



# Inteligência Artificial



## Unidade V – Sistemas Baseados em Conhecimento

**Profa. Vlândia Pinheiro**

Adaptação de conteúdo dos Prof. André Coelho e Prof. Vasco Furtado

# Caracterização

- Métodos de resolução de problemas genéricos (i.e., métodos de busca) são bem flexíveis e de fácil aplicação...
  - não são capazes de lidar com problemas complexos;
  - são “métodos fracos” de resolução de problemas
- **Alternativa:**
  - Tentar capturar e manipular conhecimento do domínio de modo a resolver problemas de forma mais eficiente e eficaz
  - Especialistas humanos são capazes de atingir alto desempenho no que fazem já que conhecem muito bem as suas áreas de atuação
  - Por que não emular em computador o modo de raciocinar de tais especialistas?

# Exemplos de Problemas Complexos

- Entendimento de textos em linguagem natural para responder perguntas
- Planejamento (objetivo, recursos, custos)
- Diagnóstico (causas e efeitos)
- Configuração (restrições e preferências)
- Classificação (características e classes)
- Avaliação (critérios)
- Síntese (resumo, sumários etc)

# Como um agente pode resolver um problema complexo?

- Outra abordagem da IA ...
  - Identificar o **conhecimento** do domínio
  - Representá-lo em uma **linguagem** formal
  - Implementar um mecanismo de **inferência** para utilizá-lo
- The Knowledge Principle (Lenat & Feigenbaum)
  - *If a program is to perform a complex task well, it must know a great deal about the world in which it operates*
- Questões-chave
  - Como adquirir esse conhecimento?
  - Como representá-lo adequadamente?
  - Como raciocinar com ele correta e eficientemente?

# Conhecimento

- **Dados:**
  - Cadeias numéricas ou alfanuméricas que não possuem significado associado
  - ex. 12, m1, west, 10.... ( ?)
- **Informação:**
  - Dados organizados: significam alguma coisa para quem os recebe
  - ex. 01, 03, 04, 06, 07, 08, 10 (meses ???)
- **Conhecimento:**
  - Dado, informação ou abstração formatado de maneira a permitir raciocínio por um ser humano ou por uma máquina
  - Informação que dá ao seu possuidor uma habilidade para ação.
  - Frequentemente tácito
  - Inclui reflexão, síntese e contexto

# Conhecimento

- **Exemplos de conhecimento**

- Classes e objetos
  - Classe **Arma** – Subclasse **Míssil** – Instância **m1**
- Formula da lógica
  - InimigoPolítico(Cuba,USA)
- Distribuição de probabilidade prévia e condicional de variáveis aleatórias
  - $P(\text{Cuba-usar-míssil-contr-USA} | \text{Cuba-tem-m1}) = 0,3$

