

**INSTITUTO FEDERAL**  
**CATARINENSE**  
Câmpus Luzerna

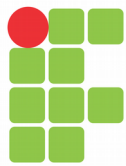
# Sistemas Especialistas

# Sistema especialista

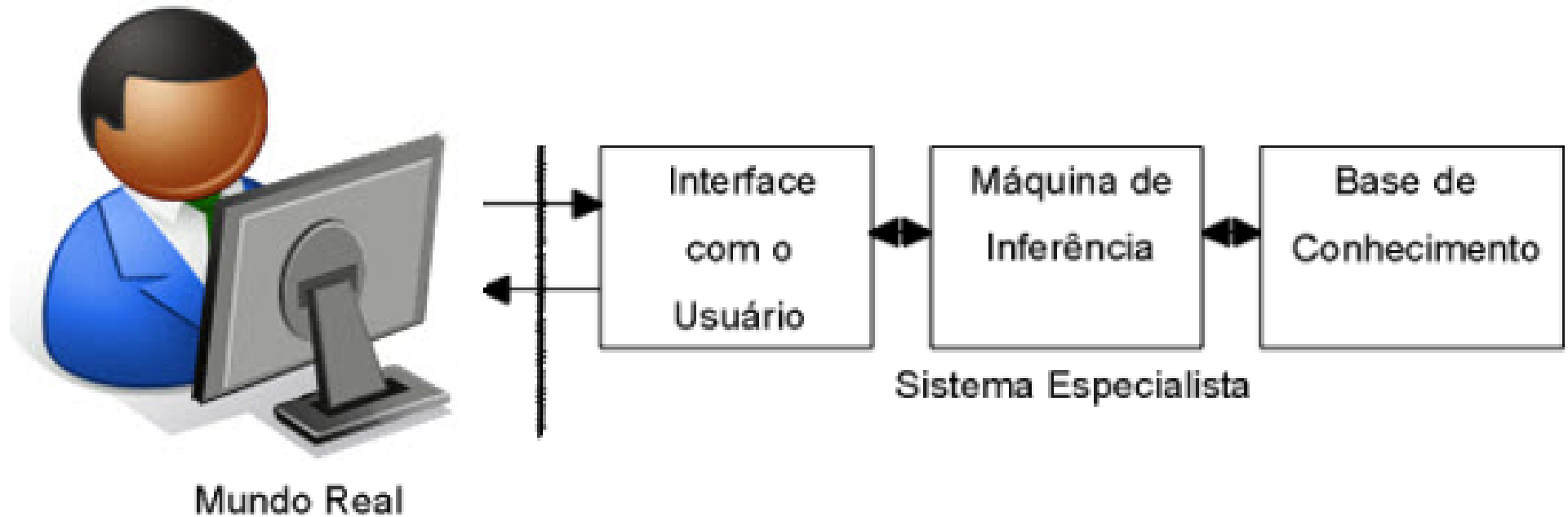
- **Sistema** - "Conjunto de elementos, materiais ou ideais, entre os quais se possa encontrar ou definir alguma relação"
- **Especialista** - "Pessoa que se consagra com particular interesse a certo estudo."
- **Sistema especialista** é uma classe de programa de computador desenvolvido por pesquisadores de Inteligência artificial durante os anos 1970 e aplicado comercialmente durante os anos 1980.
- São constituídos por uma série de regras que analisam informações sobre uma classe específica de problema.

# Sistema especialista

- Um sistema especialista (SE) é desenvolvido a partir da necessidade de se processar informações não numéricas, é capaz de apresentar conclusões sobre um determinado tema, desde que devidamente orientado e "alimentado".
- Um sistema especialista é uma forma de sistema baseado no conhecimento especialmente projetado para emular a especialização humana de algum domínio específico. Um SE irá possuir uma base de conhecimento formada de fatos e regras sobre o domínio, tal como um especialista humano faria, e devem ser capazes de oferecer sugestões e conselhos aos usuários.



