

Inteligência Artificial

Sistemas de Conhecimento

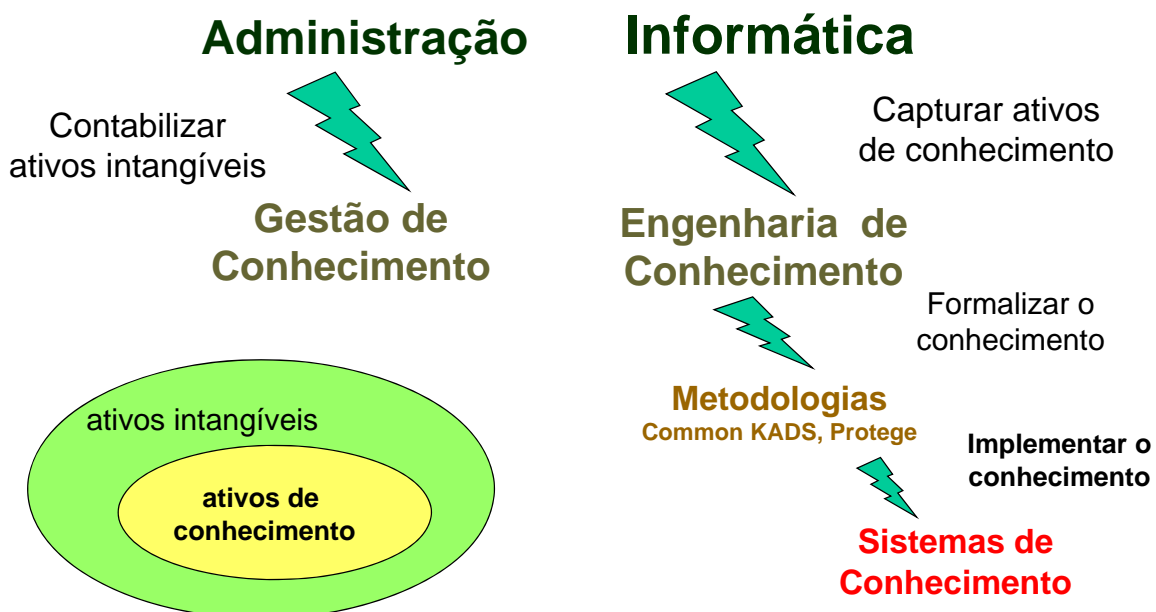
Sistemas Especialistas

Prof. Paulo Martins Engel



Prof. Paulo Martins Engel

Gestão e Engenharia de Conhecimento



Nomes, nomes...

- **Sistemas de IA**
 - Sistemas simbólicos, não algorítmicos que utilizam técnicas de IA para solução de problemas
- **Sistemas baseados em conhecimento**
 - Sistemas de IA que otimizam a busca da solução pela aplicação de conhecimento *explicitamente* representado
- **Sistemas Especialistas**
 - Sistemas baseados em conhecimento que resolvem problemas que necessitam de altos níveis de perícia para sua solução. O conhecimento é extraído de um especialista *humano*.

3

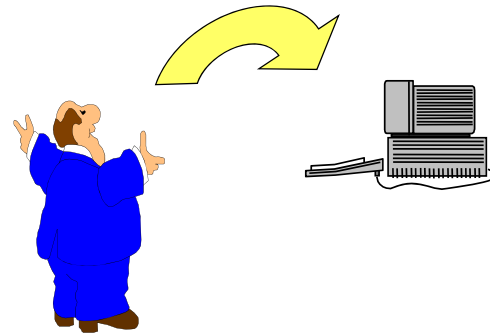
Sistemas de Conhecimento

Sistema que gerencia, armazena e/ou aplica conhecimento organizacional explicitamente representado para auxiliar na solução de problemas.

4

Sistemas de Conhecimento

- Permitem
 - Extrair o conhecimento de suas diferentes fontes, tornando-o independente das pessoas
 - Organizá-lo
 - Distribuí-lo
 - Multiplicá-lo



5

Engenharia de Conhecimento

- Engenharia de software para sistemas baseados em conhecimento
- Transformar o processo ad hoc de construir sistemas baseados em conhecimento em uma disciplina da engenharia
 - Métodos
 - Linguagens
 - Ferramentas
- Trata o problema em 3 níveis: do conhecimento, simbólico (ou de representação) e de implementação.

