

**PIP/CA - Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação
Mestrado em Computação Aplicada da UNISINOS**

2000/1 - 2o. Trimestre - AULA 02 / FSO

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
&
SISTEMAS INTELIGENTES**

• Professores Responsáveis:

Parte I - Profa. Dr. Renata Vieira

Web: <http://www.inf.unisinos.br/~renata/iam.html>

Parte II - Prof. Dr. Fernando Osório

E-Mail: osorio@exatas.unisinos.br

Web: <http://www.inf.unisinos.br/~osorio/ia.html>

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

TEMAS DE ESTUDO: SISTEMAS INTELIGENTES

CBR - Case-Based Reasoning

- **Conceitos Básicos**
- **Características**
- **Tipos de Aplicação**
- **Ciclo CBR**
- **Discussão sobre os Sistemas CBR**
- **Representação de Conhecimentos**
- **Métricas**
- **Exemplos de Sistemas CBR**

- **Temas de Pesquisa relacionados aos sistemas CBR**

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

CONCEITOS BÁSICOS

Modelo Cognitivo Humano => Suporte ao CBR - *Case-Based Reasoning*

CBR => “A importância das lembranças no raciocínio humano”

Memória de Casos Passados
Experiências Passadas / Casos Válidos
Recuperação de Casos Relevantes (Retrieval)
Raciocínio: Relembrar / Fazer Analogias (Reasoning by Analogy)
Associação de Idéias
Revisão de Conhecimentos Constante
Aquisição de Conhecimentos Constante (Revise / Retain)
Explorar: Sucessos passados / Fracassos passados

Regras Básicas:

“Problemas Similares tem Soluções Similares”
“Problemas tem a Tendência a se Repetir”
“Aprendizado a partir da Experiência Prática”

CBR: New solutions are generated by **retrieving the most relevant cases from memory and **adapting** them to fit new situations**

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

CONCEITOS BÁSICOS

SISTEMAS

CBR - *Case-Based Reasoning* e ES - *Expert Systems*

CBR => Memória de Casos / Episódios Passados

Vantagens: Fácil obtenção de conhecimentos

Explicitação de conhecimentos bem aceita pelo usuário

Aquisição de Conhecimentos - simples, contínua

Tolerância as inconsistências / Fácil atualização

Generalização :^}

ES => Cadeia de Regras de Generalização

Problemas: Começa do “nada”

Explicitar regras (Knowledge Elicitation)

Gargalo da aquisição de conhecimento

(Knowledge Acquisition Bottleneck)

Contradições, conhecimento incompleto/inválido

Revisão e atualização de conhecimentos

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

CONCEITOS BÁSICOS

Exemplo:

Falha da Impressora: *TimeOut*

Painel/Luzes: *Apagado*

Resposta a comandos locais: *Não*

Tipo de Falha: *Alimentação Interrompida / Falta de Luz*

Solução: *Aguardar o retorno da luz*

Falha da Impressora: *TimeOut*

Painel/Luzes: *Apagado*

Resposta a comandos locais: *Não*

Tipo de Falha: *Alimentação Interrompida / Impressora não conectada na tomada*

Solução: *Conectar a impressora na tomada*

Falha da Impressora: *TimeOut*

Painel/Luzes: *Apagado*

Resposta a comandos locais: *Sim*

Tipo de Falha: *Falha de Hardware*

Solução: *Resetar a impressora*

Falha da Impressora: *TimeOut*

Painel/Luzes: *Aceso*

Resposta a comandos locais: *OK*

Tipo de Falha: *Conexão da porta paralela com problema*

Solução: *Testar a porta paralela com outra impressora que funcione*

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

CARACTERÍSTICAS

Vantagens...

1. Aquisição de Conhecimentos:

- ⊗ Problema de explicitar os conhecimentos
- ☺ Torna-se apenas um problema de coletar casos

2. Manutenção de Conhecimentos:

- ⊗ Problema da revisão de conhecimentos/inconsistências
- ☺ Torna-se apenas um problema de adicionar mais casos

3. Aumento da Eficiência na Resolução de Problemas:

- ⊗ Problemas complexos demais (tipo NP-Hard)
- ☺ Tornam-se simples - Boa heurística: usar experiência prévia de sucesso

4. Aumento da Qualidade das Soluções:

- ⊗ Problema do conhecimento incompleto em sistemas baseados em regras
- ☺ Podemos adicionar novos exemplos para refinar os conhecimentos
- ☺ Podemos trabalhar com conhecimentos parciais sobre o problema

5. Aceite pelo usuário:

- ☺ Fácil de convencer os usuários em relação a...
Inserção de conhecimentos / Consulta do Sistema / Explicação das Respostas

Problemas... ⊗ Seleção dos Casos: Métricas

⊗ Casos não estruturados - Alto Nível / Linguagem Natural

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

TIPOS DE APLICAÇÕES

Classificação segundo Eliseo Reategui...