# Sistema especialista



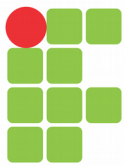
# Tipos de problemas solucionados por SE

- São do tipo que seria atendido por um especialista humano.
- Especialistas reais devem fornecer regras gerais indicando como analisariam o problema, tanto explicitamente com a ajuda de um analista experiente, como implicitamente, fazendo com que estes especialistas analisem casos de teste e usando programas de computador para analisar os dados de teste e, de forma limitada, derivar regras dessa análise

# Classes de problemas

O problema pode ser decomposto em um conjunto (ou quase isto) de subproblemas independentes, menores e mais fáceis?

- Decomponíveis;
- Não decomponíveis.



# Classes de problemas

Certos passos em direção à solução podem ser ignorados ou pelo menos desfeitos caso fique provado que são imprudentes?

- **Ignoráveis:** as etapas para a solução podem ser ignoradas. Exemplo: demonstração de teoremas;
- **Recuperáveis:** as etapas para a solução podem ser desfeitas. Exemplo: quebra-cabeça de 8;
- **Irrecuperáveis:** as etapas para a solução não podem ser desfeitas. Exemplo: xadrez.

7	2	4		1	2
5		6	3	4	5
8	3	1	6	7	8

# Classes de problemas

A recuperabilidade de um problema tem papel importante na determinação da complexidade da estrutura de controle necessária para a solução do problema.

- **Ignoráveis:** estrutura de controle simples que nunca retrocede;
- **Recuperáveis:** estrutura de controle ligeiramente mais complicada (utilizará o retrocesso com uma estrutura de pilha na qual as decisões de pilha na qual as decisões são gravadas se precisarem ser desfeitas mais tarde), que às vezes comete erros;
- **Irrecuperáveis:** sistema que depende muito esforço para tomar decisões (sistema de planejamento no qual toda uma sequencia de passos é analisada de antemão, para descobrir onde levará, antes do primeiro passo ser realmente tomado), já que são definitivas



# O universo do problema é previsível?

- **Com resultado certo:** podemos usar planejamento para gerar uma sequencia de operadores que certamente levará a uma solução. Exemplo: quebra-cabeça de 8;
- **Com resultado incerto:** podemos usar planejamento para, na melhor das hipóteses, gerar uma sequencia de operadores com boas chances de levar a uma solução. Exemplo: bridge, truco, canastra. Para solucionar problemas desse tipo precisamos permitir que um processo de revisão de planos ocorresse durante a execução do plano e que seja fornecida a realimentação necessária.

# Tipos de solução

Uma boa solução para o problema pode ser considerada óbvia sem haver comparação com todas as soluções possíveis?

- **Aceitam qualquer caminho:** podem ser solucionados em tempo razoável através do uso de heurísticas que sugerem bons caminhos a serem explorados.
- **Só aceitam o melhor caminho:** não existe a possibilidade de usarmos qualquer heurística que possa prever a melhor solução, portanto, será realizada uma busca mais exaustiva. Exemplo: problema do Caixeiro Viajante.

# Tipos de solução

A solução desejada é um estado do mundo ou um caminho pra um estado?

- A solução é um estado do mundo. Exemplo: a compreensão da linguagem natural;
- A solução é um caminho para um estado. Exemplo: o problema das jarras d'água.

# Tipos de solução

Há necessidade absoluta de grande quantidade de conhecimento para resolver o problema, ou o conhecimento é importante apenas para limitar a busca?

- Muito conhecimento é importante apenas para restringir a busca. Exemplo: xadrez.
- Muito conhecimento é necessário até mesmo para que se possa reconhecer uma solução. Exemplo: folhar jornais diários para decidir qual deles apoia o governo e qual apoia a oposição nas próximas eleições.

