

TESE DE DOUTORADO

**SIMULAÇÃO COGNITIVA DA TOMADA DE DECISÃO
EM SITUAÇÕES COMPLEXAS: MODELAGEM DO RACIOCÍNIO
HUMANO POR MEIO DE CASOS**

DOUTORANDO : Walter Hernández Vergara

ORIENTADOR : Prof. Neri dos Santos



0.231.848-5

UFSC-BU

UFSC

1995

1. TÍTULO

SIMULAÇÃO COGNITIVA DA TOMADA DE DECISÃO EM SITUAÇÕES COMPLEXAS: MODELAGEM DO RACIOCÍNIO HUMANO POR MEIO DE CASOS

DOUTORANDO : Walter Hernández Vergara

ORIENTADOR : Prof. Neri dos Santos

LINHA DE PESQUISA : Engenharia de Conhecimento

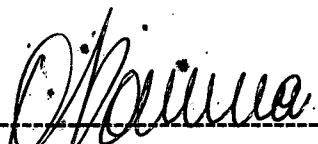
UFSC

1995

**SIMULAÇÃO COGNITIVA DA TOMADA DE DECISÃO
EM SITUAÇÕES COMPLEXAS: MODELAGEM DO RACIOCÍNIO HUMANO
POR MEIO DE CASOS**

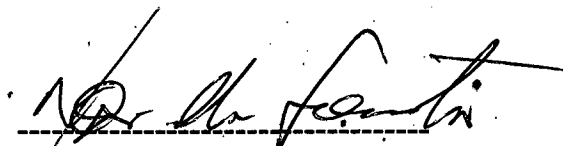
Walter Roberto Hernández Vergara

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação.

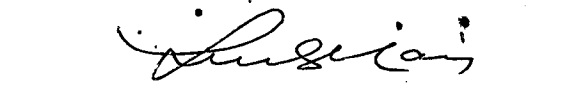


Osmar Possamai, Dr.
Coordenador do Curso

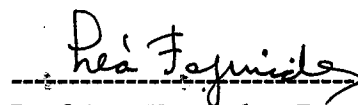
Banca Examinadora



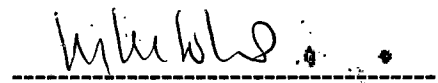
Prof. Neri Dos Santos, Dr. Ing.
Orientador



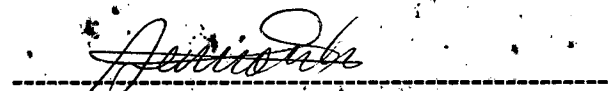
Prof. Luis Fernando Jacintho Maia, Dr.
Moderador



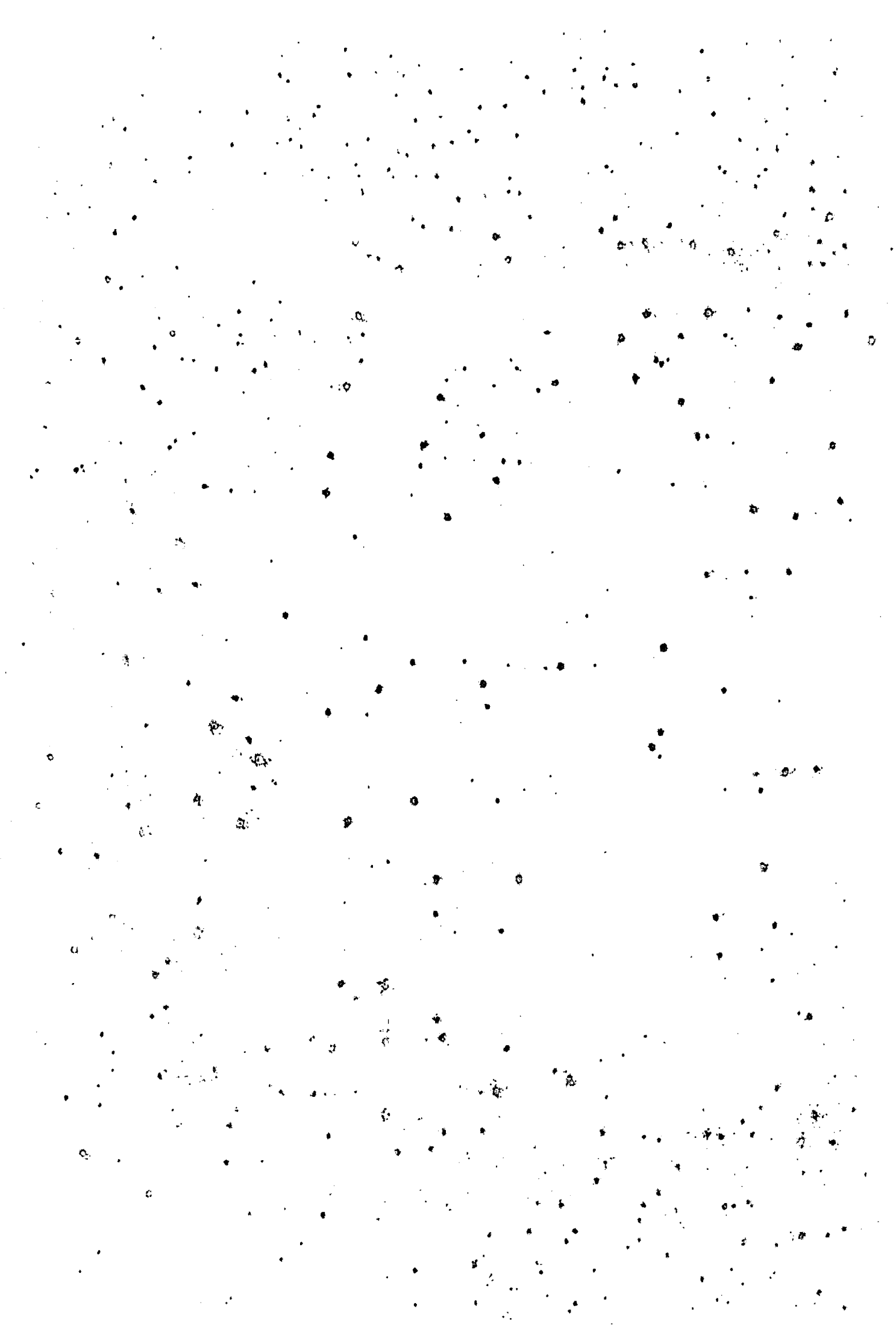
Prof. Lea Fagundes, Dra.
Examinadora Externa



Prof. Egberto de Medeiros, Dr.
Examinador Externo



Prof. Fernando Alvaro Ostuni Gauthier, Dr.
Examinador



AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas leram e ouviram, em apresentações em congressos e seminários, a presente tese enquanto estava sendo preparada e, seus comentários me possibilitaram fazer uma melhor avaliação.

Agradeço à empresa **CELESC** - Centrais Elétricas de Santa Catarina - e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - **CNPq** - pelo apoio recebido. Também, agradeço as pessoas que colaboraram de forma direta dando sugestões ou no aporte de conceitos e conhecimentos. Entre estas pessoas, gostaria de mencionar os despachantes Laudelino, Edson, Sergio, Francisco, e aos eletricitas Idivaldo, Alesio, Aladio, Mauri e Jacob, todos extraordinários trabalhadores integrantes da equipe de **COD/CELESC**.

O clima intelectual do Curso de Doutorado em Eng. de Produção da **U.F.S.C.** foi muito favorável na realização deste trabalho e, aprendi muito por meio de discussões e trabalhos realizados em conjunto com meus colegas. A participação do professor Neri dos Santos na obra foi muito positiva em relação a suas críticas e orientações.

Gostaria de agradecer de forma muito especial ao Eng. Dilnei por seu apoio, participação, paciência e persistência durante toda a realização da presente obra e a todo o pessoal de **COD** por sua colaboração. Finalmente, agradeço a todas as pessoas que de alguma forma participaram na elaboração desta tese.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
* Domínio da Tese	
* Estrutura da Tese	

OBJETIVOS E MOTIVAÇÕES DA TESE	2
--------------------------------------	---

PRIMEIRA PARTE - PESQUISAS E APLICAÇÕES EM SIMULAÇÃO COGNITIVA

Capítulo 1 Teorias e estudos em simulação cognitiva

1. Introdução	5
2. A abordagem baseada na simulação cognitiva	8
3. Os aportes da simulação cognitiva a concepção de sistemas	16
3.1 A Simulação Cognitiva: ferramenta de análise em situações complexas	16
3.2 A utilização do simulador cognitivo	17
3.2.1 Consulta-Ensino-Aprendizagem	17
3.2.2 Pesquisa	18
4. A modelagem da atividade cognitiva	19
4.1 Os modelos psicológicos da atividade cognitiva	21
4.2 O aporte da ergonomia no processo da modelagem cognitiva	21
4.3 A validação da simulação cognitiva	23
5. Conclusão	25

SEGUNDA PARTE - O QUADRO TEÓRICO DO MODELO

Capítulo 2 O quadro teórico

1. Introdução	26
2. A atividade humana	27
2.1 A atividade cognitiva: definição e conceitos	27

2.2 Os processos cognitivos no controle de tarefas: a noção de procedimentos e de estratégias	33
2.3 A lembrança no processo de resolução de problemas	35
2.4 As estruturas cognitivas: o conceito de esquema	40
2.5 As situações de controle de sistemas	43
2.6 As situações de supervisão de sistemas	44
3. O ambiente humano	48
3.1 A cédula dinâmica do trabalho	49
3.2 A intervenção	49
3.3 Os tipos de tarefas	49
3.4 A coordenação e os conhecimentos	50
4. A simulação por meio de casos	50
4.1 Uma teoria integrada na resolução de problemas	50
4.2 O domínio da abordagem do raciocínio baseado em casos	61
4.3 Os fundamentos do raciocínio baseado em casos	64
4.4 As características básicas na utilização destes sistemas	68
4.4.1 A indexação	68
4.4.2 A organização da memória	73
4.4.3 Os algoritmos de recuperação	76
4.4.4 A escolha dos melhores casos	77
4.4.5 A adaptação de um caso	79
4.5 As técnicas de adaptação de um caso	81
4.5.1 Por adaptação nula (estrutural)	81
4.5.2 Por soluções parametrizadas	82
4.5.3 Por abstração e sobre especialização	82
4.5.4 Por re-instalação	83
5. O aprendizado do sistema, as explicações e as correções	84
5.1 Os consertos	88
6. Conclusões	89

**TERCEIRA PARTE - ANÁLISE DA ATIVIDADE COGNITIVA DO OPERADOR
QUE REALIZA O CONTROLE DA DISTRIBUIÇÃO E MANUTENÇÃO
DA REDE DE ENERGIA ELÉTRICA**

Capítulo 3 A análise da atividade do operador

1. Introdução	91
---------------------	----

2. O quadro metodológico	91
2.1 Introdução	91
2.2 O uso da verbalização como técnica para o estudo do funcionamento cognitivo	95
2.3 A metodologia	97
2.3.1 A modelagem da atividade cognitiva do operador	98
2.3.2 O ajustamento da maquete	99
2.3.3 A validação da maquete	100
2.4 A abordagem do problema	100
2.4.1 As características básicas no desenvolvimento do modelo	100
3. O controle da distribuição e manutenção da rede de energia elétrica	103
3.1 A organização do trabalho	103
3.2 A análise da tarefa do operador	105
3.2.1 O trabalho prescrito	106
3.2.2 O ambiente de trabalho	107
3.3 A análise da atividade cognitiva do operador	108
3.3.1 As ocorrências e as manobras no processo de tratamento da informação	109
3.3.2 A distribuição global dos comportamentos	117
3.3.3 A identificação das ocorrências pelo operador	120
3.3.4 A classificação das ocorrências no seu atendimento	123
3.3.5 As estruturas cognitivas do operador no processo de resolução de problemas	125
3.3.6 A utilização de estratégias no processo de resolução de problemas	136
3.3.7 As características do processo de resolução de problemas	145
3.3.8 As restrições impostas pelo telefone e o rádio de comunicação	154
3.4 A formalização da atividade cognitiva do operador num modelo cognitivo	158
3.4.1 As hipóteses psicológicas sobre os conhecimentos considerados	159
3.4.2 Os critérios psicológicos na representação do modelo	161
4. Análise a priori	162
4.1 A análise do sistema dinâmico	162
4.2 A análise do espaço de estados da tarefa do operador	164
4.3 A transferência de conhecimentos no ambiente de trabalho	166
4.4 Os possíveis conhecimentos do operador	170
5. Método experimental	174
5.1 Desenho e experimento	174
5.2 Operadores e instruções	175
6. Conclusões	176

**QUARTA PARTE - MODELAGEM E SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE
RESOLUÇÃO DE PROBLEMA NO CONTROLE DA DISTRIBUIÇÃO E
MANUTENÇÃO DA REDE DE ENERGIA ELÉTRICA**

**Capítulo 4 CASOL: Um modelo cognitivo de um operador utilizando o Raciocínio
Baseado em Casos**

1. Introdução	180
1.1 A configuração informática	180
1.2 Um sistema "fechado"	182
1.3 Um modelo modular	182
1.4 Sob uma visão da engenharia	184
1.4.1 Raciocínio associativo vs. Raciocínio baseado em modelos	185
1.4.2 O uso da experiência na resolução de problemas	186
1.5 O domínio de tomar decisões no controle da distribuição e manutenção de energia elétrica	187
1.5.1 Um exemplo simples	188
2. Diagnóstico e memória	190
2.1 Utilizando exemplos no processo de diagnóstico	190
2.2 Uma nova teoria no processo de diagnóstico	192
2.3 O aprendizado no processo de diagnóstico	193
3. O domínio do modelo e seus módulos	194
3.1 O porque do modelo baseado em casos ?	194
3.2 A união e a recuperação de casos	194
3.3 A escolha do melhor caso	197
3.4 A justificativa	199
3.5 A adaptação de uma solução	201
3.5.1 A explicação das estratégias de conserto	201
3.5.2 O diagnóstico e os consertos de planos de ação	202
3.5.3 O armazenamento e as características de avaliação	205
3.6 A passagem de informação entre os diferentes níveis cognitivos	208
4. A estrutura da memória	209
4.1 Os MOPs	209
4.2 O porquê de usar os MOPs ?	211
4.3 Os MOPs no entendimento e no diagnóstico	212
5. O planejamento da memória	214
5.1 A função da memória	215
5.2 A memória de CASOL	216
5.2.1 A implementação da memória de nós	216

5.2.2 A memória de casos	217
6. Conclusões	220

QUINTA PARTE - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Capítulo 5 Conclusões e Recomendações

1. Análise dos resultados	222
1.1 Um exemplo detalhado	222
2. Discussão e comentários	224
2.1 Comentários sobre a teoria de casos	224
2.2 Discussão sobre a metodologia de trabalho	225
2.3 Discussão sobre o modelo proposto	227
2.4 Limitações	229
2.5 Perspectivas a curto prazo da pesquisa em simulação cognitiva	231
2.6 Futuros trabalhos a serem realizados	232
3. Conclusões	236
Bibliografia	239

Tabela 1 - Os porcentagens dos motivos das ocorrências no ano 1993

Anexo 1 - Os casos

Anexo 2 - O campo de conhecimento no sistema da rede de distribuição

Anexo 3 - O programa "CASOL"

Lista de Figuras

Figura 1 - A formalização das estruturas e dos processos cognitivos.	42
Figura 2 - Os fatores que contribuem para a complexidade e a dificuldade na resolução de problemas (Wood, 1988).	43
Figura 3 - O modelo de funcionamento do operador (Rasmussen, 1974).	46
Figura 4 - O processo de tratamento da informação elaborado em função dos níveis de comportamento (Rasmussen, 1984).	47
Figura 5 - O funcionamento de um sistema de raciocínio baseado em regras.	60
Figura 6 - O funcionamento de um sistema de raciocínio baseado em casos.	60
Figura 7 - Diagrama de fluxo de um sistema CBR (segundo Riesbeck & Schank, 1989).	67
Figura 8 - Abstração e sobre especialização em PERSUADER (segundo Riesbeck & Schank, 1989).	83
Figura 9 - Relacionamento entre as partes de um esquema induzido.	85
Figura 10 - Um processo de inferência indutiva abstrata.	86
Figura 11 - As etapas de uma modelagem cognitiva (segundo Decortis, 1988).	92
Figura 12 - As três fases da metodologia utilizada na pesquisa do modelo do operador (segundo de Medeiros, 1992)	94
Figura 13 - Relacionamento do despachante com as diferentes unidades no órgão de C.O.D.	104
Figura 14 - Esquema de uma ocorrência: primeira parte.	109
Figura 15 - Esquema de uma ocorrência: segunda parte.	110
Figura 16 - Distribuição do tempo de trabalho dos operadores na sala de controle (em média).	117
Figura 17 - Rede de distribuição - Informação generalizada.	130
Figura 18 - Esquema de uma experiência na solução de um problema.	133
Figura 19 - Representação de uma rede semântica.	135
Figura 20 - Um esquema relacional de proposições.	136
Figura 21 - Diagrama de fluxo da estratégia “ <i>pesquisando fatos iguais</i> ”.	138
Figura 22 - Diagrama de fluxo da estratégia “ <i>testando hipóteses</i> ”.	139
Figura 23 - Uma parte estrutural do espaço de estado da rede “ <i>falta de energia</i> ”.	149
Figura 24 - Espaço de estados do consumidor “ <i>defeito na braquete</i> ”.	170
Figura 25 - Imagens das zonas de trabalho e de acesso comum consideradas pelo despachante na distribuição das ocorrências.	172
Figura 26 - Configuração informática do modelo.	181
Figura 27 - Explicação causal para a ocorrência no centro de Florianópolis.	188
Figura 28 - Diferenças entre a ocorrência de Biguaçu e o Centro de Florianópolis.	189
Figura 29 - Explicação causal para a ocorrência de Biguaçu.	190
Figura 30 - Explicações iguais para dois casos com características diferentes.	198
Figura 31 - Explicação casual de um caso com falta de fase com pára-raios estourados ou queimados.	205

Figura 32 - As características de uma situação apontando um caso.	218
Figura 33 - Diferenças entre o caso apresentado e os casos recuperados na memória de CASOL.	224

RESUMO

O processo de resolução de problemas melhora com a experiência. As pessoas reconhecem que lembrar problemas passados melhora o seu desempenho na solução de novos problemas.