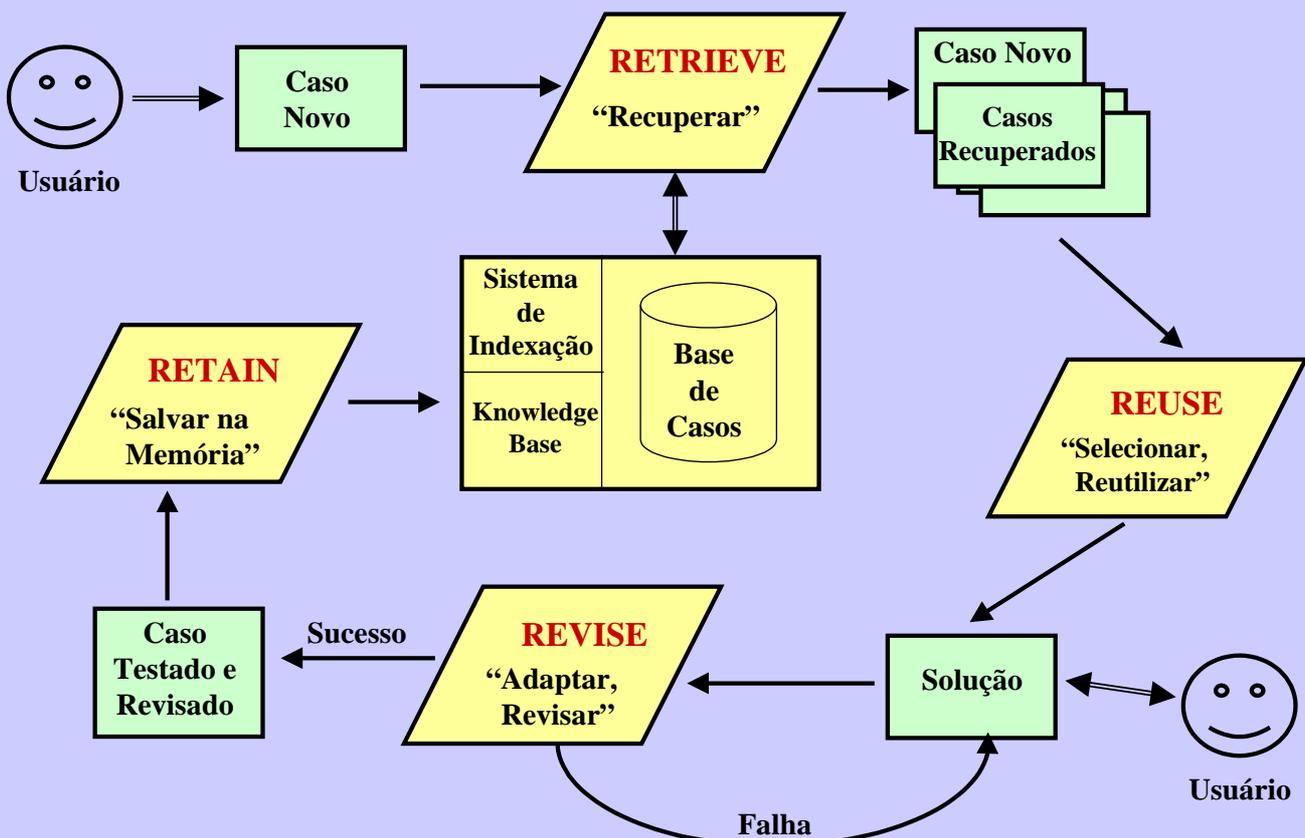
- **Planificação:** Sequência de passos capazes de levar a um estado desejado.
Exemplo: planejar uma viagem por etapas
- **Projeto:** Encontrar uma solução que satisfaça algumas restrições.
Exemplo: concepção de circuitos elétricos e sistemas mecânicos
- **Intepretação:** encontrar um caso parecido que justifique a adoção da mesma resposta.
Exemplo: casos legais (jurisprudência)
- **Diagnóstico e Classificação:** dada uma situação encontrar um diagnóstico/classe
Exemplo: diagnóstico médico, diagnóstico de falhas, help desk

Classificação segundo David Leake...