# Exige a interação entre o computador e a pessoa?

- **Solitário:** o computador recebe a descrição de um problema e produz uma resposta sem nenhuma comunicação imediata e sem pedir nenhuma explicação sobre o processo de raciocínio. Exemplo: demonstrar um teorema;
- **Conversacional:** existe comunicação intermediária entre uma pessoa e o computador, para proporcionar assistência adicional ao computador ou para proporcionar informações adicionais ao usuário, ou ambos. Exemplo: produzir um diagnóstico médico.

# Sistemas especialistas x Sistemas de solução de problemas

- A principal diferença entre um sistema especialista e um programa tradicional está na maneira como o conhecimento sobre o domínio do problema é codificado. Em aplicações tradicionais, o conhecimento sobre o domínio do problema é codificado tanto nas instruções propriamente ditas quanto nas estruturas de dados.
- Já na abordagem de sistema especialista, todo o conhecimento relativo ao domínio do problema é codificado exclusivamente nas estruturas de dados. Nenhum conhecimento é armazenado nas instruções ou nos programas propriamente ditos. Vários benefícios surgem imediatamente dessa estratégia.

# Exemplo: declaração de imposto de renda

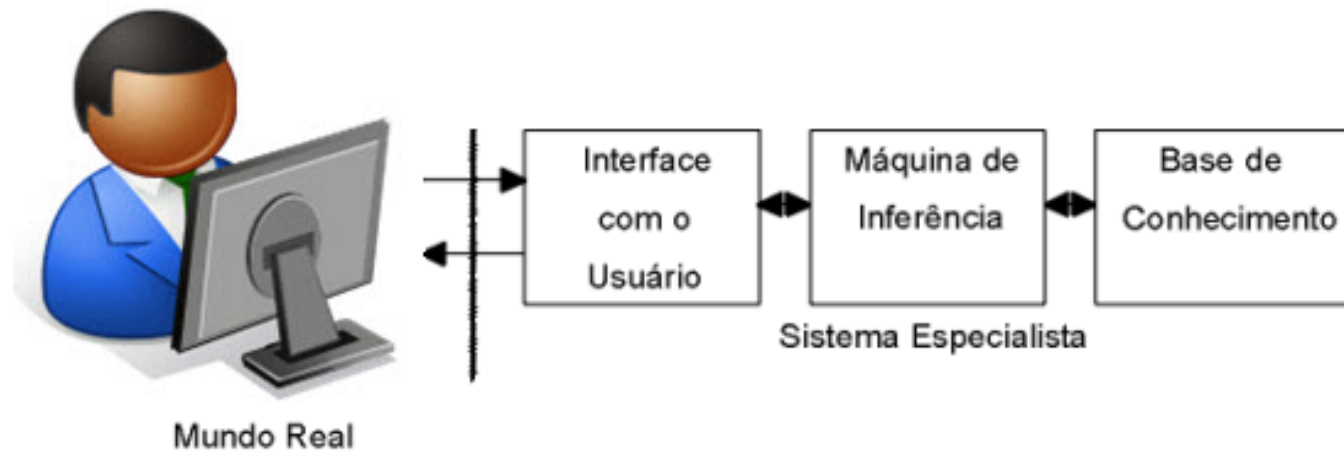
- Na abordagem tradicional, as estruturas de dados armazenam as informações do contribuinte e das alíquotas de imposto, e um programa representa o conhecimento necessário para a declaração de imposto de renda.
- Na abordagem de sistema especialista, a informação sobre o contribuinte e as alíquotas, bem como os cálculos necessários, estão novamente armazenadas em estruturas de dados, mas o conhecimento que descreve o relacionamento entre elas também é armazenado nas estruturas de dados. O programa de um sistema especialista é independente do conhecimento do domínio do problema.