Esta tese apresenta um modelo de processamento da informação da atividade cognitiva dos operadores que controlam a distribuição e manutenção de energia elétrica a partir de casos. Ela foi desenvolvida na CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina). No posto de trabalho se estabeleceram os diferentes critérios a fim de determinar os conhecimentos e as atitudes dos operadores, em uma perspectiva de conceber o modelo de comportamento cognitivo do operador.

A simulação dinâmica descreve as intenções e os conhecimentos no controle desta operação. Ela é realizada observando o comportamento físico e cognitivo dos operadores neste posto de trabalho seguindo uma abordagem da ergonomia.

O modelo foi desenvolvido usando as técnicas da Inteligência Artificial, os conceitos da Psicologia Aplicada e da Engenharia, de forma que, esta interação reflita o sinergismo das diferentes teorias que constituem as Ciências Cognitivas.

As idéias de memória, aprendizado e diagnóstico foram utilizadas na simulação com o objetivo de evidenciar as diferentes etapas na resolução de problemas destes operadores, as quais criam casos novos ou situações do sistema a partir de suas experiências.

Os resultados do experimento mostraram a necessidade de reformular a estrutura da informação do sistema, porque esta foi uma fonte de dificuldades para os operadores no tratamento das ocorrências.

Por meio da verbalização pesquisamos a atividade mental dos operadores. Esta foi sempre utilizada na execução pontual de uma tarefa. Estados, características e explicações foram determinadas para compor a estrutura de conhecimento do sistema.

ABSTRACT

The problem's resolution process becomes better with experience. People know that remind past problems helps to solve new ones.

This thesis presents case based a model of information process of the operator's cognitive activity while controlling distribution and maintenance of electrical power. It was developed at CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina). At the workplace different criteria was defined to "trace" the operator's knowledge and actions, under a perspective of developing an operator's cognitive behavior model.

Dynamic simulation represent the intentions and the knowledge at the operation control. It is realized with the cognitive and physical behavior observation, under the ergonomy point of view.

The model was develop[ed using Artificial Intelligence techniques, the Applied Psicology and Engenharia, in a way that this interaction reflects the sinergism of the different theories of the cognitive sciences.

Memory, learning and dianostic were used in this simulation with the objective of manifest the steps at the operator's problem solving, that generates new cases and situations from their experience.

The experiments showed that a new information structure is necessary, because it generated a lot difficulties for the operators.

With verbalization we learn about the operator's mental activity. This way was always used at the task execution. States, characteristics and explanations were determinated to represent the system's knowledge structure.

INTRODUÇÃO.

Domínio do projeto.

Uma preocupação crescente nas ciências cognitivas, e particularmente na análise dos sistemas homem-máquina é de conceber modelos de funcionamento da atividade cognitiva do operador, em interação com um sistema complexo, simulando seu comportamento. Assim, a simulação cognitiva permitirá determinar se as hipóteses adaptadas ao modelo são válidas para reproduzir os comportamentos observados para situações futuras de trabalho.

Neste sentido, a presente pesquisa proposta situa-se no domínio das ciências cognitivas, procurando desenvolver uma abordagem sobre a análise ergonômica da atividade do operador numa situação de trabalho (centrado especificamente nos estudos dos mecanismos de regulação cognitiva), de controle de processo.

A originalidade do modelo reside na tentativa de determinar as características do sistema de tratamento de informação de um operador, num sistema complexo, por meio da análise da atividade, utilizando os formalismos da Inteligência Artificial para expressar as hipóteses psicológicas. Esta característica permite modelar os aspectos próprios dos conhecimentos e do raciocínio do operador neste posto de trabalho.

Este projeto se inscreve na linha de pesquisa das Ciências Cognitivas por estar baseada na experiência, na memória e no aprendizado do operador.

Ergonomia e Concepção.

Especialistas em projeto de produtos afirmam que a concepção de um produto está intimamente ligada ao nível de adaptação aos usuários. Nesta visão, os projetistas são cada vez mais orientados na pesquisa das necessidades e das características dos usuários. Assim, em função dos objetivos do produto, estes especialistas privilegiam os conhecimentos que lhes permitem dar respostas práticas a suas necessidades. Neste sentido, a ergonomia constitui uma base de informação privilegiada por seus métodos de análise.

A abordagem da Ergonomia Cognitiva no desenvolvimento de sistemas cognitivos está baseada, por um lado, na análise da tarefa e da atividade que o indivíduo desenvolve, como meio de evidenciar a lógica de utilização e os recursos por ele utilizados na solução de um problema e por outro lado, na consideração dos aspectos cognitivos do homem.

Estes dois fatores são essenciais, quando se pretende criar sistemas adaptados ao usuário e sua tarefa.

A Ergonomia Cognitiva permite analisar os processos cognitivos do operador (por exemplo, a representação mental, as estratégias utilizadas, a memorização, etc.) desenvolvidos para realização de uma tarefa. Isto é, ela permite analisar os comportamentos cognitivos do operador, para compreender como são utilizadas ou produzidas as interações entre as características do homem, as restrições de uma situação de trabalho e os objetivos a serem atingidos. Este tipo de análise da atividade real favorece a compreensão da complexidade nas relações entre o operador e seu ambiente. Desta forma, a ergonomia pode fornecer especificações efetivamente úteis para a concepção de sistemas ou de dispositivos técnicos. O resultado desta filosofia é que cada intervenção ergonômica em um posto de trabalho (Guerin & Laville & Daniellou & Duraffourg & Kerguelen, 1991) leva ao estabelecimento de recomendações para a transformação deste posto, ou para a concepção de um novo posto.

Por outro lado, a ergonomia cognitiva pesquisa o desempenho dos processos cognitivos em relação estreita com a tarefa, tendo em vista que os métodos propostos para analisar os comportamentos futuros do operador são aplicados em situações reais de trabalho. Isto é, uma concepção aplicada a uma determinada realidade associada à resolução de problemas de uma organização de trabalho que vai ser modificada.

A atividade futura de um operador (por exemplo, um novo ambiente de trabalho) pode ser extrapolada ou projetada com um certo grau de precisão, a partir de uma situação atual de trabalho.

OBJETIVOS E MOTIVAÇÕES DA TESE.

O objetivo desta proposta é tríplice: em primeiro lugar, é a realização de um **Modelo Cognitivo Comportamental de um Operador** controlando um processo complexo. Em segundo lugar, integrar este modelo, aos estudos de confiabilidade de natureza ergonômica. Finalmente, implementar as bases deste modelo cognitivo numa arquitetura computacional e progredir na compreensão dos mecanismos e das estratégias cognitivas dos operadores nestes ambientes complexos (de Keyser, 1988). Assim, a realização da simulação do sistema cognitivo do operador, será realizada a partir da integração de seu modelo cognitivo e do sistema complexo, do ponto de vista da ergonomia e do desempenho de sua atividade.

O termo **modelo cognitivo**, no estudo das interações homem-máquina será entendido como o ato de representar, em uma arquitetura integrada, as atividades cognitivas do operador interagindo com um determinado sistema dinâmico. O modelo cognitivo do operador não será uma replica fiel do comportamento de um operador ideal. Neste caso, o modelo cognitivo foi desenhado de maneira que aporte inteligência ou conhecimento para assistir ao operador, em particular, para que ele seja capaz em todo momento de sustentar seus raciocínios. Por exemplo, propor uma explicação a um problema, eliminar as alternativas menos prováveis de possíveis soluções, determinar as causas de um problema, etc.

O modelo pretende integrar os métodos utilizados na análise da atividade, na representação dos conhecimentos, na base de dados, no processamento semântico, considerando a evolução natural do sistema representado (estado dinâmico do sistema). Por outro lado, o modelo proposto é sensível a certas atividades cognitivas do modelo de processo de tratamento de informação (níveis do comportamento) elaborado por Rasmussen (1984).

Este objetivo resulta de duas considerações:

- (1) A importância dos fatores humanos na confiabilidade dos sistemas e na descrição dos cenários de acidente (Wood & Roth & Pople, 1987A/B; Cacciabue, 1988; Bersini, 1989) e,
- (2) A ausência de uma metodologia apropriada para tratar (sobre o modo descritivo e provável) estes problemas de confiabilidade, que normalmente são resolvidos de uma maneira "**tecnicista**", exigências que são de ordem "**psyc-ergonômicas**" (Bersini, 1989; Pavard & Salembier, 1990).

O projeto integra duas partes:

- (1) Uma modelagem do comportamento da atividade cognitiva do operador e,
- (2) A simulação conceptual ou informática do modelo integrando esta modelagem.

O trabalho a desenvolver nesta proposta, dá muita ênfase a primeira parte desta integração: a modelagem cognitiva e o comportamento do operador. Sua realização será de natureza interdisciplinar. O objetivo do modelo é psicológico (a simulação descreverá e explicará certos aspectos essenciais do comportamento humano) e os instrumentos de trabalho serão computacionais (ferramentas utilizadas no domínio da

Inteligência Artificial). Esta interdisciplinaridade é um dos aspectos inovadores do trabalho. Logo, teremos uma subdivisão do objetivo principal em três subobjetivos:

- i) Um modelo operacional, por seu realismo;
- ii) Um modelo de concepção inovadora dentro da corrente da I.A. e,
- iii) Um modelo aproveitável pela engenharia, no interesse deste domínio, nos estudos de confiabilidade ou na concepção de sistemas.

Finalmente, esta proposta sera apoiada por três eixos: uma problemática, o campo de estudo e os aspectos metodológicos.

A problemática está centrada sobre a dimensão coletiva numa situação complexa de trabalho.

O campo de estudo está constituído pelos operadores de um certo ambiente técnico/organizacional, responsáveis pelo trabalho de controle, supervisão e de distribuição de energia elétrica.

Os aspectos metodológicos recuperam um certo número de técnicas que permitiram validar as hipóteses desenvolvidas na problemática.

PRIMEIRA PARTE - PESQUISAS E APLICAÇÕES EM SIMULAÇÃO COGNITIVA

Capítulo 1 Teorias e Estudos em Simulação Cognitiva.

1. Introdução.

A Engenharia Cognitiva.

A introdução do computador e da informática nas empresas fez evoluir o trabalho de controle e de regulação de atividades. Em efeito, estas mudanças foram visualizadas nos postos de trabalho (por exemplo, rapidez na execução das tarefas, eliminação de erros, etc.) e, nos métodos e meios colocados para cumprir as tarefas (automatização de rotinas, por exemplo). Neste sentido, a *engenharia cognitiva* nasceu como consequência das modificações produzidas no comportamento cognitivo de um operador numa situação de trabalho.

No entanto, em postos de trabalho informatizados a compreensão do comportamento cognitivo do operador não é possível com a utilização dos métodos tradicionais. Por outro lado, neste tipo de situação a *engenharia cognitiva* idealiza a metodologia de estudo e, desta forma, permite visualizar a atividade cognitiva do operador como um conjunto de elementos complexos e organizados. Porque, ela coloca o operador como o centro neste estudo de concepção.

O objetivo da *engenharia cognitiva* é estudar a atividade cognitiva do operador para explicar, seus modos de raciocínio numa situação de trabalho, formalizar de forma

completa e coerente os conhecimentos registrados, organizar estes de forma que representem algum tipo de organização da memória humana, e finalmente, construir ferramentas ou dispositivos de ajuda ao trabalho.

A Engenharia Cognitiva e a Simulação Cognitiva.

A simulação cognitiva é uma técnica que permite simular as estruturas e os mecanismos de raciocínio utilizados pelos operadores no cumprimento de suas atividades. Esta técnica complementa a engenharia cognitiva no sentido de fazer confiáveis os sistemas homem-máquina, porque ela analisa de forma muito ampla as técnicas de apresentação de informação, a criação de ambientes que facilitem o desenvolvimento de interfaces coerentes e facilmente modificáveis, as ajudas inteligentes ao trabalho e o estudo da gênese dos erros humanos (Wood & Roth, em "Cognitive Engeneering", Ed. Handbook of Human Computer Interaction, 1988).

A simulação cognitiva está inspirada em conceitos desenvolvidos na modelagem cognitiva e utiliza os formalismos de representação de estruturas de domínio da Inteligência Artificial (I.A.). Esta técnica pode ter duas aplicações:

- (1) Numa ótica pragmática. Aplicar as técnicas da *engenharia cognitiva* e as ferramentas propostas pela I.A. (propor ferramentas de ajuda ao trabalho, por exemplo) e,
- (2) Numa ótica teórica. Na pesquisa e na modelagem dos processos de funcionamento cognitivo humano.

Um dos aspectos fundamentais da simulação cognitiva é evidenciar a dinâmica que religa as diferentes etapas da tomada de decisão em controle de processos (Rasmussen, 1991). Da mesma forma, esta permite evidenciar as interseções de atividades, quando do tratamento de incidentes em paralelo. Por exemplo, numa situação determinada, um operador pode estar engajado numa fase de diagnóstico, a propósito de um incidente, e ficar atento às variações de certos parâmetros.

A simulação cognitiva se diferencia da abordagem cognitivista clássica por seu aspecto ecológico. Isto é, o simulador cognitivo deve funcionar num simulador de ambiente físico ou deve ser conectado a um sistema em tempo real. Esta união é o que permite ao simulador cognitivo prever certos aspectos dinâmicos da conduta dos operadores, tal como: a gestão das restrições temporais, os efeitos da carga perceptiva e cognitiva, a interação entre os operadores, a relações entre o diagnóstico ou a planificação e a evolução dinâmica das variáveis, etc.

Em relação ao modo de simulação por sistemas especialistas, pode-se dizer que a simulação cognitiva introduz apenas novas condicionantes (são as regras que conduzem a evolução dos parâmetros) sobre o funcionamento do sistema homem-máquina.

Estas condicionantes são essencialmente de natureza psicológica. Elas caracterizam em particular:

- * Os mecanismos de controle da atenção;
- * O fato que o operador tem capacidade de tratamento da informação limitada;
- * As estratégias heurísticas de diagnóstico;
- * As estratégias de planificação;
- * Os mecanismos de antecipação de estados futuros;
- * As regras de comunicação e de troca de informação entre operadores;
- * O metaconhecimento;
- * Os modos de representação dos conhecimentos.

A diferença entre os modelos de vocação cognitivista clássica e os modelos psicológicos estáticos em relação aos modelos desenvolvidos pela simulação cognitiva é que os primeiros não podem gerar dinamicamente um gerenciamento de processos.

Muitas vezes, pode acontecer que um operador tenha que gerenciar vários incidentes simultaneamente. Neste caso, ele coloca em funcionamento um certo número de etapas de tomada de decisão, fartamente descrito na literatura (Rasmussen, 1976) tais como: tomada de informação, formulação de hipóteses, etc.

Cada uma dessas etapas é colocada em funcionamento para cada incidente, mas não de forma linear: estas operações podem se sobrepor, ser abandonadas, ou ainda intercaladas.

Um modelo dinâmico de gerenciamento de processos deve poder gerenciar dinamicamente uma tal seqüência de atividades ao longo do tempo. Neste sentido, a simulação cognitiva utiliza o conceito de controle de atenção (quando existe um processo físico). Sabendo que um operador tem recursos cognitivos limitados, ele deve gerenciá-los de forma "ótima" e para isto, ele deve permanentemente alocar seus recursos cognitivos, seja à análise de dados provenientes do ambiente (processo de diagnóstico), seja à gestão das hipóteses, seja ainda para executar uma ação.

Os recursos cognitivos podem ser alocados na tomada de informação passiva (atividade cognitiva dirigida por dados) e/ou na tomada de informação orientada (atividade controlada por conceitos).

A alocação de recursos é guiada por vários princípios:

- i) As informações mais importantes são adquiridas prioritariamente;
- ii) As informações provenientes do ambiente são percebidas em função de sua "pregnância" (alarmes, indicadores principais, etc);
- iii) Quanto mais importante for a carga de trabalho, maiores são as limitações de tomada de informação. A carga de trabalho pode ser avaliada pelo número de hipóteses em cursos de elaboração, o trabalho da lista das operações em espera, etc.

Desta forma, a simulação cognitiva faz, de certa forma, uma ligação entre:

- i) Os modelos estáticos que tratam sobretudo da representação dos conhecimentos e dos modos de raciocínio;
- ii) E os modelos de tipo sistema especialista, que tratam os aspectos cognitivos, apenas sob o ângulo da produção do comportamento.

2. A abordagem baseada na simulação cognitiva.

A ergonomia de concepção analisa a atividade real, como foi explicado anteriormente. No entanto, ela não tem um dispositivo cooperativo que lhe ajude a engendrar as modificações mais importantes nos modos de funcionamento cognitivo do operador. Assim, desenvolveu-se aqui uma metodologia de análise específica que permitiu antecipar certos modos de funcionamento dos operadores nas situações futuras de trabalho. Esta metodologia está baseada na noção de simulação cognitiva. Nesta concepção, os conhecimentos e os mecanismos de regulação cognitiva empregados pelos operadores são representados numa linguagem simbólica. Estes são depois simulados de maneira a testar as reações do sistema nos diferentes cenários. Variando simbolicamente os recursos cognitivos dos operadores (por exemplo, percepção dos dados, tratamento das hipóteses, etc.) ou as características do ambiente (por exemplo, tipos de organização do trabalho, diferentes dispositivos, etc.), a simulação permitirá extrapolar os limites operacionais do sistema.

A simulação cognitiva é uma técnica que se inspira nos conceitos desenvolvidos na modelagem cognitiva e utiliza os recursos de domínio da Inteligência Artificial (I.A.) para formalizar e representar os conhecimentos. Seu objetivo é ter um modelo

executável, que possa simular (sob a forma de um programa computacional), as etapas de raciocínio, desenvolvidas por um operador humano, quando da realização de uma determinada atividade. Neste sentido, é necessário obter um certo isomorfismo entre a organização, que subentende estes raciocínios e a arquitetura informática.

Abordagens mais recentes na simulação cognitiva (Bersini, 1989; Wood & Roth & Pople, 1987A/B) mostram uma tentativa de resposta à questão: "como prever de forma preliminar os campos de funcionamento e disfuncionamento de sistemas homens-máquinas complexos, quando não é mais possível extrapolar o futuro, a partir do passado ou a partir dos métodos tradicionais de prototipagem?" (Pavard & Salembier & Benchekroun & de Medeiros, 1989). A resposta dada pela simulação cognitiva à questão é interessante porque certos princípios são bem adaptados à atividade de previsão:

(1) A simulação cognitiva apoia-se nas representações e nas operações simbólicas, da mesma forma, nos mecanismos de base que dão início as atividades cognitivas do homem (por exemplo, planificação, diagnóstico, regulação, etc.). Assim, criar um modelo computacional para prever os mecanismos cognitivos é muito importante, porque a partir de simulações é possível explorar um grande número de cenários.