6

Sistemas Especialistas

Um programa de computador inteligente que usa conhecimento e inferência para resolver problemas que são difíceis o suficiente para requerer perícia humana significativa para sua solução.

Feigenbaum, 1979

7

Evolução dos Sistemas Especialistas

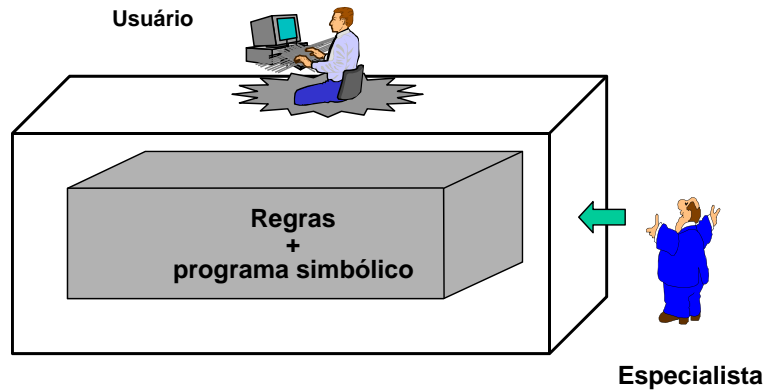
- Primeira fase
 - Reprodução da tarefa através de um sistema simbólico; conhecimento embutido no código

8

Evolução dos Sistemas Especialistas

Primeira Fase

Macsim, Dendral



9

Evolução dos Sistemas Especialistas

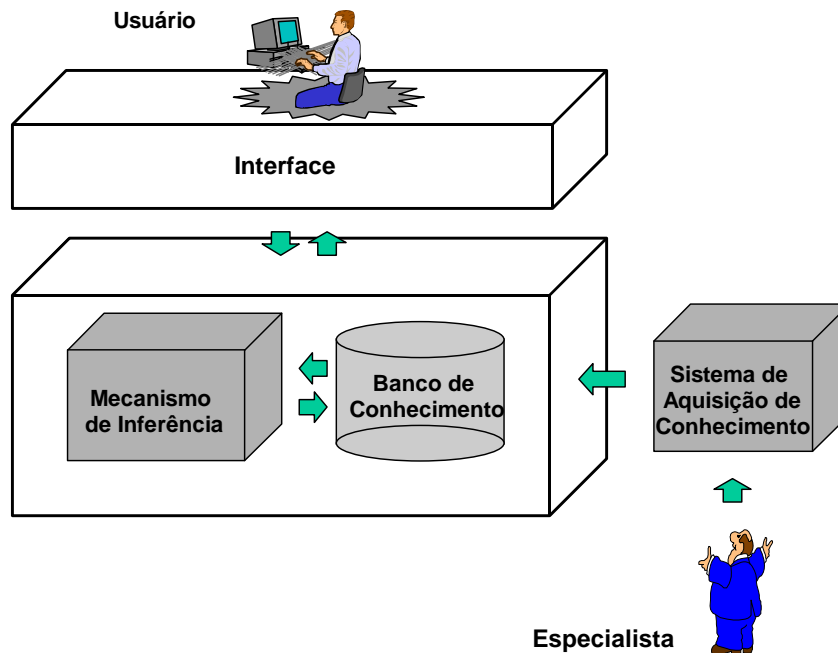
- Primeira fase
 - Reprodução da tarefa através de um sistema simbólico; conhecimento embutido no código
- Segunda fase
 - Extração do conhecimento do especialista reproduzindo com fidelidade em um sistema simbólico; conhecimento em um banco de conhecimento