# Usuários envolvidos com sistemas especialistas

- **O usuário final**, aquele indivíduo que utiliza o sistema para auxiliá-lo na resolução de problemas.
- **Especialista no domínio do problema**, que constrói a base de conhecimento.
- **Engenheiro de conhecimento**, que auxilia o especialista a representar o conhecimento e que determina a técnica de inferência necessária para se conseguir solucionar um problema.



# A arquitetura geral de um sistema especialista



- Um conjunto de declarações totalmente dependentes do domínio do problema e que é chamado de base de conhecimento ou base de regras.
- Um programa independente do domínio do problema (apesar de altamente dependente das estruturas de dados) chamado de motor de inferência.

# Motor de inferência

- O motor de inferência é um elemento essencial para a existência de um sistema especialista.
- É o núcleo do sistema.
- É por intermédio dele que os fatos e regras e heurística que compõem a base de conhecimento são aplicados no processo de resolução do problema.
- A capacidade do motor de inferência é baseada em uma combinação de procedimentos de raciocínios que se processam de forma **regressiva** e **progressiva**.

# Forma progressiva

- Na forma de raciocínio progressivo, as informações são fornecidas ao sistema pelo usuário, que com suas respostas, estimulam o desencadeamento do processo de busca, navegando através da base de conhecimento, procurando pelos fatos, regras e heurísticas que melhor se aplicam a cada situação.
- O sistema continua nesta interação com o usuário, até encontrar a solução para o problema a ele submetido.

# Forma regressiva

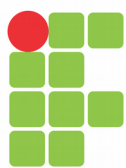
No modelo de raciocínio regressivo, os procedimentos de inferência dão-se de forma inversa. O sistema parte de uma opinião conclusiva sobre o assunto, podendo ser inclusive oriunda do próprio usuário, e inicia uma pesquisa pelas informações por meio das regras e fatos da base de conhecimento, procurando provar se aquela conclusão é a mais adequada solução para o problema analisado.

# Base de Conhecimento

- A base de conhecimento do sistema proposto consistirá da integração de sub-bases de conhecimento constituídas pelas regras que reflitam o conhecimento, as necessidades de informações, etc.
- Desta forma teríamos, em uma empresa, por exemplo, bases de conhecimento de publicidade, setor de pessoal, setor de vendas, contabilidade, ou seja, de cada área específica da organização seria extraída uma sub-base de conhecimento, que, integradas, comporiam a base de regras dos especialistas da empresa.

# Base de Conhecimento

- Outra base que fará parte do sistema especialista é uma base de informações estratégicas criada pelo próprio sistema especialista, mediante a integração com outros sistemas internos e externos. Isto permitirá a criação de visões, resumos e cenários, extraídos das diversas fontes de informações que alimentam o sistema especialista.
- Haverá também bases de conhecimento independentes, constituídas de regras gramaticais que permitirão, entender as diversas solicitações de informações. Normalmente são solicitações pré-definidas pelos especialistas, bem como as possíveis solicitações adicionais ocorridas eventualmente por qualquer usuário do sistema.



# Passos do Desenvolvimento de Sistemas Especialistas

- **Primeira Etapa:** Seleção do Problema. O primeiro passo é selecionar o "problema".
- **Segunda Etapa:** Aquisição de Conhecimento.
- **Terceiro Passo:** Representação do Conhecimento.
- **Quarto passo:** Codificação de Conhecimento.
- **Quinto passo:** Teste de Conhecimento e Avaliação.
- **Sexto passo:** Implementação e Manutenção.

# Seleção do Problema

- Escolher um problema no qual você já está familiarizado com o domínio.
- Escolher um problema que está causando transtorno a um grande número de pessoas.
- Selecione um "problema" fictício para o primeiro projeto, sistema especialista.
- Conseguir um especialista que esteja disposto a trabalhar com você.
- Saber do especialista o que é a taxa de precisão esperada do protótipo.
- Utilizar a prototipagem rápida, abordagem interativa: construir um pouco, testar um pouco.