(2) A hipótese de base, é que o homem tem uma capacidade limitada de tratamento de informação. Assim sendo, ele deve então, a cada instante, alocar seus recursos cognitivos, nas atividades de tomada de informações, no tratamento destas informações, ou ainda, nas ações sobre o processo.

(3) A modelagem cognitiva que precede à simulação cognitiva deve estar baseada sobre situações reais de trabalho e, não em estudos de laboratório.

O papel da Simulação Cognitiva é reproduzir com inteira fidelidade o funcionamento dos processos cognitivos do operador num ambiente de trabalho complexo e dinâmico, para prever de modo causal a gênese da tomada de decisão. Esta teoria não só deve capturar generalizações sobre os fatos, os comportamentos ou os estados internos da mente. Ela deve gerar de uma maneira causal exemplos de comportamento. No entanto, não é necessário inserir o modelo cognitivo numa arquitetura computacional, o modelo pode ser puramente conceitual. Este pode servir para guiar a análise cognitiva da tarefa no objetivo de prever as atividades cognitivas de um operador como base de uma concepção.

A simulação cognitiva depende estritamente da elaboração de uma modelo cognitivo formal e, por outro lado, dos objetivos da modelagem. Assim, segundo estes objetivos, a simulação pode ser utilizada como:

1) *Teste de modelos cognitivos*: A simulação cognitiva é realizada para provar o modelo teórico e, assim, transformá-lo num modelo ideal (por exemplo, dispositivo automático). Nesta abordagem, a simulação está mais dirigida a analisar os mecanismos de regulação das atividades cognitivas do homem e, aos efeitos das características próprias do ambiente de trabalho que tem um papel complementar. As características da simulação cognitiva dependem dos objetivos dos modelos construídos:

i) *Abordar de forma ascendente*, uma atividade particular bem definida. Para tanto é necessária uma análise fina dos mecanismos cognitivos do operador. Por exemplo, o modelo do piloto de combate desenvolvido pelo **CERMA** (uma missão a baixa altitude e a grande velocidade em vôos de combate). O modelo cognitivo é informatizado, em vista de sua simulação (Almalberti & Valot, 1990; Almalberti, 1991 A/B).

ii) *Abordar de forma descendente*, uma atividade baseando-se nos conhecimentos do processo cognitivo do operador, que são colocados em evidência através de experiências num laboratório. Por exemplo, os processos de "SIMILARITY MATCHING" e de "FREQUENCY GLAMBLING", definidos por Reason em 1980, e retomados no simulador **ISPRA**. (Cacciabue & Decortis & Drozdowicz & Masson & Nordvik, 1991). Para tanto a priori uma arquitetura cognitiva é definida.

iii) *Abordar de forma Mista* ou seja, um modelo cognitivo é construído em função de uma teoria (por exemplo, a estrutura da base de conhecimento é de tipo blackboard) e de uma situação real. Por exemplo, o modelo **WESTINGHOUSE** que simula o comportamento dos operadores que controlam um processo nuclear (Wood & Roth, 1988; Wood & Roth & Pople, 1997 A/B). Este modelo tem uma arquitetura cognitiva adaptada ao tratamento das informações no tempo. Ele foi elaborado a partir de um ambiente computacional complexo (máquinas Lisp), que torna difícil as possibilidades de transferências dos conhecimentos e suas possibilidades de modificação.

As abordagens descendentes e ascendentes apresentam vantagens e inconvenientes que lhes são próprias.

* A abordagem ascendente conduz a tratar conjuntamente, o problema do conteúdo semântico dos conhecimentos específicos do campo tratado, e aquele da arquitetura cognitiva (os diferentes tipos de conhecimentos utilizados: conhecimentos

profundos, de superfície, prototípicos e, os processos de ativação e de funcionamento desses conhecimentos).

As escolhas que são realizadas, a propósito da estrutura do modelo, são oportunamente determinadas pela especificidade da situação. Neste caso, a eficácia do modelo cresce para uma determinada situação, mas restringe suas capacidades de generalização para outros tipos de atividades.

Por exemplo, definindo-se uma arquitetura cognitiva, a partir do estudo da atividade de condução de um automóvel, deve-se dar um lugar importante (senão predominante no caso de um condutor experimentado, em situação real) à componente sensorial-motora e aos aspectos da atividade cognitiva fortemente automatizada. Esta arquitetura somente será transponível para situações que apresentam as mesmas características, em termos da natureza dos níveis de tratamento cognitivo e dos tipos de conhecimentos desenvolvidos.

A adoção de uma abordagem puramente ascendente conduz, então, a desenvolver um modelo específico de uma atividade cognitiva particular, que é dificilmente adaptável, quando a situação muda.

* A abordagem descendente permite, teoricamente, evitar este problema, na medida em que ela postula desde o início, a dependência de uma arquitetura cognitiva, em relação às situações consideradas. Neste sentido, ela trabalha aos níveis dos mecanismos de tratamento e de estocagem da informação do operador humano. Ver modelo ACT, desenvolvido por Anderson (Vergara, 1990B).

Os dados empíricos de base, que alimentam o desenvolvimento de um tal simulador, são provenientes de resultados experimentais obtidos em tarefas de laboratório, que são uma redução de uma situação real de trabalho. Este tipo de abordagem é característico da pesquisa fundamental em psicologia, que visa colocar em evidência resultados gerais, sobre o funcionamento cognitivo humano, independentemente da situação de trabalho.

Fixando-se como objetivo o desenvolvimento de um simulador, para um determinado tipo de atividade (controle de processo, por exemplo), esta abordagem é pouco pertinente. De fato, a fim de especificar, por exemplo, os tipos de conhecimentos que serão integrados na arquitetura cognitiva, é necessário dispor de dados sobre a atividade real dos operadores na situação alvo escolhida: por que então, postular a

existência de um estrato de representação dos conhecimentos profundos, por exemplo, se a quase totalidade da atividade utiliza os conhecimentos de superfície ?

Assim sendo, é a especificidade da situação a ser analisada que, além do conteúdo semântico dos conhecimentos, vai orientar a importância relativa a ser dada às diversas componentes da arquitetura cognitiva. Todavia, pode-se cair nas limitações puramente ascendente, isto é a limitação das capacidades de generalizações e limitação das possibilidades de extensão da arquitetura cognitiva.

Isto torna-se mais problemático, quando se trata de situações complexas, porque colocam em jogo diferentes tipos de atividades. No caso de controle de processo, por exemplo, é claro que a atividade cognitiva dos operadores será diferente, dependendo se eles se encontram numa situação de condução normal, de recuperação de incidentes utilizando procedimentos preestabelecidos ou ainda, de diagnóstico sem procedimentos preestabelecidos, que exigem uma atividade de resolução de problemas.

Outros fatores a serem levados em consideração e que vão determinar o tipo de atividade cognitiva desenvolvida, são:

- * As características do dispositivo técnico através do qual os operadores vão intervir sobre o processo (configuração do sistema de controle/comando).
- * O tipo dos procedimentos de condução (condução por estados, por exemplo).
- * O nível de formação dos operadores.

Neste sentido, parece então, mais razoável definir um tipo de atividade (tarefa), particular, sobre a qual se centrará a fase inicial da análise. Esta escolha, deverá ser realizada a partir das necessidades, identificadas pelos futuros usuários, sob reserva das possibilidades de acesso a situação real de trabalho.

Por outro lado, é importante, desde o início, refletir sobre às condições de extensão do simulador cognitivo à outras situações. Isto necessita, então, de uma reflexão a respeito da arquitetura cognitiva a ser desenvolvida e sobre sua realização informática. O objetivo é chegar a definir, rapidamente, as bases de uma arquitetura, suficientemente flexível, para tratar novas situações. Esta fase do projeto será realizada, a partir da análise dos estudos que já foram desenvolvidos, em situações de controle de processo (estudo bibliográfico), a partir da análise crítica dos simuladores e, a partir de um trabalho de maquetagem, visando testar as opções arquiteturais, ao nível das capacidades funcionais e de interação de novos módulos (raciocínio sobre dados qualitativos, raciocínio temporal, planificação, etc.).

A metodologia que nós adotamos visa, então, manter um certo equilíbrio entre a "eficácia" do simulador (adequação a situação inicial tratada) e capacidade de extensão (aplicação à outras situações de controle de processo). Assim, é necessário trabalhar tanto numa ótica ascendente (análise das atividades dos operadores em situação real do trabalho ou recriada, a partir de diversos suportes: gravação em fitas de vídeo, fichas de incidentes, observações + entrevistas), como descendentes (trabalho sobre a arquitetura cognitiva e sua implementação).

2) *Uma ferramenta analítica.* A simulação cognitiva é utilizada como uma ferramenta metodológica de apoio à concepção de **DCAT** (concepção de ferramentas cooperativas de ajuda ao trabalho). Por exemplo, as aplicações do grupo de engenharia cognitiva (Pavard & Salembier & Benchekroun & de Medeiros, 1989; Pavard & Benchekroun & Salembier, 1991) neste tipo de concepção. O fundamento desta concepção é a relação existente entre as características do ambiente de trabalho (por exemplo, as interfaces, as comunicações, etc.) e os mecanismos de regulação das atividades cognitivas.

A metodologia (Pavard & Salembier, 1990) desenvolvida permite identificar a partir da análise das atividades, os elementos funcionais do ambiente de trabalho que são considerados nos diferentes níveis da carga de trabalho. Este primeiro nível de análise mostra as relações de causalidade entre as diferentes estratégias cognitivas, carga de trabalho e as propriedades funcionais da ferramenta. Numa segunda etapa, um modelo dinâmico é desenvolvido e testado, centrado nas relações de causalidade, a partir de cenários reais.

Finalmente, o modelo é configurado em função do novo posto de trabalho. Esta última etapa permite analisar formalmente o impacto de um novo ambiente de trabalho sobre a atividade dos operadores.

Esta metodologia foi utilizada no desenvolvimento de uma ferramenta de comunicação num centro de tratamento de chamadas de urgência médicas SAMU (Benchekroun & Pavard, 1991).

Esta metodologia comparada com outras de concepção clássica concede uma maior precisão na concepção de sistemas, porque:

i) Nos métodos tradicionais de "maquetagem/prototipagem", as situações podem ser racionalmente testadas com a ajuda de simuladores. Mas, estes testes só abrangem uma ínfima parte da união dos casos possíveis no sistema. As causas podem ser atribuídas à duração dos testes ou ao custo de mobilização dos operadores especialistas.

ii) No caso da análise de uma situação futura provável (Daniellou & Garrigou, 1990) este método tem demonstrado sua capacidade para orientar as decisões de concepção e suas possibilidades de integração em um projeto industrial. No entanto, seu poder preditivo ainda resulta limitado, porque esta metodologia requer uma situação de referência real num outro domínio que seja próxima à situação futura no domínio de estudo.

iii) No caso dos métodos de simulação das interações entre os operadores e um dispositivo inteligente (Carrol & Aaronson, 1988; Claes & Salembier, 1991; Cahour, 1989) estes métodos constituem um aporte importante na concepção de uma certa categoria de sistemas (por exemplo, sistemas de ajuda, interfaces em linguagem natural, tutores inteligentes). No entanto, eles só podem ser aplicados a situações muito particulares.

Nesta década, a união de várias correntes de conhecimentos acadêmicas têm provocado mudanças impressionantes na forma de pensar, mecânica e matemática, do funcionamento e da organização da memória humana, que partem de concepções metafísicas do início do Renascimento. Esta congruência de correntes ainda não está bem solidificada, como ciência. No entanto, ela têm um interesse principal que é a gênese, a estrutura e as regras de utilização dos conhecimentos. No centro desta "união de disciplinas" encontra-se a **Ciência da Cognição**.

O objetivo da Ciência da Cognição é essencialmente o conhecimento virtual. Isto é, a união das condições estruturais e funcionais mínimas que permitam perceber, representar, recuperar e utilizar a informação. Esta é uma ciência da competência cognitiva, porque forma e produz conhecimento que manifestam variações materiais de um determinado sistema (Tiberghien, 1989). Em outros termos, a ciência da cognição é a ciência da organização, da manipulação e da transferência da informação simbólica ou analógica. As ciências e as disciplinas que conformam esta ciência ainda estão muito longe de serem unificadas atualmente, mas eles se manifestam de modo polimorfo sob diferentes nomes (por exemplo, Sistemática, Ciências dos Sistemas, "Computer Science", etc.). A união destes deve-se, à diversidade de sistemas (naturais,

biológicos, psicológicos, sociológicos ou econômicos), de diferentes desempenhos cognitivos, e aos sistemas construídos pelo homem que brotam de uma mesma estrutura cognitiva. Isto é, de um verdadeiro conhecimento virtual. Todos estes sistemas naturais têm características comuns, com diversos graus, que eles devem perceber, compreender, resolver problemas e agir (Anderson, 1984; Harris & Helander, 1984; Hoc, 1987; Richard, 1990; Dubois, 1991). Assim, a Ciência da Cognição é relacionada com a organização da informação e as funções que permitem tais atos de conhecimento. Uma ciência da comunicação entre diferentes sistemas de conhecimento. Uma ciência que examina os problemas de linguagem, memória e cognição.

A Ciência da Cognição é uma consequência de uma tríplice revolução epistemológica que tem afetado respectivamente a Psicologia, a Lingüística e a Informática.

A Psicologia Cognitiva afirma que os conhecimentos e os estímulos provocados são associados e, os comportamentos devem ser um ponto de partida para atender as realidades inobserváveis e hipotéticas que têm por nome: representação, conhecimento, intencionalidade, etc. De fato, estas são características da consciência. A revolução epistemológica na Psicologia resulta da transferência teórica do conceito de comportamento ao conceito de conhecimento.

A Lingüística é inicialmente preocupada pela estrutura sintática do discurso. A linguagem é, às vezes, considerada como uma das propriedades específicas da experiência humana. Além das produções da língua observáveis e das estruturas de superfície encontram-se sem dúvida as estruturas mais fundamentais, as estruturas profundas que a determinam. Assim, existe uma relação entre a distinção de "desempenho e competência". A revolução Lingüística foi uma revolução formalista, postulando que o real pode ser descritivo para a aplicação das regras de escritura. (Tiberghien, 1989).

A Informática tem toda uma tecnologia de manipulação de informação na forma simbólica. Uma ciência se define por seu objetivo e por seu método. A Informática dispõe de um método (lógica formal) mais seu objetivo é informatizar-se. Isto é, o cálculo dele mesmo. (Tiberghien, 1989).

A revolução epistemológica da Informática consistiu em encontrar um objeto diferente de uma informação multiforme. Isto é, o objeto será o conhecimento dele

mesmo e não tal formalização lógica matemática de conhecimentos. O desenvolvimento rápido da I.A. trouxe como consequência uma mudança radical deste ponto de vista.

A Informática teórica tradicional define um programa como a aplicação de um algoritmo a certos fatos e, a I.A. vai definir um sistema inteligente como resultado da aplicação dos mecanismos de inferência dos conhecimentos. Isto é, fatos estruturados. O objetivo da I.A. em um projeto é pois construir modelos informáticos do conhecimento. Neste caso, igualmente, o conhecimento é o motor da revolução Informática como é no caso da Psicologia e da Linguística.

Assim, a convergência destas três revoluções epistemológicas têm provocado importantes transformações na interação das diversas disciplinas, porque elas têm em comum, interrogações teóricas e experimentais do conceito do conhecimento. Elas têm por objetivo elaborar uma teoria geral do conhecimento, quais sejam suas formas de realização. Elas consideram que o estudo das estruturas e das propriedades funcionais da inteligência pode servir para a construção de artificios susceptíveis à simulação. Eles esperam que a engenharia destes sistemas artificiais do conhecimento permitirá compreender nossa inteligência.

Esta é a ambição destas ciências e as tecnologias do conhecimento colaboram atualmente na obtenção deste objetivo.

A Tecnologia do Conhecimento ou a Engenharia do Conhecimento é uma associação íntima entre a Teoria do Conhecimento e as Ciências da Ação. Isto é, a união de "pesquisa e desenvolvimento" (Reason, 1986; Hoc, 1989A; Rasmussen & Goodstein, 1988). Assim, o objetivo dela é construir sistemas a base de conhecimentos susceptíveis de prolongar e ampliar as capacidades humanas de percepção, de aprendizagem, de compreensão, de resolução de problemas e de ação. O objetivo social é construir máquinas "pensantes" (Tiberghien, 1989; Kolodner, 1991).

3. Os aportes da simulação cognitiva à concepção de sistemas.

3.1 A Simulação Cognitiva: ferramenta de análise em situações complexas.

Um simulador cognitivo deve ter armazenado na sua base de conhecimento as características e os diferentes cenários de um sistema complexo e, por outro lado, os conhecimentos sobre os comportamentos cognitivos dos operadores. Estes conhecimentos são muito importantes e, muitas vezes, os engenheiros são conduzidos a definir as funcionalidades de um sistema técnico antes de conhecer as propriedades

exatas destes ou as múltiplas interações entre os componentes do sistema e do operador humano. Sendo assim, na prática, o simulador cognitivo, interage dinamicamente com seu ambiente. Uma decisão planifica o progresso do sistema (por exemplo, a tomada de informação sobre o modelo físico) ou pode ser interrompida por um evento exterior, se ele a julga como importante. Inversamente, uma informação não atendida mais importante pode ser ignorada se o simulador está comprometido em uma atividade que utiliza seus recursos.

Esta ferramenta (simulação cognitiva) tem como princípio simular a dinâmica do raciocínio humano, realizando uma tarefa, caracterizando-se fundamentalmente pela consideração da **causalidade** no encadeamento dos processos cognitivos (em situações normais ou incidentais) na realização de uma atividade.

Assim, em função das estratégias de alocação dos recursos cognitivos, que variam de uma pessoa para outra, em função dos conhecimentos que a pessoa têm sobre um determinado sistema físico ou processo e de sua dinâmica o modelo vai poder, de forma causal, gerar a formação das intenções e as ações do indivíduo.

Esta escolha de alocação de recursos é guiada por vários princípios:

- (1) As informações mais importantes são adquiridas prioritariamente;
- (2) As informações provenientes do ambiente são percebidos em função de sua "importância" (alarmes, indicadores principais, etc.);
- (3) A carga de trabalho é importante, mais as possibilidades de tomada de informação são limitadas. Assim, esta carga pode ser avaliada pelo número de hipóteses em curso de elaboração, o comprimento da lista de operações em espera, etc.