- **Basta saber isto?**

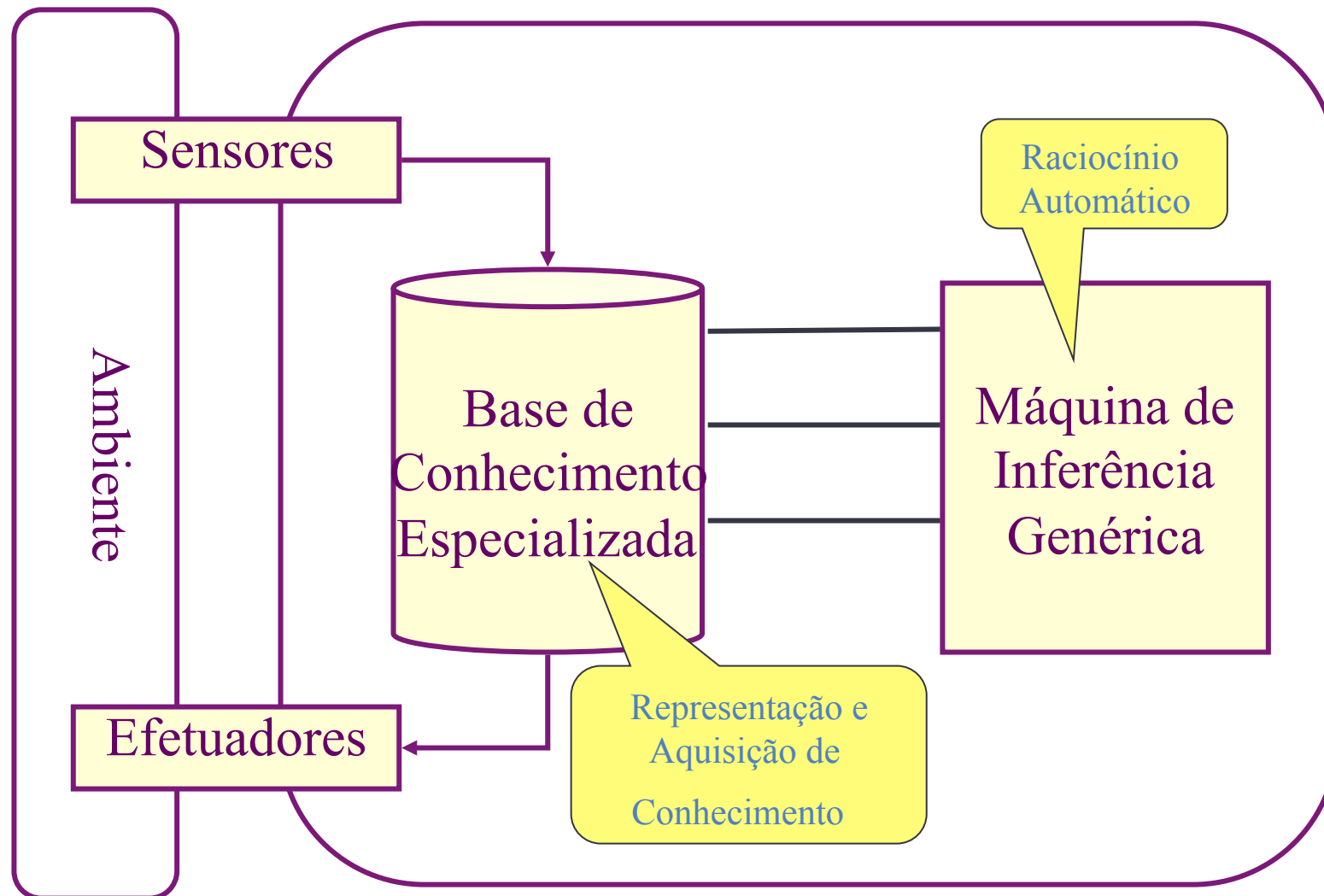
- Não, é preciso saber como estruturar o conhecimento, identificar sua natureza e efetivamente saber como usá-lo....

# Conhecimento

*O primeiro princípio da Engenharia do Conhecimento é que o poder de solução de problemas exibido por um agente inteligente é, fundamentalmente, consequência da sua base de conhecimento e, apenas de forma secundária, uma consequência do método de inferência empregado. ... Por um longo período de tempo a IA focou sua atenção quase que exclusivamente no desenvolvimento de métodos de inferência engenhosos...No entanto, o poder reside no conhecimento”*

**Edward Feigenbaum**

# Sistema baseado em conhecimento (dedutivo)





# Níveis de Conhecimento

- **Conhecimento sobre o domínio**
  - Sintomas, doenças, exames
- **Conhecimento sobre a tarefa a ser resolvida**
  - Diagnóstico
- **Conhecimento sobre o método de resolução**
  - Como realizar diagnóstico?

# Caracterização

## Sistema Especialista (SE)

- Sistema computacional que utiliza conhecimento específico do domínio de um problema e que emula a metodologia e desempenho de um especialista p/ obter soluções ( ou conselhos) nesse domínio. (Ex. MYCIN)



## Sistema Baseado em Conhecimento (SBC)

- Qualquer sistema computacional inteligente que adota conhecimento representado explicitamente para resolver problemas. (Ex: Sistemas desenvolvidos conforme CommonKADS)

# Escopo dos SBCs



# Caracterização

Em que situações a aplicação de SBCs/ SEs é justificada?