10

Evolução dos Sistemas Especialistas

Segunda Fase

Mycin e
Prospector



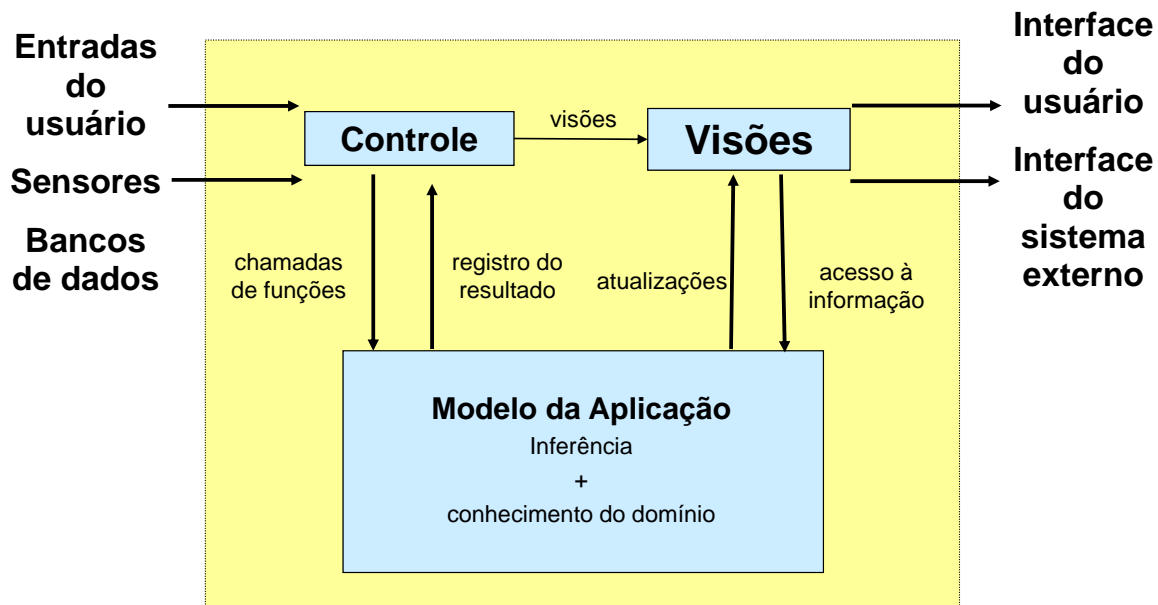
11

Evolução dos Sistemas Especialistas

- Primeira fase
 - Reprodução da tarefa através de um sistema simbólico; conhecimento embutido no código
- Segunda fase
 - Extração do conhecimento do especialista reproduzindo com fidelidade em um sistema simbólico; conhecimento em um banco de conhecimento
- Terceira fase
 - Conhecimento pertence à organização, sendo extraído, racionalizado e implementado através de diversos recursos da computação.

12

Arquitetura Atual



13

Características

- Utilizam conhecimento de um especialista *humano*;
- Conhecimento do domínio é separado do conhecimento de controle
- Raciocinam utilizando heurísticas e métodos de geração e teste;
- São capazes de raciocinar sob incerteza e de explicar o raciocínio.

14

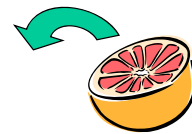
Engenharia de Conhecimento

- **Aquisição de conhecimento**
 - Extração do conhecimento de suas diversas fontes
- **Representação de conhecimento**
 - Modelagem do domínio
- **Validação do conhecimento**
 - Verificação de consistência
- **Explicação e justificativa**
 - Recuperação e apresentação do raciocínio ao usuário