3.2 A utilização do simulador cognitivo.

3.2.1 Consulta-Ensino-Aprendizagem.

De todos os simuladores concebidos, os simuladores "pedagógicos" são os mais numerosos e os mais empregados. Estes, informatizados, podem ensinar e capacitar os operadores que realizam uma determinada atividade, na medida em que o modelo está baseado no estudo cognitivo desses operadores, reproduzindo de forma aproximada, o conhecimento e o raciocínio utilizado no diagnóstico ou na planificação de um problema.

Michaut (1970) indicou alguns parâmetros para a concepção dos simuladores pedagógicos e sublinhou que todo ensino deve repousar na análise da atividade da

conduta cognitiva do operador. Desta forma, o simulador cognitivo deve integrar um programa de formação que compreenda a análise da situação, o processo de raciocínio do operador, as considerações do porque uma decisão, etc.

No curso da aprendizagem, o aluno deve assimilar esquemas de respostas ou conselhos para a tomada de decisão. Esta situação permitir-lhe-á adquirir certos conhecimentos sobre diversas atividades que ele poderá encontrar no posto de trabalho.

No entanto, o processo de aprendizagem do operador será estruturado em condições que permitam o desenrolar da atividade real. Isto é, os deslocamentos dos quadros de ensino terão uma verdadeira ligação entre as ações e as respostas da atividade.

Em definitivo, pode-se supor que o simulador poderá intervir em dois momentos diferentes na formação do operador:

- (1) No início, no reconhecimento das situações e,
- (2) No fim, na aquisição de esquemas de conhecimento. Ele será manifestado em um repertório de explicações e planos de ação (estratégias cognitivas) de casos passados.

3.2.2 Pesquisa.

As principais justificativas para o emprego da simulação cognitiva são:

- (1) Melhorar o desenho de sistemas levando em conta a execução dos procedimentos escritos, as possibilidades de falha do operador, etc.
- (2) Analisar os casos hipotéticos de um sistema (por razões de segurança);
- (3) Examinar várias populações de operadores e suas implicadas conseqüências (Salembier & Pavard & Benchekroun & de Medeiros, 1990). Isto é, testar certas características dos operadores (principiantes ou especialistas) e suas adequações às situações em uma perspectiva de formação;
- (4) Pesquisar as causalidades dos eventos, tecnologicamente, muitas vezes difíceis de realizar no campo do ensaio. Isto é, os parâmetros estudados de uma determinada situação podem ser variados e testados de uma forma dinâmica (modelo da atividade);
- (5) Fornecer uma ajuda na interpretação (por meio das hipóteses ou intenções) das atividades realizadas do operador na realização de sua tarefa (tomada de decisão). Estas ações permitem um avanço na compreensão do conhecimento e na modelagem das atividades cognitivas.

A pesquisa sobre um simulador resulta interessante, porque as ações, às vezes, são difíceis de serem testadas, sobre o lugar dos acontecimentos e, a validade da simulação é uma dinâmica para as alternativas testadas.

4. A modelagem da atividade cognitiva.

O termo modelo cognitivo nos estudos das interações homem-máquina tem uma significação específica, "representar numa arquitetura integrada, as atividades cognitivas dos operadores interagindo com um sistema físico complexo".

O modelo cognitivo do operador não deve ser uma cópia fiel do comportamento de um operador ideal. Por uma parte, como todo modelo, ele não deve pretender explicar todas as uniões dos fenômenos relativos aos problemas passados mas, deve descrever e talvez explicar certos aspectos cognitivos essenciais do operador. Por outro lado, sob uma ótica da engenharia, a concepção deste tipo de modelo é, às vezes, considerado como um ambiente próprio para a simulação de um sistema complexo. Desta forma, ele pode ser ajustado (de uma situação atual) a uma situação futura (Decortis & Cacciabue, 1991).

O objetivo da modelagem cognitiva é importante, porque ela unifica as diversas disciplinas que influenciam sua estruturação. Por exemplo, a **I.A.** na formalização dos conhecimentos. No entanto, podemos distinguir duas perspectivas nesta disciplina: a unitária e a dualista.

Na teoria unitária existe uma identidade entre a **I.A.** e a psicologia. O homem é considerado como um Sistema de Tratamento de Informação (**S.T.I.**, Newell & Simon, 1971). Os conceitos da teoria têm uma justificativa psicológica através de dados experimentais e uma justificativa informática através de um programa. A validação é tratada pela simulação dos resultados experimentais num programa. Isto é, a comparação das etapas de raciocínio verbalizados pelo operador e as etapas lógicas do programa.

Na perspectiva dualista, separa-se estas duas abordagens. A **I.A.** oferece ferramentas que podem ser utilizadas por uma teoria psicológica. A afirmação que o homem é um **S.T.I.** não é mais que uma metáfora que permite propor novos conceitos psicológicos. A **I.A.** fornece ferramentas de formalização dos conhecimentos tal como as redes semânticas, os esquemas, as regras de produção, etc., que permitem o desenvolvimento de modelos cognitivos e de uma teoria psicológica (ver Vergara, 1990B).

O modelo idealizado não deve, necessariamente, ser implementado numa arquitetura computacional, mas ele deve traduzir os conceitos psicológicos da teoria. Nesta perspectiva, a teoria psicológica é fundamental, porque o modelo e o programa na sua construção devem descrever esta teoria.

A abordagem que é defendida aqui responde à perspectiva dualista. Os formalismos da I.A. e as teorias da psicologia cognitiva são utilizados para o desenvolvimento de um modelo da atividade cognitiva de diagnóstico.

Existem diferentes etapas na modelagem cognitiva que podem ser resumidas nos três pontos seguintes:

- (1) A formalização da caixa preta do modelo, os mecanismos cognitivos, os conhecimentos, as estratégias e os raciocínios, e a organização dos conhecimentos.
- (2) A coleta das "entradas" do modelo na medida de seu desenvolvimento.
- (3) A validação do modelo. O modelo representa a realidade de uma situação de trabalho ?

Os dados obtidos do mundo real permitem conceber o modelo e sua fidelidade. Em retorno, o modelo e as questões que ele possui permitem formular novas hipóteses sobre uma situação real de trabalho. A modelagem e a implementação impõem uma explicação detalhada das hipóteses psicológicas, dos elementos do modelo e seus critérios de utilização, e uma definição precisa de sua articulação.

Estas análises conduzem a novas questões, novas hipóteses que não tinham sido formuladas no início. O processo de modelagem tem, também, um valor heurístico pelas hipóteses de pesquisa empírica.

O interesse do modelo cognitivo é a procura das primitivas do conhecimento e dos mecanismos cognitivos. Por exemplo, os aspectos cognitivos que respondam a, *como o operador faz tal ou qual coisa?*

Nossa pesquisa de modelagem cognitiva do operador toma um caso particular do processo de resolução de problemas: o raciocínio analógico utilizado pelos operadores na tarefa de controle da distribuição manutenção da rede de energia elétrica. Os processos de raciocínio por analogia são, às vezes, complexos de entender e explicar como será visto posteriormente.

4.1 Os modelos psicológicos da atividade cognitiva.

O papel dos modelos em psicologia é de propor explicações que permitam coordenar os fatos e mostrar uma visão sintética, econômica e heurística de uma determinada situação cognitiva. Em geral, os modelos de atividade dispõem de uma linguagem de expressão e de formalização. Por exemplo, o modelo de Anderson (1983) fornece um quadro geral para a simulação de diversos tipos de atividades cognitivas (mais informação ver anexo 1, Vergara, 1990B).

Tiberghien distingue três tipos de modelos:

- (1) Os modelos funcionais;
- (2) Os modelos estruturais e,
- (3) Os modelos mistos.

Os modelos funcionais aparecem, freqüentemente, sob a forma de uma seqüência de expressões matemáticas que resumem uma relação entre dois conjuntos de variáveis. Isto é, eles são basicamente estruturados de expressões matemáticas e estas manifestam uma relação entre a união das variáveis. O objetivo não é de minimizar o processo estudado, mas de exprimir uma relação observada.

Os modelos estruturais são estáticos e expressam a organização das relações entre os conhecimentos. Normalmente, este tipo de modelo é utilizado na representação das atividades de diagnóstico e, a representação dos conhecimentos é feita em redes semânticas.

Os modelos mistos interagem os diversos aspectos dos modelos estruturais e funcionais.

4.2 O aporte da ergonomia no processo da modelagem cognitiva.

A contribuição da ergonomia na modelagem cognitiva se situa essencialmente ao nível metodológico. De fato, pode-se observar que as abordagens utilizadas em IA e em Psicologia Cognitiva apresentam certas limitações que a análise ergonômica do trabalho é suscetível de ultrapassar.

A modelagem cognitiva, com simulação em computador, foi abordada de dois pontos de vista, metodologicamente distintos:

(1) A abordagem tirada da Psicologia Cognitiva se desenvolve segundo as seguintes etapas: levantamento de dados experimentais, elaboração de uma teoria explicando os resultados, elaboração de um programa computacional e sua simulação com os dados experimentais.

(2) A parte "cognitiva" da I.A. adota uma abordagem indutiva. As decisões tomadas baseiam-se essencialmente sobre critérios de "necessidade intuitiva" e de coerência interna do sistema. A fase da simulação vem a confirmar ou refutar estas escolhas.

A Psicologia Cognitiva, seja aplicando uma abordagem experimental clássica com validação estatística dos resultados, seja utilizando a simulação por computador para testar seus modelos, geralmente se interessa por situações simplificadas, "controláveis", e tenta, posteriormente, generalizar os resultados obtidos em laboratório, a situações reais. No entanto, a Inteligência Artificial baseia, geralmente, suas escolhas conceituais, na intuição do pesquisador, fora de qualquer fonte de dados.

A partir dos métodos de análise da atividade, em situação real de trabalho, que a ergonomia desenvolveu, pode-se oferecer uma alternativa apreciável às duas abordagens de concepção, levantadas anteriormente. Ela deve, notadamente, permitir propor uma resposta ao problema de subdeterminação pelos dados, que caracteriza certos simuladores cognitivos. Nota-se que a abordagem da análise ergonômica do trabalho é, particularmente, bem adaptada a problemática da simulação cognitiva.

Outra contribuição chave da ergonomia cognitiva nas pesquisas do comportamento humano é o desenvolvimento de simulações e paradigmas na modelagem cognitiva. Estes são necessários no desenvolvimento de Sistemas de Apoio à Decisão (S.A.D.) e em sistemas interativos para treinamento e reciclagem do pessoal.

Nestes dois campos, as técnicas computacionais avançadas (lógica difusa, algoritmos genéticos, programação orientada por objetos, etc.) e as simulações de ambientes de trabalho têm permitido um avanço considerável. Desta forma, o modelo comportamental do operador permite uma abordagem para melhorar o desenvolvimento das ferramentas de apoio à decisão e o desenvolvimento de programas de treinamento aos operadores que gerenciam plantas complexas. O problema no campo dos S.A.D. surge quando nenhum operador ou sistema é confiável para realizar a detecção ou o diagnóstico de uma situação com absoluta certeza. Nestes casos, uma participação ativa, de um sistema cognitivo de um operador humano, pode levar a soluções úteis e rápidas, no processo de resolução de problemas pelo operador humano, controlando o

sistema e do dispositivo artificial instalado no sistema da máquina. Desta forma, o sistema lida e tenta controlar a situação em condições incertas, reconhece os passos improdutivos baseados em julgamentos limitados e aplica métodos curtos de raciocínio (baseados na cognição humana). Assim, o sistema alerta ao operador as considerações à tomar numa situação de acidente e os prejuízos que eles provocam. Logo, o sistema dialoga com o operador para engrandecer sua força cognitiva e sua capacidade de resolução de problemas analógicos, raciocínio temporal e análise dedutiva.

O cenário, requer a eficácia de um modelo sólido e robusto de cognição, que inclua um processo de raciocínio efetivo para uma tomada de decisão eficaz. Estes elementos são fortemente ligados aos mecanismos que buscam informação armazenada na memória, assim como a estrutura da memória para armazenar os fatos e eventos. Estes fenômenos, inseridos numa arquitetura cognitiva, representam uma condição "limite" para o desenvolvimento de um bom modelo de cognição. Neste sentido, o papel da psicologia cognitiva é crucial para a geração de premissas teóricas. Por outro lado, a representação dos processos cognitivos, as considerações sobre a carga de trabalho e as representações das estratégias utilizadas pelo operador, na resolução de problemas e nas interações homem-máquina, são as partes mais importantes que a ergonomia cognitiva desenvolve na formulação de modelos cognitivos.

No gerenciamento de projetos de plantas e processos de controle, os aspectos da multi-disciplinaridade caracterizam à E.C. como uma disciplina formal e estável para aplicações práticas e benéficas em engenharia (por exemplo, as informações obtidas sobre os mecanismos detalhados envolvidos em funções humanas normais, e sobre os requisitos mentais e físicos necessários para poder desempenhar uma função).

4.3 A validação da simulação cognitiva.

Existem vários níveis de validação de uma ferramenta de Simulação Cognitiva, que se remetem, a critérios da engenharia, ou a adequação descritiva e explicativa entre simulação e dados empíricos sobre a atividade dos operadores.

A coerência e a capacidade de extensão do simulador está na invariância do modelo (primeiro nível). Isto quer dizer, se uma arquitetura cognitiva é corretamente definida no início do processo, ela deve poder receber novos módulos, sem que uma coerência global seja modificada.

Da mesma forma, sua utilização deve poder ser estendida a novas situações, sem que haja modificação fundamental de sua estrutura, implicando em definições a

nível de base na escolha da arquitetura cognitiva e das modalidades de sua implementação.

A ferramenta deve levar em consideração os dados disponíveis sobre o funcionamento cognitivo humano, nas situações de controle de processo e, eventualmente, em outras situações. Ela deve levar em consideração o corpo de conhecimentos disponíveis (ao menos aqueles que estão solidamente estabelecidos) sobre a atividade cognitiva do operador humano. Estes conhecimentos não serão, forçosamente, limitados às situações específicas de controle de processos. Todavia, em outras situações, esses conhecimentos deverão ser considerados com certa prudência (segundo nível).

Esta ferramenta cognitiva terá a capacidade de poder prever situações novas em função de suas experiências. Numa mesma situação, deve existir identidade entre o comportamento do simulador e o comportamento de um operador ou de um grupo de operadores. Esta identidade pode ser mais ou menos estreita: pode-se contentar em comparar os comportamentos manifestos (as ações observáveis) do operador e aqueles gerados pela ferramenta da simulação. Encontra-se aqui, um critério de eficácia privilegiada, para a avaliação de sistemas especialistas, onde enfoca-se, essencialmente, a capacidade do sistema em dar uma boa resposta a um certo problema, sem a necessidade de mostrar a forma como esta resposta foi fornecida.

A validação da simulação cognitiva é visualizada na simulação dos resultados experimentais. Isto é, na adequação descritiva e explicativa entre a simulação, e os dados empíricos da atividade dos operadores. A coerência e a capacidade de extensão do modelo representam um dos critérios de julgamento de sua justeza. A funcionalidade da arquitetura cognitiva é visualizada na simulação, porque nela é permitido variar os parâmetros de uma determinada situação de trabalho (por exemplo, as características da informação, a natureza dos procedimentos, a disponibilidade da informação, etc) e testar de uma forma dinâmica o modelo da atividade (Salembier & Pavard & Benchekroun & de Medeiros, 1990). Esta possibilidade é teoricamente possível ao declarar os objetivos e as funções específicas da simulação (por exemplo, no tratamento da informação, na elaboração e avaliação de uma estratégia, na tomada de decisão de um problema, etc.).

Outro critério de validação é a comparação das etapas de raciocínio verbalizadas pelo operador (funcionamento cognitivo humano), numa situação de trabalho com as diferentes partes representadas numa arquitetura computacional. Estes conhecimentos,

armazenados na memória do simulador, não são fortemente limitados a certas situações específicas (resolução de problemas, por exemplo), eles declaram e examinam as hipóteses do sistema e testam a validade dos comportamentos registrados observados.

5. Conclusão.

Pode-se dizer que a simulação cognitiva é um paradigma nas ciências cognitivas. Ela é motivada pela necessidade de engrandecer o domínio de aplicação da psicologia cognitiva às situações reais. Nesta perspectiva, ela integra vários campos de pesquisa tais como: a psicologia (análise dos raciocínios), a ergonomia (a aplicação dos métodos de análise do trabalho) e a Inteligência Artificial (por exemplo, os formalismos na representação dos conhecimentos).

Por outro lado, foi mostrado também, os diferentes modelos cognitivos construídos com a finalidade de evidenciar e simular o comportamento humano na realização de uma tarefa. Neste sentido, observa-se que os modelos mais influentes da psicologia cognitiva, utilizam um formalismo oriundo da matemática (modelos estocásticos), da lógica (lógica proposicional, lógica difusa, etc) e sobretudo da informática (Inteligência Artificial).

Enfim, foram apresentadas as diferentes considerações na modelagem do comportamento humano, a utilização do simulador cognitivo e como esta pode ser validada nos estudos de confiabilidade.

SEGUNDA PARTE - O QUADRO TEÓRICO DO MODELO

Capítulo 2 O quadro teórico.

1. Introdução.

O quadro teórico do modelo repousa em grande parte na teoria da cognição desenvolvida por Schank (1982): uma teoria da lembrança e aprendizagem. O quadro teórico proposto por Schank é principalmente orientado à solução de problemas por meio de analogias usando problemas (histórias ou exemplos práticos transformados em casos) previamente resolvidos. Isto envolve organizar, armazenar e recuperar informação da memória para, posteriormente, por meio de regras estratégicas, reconstruí-las.

A similaridade (de objetivos, por exemplo) tem um papel importante nesta teoria de resolução de problemas humanos. Esta teoria resolve problemas reunindo as características específicas de experiências passadas. Assim, um problema chega a ter uma solução quando suas características são reconhecidas como similares às características de um problema conhecido, de forma que, uma nova solução é encontrada ou gerada.

O objetivo deste capítulo é apresentar e explicar alguns conceitos teóricos básicos, que posteriormente serão utilizados e que justificam o desenvolvimento do trabalho. Estes conceitos consideram a atividade cognitiva do operador numa situação complexa de trabalho. Eles são desenvolvidos segundo o que entendemos por atividade e mais precisamente, como atividade cognitiva, situação e complexidade de trabalho.