- Tais sistemas são desenvolvidos principalmente p/ lidar com situações que requerem uma quantidade considerável de conhecimento, em que a “expertise” (know-how) necessária para melhor manipular tal conhecimento esteja disponível.
- Não são aplicados para substituir o ser humano, mas sim para auxiliá-lo no processo de tomada de decisões, em áreas específicas.

# Caracterização

Uma vez construído o SBC, ganha-se em:

- Disponibilidade:
  - Conhecimento disponível a todos e a todo momento;
- Custo reduzido de utilização e manutenção;
- Aumento da confiabilidade das decisões tomadas pelos especialistas humanos;
- Eficiência pela automatização de processos repetitivos e metódicos da busca pela solução;
- Facilidade de customização ou extensão para aplicações similares no mesmo domínio;
- Possibilidade de uso do sistema para fins de treinamento de novo pessoal.

# Caracterização

Sistemas Convencionais	SBC
Estrutura de Dados	Estruturas para Representação de Conhecimento
Dados e Relações entre Dados	Conceitos, relações entre conceitos e regras
Algoritmos determinísticos	Algoritmos heurísticos
Conhecimento embutido no código	Conhecimento representado explicitamente e separado do código
Difícil explicação do raciocínio	Podem e devem explicar seu raciocínio

## Caracterização

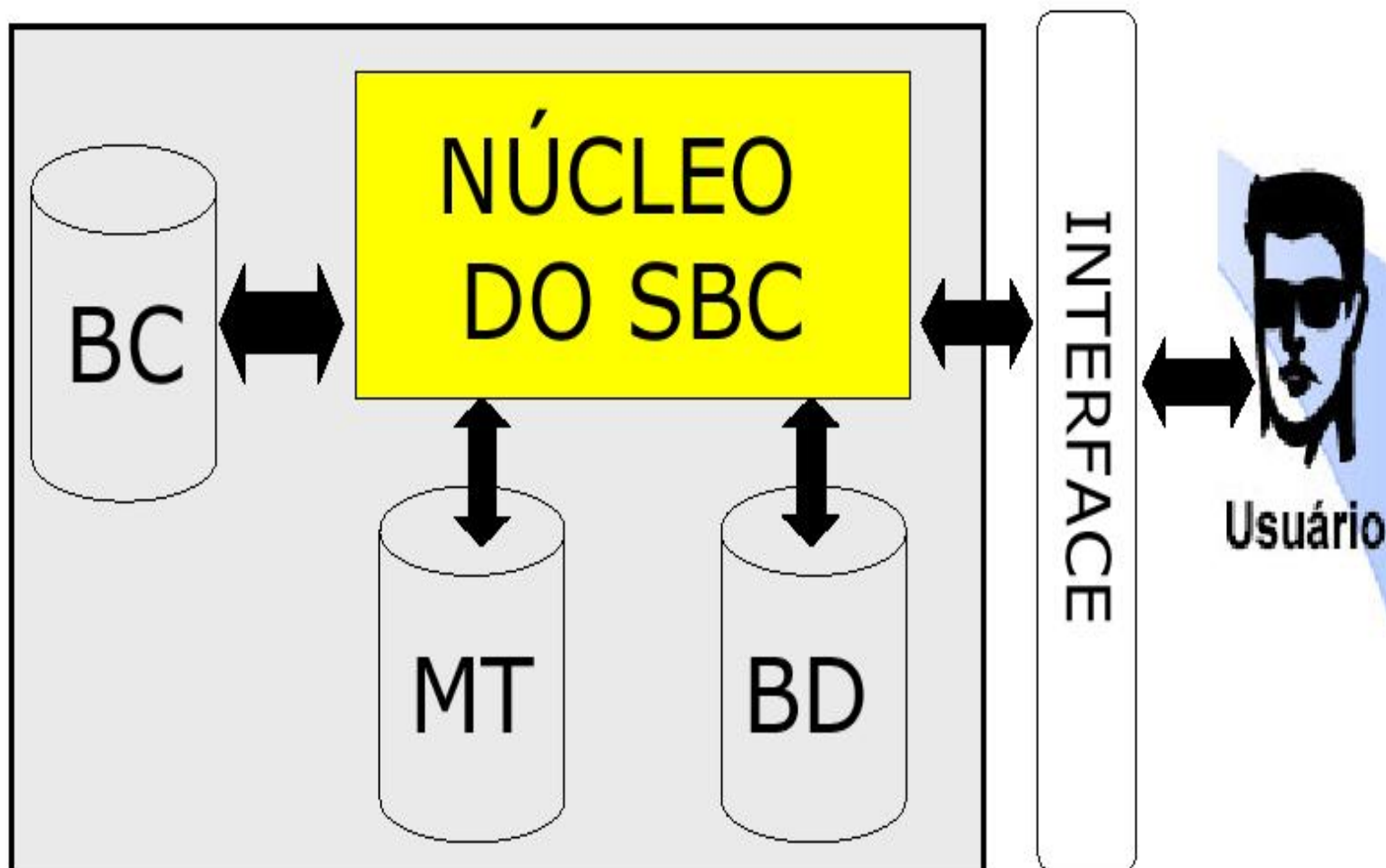
- Permitem a captura, organização, representação e manipulação do conhecimento embutido na mente de um ou mais especialistas no domínio
  - Uma vez representado, esse conhecimento torna-se permanentemente acessível, facilmente recuperável e extensível, e pode ser amplamente utilizado por todos os membros de uma organização
- São capazes de operar com regras e informações incertas (imprecisas, incompletas ou contraditórias) acerca do domínio ou problema
- Podem até cometer erros, desde que esses erros não comprometam o desempenho geral
- São capazes de interagir com o usuário-final, via linguagem de fácil entendimento, de modo a reunir novas evidências ( pistas) que venham a facilitar as suas inferências