- **Intepretation:** Achar um caso similar, aplicar a solução prévia, atualizar casos
- **Problem-Solving:** Achar um caso similar, adaptar a solução

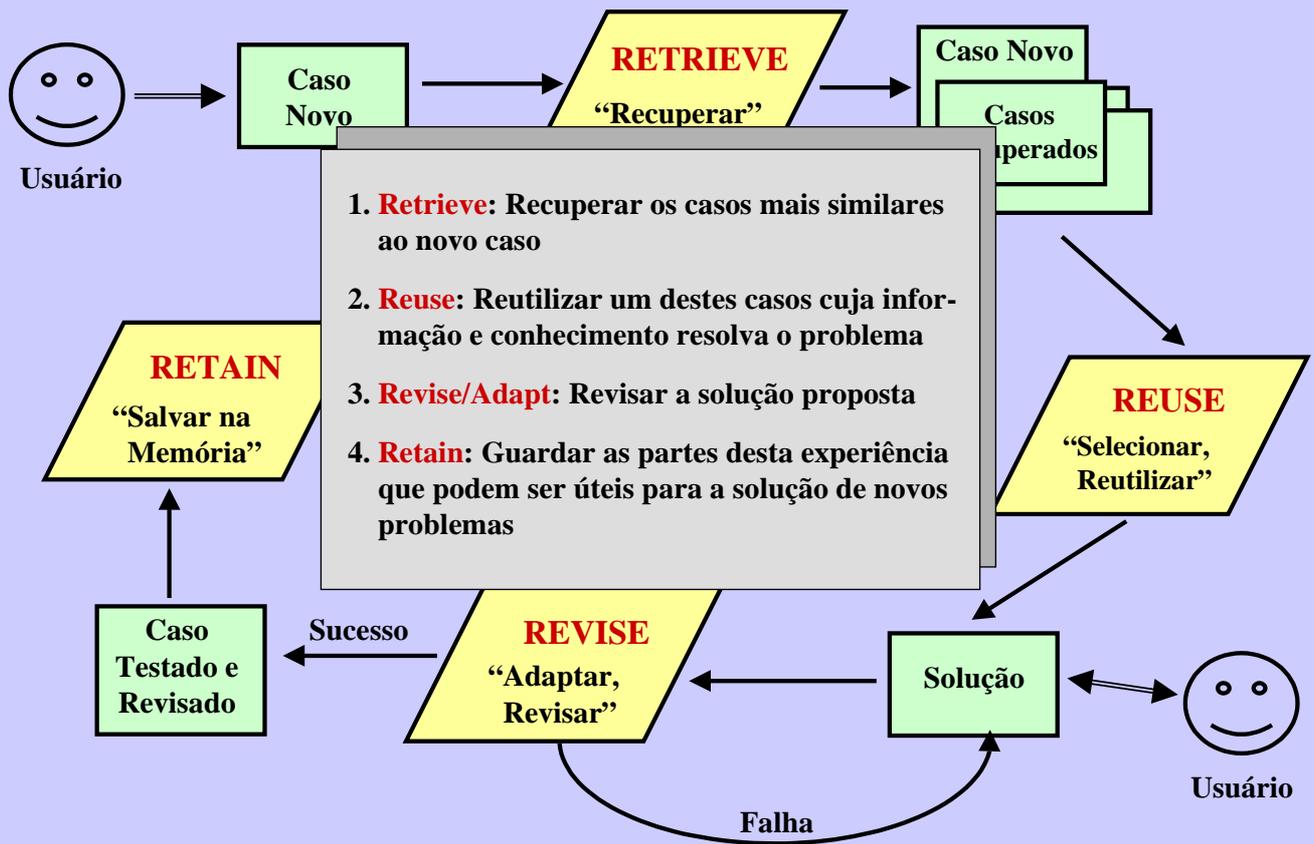
F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