Por outro lado, descrevemos as considerações em situações de supervisão de sistemas; as características, os fatores e os tipos de tarefas que o operador possivelmente encontra num ambiente de trabalho. Por último, fazemos uma ampla abordagem da teoria integrada do raciocínio baseado em casos e suas múltiplas aplicações.

2. A atividade humana.

O propósito desta seção é focalizar a atividade humana em uma situação de trabalho. Mais precisamente, abordar os aspectos cognitivos da atividade humana. Isto é, as atividades em termos de compreensão, raciocínio, resolução de problemas, etc. que são tratadas pelos mecanismos cognitivos do operador.

A curto termo, este trabalho reside na produção de conhecimentos suscetíveis de melhorar as condições do trabalho cognitivo do operador. Este é o campo de ação da Ergonomia Cognitiva (Hoc, 1990).

A Psicologia Cognitiva estuda os mecanismos subjacentes no comportamento humano. Tiberghien (1986) verificou isto, tratando os comportamentos como ponto de partida para atingir certas realidades inobserváveis e hipotéticas que têm por nome: representação, organização, conhecimento, etc.

2.1 A atividade cognitiva: definição e conceitos.

A tarefa segundo Leontiev (1972), pode ser definida como um objetivo a ser atingido, em condições fixadas e, a atividade como a sua realização. Ela depende das características do operador (aptidão) e de sua natureza (como é relatada e explicada).

Na realização de uma tarefa de controle de processo, o operador encontra dois tipos de problemas:

(1) Na indução de estrutura. Neste tipo de problema o operador identifica os diferentes índices de uma situação determinada, numa atividade de diagnóstico, para dar sentido a suas observações.

(2) Na transformação de estados. Neste tipo de problemas o operador parte de um estado inicial e deve alcançar um estado objetivo, ou um estado final, deslocando um certo número de operadores para atingir o novo estado.

Em Psicologia Behaviorista, a atividade é concebida pelas ações observáveis (conduta e comportamento) partindo do paradigma,

um **ESTÍMULO** ---> uma **RESPOSTA**

De fato, a atividade faz referência as ações inobserváveis. Assim, a preocupação da Psicologia Cognitiva é abrir a "**Caixa Preta**" para pesquisar, o que existe entre um estímulo e uma resposta.

Para desenvolver esta questão, que é parte de nossa pesquisa, será necessário considerar os modelos metafóricos de processamento e de tratamento da informação que um operador produz dentro de sua memória, e quais são os métodos ou procedimentos que ele utiliza para dar solução a uma situação determinada. Deve-se considerar, que a capacidade de solucionar um problema difícil, reside na capacidade de cindi-lo (dividi-lo), ou transformá-lo em problemas de ordem de inferior dificuldade (Newell & Simon, 1972). Fazer isto, sem total confiança na sorte, requer certo conhecimento da situação. Devemos ser capazes de deduzir ou imaginar, suficientemente, as conseqüências das características do problema para poder montar modelos mais simples da situação do problema (Vergara, 1990B).

Não basta captar dados brutos. Precisamos discriminar, reconhecer e identificar operações mentais que dependem de experiências passadas (casos ou histórias). Precisamos registrar temporariamente ou permanentemente a informação na mente, compreender seu significado, transformá-la de modo a ajustá-la às estruturas cognitivas preexistentes. Realizamos mentalmente operações lógicas, estabelecemos relações, fazemos inferências, analisamos e reestruturamos nossas representações mentais, formulamos hipóteses e planos de ação, tomamos decisões, valemo-nos de diferentes procedimentos para resolver problemas. Estes e outros trabalhos da mente recebem a denominação de "processamento de informação".

Ségundo o parágrafo anterior, as diferentes representações mentais de um operador podem ser simplificadas (na análise da situação) e, diversas atividades cognitivas poderão ser construídas: interpretação, diagnóstico, etc. Assim, alguns mecanismos de metaconhecimento e os elementos de ação serão modelados e agrupados em um conjunto de módulos que identificariam uma determinada atividade dentro de um processo.

As atividades cognitivas de um indivíduo não são uma soma de funções. O funcionamento cognitivo dele é análogo ao funcionamento de um sistema (Richard & George, 1986). Isto é, a atividade é abordada pelo tipo de atividades desenvolvidas (por exemplo, resolução de problemas), e não pelos tipos de funções cognitivas colocadas em prática.

O funcionamento cognitivo de uma pessoa, é uma descrição das atividades que iniciam estas funções e, estas são atividades mentais (Richard, 1990).

O desenvolvimento de nossa Simulação Cognitiva está apoiada sobre a avaliação, a resolução de problemas e a aprendizagem numa situação complexa.

As atividades cognitivas são definidas a partir de seus componentes (seus produtos, os objetos na qual atuam e, o início deles ou seus modos de realização) e correspondem a três questões: qual é o objetivo ? a partir de que ? e quais são os meios utilizados ?

Nesta concepção consideramos que existem três classes de atividades mentais: compreensão, raciocínio e avaliação.

(1) **A Compreensão:** construir interpretações.

O produto desta atividade é uma representação de uma situação de trabalho e, a partir daí tratamentos posteriores podem ser realizados como: a abstração e organização dos conhecimentos, a elaboração de hipóteses de ação e de tomada de decisão, etc.

Na compreensão podemos distinguir dois tipos de atividades:

i) *Compreender para aprender.* Nesta atividade é preciso construir uma rede de relações em vista a restituir ou modificar os conhecimentos existentes (reestruturação e enriquecimento).

ii) *Compreender para agir.* Nesta atividade é preciso construir um procedimento de ação para atingir um objetivo de uma atividade determinada.

O produto da interpretação é a explicação da união das características de uma situação. A identificação dos diferentes elementos de significação é produto da unificação das representações semânticas da memória com os elementos resultantes da interpretação.

Os objetos destas atividades são elementos fornecidos pela situação física. Estes podem representar o estado atual ou o estado objetivo de uma atividade particular.

Os meios a partir da qual construímos as interpretações são:

i) As estruturas de conhecimento existentes na memória que servem de base interpretativa.

ii) As inferências concernentes à existência dos objetos, as propriedades destes, a existência das relações entre eles e a realização dos planos de ação.

iii) As atividades de avaliação que permitem verificar as ações realizadas nas tarefas.

A compreensão pode ser particularizada por um cenário. Este pode ser construído por uma rede relacional utilizando conhecimentos muito gerais, concernentes às diferentes classes de situações a tratar. Eles contém diferentes tipos de informações e restrições, que são necessárias para construir uma determinada interpretação de um problema.

(2) O **Raciocínio** é produzido pelas inferências. A natureza destes produtos permitem distinguir duas classes de raciocínios do ponto de vista de sua finalidade: os raciocínios epistemológicos e os pragmáticos. Os resultados dos primeiros são utilizados para construir interpretações (diagnósticos, planificações, pesquisa de causas, identificação de responsabilidades, etc.), os resultados dos segundos são utilizados para deduzir os objetivos de ação, definir planos de ação e produzir uma seqüência de ações (Hoc, 1987; Richard, 1990).

Os elementos de informação, necessários para produzir o raciocínio são, de uma parte, as informações contidas na representação de uma situação e, de outra parte, os conhecimentos armazenados na memória. O estado de uma representação é o conjunto das informações no curso da construção de uma atividade.

Os raciocínios produzem inferências, de um lado, pelas regras que definem as condições de passagens de uma informação para outra e, de outro lado, na utilização dos conhecimentos compactados e armazenados na memória. Isto é, os cenários ou modelos de raciocínio.

O raciocínio por analogia é um modo de construção por **assimilação e correção de conhecimentos** na memória. Estes podem ser (representados em cenários ou regras) generalizados para criar um campo de conhecimento.

A analogia utiliza os conhecimentos que são generalizados. Estes são representados em cenários ou em marcos específicos que tratam situações particulares ("script").

A analogia trabalha, na solução de problemas, quando uma determinada situação não apresenta as condições exatas para a aplicação de um determinado cenário ou domínio de conhecimento, mas as condições apresentadas são semelhantes a uma situação acontecida. Isto é, em ausência de um apropriado conhecimento para um determinado problema, a analogia utiliza o conhecimento de situações passadas, de forma a propor uma solução ao problema ou realizar as correções necessárias.

De uma forma ou outra, é possível modelar o raciocínio analógico de maneira que seu funcionamento possa ser realizado em tratamento paralelo ou seqüencial. Uma possibilidade é que a extração de analogias se realize pela soma das ativações dos múltiplos elementos distribuídos. Os modelos cognitivos concebidos desta forma (modelo de Anderson, 1983) utilizam os mecanismos de ativação distribuídos. As características de uma situação servem como índices na pesquisa de informações na memória. As ativações produzidas pelas múltiplas características comuns se agrupam e, quando um nível de ativação de uma representação excede um limite (por exemplo, usando a similaridade métrica na avaliação dos fatos), esta representação vira disponível para tratamentos posteriores.

Segundo Decortis (1988), Holyoak e Koh em 1987 teorizaram que o mecanismo que ativa os elementos das representações da memória usa as características comuns e superficiais e, utiliza pouco as similaridades profundas e estruturais.

Estas hipóteses são extremamente interessantes ao observar um operador quando controla um sistema complexo e resolve problemas pouco definidos. Estes problemas demandam manipulações finas do processo e, sendo assim, os operadores utilizam analogias entre os problemas com certas similaridades. Para investigar as condições na qual o operador extrai uma base análoga de sua memória (por exemplo, um acidente passado na qual o operador conhece sua solução) e mostrar sua conveniência em relação a um problema novo (um acidente na qual o operador não conhece sua solução, por exemplo), é necessário testar os diferentes tipos de similaridades. Estas manipulações demandam uma análise do processo de resolução de problemas por analogia, da seguinte forma:

i) Uma decomposição das analogias em características elementares e uma definição do nível de abstração destas características. Por exemplo, no nível de abstração baixo, dois acidentes dividem uma variedade de detalhes similares que não alteram a realização do objetivo geral. Num nível mais abstrato, os dois acidentes

dividem similaridades estruturais e funcionais que colocam em jogo as relações causais mais profundas.

ii) Uma decomposição das propriedades e relações do problema objetivo e base. Por exemplo, os objetivos, os meios e suas restrições.

Finalmente, a coleta e análise dos dados permitirá extrair:

- como os operadores representam suas relações analógicas;
- quais são as características (objetivos, propriedades e relações) em correspondência;
- qual é o nível de abstração destas características;
- age o operador de características específicas e detalhadas ou de características que atingem mais a estrutura profunda do problema;
- como o operador utiliza a analogia para gerar uma solução a um problema objetivo.

A analogia é uma forma de raciocínio que pode ser tratada de diferentes formas, mas do ponto de vista da psicologia se caracteriza por (Schank, 1982; Kolodner, 1983B; Richard, 1990; Hoc, 1990):

- i) Uma heurística geral de fazer hipóteses para posteriormente testá-las;
- ii) Pelas estratégias utilizadas na realização de uma atividade;
- iii) Pela transferência de um domínio de conhecimento conhecido a situações similares e, eventualmente, ajustar estes procedimentos em função aos resultados de sua aplicação à situação apresentada (processo de compreensão), e
- iv) Pela transferência de um procedimento conhecido de uma situação ou de um conjunto de situações, à uma situação similar, cujos atributos não são todos identificados no domínio.

A analogia é um processo que reforça o processo de aprendizagem pela retroalimentação das informações que se reconstruem por assimilação de novos fatos. A aprendizagem constitui uma tarefa de compreensão finalizada por uma tarefa de memorização e, a aprendizagem pela ação é o resultado das atividades de memorização e de raciocínio, que consiste em formar hipóteses, testá-las, generalizá-las e, modificar as representações existentes (Schank, 1982; Kolodner, 1983A/B; Hoc, 1990; Richard, 1990).

3) As atividades de avaliação.

Os produtos das atividades de avaliação são os julgamentos que determinam como se situa um objeto ou uma situação sobre uma norma.

As informações utilizadas pelas atividades de avaliação são as informações dos objetos ou das situações e, de outra parte, as normas ou os critérios considerados na avaliação.

Um aspecto importante desta atividade é a "**detecção dos incidentes**" e a "**detecção de impasses**". Em efeito, a detecção dos incidentes permite diagnosticar um erro por meio de um procedimento e, levantar o processo de correção. A detecção de impasses é a base da entrega das representações, na medida em que ela manifesta que o estado na qual nós encontramos é um estado já pesquisado e, realmente não temos progredido na solução do problema.

A função de controle, na memória, é realizada por uma grande quantidade de atividades. Não existe um mecanismo geral de controle que faz a tarefa de supervisor (Hoc, 1987; Richard, 1990). No tratamento de uma atividade, o controle apresenta dois componentes: os conhecimentos gerais sobre as diferentes classes de situações e os elementos de informação próprios da tarefa para saber os objetivos e os planos de ação. O primeiro levanta a recuperação dos conhecimentos e mantém as informações na memória e o segundo realizam a atividade de compreensão e raciocínio.

2.2 Os processos cognitivos no controle de tarefas: a noção de procedimentos e de estratégias.

A natureza de uma situação é determinada pela confrontação do sistema cognitivo de um operador na realização de sua tarefa. A classificação de Rasmussen (1976), constitue um bom auxílio no estudo dos processos cognitivos. No entanto, é conveniente utilizá-lo com certa flexibilidade.

Em efeito, a interação entre os processos cognitivos do operador e as características de uma tarefa podem dar lugar a toda uma continuidade de situações. Isto é, entre a execução de uma tarefa e a elaboração de uma estratégia de resolução de problema, se situa todo um conjunto de situações e, diferentes tipos de atividades se combinam.

O objetivo da atividade de um operador, em uma tarefa determinada, é aplicar um procedimento adequado a fim de poder realizá-la.

Hoc (1987) definiu um procedimento como um conjunto de operações prontas para atingir um objetivo determinado. Três tipos de operações integram um procedimento:

- (1) As transformações que fazem passar os objetivos de um estado para outro;
- (2) As propriedades dos estados, que têm por objetivo reconhecer um estado particular para realizar uma ação, e
- (3) A seleção dos tratamentos que permitem determinar em todo momento qual será o seguinte passo a executar.

A importância de cada uma destas operações varia segundo seu procedimento e a execução deles é feita por uma estrutura de controle.

Quando um operador realiza uma tarefa e não conta com um procedimento adequado, ele ativa seus mecanismos cognitivos da memória e desenvolve toda uma atividade de resolução de problemas. Esta atividade compreenderia dois aspectos essenciais:

- a compreensão da tarefa para construir sua representação;
- a elaboração de um procedimento para orientar uma estratégia de resolução de problemas.

Na compreensão de uma tarefa, o operador representa o problema segundo as características do problema e sua estrutura de conhecimento. Isto é, ele caracteriza o problema em três categorias de elementos que definem o problema:

- (1) O estado inicial;
- (2) O estado final ou o objetivo a atingir e,
- (3) As transformações ou os operadores de estados.

Segundo Newell e Simon (1972), a partir de um nível mínimo de compreensão, corresponde uma simples definição do estado inicial do problema. Esta representação é construída pelas reestruturações sucessivas de fatos até interpretar as três categorias de elementos do problema.

Esta representação constitui o **espaço do problema** (Newell & Simon, 1972) que o operador exploraria até identificar uma solução para o problema. Este espaço

pode ser observado como um gráfico, que representa um conjunto de estados e uma ou várias soluções podem ser encontradas (informação detalhada em Vergara, 1990B).

Normalmente, um procedimento inclui uma porção de estratégias de resolução de problemas, porque elas agem de heurísticas e utilizam meta operações que são desenvolvidas para orientar a pesquisa de uma solução. Assim, podemos distinguir dois tipos de categorias de estratégias:

(1) As **estratégias de produção de resultados** e as **estratégias de produção de programas**. As primeiras, são baseadas na satisfação de um objetivo determinado e, as segundas, baseadas na concepção de um procedimento.

(2) As **estratégias ascendentes** e as **estratégias descendentes**. As primeiras são dirigidas pelos fatos e, as segundas, pelos conhecimentos esquematizados.

A natureza destas estratégias depende do tipo de compreensão e de representação do problema que o operador tem sobre ele. No entanto, podemos distinguir outros tipos de categorias de estratégias em controle de processos. Estas são identificadas nos problemas de indução de estruturas, nos problemas de transformação de estados e, nas estratégias de tipo de meios e fins.

A união destes processos cognitivos necessitam dos recursos dos conhecimentos concernentes as propriedades dos objetos e de seus procedimentos. Estes conhecimentos armazenados constituem as **estruturas cognitivas** que posteriormente, de forma sintética, serão abordadas.

2.3 A lembrança no processo de resolução de problemas.

A memória dos especialistas não só está organizada como um sistema de regras. Elas são bibliotecas de experiências. Além disso, estas bibliotecas são adaptáveis a certas situações. Por exemplo, quando uma nova experiência aparece, esta não pode ser simplesmente adicionada para a memória como uma experiência simples. Uma experiência nova pode modificar, substituir, ampliar ou produzir perturbações nas experiências alocadas na memória. Aprender da experiência significa mudar, o que você conhece, para alocar um novo conhecimento dentro de sua memória.

Um fenômeno que espalha muita luz dentro da comunidade de pesquisadores é o problema da recuperação de fatos e nossa habilidade para aprender, a partir do fenômeno da lembrança (Riesbeck & Schank, 1989). A lembrança é um aspecto crucial na pesquisa do funcionamento da memória humana e, realmente, esta tem recebido

pouca atenção pelos pesquisadores neste domínio. As pessoas lembram de uma pessoa para outra, de uma construção para outra e assim por diante. Mas, um aspecto significativo dentro do processo da lembrança é que este ocorre através de diferentes situações. Por exemplo, um objeto pode fazer você lembrar de outro.

Por que isto acontece ? Lembrança é o caminho de como entendemos e este é a rota de como aprendemos. A lembrança diz acerca da natureza e organização de nossas experiências. Entender alguma coisa nova, significa encontrar algo em memória para descrevê-la. As pessoas não entendem do vazio. Entendemos de museus em termos de outros museus que temos visitado. Também, entendemos de eventos passados, quando recuperamos uma informação que foi perdida por outros eventos com similares características. Num processo normal, entender uma situação significa encontrar pelo menos algum evento que descreva esta situação em memória para poder processá-la. A organização da memória de um sistema depende do entendimento de novas situações em termos de situações previamente processadas.