## Caracterização

- Se questionados pelo usuário, são capazes de explicar a sequência de raciocínio empregada, o porquê da coleta de novas informações externas e de como chegou passo- a- passo às novas conclusões
  - Devem, portanto, ser capazes de memorizar e interpretar as inferências realizadas durante o processo de raciocínio.



## Estrutura Geral de um SBC



# Estrutura Geral de um SBC

**SBC = Conhecimento + Inferência**

- **Núcleo:** responsável pela execução das principais atividades, dentre elas as de realizar inferências e interagir c/ o usuário
- **Base de conhecimento (BC):** onde está representado todo o conhecimento sobre o domínio do problema, contendo, portanto, uma abstração (modelo) do mundo descrita explicitamente via um formalismo processável computacionalmente

## Estrutura Geral de um SBC

- **Memória de trabalho (MT):** onde são armazenadas as conclusões intermediárias geradas durante o processo de raciocínio, bem como as respostas fornecidas pelo usuário durante a interação com o SBC
- **Base de dados (BD):** contendo dados adicionais passíveis de serem transportados p/ a MT a fim de se gerar novo conhecimento
- **Interface com o usuário:** responsável pela interação p/ fins de exibição de resultados finais/ parciais ou das questões formuladas pelo núcleo, recorrendo-se p/ tanto a módulos de linguagem natural e gráficos

## Estrutura Geral de um SBC

- A base de conhecimento é composta de fatos e regras que o sistema dispõe a priori sobre o domínio do problema.
- O conhecimento é representado na BC via um formalismo de Representação de Conhecimento (RC) apropriado
  - Regras de produção, redes semânticas, frames, objetos, lógica, ontologias, método de resolução de problema (*Problem Solving Method-PSM*), casos etc.
- É possível adotar também uma mistura de formalismos de RC
  - Sistemas híbridos de representação

# Desenvolvimento de SBCs

- **Shell:** Ambiente para SBC
  - Arcabouço pré- construído de SBC: BC vazia, Motor de Inferência (Núcleo) e Interface.
  - Desenvolvidos para possibilitar que não-programadores usufruam dos esforços de programadores que já resolveram antes problemas similares.
  - **Exemplos:** ExpertSinta, CLIPS, GUIDON, TEIRESIAS, VM, CENTAUR, Guru, ExpertEase.