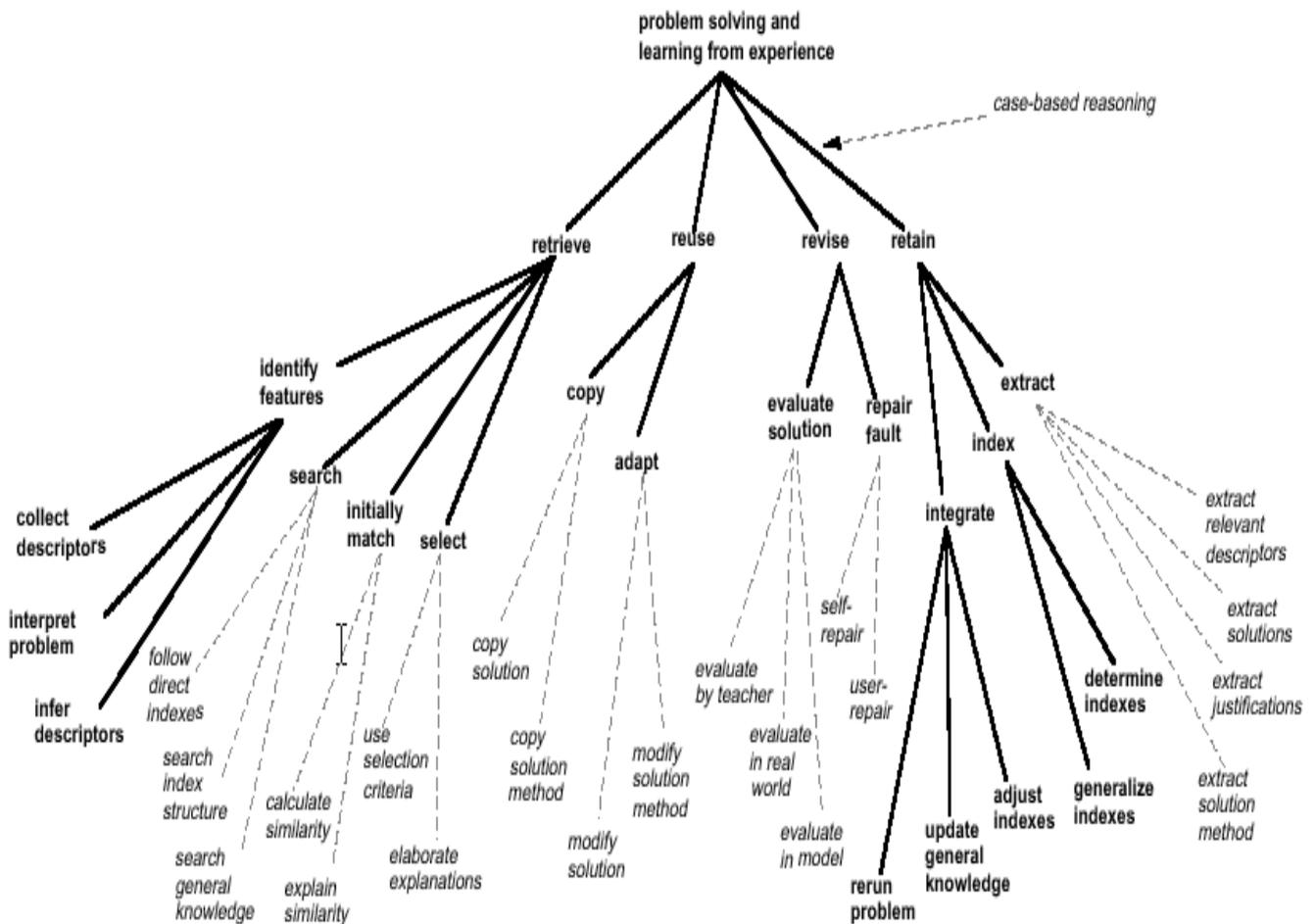
CICLO CBR



F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

CICLO CBR





DISCUSSÃO sobre os SISTEMAS CBR

CONHECIMENTO...

- CASOS => "FLAT MEMORY" (Vetores de Atributos)
- K-NN => K-Nearest Neighbors
- GENERALIZAÇÃO => Modelo Genérico
- PROTÓTIPOS => Clusters = Modelo genérico de Baixo Nível
- REGRAS => Modelo genérico de Alto Nível
- ÁRVORE DE DECISÃO => Construindo um modelo a mão... Causa/Conseqüência

PROBLEMAS...

