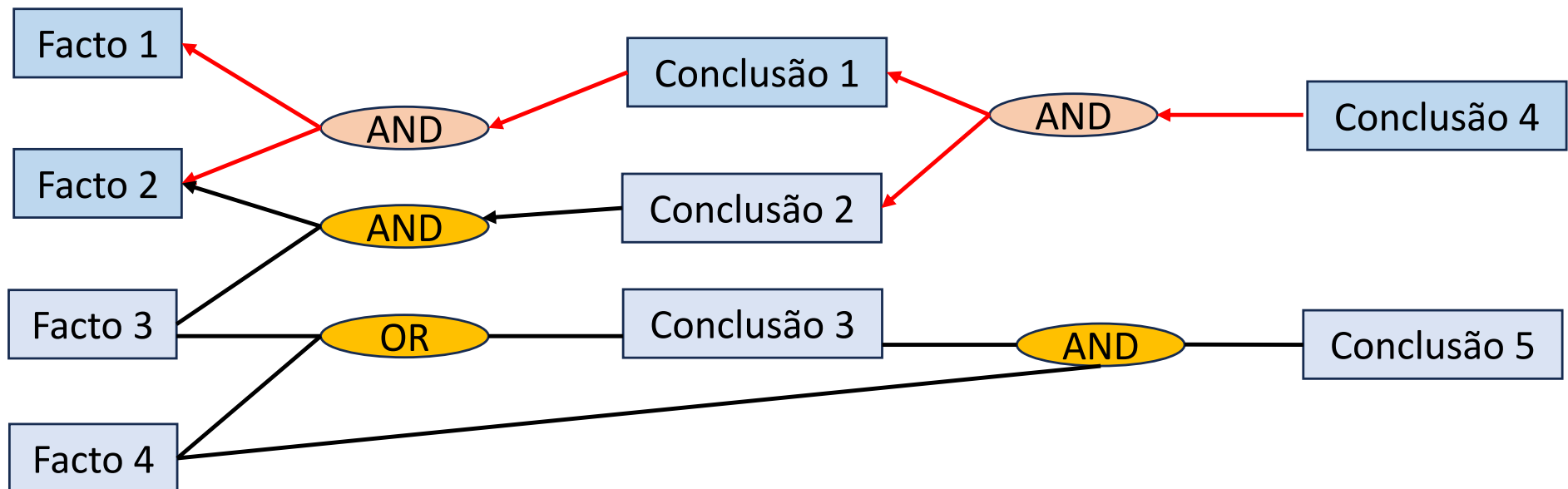
### Forward Chaining Process

- Start with available facts: The patient has a fever and body aches.
- Rule 1: The patient has a fever and body aches, suggesting they might have the flu.
- This conclusion (might have the flu) becomes a new fact.

# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais

- Motor de inferência: *backward chaining*
  - Resolve o problema a partir de uma conclusão conhecida
  - Procura na memória de trabalho os factos que expliquem a conclusão



# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais - *backward chaining*



Diagnosis an Illness

### Rules & Facts

- If a patient has a fever and body aches, they might have the flu.
- If a patient has a runny nose and cough, it could be a cold.
- If a patient has a fever, they might have an infection.
- If a patient has body aches, it might be due to physical exertion.

### Backward Chaining Process

- Goal: The patient has the flu.
- Look at Rule 1: The patient has a fever and body aches.
- Look at Rule 3: The patient has a fever.
- Look at Rule 2: The patient has a runny nose and cough. This rule doesn't apply.
- Look at Rule 4: The patient has body aches.



If the patient has the Flu

# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais

- Motor de inferência
  - Encadeamento para a frente ou direto (*forward chaining*)
    - Raciocínio guiado por factos
    - Analisam-se os factos existentes e executa-se apenas a regra mais ativa – adiciona mais um facto à memória de trabalho
    - Cada regra só pode ser executada uma vez
    - O ciclo termina quando mais nenhuma regra puder ser ativada.

# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais

- Motor de inferência
  - Situações de conflito no *forward chaining*
    - Ativar a regra com maior prioridade
    - Ativar a regra mais específica (a que têm mais informação)
    - Ativar a regra que tem associado os factos mais recentes da memória de trabalho

# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais

- Motor de inferência
  - Encadeamento para trás ou inverso (*backward chaining*)
    - Raciocínio guiado por objetivos
    - Recebe um facto que deve ser demonstrado como verdadeiro e o motor de inferência procura evidências que provem a veracidade desse facto.
    - Procura as regras que têm esse facto como consequente e procura na memória de trabalho se há os antecedentes que provem a regra como verdadeira.
    - O ciclo termina quando não são encontradas mais regras onde exista o facto a provar como consequente.

# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais

- Vantagens dos sistemas periciais
  - Capacidade de armazenamento permanente do conhecimento (não há esquecimento)
  - Respostas consistentes ao mesmo problema
  - No mesmo sistema é possível combinar conhecimento de mais do que um especialista
  - Economicamente mais vantajosos
  - Utilização fácil e intuitiva para o utilizador final porque imitam o raciocínio humano

# Raciocínio Lógico

## Sistemas Periciais

- Desvantagens dos sistemas periciais
  - Aquisição do conhecimento do especialista:
    - tarefa morosa, subjetiva, e muitas vezes pouco eficiente
  - Erros no sistema de regras podem ter resultados catastróficos
    - Um erro num diagnóstico médico por exemplo
  - A fase de treino e teste até à sua utilização é muito demorada
  - Sistemas pouco criativos, sem capacidade de aprendizagem
    - Novo conhecimento tem de ser introduzido
  - Em muitos domínios, o sistema precisa de milhares de regras:
    - Pouca versatilidade na correção de erros e atualização destes sistemas