15

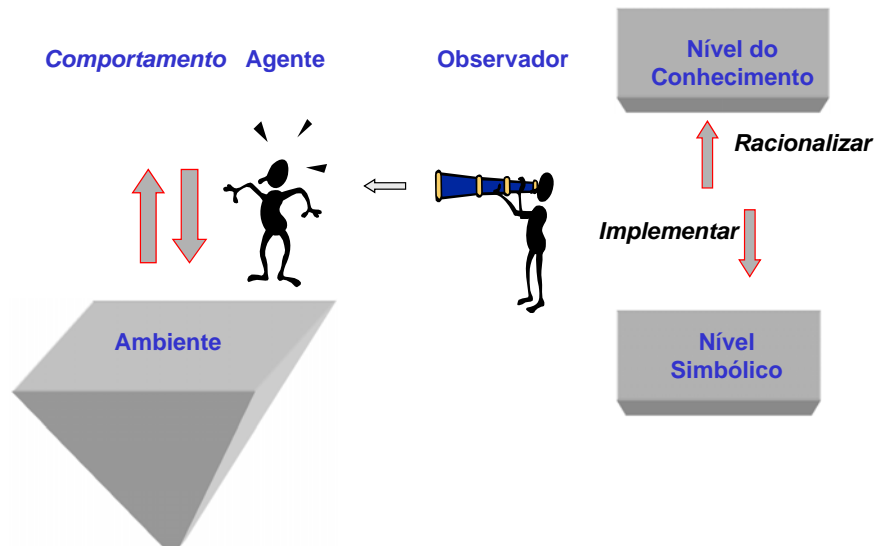
Evolução

- Paradigma de *transferência*
 - Especialista detém o conhecimento que deve ser extraído e colocado no sistema.
- Paradigma de *modelagem*
 - Organização detém o conhecimento
 - Conhecimento existente nas pessoas, arquivos, sistemas deve ser extraído e modelado em um formato computacional



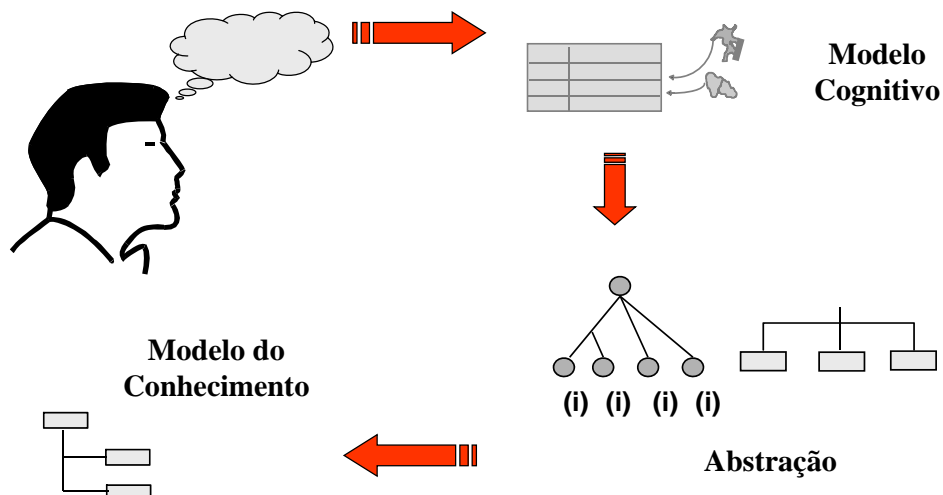
16

Nível de Conhecimento de Newell



17

Construção do Modelo



Modelos KL (*Knowledge Level*)

O processo de

modelagem é

- contínuo

- cíclico,

- falho

Aproximação
da realidade !

Observações provocam
modificações no modelo
e o modelo sugere
novas observações!

Modelo deve ser
continuamente
validado !

19

Visão de Newell

- Modelo do **Quê** : comportamento do agente, como uma série de episódios e ações possíveis
- Modelo de **Como** : estrutura do conhecimento e leis de interação (Nível Simbólico)
- Modelo do **Por Quê** : conhecimento do mundo (objetos e objetivos) e princípio da racionalidade (Nível do Conhecimento)

20

Modelo do Conhecimento



21

Princípio da Racionalidade

“ O agente irá selecionar a próxima ação de acordo com seu conhecimento de que essa ação levará ao objetivo. “

22

Princípio da Racionalidade

“ O agente irá selecionar a próxima ação de acordo com seu conhecimento de que essa ação levará ao objetivo. “

- Newell considera que, no nível do conhecimento, o conhecimento não possui qualquer estrutura.
- A estrutura é imposta pelo observador ao racionalizar o comportamento para o nível simbólico.