- FORÇA BRUTA - Jogo da Velha com "Busca Exaustiva" (CBR - Flat Memory ?)
- HEURÍSTICA - Jogo da Velha usando "Regras"
- APRENDIZADO... CBR x IDT x ANN x AG x ILP x RBS

Representação de Conhecimentos: Flat Memory

BASE DE DADOS SOBRE O PROBLEMA

NÚMERO	CÉU	TEMPERATURA	HUMIDADE	VENTO	CLASSE
1	ensolarado	elevada	alta	não	N
2	ensolarado	elevada	alta	sim	N
3	coberto	elevada	alta	não	P
4	chuvoso	média	alta	não	P
5	chuvoso	baixa	normal	não	P
6	chuvoso	baixa	normal	sim	N
7	coberto	baixa	normal	sim	P
8	ensolarado	média	alta	não	N
9	ensolarado	baixa	normal	não	P
10	chuvoso	média	normal	não	P
11	ensolarado	média	normal	sim	P
12	coberto	média	alta	sim	P
13	coberto	elevada	normal	não	P
14	chuvoso	média	alta	sim	N

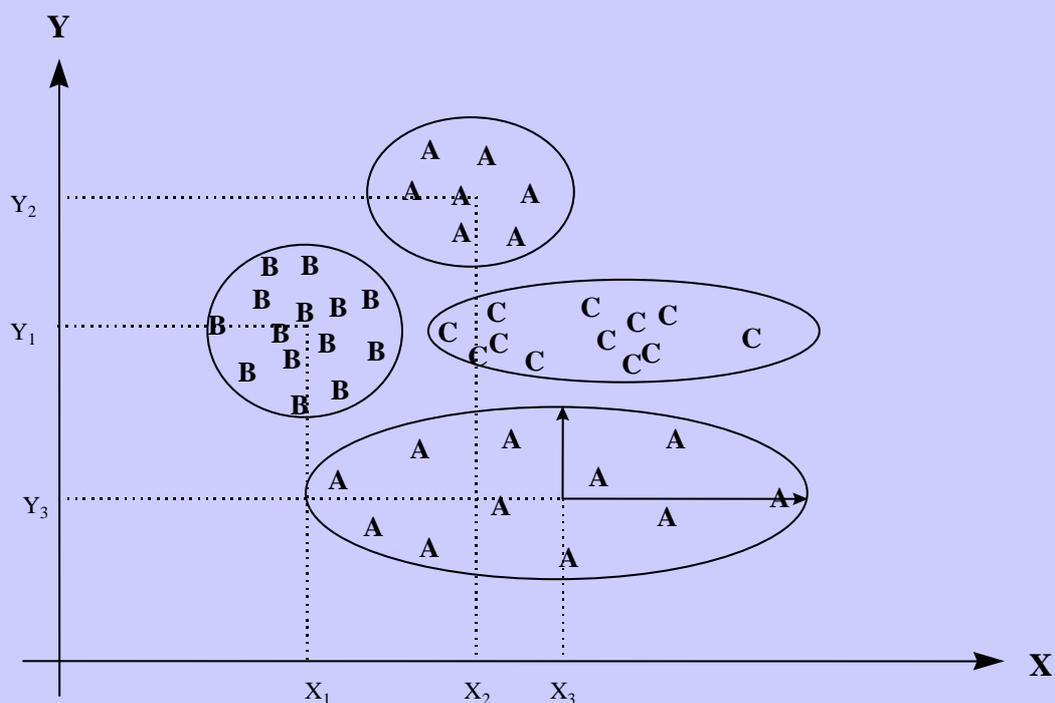
Tabela – Conjunto de dados de aprendizado : Condições meteorológicas

N = Negativo (tempo ruim)

P = Positivo (tempo bom)