# Desenvolvimento de SBCs

- **Engenharia do Conhecimento**: área da IA que surgiu nos anos 70 e se transformou numa disciplina científica, provendo métodos para a construção de SBCs, fazendo evoluir a forma *ad-hoc* de desenvolvimento dos primeiros SEs.
- Benefícios de uma disciplina estruturada para o desenvolvimento de SBC:
  - permitir a compreensão de como as organizações desenvolvem, distribuem e aplicam seu conhecimento;
  - prover os métodos para obter o entendimento das estruturas e processos usados por “trabalhadores do conhecimento”;
  - ajudar a construir melhores SBCs: mais fáceis de usar, bem-estruturados e mais simples de manter.

# Desenvolvimento de SBCs

Especificação dos requisitos



Engenharia de conhecimento



Projeto



Implementação



Teste



Manutenção

# Desenvolvimento de SBCs

Especificação dos requisitos



Engenharia de software

Estudo de viabilidade  
Desenvolvimento de metas  
Escolha da equipe de projeto  
Identificação das fontes de conhecimento



Implementação



Teste



Manutenção



# Desenvolvimento de SBCs

Especificação dos requisitos



Engenharia de conhecimento



Im

Adquirir  
Organizar &  
Representar o conhecimento  
Documentação  
→ Dicionário e ontologias de conhecimento

I este



Manutenção

# Desenvolvimento de SBCs

Especificação dos requisitos



Engenharia de conhecimento



Projeto



Impl

Modelagem computacional da BC  
Definir métodos p/ processamento  
Selecionar ferramentas de software