Uma experiência que permite você lembrar de outra experiência é de muita importância para alguma teoria do processo de entendimento humano e de memória. Quando as pessoas lembram de coisas, durante o curso natural de uma conversação, ou quando lêem, ou quando vêem alguma coisa, elas primeiramente processam as entradas ou características do evento. Mas, isto acontece quando chegamos a um evento lembrado (uma experiência) semelhante de forma racional ou acidental. Em ambos casos, a lembrança mostra alguma coisa significativa acerca da natureza da estrutura da memória e do processo de entendimento.

Logo:

- quando encontramos um episódio na memória, devemos perguntar-nos como sabemos da existência deste episódio e,
- quando uma explicação de uma lembrança vai acidentalmente na direção de um episódio, nos perguntamos, porque ele aconteceu e se ela tem uma relevância sobre nosso sistema de processamento de informação.

A união destas duas explicações fornecem um método pela qual a lembrança ocorre. Durante o processamento de uma informação, não observamos conscientemente um episódio particular em memória, porque não conhecemos explicitamente sua existência. Para processar uma nova experiência, devemos encontrar as estruturas da memória que armazenam as experiências que tenham uma forte relação com esta nova

experiência. Assim, a lembrança acontece quando encontramos a estrutura mais apropriada na memória, que nos ajuda na compreensão da situação apresentada.

Um fato óbvio, no processo de lembrar, é que o conhecimento mais específico de uma situação produzirá uma forte lembrança no curso de processamento de novos fatos desta situação (Riesbeck & Schank, 1989). Por isso, especialistas em domínios específicos podem lembrar situações passadas, porque estas estão diretamente ligadas com suas experiências.

Por exemplo, por que algumas pessoas lembram corretamente o procedimento de preparar um prato de comida e outras não ? A resposta, obviamente, é que nem todas as pessoas têm os conhecimentos dos especialistas em arte culinária. Isto faz pensar algumas coisas importantes acerca da memória: "*usamos o que conhecemos para ajudar-nos a processar o que recebemos*". Neste sentido, esperamos que um especialista tenha categorizado suas experiências, de tal forma, que elas estão disponíveis no processamento de novas experiências.

Um especialista está constantemente recebendo novas informações e entendendo-as em termos de informações previamente processadas. Entendemos em termos do que já compreendemos. Mas, esta visão de entendimento tem sido vista superficialmente por psicólogos interessados na cognição humana ou, por pesquisadores de I.A. em sistemas especialistas ou de apoio à decisão. Por exemplo, para construir um sistema especialista colocamos o conhecimento compilado de um especialista, isto é, as regras que ele usa quando realiza sua tomada de decisão que reflete sua experiência. Esta abordagem tem a vantagem de ser metódica e ordenada e, sua desvantagem é que ela não permite reconhecer o que ele conheceu. Concluindo, esta situação provoca uma dificuldade na aprendizagem. O processo de resolução de problemas das pessoas é muito mais complexo.

Uma alternativa de solução seria tentar modelar a memória bruta do especialista. Neste sentido necessita-se criar um conjunto de categorias de subdomínios no campo de conhecimento do especialista com regras para realizar as modificações automáticas destas categorias. Tal sistema processaria novas experiências em termos de um relacionamento estreito com as experiências passadas disponíveis. Neste contexto, encontrar um episódio, dentro da memória, com fortes ligações superficiais ou estruturais de uma situação inicial, provocaria uma lembrança. Assim, o novo episódio será indexado na memória em termos do velho episódio e novas categorias de

conhecimento serão construídas, porque as velhas categorias são inúteis ou de pouco uso, ou porque as expectativas contidas dentro deles são incorretas.

Um especialista é uma pessoa que lembra experiências passadas no processamento de novas experiências. Neste sentido, todos somos especialistas e, especialistas de nossas experiências. Todas as pessoas devem utilizar algum sistema de categorias e de regras para modificá-las na interpretação de uma situação.

Uma importante consequência do fenômeno de lembrança é que ele altera nossa visão do que significa entendimento. Por exemplo, quando pela primeira vez visitamos um supermercado havendo visitado antes um outro supermercado observamos que somos confrontados com uma nova situação na qual tentamos entender. Dizemos que uma pessoa entende uma experiência quando ela fala "Ah! Eu visitei este supermercado; ele é exatamente igual ao outro que já conhecia". Assim, ele usa sua informação acerca de um supermercado para auxiliar na busca da informação que por ventura encontrará em outro supermercado.

Colocando esta teoria de outra forma podemos esperar que uma compra realizada, ou oferta encontrada em um supermercado, pode induzir a pessoa a lembrar de outro supermercado. Assim, entender, significa lembrar um certo evento muito relacionado com uma experiência previamente acontecida. Desta forma, o processo de lembrança não é um processo aleatório (Schank, 1982), porque as estruturas que estamos usando para processar uma nova experiência, são as mesmas estruturas que estamos usando para organizar a memória.

Encontrar uma experiência específica para explicar uma outra é o que denotamos por entendimento. Isto significa que as estruturas da memória episódica e processamento de estruturas são a mesma coisa? A resposta é sim (Riesbeck & Schank, 1989). Nesta visão, os scripts, os planos de ação e outras estruturas que são de uso no entendimento são úteis no armazenamento e na organização da memória. Estas estruturas existem para ajudar-nos a dar sentido do que temos visto e vamos ver. Assim, as estruturas da memória para armazenamento e o processamento de estruturas, na análises de informações do exterior, são exatamente as mesmas estruturas.

Segundo esta visão, é possível lembrarmos de eventos similares. Considerando-se que memória e processamento de estruturas são a mesma coisa. Colocar um evento num lugar relevante na memória para processá-lo será a experiência mais adequada para tratar outra. Assim, a descoberta de um conjunto coerente de princípios (o que é

igual a lembrar) é um passo crucial na construção de um perito em sistemas de apoio à decisão.

Nesta perspectiva duas questões podem ser levantadas:

- (1) Quais são as categorias ou classes de estruturas da memória?
- (2) Como são formados e usados os índices na organização de uma memória dentro de uma estrutura?

Uma terceira questão poderíamos adicionar, porque nem toda lembrança é limitada dentro de uma determinada estrutura de memória num determinado contexto (por exemplo: museus, restaurantes). Algumas lembranças podem acontecer através de tais estruturas. Assim, a questão é:

- (3) Como uma memória organizada pode permitir a lembrança de alguma coisa que deveria naturalmente ser classificada numa estrutura diferente ?

No estudo da lembrança examinamos como uma memória relevante pode ser trazida no processamento de estruturas. Neste sentido, a lembrança ocorre, desta forma: quando queremos fazer um conjunto de predições sobre uma determinada situação, uma estrutura relevante é trazida da memória para sua interpretação. Assim, um casamento de fatos deve produzir-se na base de uma identidade, entre a estrutura ativa e a originalmente usada para processar o episódio lembrado.

Finalmente, a questão é, podemos sempre alcançar a lembrança de alguma coisa que não faz uma ligação de fatos numa estrutura idêntica ? A resposta é óbvia, as pessoas podem lembrar eventos através de estruturas contextuais limitofes.

Existe um número variado de cruzamentos de informações entre entidades contextuais e cada uma delas pode levar-nos a uma lembrança. Por exemplo, a lembrança baseada em objetivos, ou em planos de ação, ou através de múltiplos contextos, etc.

O processo de pesquisar informações numa memória depende do conjunto de estruturas que, adequadamente, descrevam o conteúdo de uma memória e, do conjunto de índices que apontem as características mais usuais desta estrutura.

Lembrança, então, é um fenômeno significativo que tem muito a ver com a natureza da memória. Por exemplo, como ela esta organizada e como se dá seu processo de aprendizagem e generalização de estruturas. Uma memória tem um

conjunto de estruturas que identificam um conhecimento específico e estas não são fixas. Assim, novos conhecimentos podem ser assimilados.

2.4 As estruturas cognitivas: o conceito de esquema. ✓

Diferentes modelos de estruturas de conhecimentos foram desenvolvidos e cada uma delas resultou de grande importância nos diferentes domínios de estudo:

- os **scripts** de Schank e Abelson (1977), para a compreensão de textos;
- os **frames** de Minsky, Winston (1975), para o reconhecimento de formas;
- os **esquemas** de Rumelhart, Norman e Bobrow (1975), para a compreensão da linguagem;
- os **MOPs** (**M**emory **O**rganization **P**ackages) de Schank (1982), aplicado a bases de conhecimento que mudam dinamicamente e,
- os **TOPs** (**T**hematic **O**rganization **P**oints) de Schank (1982), aplicado, também, a bases de conhecimento que mudam dinamicamente.

Estas estruturas dividem numerosos aspectos em comum. Mas, atualmente, os esquemas são o pilar da estrutura do conhecimento.

O conceito foi definido por Bartlett em 1932 e, a partir desta definição, outros autores nos anos 1970 desenvolveram novas teorias, dentro eles Piaget (1947).

Para Piaget (1947), o desenvolvimento e começo da inteligência partem do processo de **assimilação/acomodação** de fatos na memória. Isto é, uma ação real necessitaria de uma assimilação de um esquema existente e sua apreensão seria dirigida por um sistema de espera. Assim, toda aquisição de conhecimento se traduziria na acomodação de uma informação a um esquema anteriormente construído, dando lugar a uma nova situação.

Em geral, os esquemas podem ser definidos como uma estrutura de dados que permitem representar os conceitos armazenados na memória. Em outras palavras, eles têm um conjunto de estruturas de informação generalizadas que descrevem como e onde um conjunto de ações tomam lugar. Também, eles têm uma configuração organizada de sabedoria, derivada da experiência e que servem para interpretar novas realidades. Especificamente, eles têm duas características importantes:

- (1) A informação das atividades que acontecem e,
- (2) A informação física sobre o cenário.

Segundo Falzon (1986), um esquema é a união organizada de objetivos ou variáveis que podem representar diferentes ações a realizar (estados a atingir). Dentro de um esquema são associados uma grande quantidade de informação que definem uma situação e, um conjunto de valores restringem as variáveis definidas. Estas restrições são especificadas para cada variável do esquema. Elas têm duas funções importantes:

(1) O estabelecimento das ligações entre as características de uma situação determinada, e assegurar que a aplicação do esquema armazenado na memória possa ser aplicado a uma determinada situação específica.

(2) A inferência dos dados ausentes quando as entradas não são especificadas. Assim, valores por "default" podem ser utilizados.

Também, podemos atribuir duas funções principais aos esquemas, a partir do tratamento da informação e da produção de inferências:

(1) Uma função cognitiva de ajuda a compreensão das situações.

(2) Uma função que guie uma ação a realizar.

Os esquemas, teoricamente, se desenrolam em duas etapas:

i) *Pela invocação do esquema.* O processo de ativação dos fatos armazenados num esquema pode ser realizado pelas características de uma situação determinada (dirigidos pelos fatos) ou pelos esquemas já evocados (dirigido pelos conceitos).

ii) *Pela ativação instantânea de um esquema.* Um esquema ativado permite efetuar uma pesquisa dirigida pelas características da situação. Assim, ele desenvolve um processo de casamento entre estas e os fatos do esquema para logo proceder a substituir estes últimos. Esta etapa é dirigida pelos esquemas evocados.

No curso de tratamento de uma situação, estas duas etapas podem ser renovadas várias vezes. Em efeito, depois de recolher as informações, os esquemas são evocados na base dos dados incompletos, permitindo desta forma, iniciar rapidamente o tratamento. Um esquema evocado não constitui uma hipótese de interpretação que pode ser aceita ou rejeitada, em função da qualidade de sua adequação aos dados.

Schank (1982) observou que os esquemas não são armazenados em memória como tais. Eles são reconstruídos a partir das estruturas mais gerais e esquemáticas: os **módulos de organização da memória (MOPs)**. A formalização destes módulos, concernente as estruturas e os processos cognitivos é representado na Fig. 1. Esta rede

hierárquica teria um conjunto de esquemas relacionados e agrupados segundo suas diferenças (informação detalhada em Vergara, 1990B).

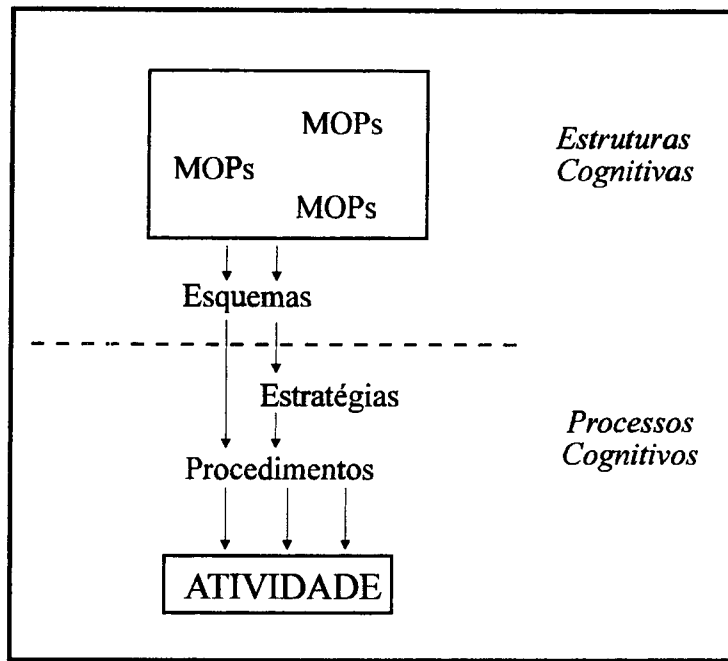


Fig. 1 - A formalização das estruturas e dos processos cognitivos.

As transformações dos esquemas, por meio da experiência, se produz com o curso da repetição de uma atividade (processo de enriquecimento). Anderson (1983) descreve estes processos em três etapas:

(1) Uma etapa declarativa, que corresponde a aquisição dos fatos brutos (do domínio a tratar), sob a forma de conhecimentos declarativos;

(2) Uma etapa de compilação dos conhecimentos que compreende dois processos:

- a composição, que permite encadear (de forma seqüencial) vários tratamentos e,

- os procedimentos, que permitem utilizar as regras de tratamento, sem evocar os conhecimentos declarativos.

(3) e, uma etapa procedural, que permite a utilização acelerada das regras de tratamento.

A atividade em análise, o controle da distribuição e manutenção da rede de energia elétrica, se situa num ambiente complexo e corresponde às atividades de

diagnóstico, planejamento e de supervisão de sistemas. No entanto, o que é um ambiente complexo ? e, o que os pesquisadores têm proposto para determinar as atividades cognitivas em situações de controle de sistemas ?

2.5 As situações de controle de sistemas.

Para Wood (1988), a complexidade não existe em si. Ele propõe tratar a complexidade considerando as características próprias do sistema e as representações feitas pelo operador na realização de sua tarefa. Também, ele afirma que a presença de vários operadores é um fator de complexidade em uma situação de trabalho (ver Fig. 2).

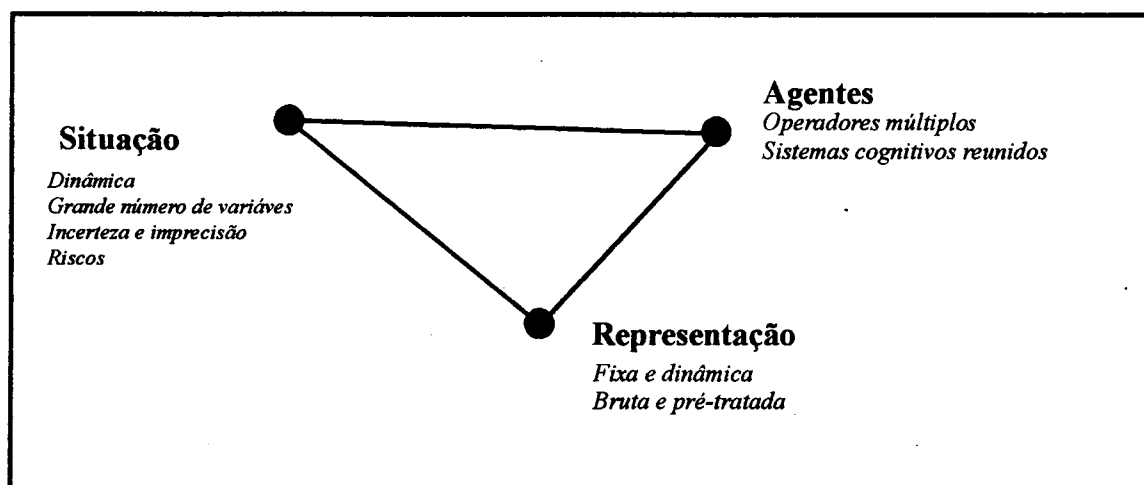


Fig. 2 - Os Fatores que contribuem para a complexidade e a dificuldade na resolução de problemas (Wood, 1988).

De Keyser (1988) considera que a complexidade, nos processos contínuos, encontra-se no ambiente onde o operador executa suas tarefas. Este é composto por:

- muitas variáveis em interação;
- uma dinâmica temporal;
- objetivos poucos claros e por sua vez conflitivos e,
- em certos casos, riscos elevados.

Para Leplat (1988), a complexidade encontra-se nas interações entre a tarefa e o operador. Ele afirma que a complexidade depende da tarefa (por exemplo, as instruções mais ou menos finas para a realização da tarefa, o tempo de aprendizagem da tarefa, etc.), e das características do operador (por exemplo, as habilidades, a pluralidade do sistema cognitivo, etc.).

Assim, em situações reais de trabalho necessitamos levar em conta o contexto no qual o operador se encontra e, localizar as ações e suas interações na resolução de problemas.

2.6 As situações de supervisão de sistemas.

Sheridan (1988) esquematizou todo um horizonte nas situações de controle de processo mais ou menos automatizadas.

A tarefa de controle da distribuição e manutenção da rede de energia elétrica, e sua supervisão em relação ao esquema de Sheridan, não é realmente uma situação de controle de procedimentos, na medida em que não existe um produto a ser fabricado. No entanto, podemos pensar que esta será do mesmo tipo nas situações de controle de procedimentos.

Os modelos úteis da Engenharia Cognitiva são centrados nos processos de tratamento de informação elaborados pelo operador. O postulado subjacente esclarece que toda condução de um sistema de trabalho, em particular dos dispositivos de apresentação da informação, devem ser compatíveis com a estrutura da atividade cognitiva do operador e suas representações mentais, que eles têm usado para realizar sua tarefa (Pavard, 1991).