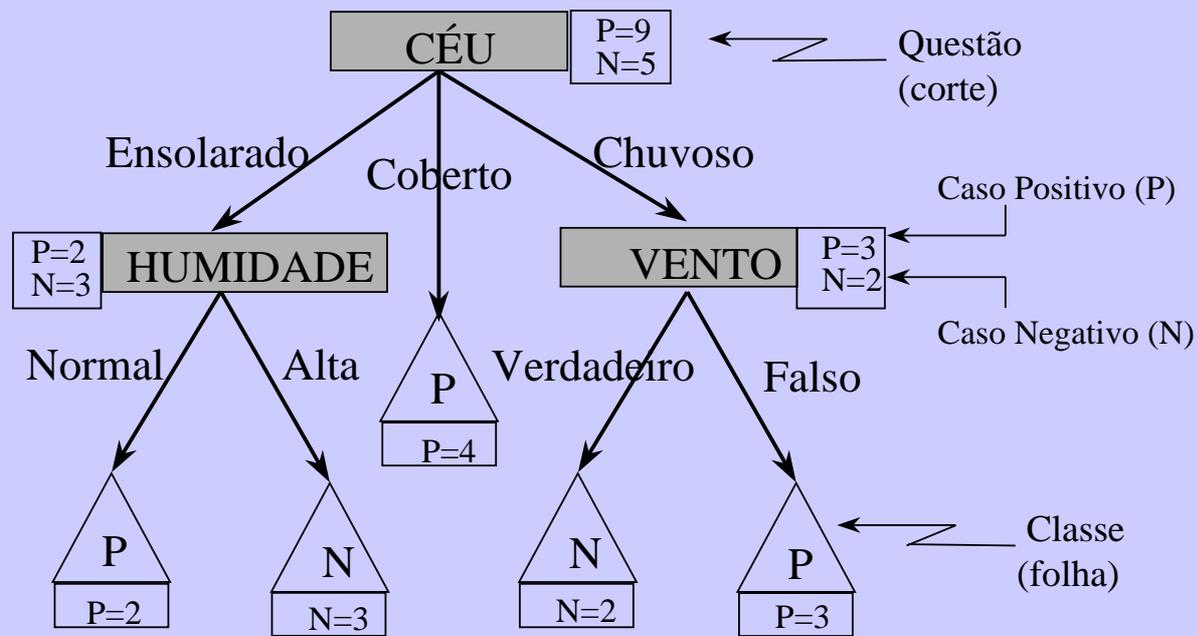
F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

Representação de Conhecimentos: Clusters



F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

Representação de Conhecimentos: *Árvore de Decisão*



IF ((CÉU=Ensolarado *and* HUMIDADE=Normal) *or*
 (CÉU=Coberto) *or*
 (CÉU=Chuvoso *and* VENTO=Falso))
Then Classe = P

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

SIMILARIDADE / MÉTRICAS DE COMPARAÇÃO:

* ATRIBUTOS NUMÉRICOS (Quantitativos)

Caso 1 - Atributo 1 (C1A1) = 10

Caso 2 - Atributo 1 (C2A1) = 20

Similaridade Euclidiana (C1A1A2, C2A1A2) = $\text{SQRT} (\text{SQR}(C2A1 - C1A1) + \text{SQR}(C2A2 - C1A2))$

Similaridade Normalizada (C1A1, C2A1) = $1 - | C2A1 - C1A1 | / (\text{ValMax} - \text{ValMin})$

Similaridade Ponderada (C1A1A2, C2A1A2) = $\text{Peso_A1} * \text{Distância} (C1A1, C2A1) + \text{Peso_A2} * \text{Distância} (C1A2, C2A2)$

Métrica de Similaridade Não Linear...

* ATRIBUTOS TEXTUAIS (Qualitativos)

Cores = { Branco, Amarelo, Vermelho, Marrom, Preto }

Caso 1 - Atributo 1 (C1A1) = Branco

Caso 2 - Atributo 1 (C2A1) = Amarelo

Opção 1: Similaridade binária

Opção 2: Similaridade dada uma ordem pré-definida

Opção 3: Similaridade dada uma tabela de relações

Opção 4: Similaridade entre textos (por aproximação)

Opção 5: ...