O próximo passo no processo de engenharia do conhecimento é a aquisição de conhecimentos.

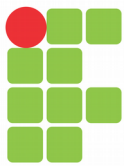


# Aquisição de Conhecimento

- Antes de entrevistar o especialista, certifique-se que você é familiar / confortável com o domínio.
- A primeira sessão com o perito deve ser uma aula introdutória sobre o assunto.
- Tenha uma abordagem sistemática para a aquisição do conhecimento.
- Incorporar as contribuições e comentários do especialista para o sistema especialista.
- Pegar os manuais e documentações sobre o assunto.
- Gravações das sessões de aquisição de conhecimento, se o perito permitir.

# Representação do Conhecimento

- Trata-se de representar o conhecimento na base de conhecimento como regras, frames, scripts, redes semânticas, ou híbridas.
- Tentar usar o método de representação que mais se assemelha ao modo como o perito pensa e expressa seu conhecimento.
- Considerar se a incerteza deve desempenhar um papel no seu sistema.
- Considerar a forma dos dados: forma orientada de dados ou uma forma meta-dirigida, ou ambos

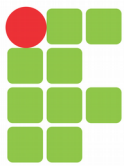


# Codificação de Conhecimento

- Lembre-se primeiro determinar as exigências das tarefas.
- Tentar desenvolver a base de conhecimento em um formato modular para a facilidade de atualização.
- Você precisa de uma adequada interface para o usuário, mas concentre-se na base de conhecimento.
- Usar um processo iterativo, a abordagem incremental para o desenvolvimento de seu protótipo de sistema especialista.

# Teste de Conhecimento e Avaliação

- Para verificação e validação do protótipo do sistema especialista: verificar a consistência do conhecimento / lógica através de um conjunto representativo de casos de teste. Executar o sistema especialista contra casos documentados e comparar o resultado com resultados históricos.
- Para a avaliação do protótipo do sistema especialista: os usuários avaliam o projeto de fatores humanos do sistema (ou seja, instruções, comentários em texto livre, a facilidade de capacidades, atualização, tempo de resposta, e apresentação de conclusões, a capacidade de reiniciar, a capacidade do usuário para oferecer grau de certeza, os gráficos, etc.)



# Implementação e Manutenção

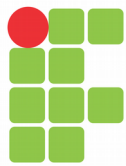
- Treinar os usuários sobre como usar o sistema.
- Proporcionar uma boa documentação sobre o sistema.
- Atribuir a uma pessoa ou grupo a manter o sistema.
- Instruir a equipe de manutenção sobre a manutenção do sistema.

# Vantagens da utilização de Sistemas Especialistas

- Um sistema especialista é capaz de estender as facilidades de tomada de decisão para muitas pessoas.
- Um sistema especialista pode melhorar a produtividade e desempenho dos usuários, pois o provê com um vasto conhecimento, permitindo utilizá-lo em suas tomadas de decisão;
- Sistemas especialistas reduzem o grau de dependência em relação ao especialista.
- Sistemas especialistas são ferramentas adequadas para serem utilizadas em treinamentos de grupos de pessoas, de forma rápida e agradável, além de prestar suporte imediato para os treinamentos durante a utilização dos conhecimentos na realização de suas tarefas diárias.

# Quando os Sistemas Especialistas São Utilizados

- De um modo geral, sempre que um problema não pode ser algoritmizado, ou sua solução conduza a um processamento muito demorado, os Sistemas Especialistas podem ser uma saída, pois possuem o seu mecanismo apoiado em processos heurísticos.
- Preservar e transmitir o conhecimento de um especialista humano em uma determinada área.
- Um Sistema Especialista não é influenciado por elementos externos a ele, como ocorre com o especialista humano, para as mesmas condições deverá fornecer sempre o mesmo conjunto de decisões.



# Alguns Exemplos

<https://youtu.be/qGiQed6Cwqs>  
<http://pt.akinator.com/personnages/>