Os modelos de análise do desempenho humano, elaborados nesta corrente, estão baseados na análise dos processos de tomada de decisão. Isto é, uma situação de resolução de problemas. No problema a tratar, os operadores encontram-se nestas situações em todo momento. Estes são estados de solução na qual o operador representa a tarefa, sem dispor de um procedimento admissível para atingir um objetivo (Hoc, 1987). As características seguintes estão presentes nestes modelos:

(1) O comportamento do operador está representado por uma seqüência de tratamentos que são geralmente: a supervisão e tomada de informação sobre o estado do sistema, a interpretação destas informações, a planificação e execução das ações a tomar, e finalmente, a avaliação dos resultados destas ações.

(2) Em situação de resolução de problemas, o operador funciona num nível de conhecimento diferente do normal. Por exemplo, nesta situação, o operador utiliza conhecimentos sobre os princípios estruturais e funcionais na base do sistema (conhecimentos superficiais), e conhecimentos gerais (conhecimentos profundos).

O conhecimento superficial é de tipo declarativo e corresponde ao conhecimento de "saber fazer". Este conhecimento é adquirido pela experiência e não permite concluir (limitação) em casos complexos, porque seus coeficientes de plausibilidade utilizados, em casos de incerteza, são poucos interpretáveis. Por outro lado, o conhecimento profundo corresponde ao conhecimento do "saber", isto é, um conhecimento do tipo analítico, proveniente de teorias, princípios básicos e axiomas. Estes são precisos e permitem fazer boas conclusões em casos difíceis.

(3) São preditivos a erros humanos.

Conforme a situação, um operador dispõe ou não de um procedimento para tratar o problema. Rasmussen (1974, 1984, 1988) desenvolveu um modelo do processo de tomada de decisão. O modelo inclui uma análise cognitiva da tarefa de supervisão de uma atividade. Ele considera o nível de formação e de experiência do operador na construção do modelo (ver Fig. 3). Segundo este modelo a seqüência de tratamentos é a seguinte:

(1) A ativação do operador é provocada pela necessidade de adquirir informação antecipadamente do sistema;

(2) A ativação conduz o operador a observar e recolher a união dos fatos;

(3) Os fatos analisados identificam o estado do sistema;

(4) A partir desta identificação, as evoluções possíveis do sistema são avaliadas em referência com as suas exigências. Isto é, a avaliação será uma função dos objetivos específicos e gerais do desempenho do sistema;

(5) Em função desta avaliação, o estado objetivo do sistema é escolhido;

(6) Para atender este estado objetivo, o operador define uma ou várias tarefas que devem cumprir em função dos recursos e meios que têm a sua disposição;

Os procedimentos necessários para a realização desta tarefa são determinados, planejados e executados.

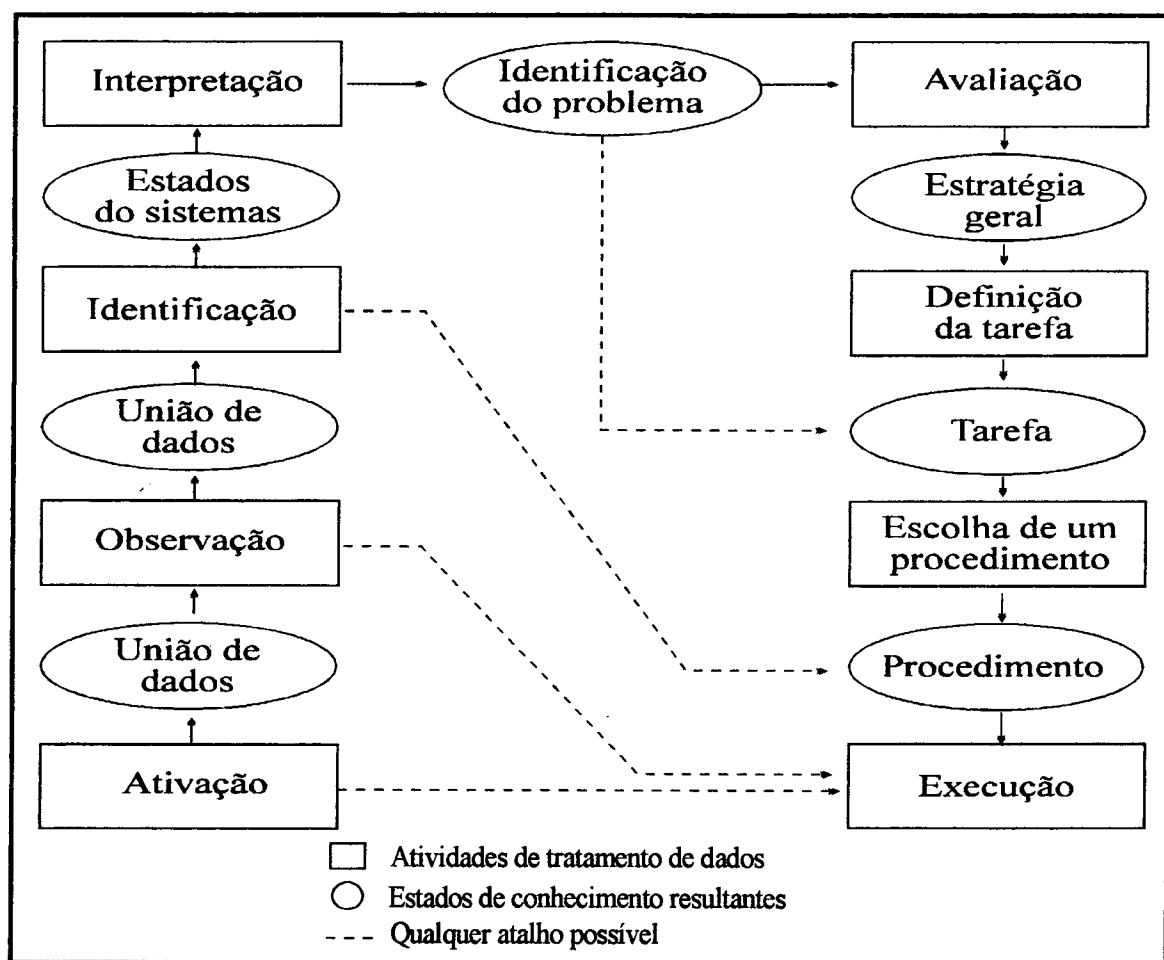


Fig. 3 - O modelo de funcionamento do operador (Rasmussen, 1974).

Seis etapas principais podem ser distinguidas neste modelo:

- (1) **Deteção:** O operador toma conhecimento de uma anormalidade de um incidente, de um desvio em relação à situação "estabilizada", considerada normal.
- (2) **Discriminação:** Fase de aquisição seletiva de informações. O operador focaliza sua atenção sobre os valores assumidos por certos parâmetros e sobre sua evolução.
- (3) **Diagnóstico:** O operador tenta atribuir um significado aos dados da situação que ele julga pertinente e interpreta o estado do processo.
- (4) **Resolução de problemas:** Quando o diagnóstico foi estabelecido, o operador examina, em função dos objetivos preestabelecidos e de um certo número de outros critérios (características da situação, avaliação do custo de alternativas, etc.) as estratégias a serem desenvolvidas.
- (5) **Tomada de decisão:** O operador escolhe uma estratégia de ação e planifica sua atividade de maneira a atingir o objetivo que ele fixou.
- (6) **Ação:** O operador executa seu plano de ação e controla o resultado de sua atividade.

Estas etapas podem ser realizadas simultaneamente. No entanto, todas elas não necessariamente são ativadas, elas dependem da experiência do operador.

Um ponto de vista avançado para diferenciar a natureza dos tratamentos elaborados pelo operador, em situações conhecidas ou problemáticas, são os tipos de conhecimentos evocados, quando uma situação é reconhecida como familiar. Desta forma, as regras apropriadas são ativadas e executadas no tratamento desta situação. Em caso contrário, quando uma situação é desconhecida (pouco familiar), ou pouco estruturada (incerta), o operador constrói um procedimento de resolução de problema apropriado, ao problema apresentado, utilizando os conhecimentos gerais.

Do modelo sequencial de tomada de decisão, Rasmussen (1984) derivou um segundo modelo, que leva em conta os processos de tratamento da informação do operador. Estes processos são hierarquizados em três níveis. Estes são: o comportamento baseado nas habilidades ("Skill-Based Behavior"), o comportamento baseado nas regras ("Rule-Based Behavior") e o comportamento baseado nos conhecimentos ("Knowledge-Based Behavior") (ver Fig. 4).

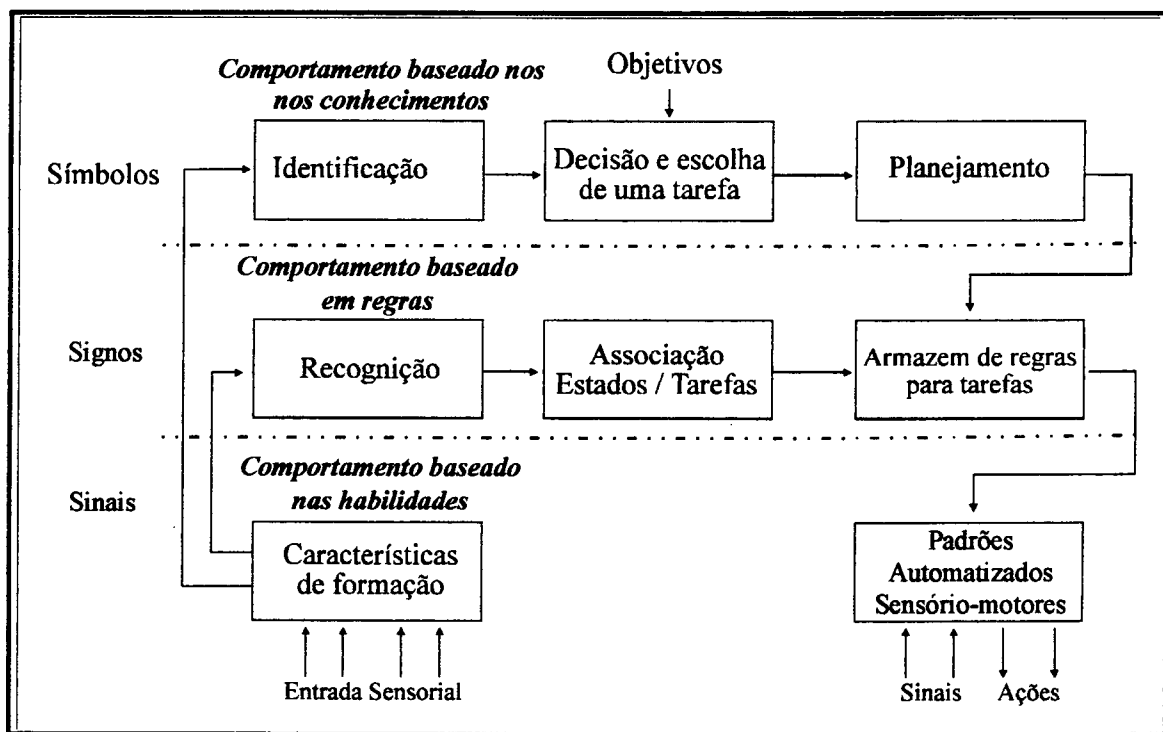


Fig. 4 - O processo de Tratamento da Informação elaborado em função dos níveis de comportamento (Rasmussen, 1984).

O nível de comportamento inferior está baseado nas habilidades dos processos sensorio-motores altamente automatizados. Este é realizado (sem controle consciente) por um processo cognitivo de ordem superior. O operador atua da mesma forma que um sistema de controle contínuo sobre a união de várias variáveis ou sinais espaço-temporais. Isto é, o comportamento é totalmente automatizado, da observação à execução, sem nenhuma etapa intermediária, de interpretação e de planificação.

O nível intermediário, baseado em regras, leva em conta o comportamento do operador no reconhecimento de situações. Neste nível, são associados às regras dos especialistas ou às instruções prescritas pela organização do trabalho. Isto é, a pessoa tem um comportamento superficial. O conhecimento é feito por associações: "situação/ação". Assim, as informações tratadas são estereotipadas correspondendo aos estados, eventos, tarefas, etc. Quando as regras não podem ser utilizadas para tratar uma situação, o operador é conduzido a funcionar no nível superior a fim de formular um plano apropriado às características da situação.

O tratamento da informação no nível superior é "laborioso" e necessita de todas as etapas do processo de tomada de decisão. Cada etapa depende dos resultados de sua precedente. Segundo Rasmussen (1984), os operadores tratam, neste nível, das informações na base de uma representação explícita (modelo mental), da estrutura e do funcionamento do sistema em controle.

Enfim, este modelo mostra os diferentes níveis de comportamento do operador, quando ele é confrontado em uma situação conhecida (o operador seleciona certas regras pertinentes em relação ao problema), ou em uma situação desconhecida (o operador recorre a seus conhecimentos sobre os princípios estruturais e funcionais do sistema, ou sobre as leis da física).

3. Ambiente humano.

O objetivo desta sub-unidade é descrever as principais características do ambiente que influenciam nas atividades do operador num posto de trabalho.

Em Psicologia do Trabalho e Ergonomia, existem numerosos estudos sobre a atividade humana em situação de trabalho. Estes estudos abordam múltiplos temas como confiabilidade humana, planificação temporal, resolução de problemas, etc. Há muito interesse nos aspectos da interface homem-máquina e da cooperação entre homem-sistema. No entanto, poucos estudos têm levado em consideração os diferentes

aspectos na dimensão coletiva e Hoc (1990), observa que realmente existem poucos trabalhos sobre a cooperação homem-homem.

Para trabalhar na dimensão coletiva é necessário passar por uma análise granulométrica mais fina e, é necessário responder a perguntas como: **quem ?** (são as pessoas), **porque fazem ?** (tais tarefas) e a **partir de que ?** (qual é o princípio). Por outro lado, na concepção cognitiva é necessário responder: como os operadores adquirem o controle de suas habilidades ? Como os operadores podem detectar e diagnosticar falhas ? Que espécie de informação pode auxiliar ao operador ? etc.

3.1 A célula dinâmica do trabalho.

Para chegar a estes limites, podemos apresentar a noção que permite levar em conta as pessoas envolvidas nas tarefas que executam. Fala-se da Célula dinâmica do trabalho, cuja definição (Courtex, 1991) é a seguinte:

- ela se define a partir da missão **M**;
- ela agrupa um ou vários operadores;
- o número de elementos formando esta união é variável;
- os operadores que formam esta união têm funções próprias não necessariamente ligadas à **M**;
- elas participam na execução de uma missão **M**, em função das solicitações humanas e/ou materiais;
- as intervenções podem ser de natureza diferente: interpretação e transmissão de informação, ações da demanda, etc.

3.2 A intervenção.

Esta noção permite identificar as pessoas envolvidas e descrever suas relações funcionais (ação, informação, etc.). Ela não leva em conta os meios utilizados para realizar a missão. De outro lado, ela não permite a apreensão dos processos cognitivos ativados, nem faz referência à noção da missão. De fato, a missão depende dos diferentes tipos de tarefas.

3.3 Os tipos de tarefas.

Segundo Savoyant (1983), a atividade de um equipe pode (ou não) ser uma atividade coletiva. Assim, pode-se dividir as atividades da célula dinâmica do trabalho em tarefas, de acordo com a necessidade (ou não) de uma atividade coletiva.

(1) As tarefas individuais que não necessitam da atividade coletiva podem ter origens diferentes (por exemplo, as tarefas suscetíveis de serem realizadas por um indivíduo ou as tarefas de especialistas).

(2) As tarefas coletivas que necessitam das atividades coletivas e podem ser de origens diversas (por exemplo, as tarefas que incluem vários campos de conhecimento. Isto exige especialistas de diferentes disciplinas e tarefas que necessitam coordenações espaço-temporais).

3.4 A coordenação e os conhecimentos.

Na coordenação pesquisa-se os processos cognitivos que são evidenciados numa equipe de trabalho na realização de uma tarefa.

Savoyant (1977) pesquisou como passar da atividade individual à coletiva. A noção central é a **coordenação interindividual**, porque a característica manifestada é a comunicação verbal e a não verbal (Daniellou, 1983; Pavard, 1991).

Coordenar é ligar uma ação de um sujeito a outra ação de outro sujeito. Esta é uma noção interessante do ponto de vista metodológico, porque nela se manifestam as idéias, os juízos e os conhecimentos do operador. Assim, para coordenar, são necessários os conhecimentos específicos. Em particular, os conhecimentos de um operador sobre os conhecimentos de outro.

Segundo Kreckel (1982), a partir desta interação pode-se construir um conjunto de conhecimentos. Ou seja, neste processo existe uma transformação dos conhecimentos individuais em conhecimentos compartilhados.

De fato, os conhecimentos compartilhados são relativos aos conhecimentos de fenômenos, processos, causalidade de fatos, etc. Estes correspondem aos conhecimentos teóricos. Por outro lado, a parte operativa é referida aos conhecimentos processuais ou modos operativos. Estes são considerados como conhecimentos práticos e funcionais.

4. A simulação por meio de casos.

4.1 Uma teoria integrada na resolução de problemas.

Um dos objetivos da **I.A.** é de proporcionar ferramentas formalizadas para registrar os conhecimentos e as heurísticas dos sistemas cognitivos. Isto é, sistemas computacionais que representem o modelo de funcionamento e que manifestem o comportamento do sistema cognitivo dos seres humanos na realização de uma

determinada atividade. Por outro lado, a simulação deste sistema permitirá reproduzir o comportamento observado.

Muitos pesquisadores têm tentado construir o modelo do comportamento humano segundo a perspectiva behaviorista, por exemplo, decompondo todos os comportamentos do operador em uma seqüência de fatos elementares ou subtarefas e logo alocar a cada um destes, uma certa probabilidade de erro. Este tipo de abordagem, eficiente em termos de quantificação, tem sido questionado por muitos autores (Reason, 1990, de Keyser, 1987; Rasmussen, 1984), principalmente na base das considerações psicológicas. A perspectiva da modelagem cognitiva, considerada como um avanço no campo da cognição, trata o modelo do processo mental como o motor do comportamento do operador em uma maneira determinística, combinando considerações psicológicas de lógica formal e as teorias de tomada de decisão (Rasmussen, 1988; Bersini & Cacciabue & Mancini, 1988; Wood & Roth & People, 1987A).