23

Knowledge Level Models

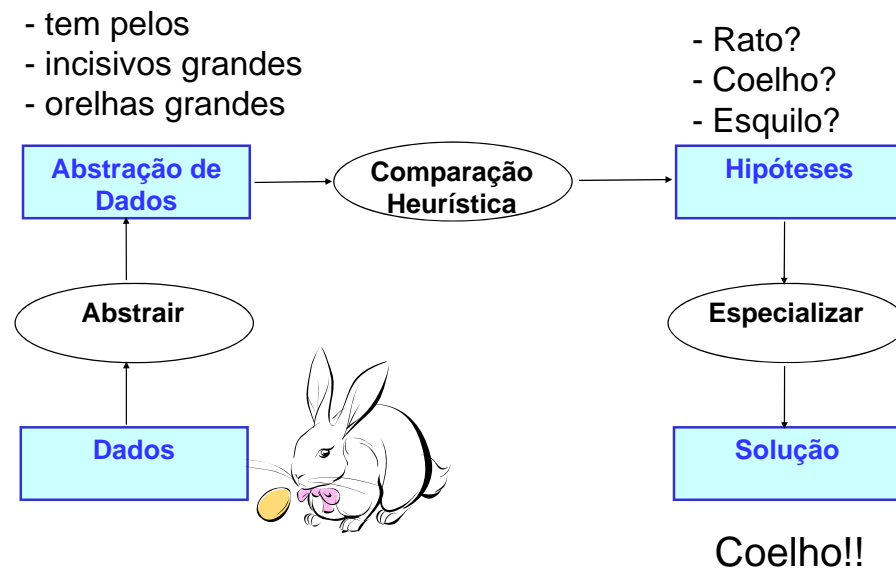
“ É uma estrutura imposta ao conhecimento quando ele é aplicado a uma classe particular de problemas. “

- Descreve uma estrutura no conhecimento, atribuída pelo observador.
- Corresponde a uma “janela” sobre o conhecimento onde o agente impõe um *papel limitado* a pedaços do conhecimento, para que seja utilizado para atingir um conjunto restrito de objetivos.

Princípio da Limitação
de Papéis

24

Classificação Heurística



25

Classes de Aplicações

- **Interpretação**
 - compreensão de fala, análise de imagens, interpretação geológica.
- **Diagnóstico:**
 - diagnósticos médicos, mecânicos, suporte a cliente.
- **Projeto:**
 - projeto de circuitos digitais, projeto de edifícios.
- **Monitoração:**
 - monitoração de rede de distribuição elétrica, controle de tráfego aéreo.
- **Controle:**
 - robôs, gerência de produção.

26

Exemplos de Sistemas Especialistas

- MYCIN diagnóstico médico 500 regras
- PROSPECTOR geologia 1000 regras
- TOM diagnóstico de doenças
em tomates 400 regras
- XCON configuração de
equipamentos VAX 5200 regras

27

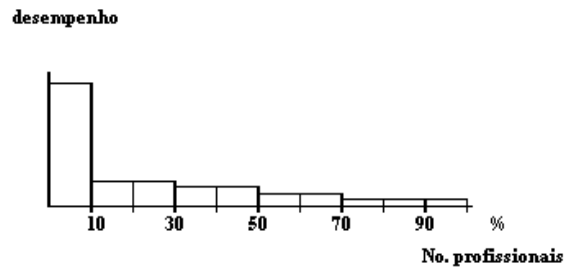
Tipos de Sistemas Especialistas

- Sistemas Especialista “prontos para usar”
 - O conhecimento já está no sistema
 - Destinado a usuários finais
 - Exemplo: TOM, MYCIN, PROSPECTOR, ...
- Sistemas gerais (Shell, gerador de SE)
 - Motor de inferência
 - Linguagem de expressão do conhecimento, de diálogo e de manipulação de diversas funcionalidades do sistema: menus, editor, ...
 - Convenção e estrutura de representação do conhecimento
 - Exemplo: GURU, EMYCIN, SNARK, ...
- Ambiente para desenvolvimento de SE
 - Ferramentas mais gerais, normalmente com mais funcionalidades mas de uso mais difícil
 - Exemplo: KEE, GOLDWORKS, ...

28

Especialista

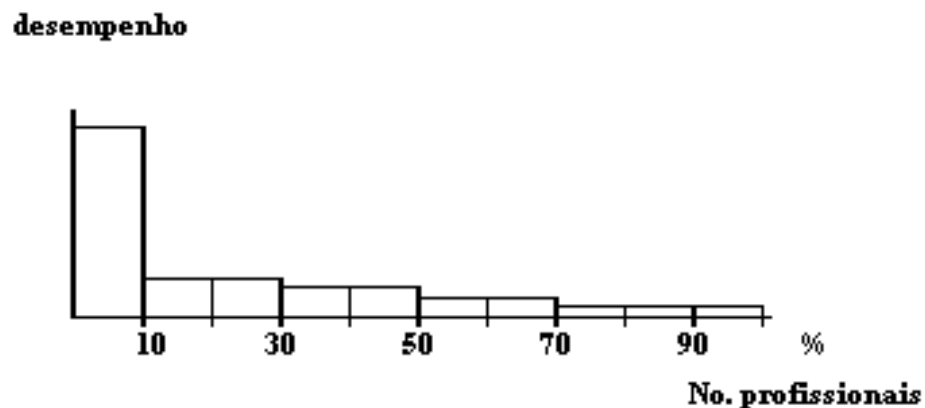
- Profissional que gastou mais do que 20.000 horas em treinamento e solução de algum tipo especializado de problema.
- Reconhecido por seus pares.
- Se inclui em um grupo de menos de 10% de profissionais que atingem uma performance de 85% de problemas resolvidos.