Manutenção

# Desenvolvimento de SBCs

Especificação dos requisitos



Engenharia de conhecimento



Projeto



Implementação



Codificação

Documentação do sistema

Ma Manual do usuário

# Desenvolvimento de SBCs

Especificação dos requisitos



Engenharia de conhecimento



Projeto



Implementação



Teste



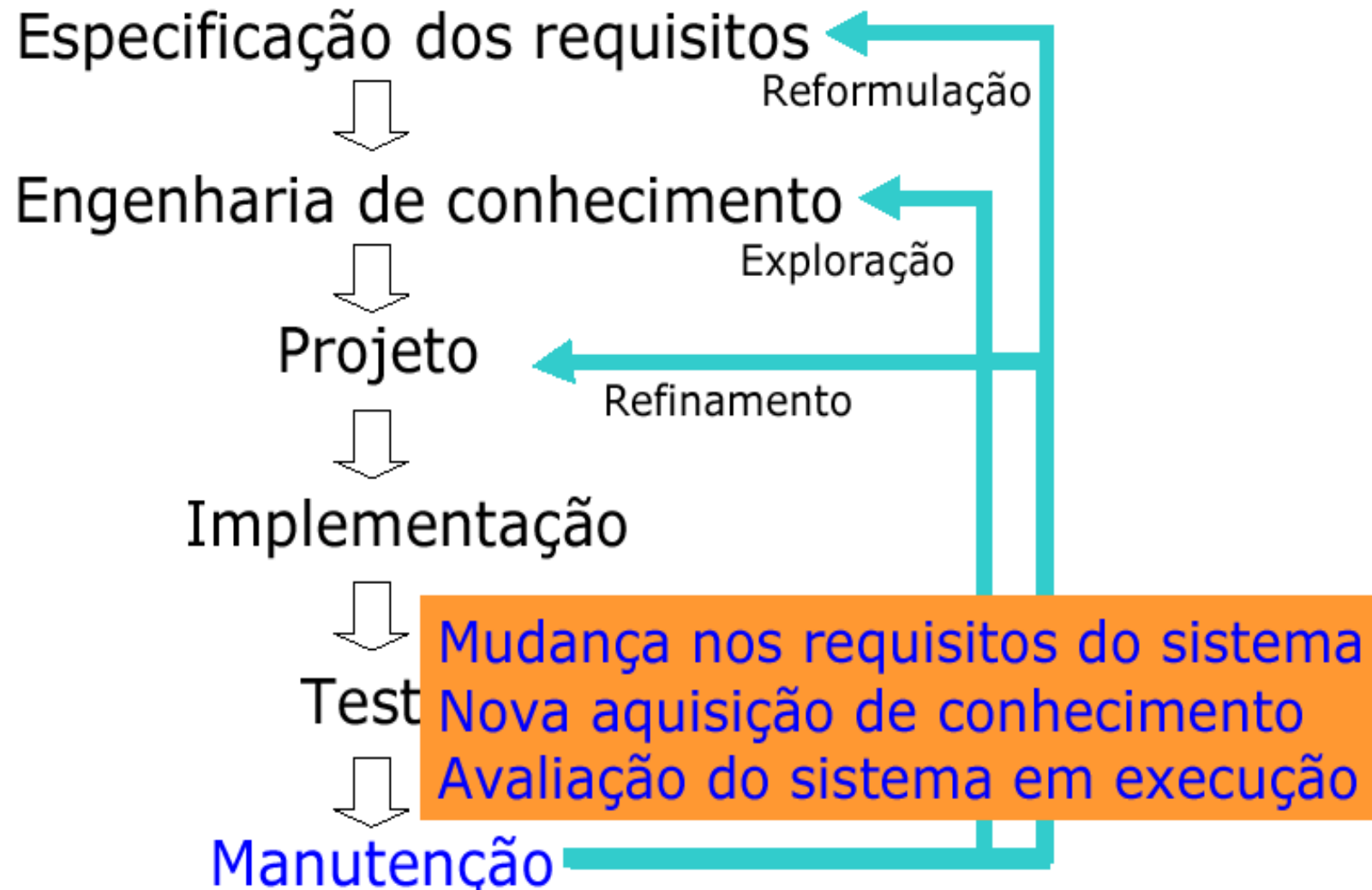
Manutenção

Exploração

Refinamento

Validação e verificação  
Processo contínuo... fases se misturam

# Desenvolvimento de SBCs



# Engenharia de Conhecimento

- **Fato:** o desempenho do SBC é totalmente dependente da qualidade e da quantidade de conhecimento embutido na BC
- **Problema:** extrair e representar conhecimento preciso, completo e não- conflitante da mente do especialista no domínio é muito difícil!!!
- Principais Fases:
  - Aquisição do Conhecimento
  - Representação do Conhecimento
  - Codificação do conhecimento, já representado, em uma linguagem de computador
  - Validação e Refinamento

# Engenharia de Conhecimento

- A equipe de EC tem como papel:
  - Estruturar a área do problema, ou seja, decidir sobre “o que falar”;
  - Capturar conhecimento genérico sobre o domínio: escolher vocabulário: predicados, funções, constantes
  - Traçar analogias com outros domínios
  - Capturar conhecimento específico do especialista e integrá-lo ao conhecimento genérico do domínio
    - Trazer à luz (“ elicitare”) conceitos não-triviais
    - Codificar a descrição das instâncias (situações, casos) específicas do problema
  - Apresentar contra-exemplos
  - Decidir melhor formalismo de representação do conhecimento extraído de acordo com o problema