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

SIMILARIDADE / MÉTRICAS DE COMPARAÇÃO:

* ATRIBUTOS TEXTUAIS (Qualitativos)

Cores = { Branco, Amarelo, Vermelho, Marrom, Preto }

Caso 1 - Atributo 1 (C1A1) = Branco

Caso 2 - Atributo 1 (C2A1) = Amarelo

Opção 1: Similaridade binária

SE C1A1 = C2A2 THEN Similaridade = 1
ELSE Similaridade = 0

Opção 2: Similaridade dada uma ordem pré-definida

Branco	Amarelo	Vermelho	Marrom	Preto
0	0.25	0.5	0.75	1

Opção 3: Similaridade dada uma tabela de relações

	Branco	Amarelo	Vermelho	Marrom	Preto
Branco	1	0.8	0.4	0.15	0
Amarelo		1	0.5	0.2	0
Vermelho			1	0.7	0.6
Marrom				1	0.85
Preto					1

Opção 4: Similaridade entre textos (por aproximação) => Assassínio <=> Assassinato

Opção 5: ...

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

DISCUSSÃO sobre os SISTEMAS CBR

NOMENCLATURA... [Aamodt, Plaza 94]

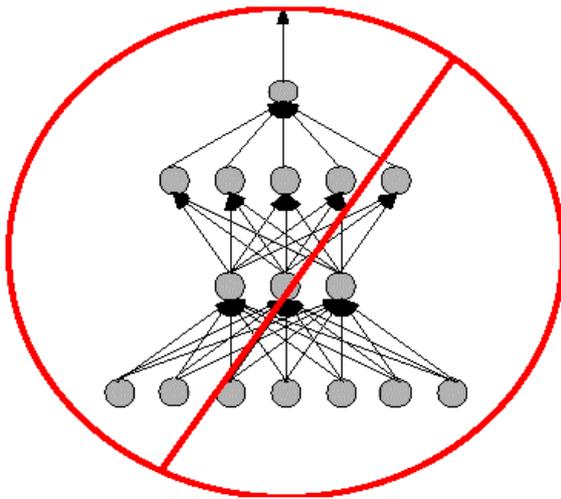
1. Exemplar-Based Reasoning (EBR)
2. Instance-Based Reasoning (IBR)
3. Memory-Based Reasoning (MBR)
4. Case-Based Reasoning (CBR)
5. Analogy-Based Reasoning (ABR)

APRENDIZADO... [David Leake 96]

- A. Instance-Based Learning (IBL)
- B. Explanation-Based Learning (EBL)

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

**You're Not
a Neural Net!!!**



**You're a
Case-Based Reasoner!!!**

<http://www.aic.nrl.navy.mil/~aha/research/case-based-reasoning.html>

Case-Based Reasoning

David W. Aha

Navy Center for Artificial Intelligence

Naval Research Laboratory

Washington, DC

AIRIES '94 Workshop

15 November 1994

David W. Aha
Navy AI Center
Naval Research Laboratory

Page 24/27

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

EXEMPLOS DE SISTEMAS CBR:

*** SISTEMAS FAMOSOS / DISPONÍVEIS:**

- **ICue / Case Advisor (Disponível)**
<http://www.cs.sfu.ca/~isa/caseadvisor/>
- **CASUEL (Disponível)**
<ftp://ftpagr.informatik.uni-kl.de/pub/CASUEL/README>
<http://wwwagr.informatik.uni-kl.de/~bergmann/casuel/>
- **CBRWorks**
<http://www.cbr-web.org/>
- **ALICE - ISoft / Alice ReCall**
<http://www.alice-soft.com/html/download.htm>
- **Haley / Easy Reasoner -= CBRete++**
<http://www.haley.com/>
- **AIAI / CBR Design Explorer (Disponível)**
<http://www.aiai.ed.ac.uk/~richardw/cbrshell.html>
- **Acknosoft / KATE CBR**
<http://perso.wanadoo.fr/acknossoft/oldacknossoft/fTools.html>

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

TEMAS DE PESQUISA SOBRE CBRs:

* PAPERS:

- **David Leake**
<http://www.cs.indiana.edu/~leake/>
- **David Aha**
<http://www.aic.nrl.navy.mil/~aha/research/case-based-reasoning.html>
- **Ian Watson**
<http://www.cs.auckland.ac.nz/~ian/> (publications)

* Conferências: <http://www.iccbr.org/>

* Temas Importantes:

- Métricas de comparação entre casos com atributos numéricos / não numéricos
- Adaptação de casos e de soluções
- Explorando: Paralelismo, Aquisição Incremental de Conhecimentos,
- Sistemas híbridos: **MULTISTRATEGY REASONING**
 - CBR - ANN: Integrando Generalização e Casos Particulares
 - CBR - RBS: Integrando Generalização e Casos Particulares