29

Tarefa Especialista

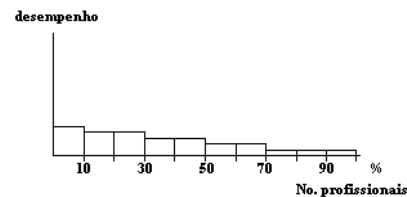
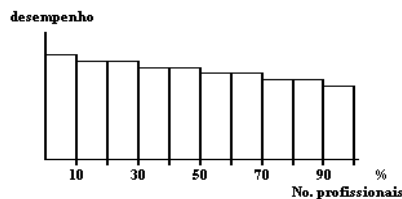
- Domínios intensivos em conhecimento



30

SE não é solução quando...

- Há muitos profissionais com bom desempenho
- Mais barato usar um sistema convencional
- Não há especialistas no domínio
- Não há formas de resolver o problema por computador



31

Conceitos

- Definição funcional de S.E.:
Sistema (software e/ou hardware) destinado a *apoiar* ou substituir o homem em domínios onde é exercida uma *perícia* humana.
- Características do domínio:
Insuficientemente estruturado para a realização de algoritmos ou modelos ou métodos de resolução de problemas bem definidos, diretamente programáveis.
Representável por um conjunto de unidades de conhecimento relativamente independentes (partículas de conhecimento ou regras de comportamento).
Conhecimento esparso, em grânulos, perícia obtida da experiência, não suficientemente ordenada e estruturada para ser formalizada em um algoritmo.

32

Características dos SE

- O conhecimento de um SE consiste de fatos e heurísticas.
- Os fatos constituem um corpo de informação que é largamente compartilhado, publicamente disponível e amplamente aceito pelos especialistas da área.
- As heurísticas são geralmente de natureza privada, constituindo-se de regras plausíveis que caracterizam a tomada de decisão específica do especialista.
- O desempenho de um SE é função principalmente do tamanho e da qualidade da base de conhecimento que possui.

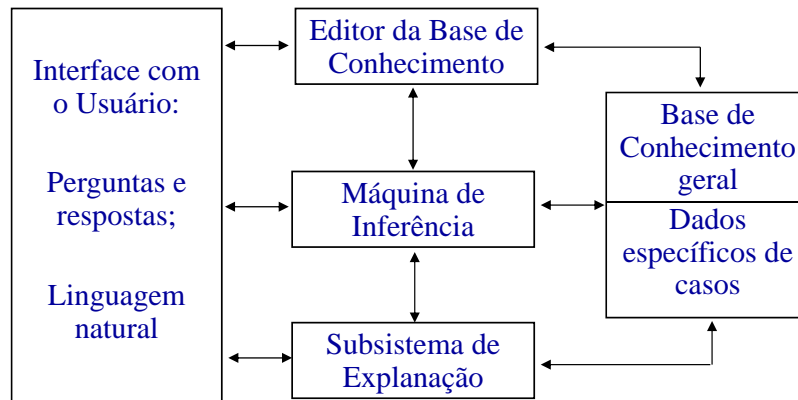
33

Características dos SE

- Nos SE, o conhecimento é independente da sua utilização; ele é utilizado de forma granular, sendo o acesso ao conhecimento feito pelo seu conteúdo.
- O conhecimento em um SE é tipicamente *declarativo*, enquanto que em sistemas baseados em programação algorítmica, o conhecimento é essencialmente *procedimental*.
- A utilização do conhecimento em um sistema algorítmico se dá de modo determinístico, já que se dá através de uma sequência fixa de instruções.
- Num SE, a utilização do conhecimento se dá por *exploração* não determinística da base de conhecimento.