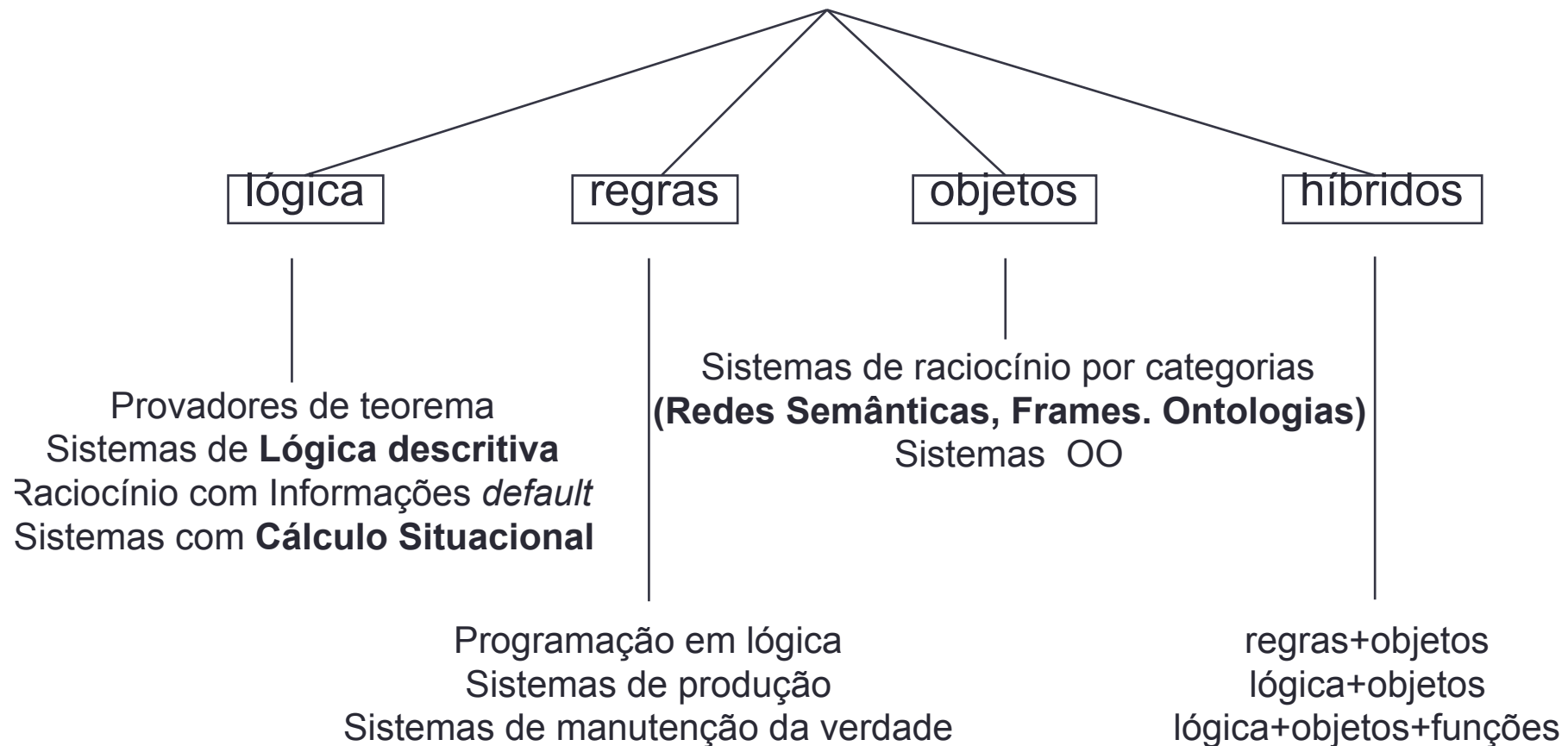
# Aquisição de Conhecimento

- Processo de extração e interpretação do conhecimento do especialista
  - Passo mais sensível da EC: Gargalo de Feingebaum e Paradoxo da Perícia
  - Pode ser um processo demorado e continuado haja vista a possibilidade de evolução (mudança) desse conhecimento no curso da construção da BC
- Passos do Processo:
  - Engenheiro entrevista especialistas
  - Engenheiro pesquisa sobre o domínio
  - Engenheiro refina o conhecimento bruto extraído
  - Engenheiro verifica inconsistências e incoerências entre os conhecimentos extraídos



# Representação e Raciocínio

## Principais sistemas de raciocínio declarativos/dedutivos



# Formalismos de Representação de Conhecimento

- *Redes Semânticas*
- *Frames*
- *Regras*
- *Ontologias*
- *Redes Bayesianas*
- *Sistemas Lógicos (Lógica de Primeira Ordem, Lógica Descritiva)*