34

Arquitetura de um SE típico



35

O que um SE deve permitir

- **Obter facilmente os elementos do conhecimento:**
 - Linguagem o mais natural possível
 - Formalismo de representação do conhecimento o mais próximo possível da formulação do especialista.
 - Considerar informações em grande quantidade, imprecisas, incertas
- **Explorar o conhecimento:**
 - Combinar, encadear o conhecimento (regras) para inferir novos fatos até a obtenção de uma conclusão.
 - Mostrar como os fatos ou as conclusões foram obtidas.
- **Revisões:**
 - Adicionar, suprimir e modificar os elementos do conhecimento.

36

Vantagens e desvantagens dos SE em relação a um especialista humano

- Disponibilidade: estão sempre disponíveis
- Custo reduzido, após a construção do sistema
- Permanente: a existência do sistema é permanente, diferentemente do perito humano que pode se aposentar, adoecer ou trocar de emprego.
- São incapazes de lidar com o imprevisível

37

SE é solução quando...

- Risco de manter o conhecimento estratégico em poder das pessoas é muito grande
- Domínios são muitos simbólicos
 - Problema é descrito com variáveis não quantificáveis: pequeno, inadequado, escuro, suficiente, quase, ao lado..
- Número muito grande de variáveis estão envolvidas no processo de decisão.
- Conhecimento se refere a uma única área ou domínio e não exige senso comum
- A tarefa está bem definida. Há uma definição precisa das entradas e saídas do sistema e existem casos de teste disponíveis.
- O sistema permite um crescimento incremental.
- Espera-se que o sistema traga um retorno significativo para a empresa

38

Benefícios da Organização

- Produtividade
- Preservação do conhecimento organizacional
- Padronização do trabalho intelectual
- Disseminação do conhecimento organizacional
- Qualidade da decisão
- Treinamentos

39

PRINCIPAIS APLICAÇÕES

Tarefas Analíticas

- Classificação
- Aconselhamento
- Diagnóstico
- Monitoração

Tarefas de Síntese

- Projeto e/ou configuração
- Atribuição
- Planejamento
- Escalonamento

40

Exemplos de tarefas de Análise

- Diagnóstico
 - ✓ Identificar as causas de falhas em um equipamento
 - ✓ CFM International (França e USA) - Diagnóstico de falhas nos motores de Boeings 737
 - ✓ Sextant Avionique (França) - Diversos tipos de diagnóstico em aeronaves Airbus
 - ✓ Suporte a clientes de produtos [IBM](#) e [Compaq Computer](#)

41

Exemplos de tarefas de Análise

- Classificação
 - Segmentação de clientes de um banco
 - ✓ **Autorização de crédito na [American Express](#)**
- Aconselhamento
 - Definir se uma pessoa está habilitada a receber o empréstimo a que se propôs

42

Exemplos de tarefas de Análise

- Monitoração
 - Acompanhar um processo em tempo real, identificando quando determinados parâmetros saem fora das normas previstas

43

Monitoração - Celupa

- Monitoração do processo de produção de filtros de papel para café
- Sistema recebe dados analógicos, mede as diferenças do padrão e ajusta equipamento
- Conhecimento dos técnicos e do padrão exigido da empresa

44

O sistema Petroledge oferece suporte para captura e interpretação de rochas-reservatório de petróleo utilizando conhecimento especialista.

45

Exemplos de tarefas de Síntese

- Atribuição
 - Dar a cada empregado um escritório, atribuir portões de decolagem para aviões
 - Ericsson (França) – Análise de cartas de telecomunicação e sistemas eletrônicos de testes de dados
 - Roteamento de aeronaves na [American Airlines](#)

46

Exemplos de tarefas de Síntese

- Projeto e/ou configuração
 - Dado um conjunto de requisitos, construir um sistema composto de componentes que respeite esses requisitos
 - ✓ Projeto de produtos na [Nippon Steel](#)
 - ✓ Legrand (França) – Estimativa do custo de produção de peças em plástico

47

Exemplos de tarefas de Síntese

- Planejamento
 - Planejar ações para atingir um objetivo, planejar a terapêutica para um determinada doença
- Escalonamento
 - Definir a sequência de uso de equipamentos e pessoas em uma linha de produção.
 - Alstom (França) – Otimização no scheduling de trens

48