Por outro lado, Almalberti (1990, 1991A/B) declarou, em seus estudos com os pilotos de aviões de combate, que só uma mínima parte do raciocínio humano é feita de forma algorítmica. Ele mostra que no processo de resolução de problemas, o piloto não tem tempo para resolver seus problemas com regras de produção. Ele supõe que existem mecanismos adaptativos na preparação de um plano de ação e na estruturação mesma dos esquemas, que permitem para um grande número de situações, uma resposta pertinente e rápida. Da mesma forma, coincidem com esta hipótese, Gaillard (1989), em seus estudos do controlador do tráfego aéreo e, de Keyser (1981) no estudo da confiabilidade humana em processos contínuos de Centrais Termoelétricas e Nucleares.

Mas, normalmente a solução de um problema depende da relativa significância dos fatores do contexto e, muitas vezes, os métodos estatísticos e analíticos não são os mais efetivos (Ashley, 1989A). Por exemplo, *especialistas acreditam que uma certa característica pode ser mais importante que outra e, raramente, eles podem dar pesos numéricos ou probabilidades para expressar suas diferenças, mas eles estão sempre cientes da possibilidade que em algumas combinações de características, o oposto pode ser verdadeiro e a menor característica pode ser a mais significativa. Assim, um terceiro método, simbólico, pode tratar este problema citando ou recuperando casos precedentes* (Ashley, 1991; Hammond, 1990; Riesbeck & Schank, 1989; Kolodner, 1989A/B).

Na realidade, seguindo a perspectiva da modelagem cognitiva, é mais exato pensar que muitas pessoas com experiência ("**especialistas**"), a diferença dos novatos, resolvem seus problemas do dia a dia, envolvendo situações passadas similares (Elio & Scarf, 1990; Riesbeck & Schank, 1989; Gentner, 1989; Seifert, 1989; Kolodner, 1987A, 1983B). Assim, lembrar de experiências ajudam as pessoas, ou os operadores de um posto de trabalho, na solução de seus problemas, antecipando e evitando erros, e derivando métodos de raciocínio curtos.

Existem muitas evidências de que os especialistas confiam excessivamente em sua memória de casos passados, quando resolvem problemas em domínios, tais como em leis, em matemáticas, na física, na medicina, em desenho e em planejamento estratégico (Kolodner, 1991; Riesbeck & Skalak, 1991; Branting, 1991; Ashley, 1991; Hammond, 1990), e este processo de raciocínio é importante porque faz previsões no entendimento (Schank, 1982) e na aprendizagem (Ross, 1982). Este fato é realmente o foco de um sistema usando **CBR (Raciocínio Baseado em Casos)** e, ele constitui o quinto maior paradigma da pesquisa em aprendizagem de máquinas. É a abordagem do raciocínio por analogia.

A abordagem do **Raciocínio Baseado em Casos** emerge rapidamente da tecnologia da **I.A.**, que pode usar as experiências (casos ou histórias) para resolver problemas comuns. Usamos este tipo de raciocínio como testemunha, porque isto corresponde ao processo que usam os especialistas para resolver problemas amplamente e com eficiência (Barletta, 1991).

O processo de um sistema **CBR** consiste em usar os resultados de episódios passados (casos) para analisar ou resolver um problema novo. O sistema pode adaptar soluções passadas às novas demandas, usando suas experiências para explicar novas situações, para criticar novas soluções, para interpretar novas situações, ou ainda, para criar uma justa solução a um problema apresentado (Barletta, 1991; Hammond, 1990; Kolodner, 1989A/B; Riesbeck & Schank, 1989).

Esta abordagem é útil quando o conhecimento é incompleto ou as evidências são difusas. Os sistemas lógicos têm problemas tratando com ambos, porque eles procuram suas respostas em fatos conhecidos e corretos. Os sistemas de **I.A.** usam fatores e métodos de raciocínio incertos para calcular estes problemas, que exigem considerável esforço de cálculo, e nada é visto de razoável (Kolodner, 1991). Os sistemas **CBR** têm um método, tratando o conhecimento incompleto. Isto é, o sistema **CBR** faz hipóteses para preencher o conhecimento incompleto, ou errado, baseado na

sua experiência. Soluções geradas desta forma podem ser sempre ótimas ou precisamente justas (Ashley, 1991; Kolodner, 1983A, 1991; Lebowitz, 1986).

A analogia de casos manifesta que as regras, ou os princípios de uma determinada atividade, podem ser facilmente aplicados à outras situações similares. As experiências, em processos com incidentes, podem mostrar à pessoa que toma decisões traços de antecipação (alertas, “warning”), quando um curso de ação é implementado e, assim sugerir um plano de ação (Kolodner, 1991). Klein et al. (1988), demonstraram que os métodos baseados em casos são muito mais confiáveis que as previsões não estruturadas com traços não conhecidos.

Os sistemas **CBR** utilizam o método de raciocínio baseado por analogia. Segundo pesquisas recentes, este é um meio de raciocínio que utiliza casos passados ou experiências em um esforço para resolver problemas, explicando situações anômalas ou interpretando situações. Na atualidade existem muitos programas que usam o raciocínio baseado em casos para resolver problemas ou interpretar situações. **MEDIATOR** (Simpson, 1985; Kolodner & Simpson, 1988) e **PERSUADER** (Sycara, 1987), por exemplo, usam casos para resolver disputas. **JULIA** (Kolodner, 1987; Hinrichs, 1988, 1989), **CLAVIER** (Barletta & Hennessy, 1989) e **KRITIK** (Goel, 1989; Goel & Chandrasekaram, 1989) usam o raciocínio baseado em casos, para desenho. **CHEF** (Hammond, 1986, 1989) e **PLEXUS** (Alterman, 1988) são planejadores baseado em casos. **HIPO** (Ashley, 1988; Ashley & Rissland, 1987) é um raciocinador baseado em leis. **CASEY** (Koton, 1988), **PROTOS** (Bareiss, 1989), **CELIA** (Redmond, 1989) e **MEDIC** (Turner, 1989) usam o raciocínio baseado em casos para realizar diagnósticos. (citado por Kolodner, 1991; Riesbeck & Schank, 1989).

Os principais critérios que afetam na construção destes sistemas são a estrutura da base de conhecimento e a forma de chegar as conclusões, exemplos, contra-exemplos e recomendações, e de outro lado, aos fatores psicológicos do operador na realização de sua tarefa. Isto é, as diferentes formas de organizar o conhecimento e, os critérios psicológicos que representam os comportamentos do operador no processo de tratamento da informação.

Um pré-requisito para aprender e usar a experiência é a capacidade de recuperar experiências relevantes aplicáveis a uma situação nova. A estrutura da memória que se considera mais adaptada para este tipo trabalho está baseada na teoria dos **MOPs** (Kolodner, 1983 A/B; Schank, 1982). Nesta teoria, os **MOPs** ou episódios

generalizados (Schank, 1982) têm um conjunto de conhecimentos que contem experiências individuais. As experiências individuais, também, são indexadas nesta estrutura segundo as características que as diferenciam.

As características dos eventos usados para indexação não são explicitamente preditivas pelo episódio generalizado. Quando duas experiências deferem de um episódio generalizado na mesma forma, uma lembrança acontece (Kolodner, 1983 A/B; Schank, 1982). A analogia ocorre quando as predições baseadas num primeiro episódio são usadas para analisar um novo fato. Generalização ocorre quando dois episódios similares são compilados para formar um novo esquema na memória.

A lembrança acontece por meio de um procedimento transversal. Isto é, quando uma nova experiência é encontrada, apropriados episódios generalizados são escolhidos. Desta forma, as características que se diferenciam dos outros, no mesmo episódio generalizado, são extraídos e os índices associados com estas características são comparados. Neste processo, o caso novo direciona-se aos casos passados já indexados na memória, de forma que, estes casos, estão agora disponíveis para uma melhor avaliação.

Na estrutura da memória e no processo de resolução de problemas, a aprendizagem ocorre de três maneiras. O primeiro tipo de aprendizagem, é quando adicionamos novas experiências na memória. Como foi explicado anteriormente, quando um caso é encontrado, este é indexado numa estrutura apropriada da memória, por suas características que as diferenciam de outros casos na mesma estrutura da memória. Assim, casos passados são avaliados e indexados na memória por suas diferenças. Neste processo existe uma colisão de episódios ou uma lembrança de casos passados. Estes casos na memória são reutilizados por meio da lembrança no raciocínio analógico. Um caso passado reutilizado durante o processo de resolução de problemas pode sugerir uma solução para um problema comum, sem a necessidade de raciocinar do princípio (Kolodner, 1989A/B). Desta forma, aprender um caso resulta da habilidade de resolver um problema similar posteriormente. Quando um número grande de casos resolvem um problema, depois de uma série de falhas, uma solução é encontrada. Então, esta boa solução pode ser aplicada a um caso novo similar. O registro na memória e o uso deles no processo de resolução de problemas pode ajudar a evitar posteriores falhas. Outros dois processos surgem do processo da aprendizagem, estes resultam do refinamento e da modificação de um domínio específico e do conhecimento estratégico já na memória: a generalização por similaridade e a

explicação por falhas. Ambos processos ocorrem numa estrutura de resolução de problemas.

Generalização por similaridade (Kolodner, 1983A) ocorre quando vários casos, aplicados ao mesmo episódio, casam características não encontradas nesta classificação. Nesta situação um conceito novo é criado pelo casamento de características. Estes conceitos são uma generalização das características do caso e uma especialização da classificação original. Assim, quando um conjunto de pacientes diagnosticados de depressivos e, também, com problemas no coração, respondem ao mesmo tratamento, uma generalização pode ser feita. A medicação aplicada é um bom tratamento para ambos problemas. Estas generalizações de episódios são indexadas na memória para seu posterior uso. Isto é, estes episódios são indexados pela nova generalização e pelas novas características que as diferenciam.

Claro, o processo de fazer generalizações é muito difícil, porque é necessário escolher as características comuns de um conjunto de casos.

Em particular, algumas características importantes podem ser deixadas de serem usadas, porque alguns atributos são muito específicos ou generalizados. Tais generalizações devem ser seguidas e refinadas quando casos similares posteriores são encontrados.

Num sistema, a aprendizagem ocorre como resultado dos erros incorridos e, avisos são necessários para explicá-los (Schank, 1982). Quando uma hipótese ou um conhecimento é violado (uma regra, por exemplo), os erros trabalham como são esperados. Assim, uma explicação para este erro é encontrado e uma porção de conhecimento deste é modificado. Quando um erro é encontrado e explicado na memória é necessário ponderar todos os dados que se encontram na mesma. Assim, quando um segundo erro ocorre numa situação similar, o índice serve como guia para encontrar o episódio falho. Neste caso, um procedimento a ser evitado é encontrado.

A combinação destes dois métodos de aprendizagem e a exigência para casos passados similares obrigam a indexar os casos por dois tipos de características:

- (1) Estas que descrevem o caso passado tentando resolver o problema, e
- (2) Estas que descrevem um caso de resolução de problemas.

As características que descrevem um caso passado incluem planos de ação que foram testados e, os resultados do exame (uma descrição completa do resultado do

ambiente, por exemplo), no caso de uma falha ou uma explicação do por que uma solução original não trabalhou é editada.

O processo de aprendizagem descrito, prevê um conhecimento generalizado e casos passados são usados para avaliar o caso apresentado. O processo pelo qual um conhecimento é transferido de um caso passado para um corrente, é chamado de raciocínio analógico por similaridade.

Para entender algo, o primeiro a fazer é pesquisar em nossa estrutura de memória um conhecimento (um cenário, por exemplo), que interprete esta situação. Os melhores cenários na memória são os mais específicos com respeito ao problema que estamos examinando para entendê-lo. Para encontrá-los é necessário primeiro escolher uma estrutura de conhecimento aplicável à situação (um episódio generalizado, por exemplo). Desta forma, este episódio generalizado é colocado nesta estrutura hierárquica, usando as suas características como índices. Neste processo, casos passados similares e episódios generalizados aplicáveis na hierarquia são encontrados.

Devemos imaginar, contudo, que a integração de uma estrutura de memória e o processo da lembrança caminham juntos no processo de resolução de problemas. O processo de pesquisar informações numa memória produz o encontro de relevantes estruturas de conhecimento ou casos passados, tornando-se disponíveis para seu processamento.

Em geral, a analogia de casos passados serve para muitos propósitos no processo de resolução de problemas. Uma experiência trazida a mente, por um problema comum, pode ser útil em algumas das seguintes tarefas na solução de um problema:

(1) Este pode ajudar num problema de classificação produzindo características adicionais a serem investigadas ou apontando alternativas de classificação (problema de diagnóstico).

(2) Este pode ajudar no planejamento, sugerindo procedimentos ou cursos de ação a serem seguidos ou evitados.

(3) Este pode sugerir uma explicação, ou detectar uma falha.

Raciocínio baseado na classificação de casos.

Classificar situações é uma forma de entender. Em raciocínios médicos, isto significa determinar uma categoria de conhecimento na qual um paciente se encontra. Em geral, classificar situações significa encontrar os esquemas mais aplicáveis na

memória do conhecimento, que está sendo compreendida. Esquemas escolhidos durante o processo de entendimento providenciam predições para utilizá-los neste processo (Schank, 1982). Escolher uma categoria de diagnóstico, por exemplo, mostra um tratamento apropriado a ser seguido em medicina. Na solução de um problema, esquemas apropriados (esquemas generalizados, por exemplo) fazem predições acerca de possíveis estratégias de resolução de problemas.

Para resolver um problema é necessário entendê-lo. Em um sistema computadorizado os detalhes não apresentados, de um problema, devem ser preenchidos através de um processo de inferência ou de um conjunto de perguntas formuladas por este. Assim, desde que uma classificação é escolhida, as características não encontradas para o caso corrente são utilizadas para atravessar a estrutura episódica da memória. Desta forma, esquemas específicos e casos particulares são encontrados. A analogia de um caso passado tem duas funções na classificação ou no processo de entendimento:

- sugerindo características adicionais a serem investigadas;
- sugerindo uma alternativa ou uma classificação adicional.

O primeiro passo para entender um problema é fazer hipóteses que possam descrevê-lo. Um médico, por exemplo, pode elaborar hipóteses a respeito das perturbações de um paciente por seus sintomas apresentados. Isto é, num sistema onde estão representadas as hipóteses de um problema, a máquina de inferência baseada em casos pode ajudar a verificá-las e diagnosticar seu estado. A idéia é integrar um caso comum, com hipóteses de episódios generalizados, causando desta forma, as lembranças (recuperação dos casos passados). Assim, quando um caso não tem os detalhes necessários, para verificar um esquema hipotético e, um caso recuperado inclui estes detalhes, a idéia é transferir estes detalhes ao caso apresentado.

Neste tipo de raciocínio, os casos "precedentes", são usados para encontrar uma nova solução (em uma análise de interpretação, os resultados podem ser a favor ou contra e, é possível apresentar um resumo da sensibilidade de alguns de seus fatores) e, justificar e explicar a racionalidade do processo.

Em geral, este estilo de raciocínio é útil para uma situação de classificação; avaliação de uma solução; argumentação; justificação de uma solução, interpretação de um plano de ação; e a projeção dos efeitos da tomada de decisão.

Este raciocínio usa casos para justificar soluções, mostrando sua avaliação, quando os métodos usados e a interpretação das situações não são claras, quando as

definições da situação são difusas ou incertas. Também, este estilo é útil quando não existem métodos computacionais disponíveis, para avaliar uma solução ou uma posição (Kolodner, 1991).

Raciocínio baseado em casos selecionando um plano de ação.

Quando um problema é entendido, um plano de ação deve ser formulado. Isto envolve um número de passos: selecionar um conjunto de planos de ação, avaliar e escolher as melhores alternativas e implementar o plano. Assim, a experiência pode ser útil durante alguns destes passos.

A experiência é útil quando sugere um plano de ação para aplicá-lo a uma determinada situação. Por exemplo, o tratamento de um paciente com bons resultados pode ser aplicado a outro com os mesmos sintomas .

O raciocínio por analogia é útil na avaliação da utilidade de aplicar um plano de ação a uma situação, com o objetivo de escolher entre um conjunto de alternativas. A avaliação de planos de ação envolve simular e avaliar os resultados das alternativas dos cursos de ação em relação as experiências passadas. O sucesso ou o fracasso de uma situação apresentada consiste em implementar um plano de ação em condições similares, usando uma métrica de avaliação deste potencial curso de ação. Experiências servem como exemplos na avaliação de uma alternativa.

Para sumarizar, as experiências podem ajudar no planejamento nas seguintes formas:

- sugestão de procedimentos a serem seguidos;
- sugestão de procedimentos a serem evitados;
- seleção dos meios para implementar um plano de ação e,
- predição dos resultados de um plano selecionado.

O plano de avaliação procura simular os resultados dos cursos alternativos de ação e sua respectiva avaliação. Esta avaliação é feita usando as experiências acontecidas. Assim, a simulação dos resultados de usar um plano de ação manifesta uma hipotética situação que pode ser similar a uma real.

Raciocínio baseado em casos no restabelecimento de erros.

A experiência também ajuda na explicação e no restabelecimento de erros. Planos de ação falhos podem acontecer por diferentes motivos. Em geral, seguir a pista para encontrar uma falha é difícil. Assim, quando uma experiência contém um

conhecimento errado similar a do caso apresentado, este pode prover uma pista para esclarecer o erro no novo caso.

A solução de problemas errados ou com objetivos pouco claros, normalmente, aparecem como casos (ou planos) falhos, mas eles podem resultar das más interpretações iniciais, da fraca implementação de um plano de ação, das incorretas predições dos resultados, das novas ocorrências inesperadas ou da seleção de um mal plano de ação. Assim, casos passados são importantes na interpretação e no planejamento (Kolodner & Simpson & Sycara-Cyranski, 1985).

O procedimento pelo qual uma falha permite o redirecionamento de uma pista para identificar um erro em um caso comum se dá como segue: reconhecida a falha, a máquina de inferência chama um erro similar passado. Logo, os índices correspondentes as características do caso, a escolha dos planos e as falhas são cruzados. Quando uma falha similar tem ocorrido previamente, a explicação desta atua como um guia para construir as hipóteses para explicar a falha comum. A lembrança de casos passados podem sugerir planos de ação para recuperar estes erros. Isto é, os planos de ação podem sugerir o objetivo real de um caso.

Podemos resumir que as experiências podem atuar no restabelecimento de erros, como segue:

- sugestão de uma explicação para uma falha;
- sugestão de uma nova razoável interpretação de um erro ou de uma falha, e
- sugestão de um plano de ação para restabelecer o objetivo real de um caso.

Por quê este tipo de raciocínio? O raciocínio baseado em casos é útil quando as pessoas conhecem uma porção de uma tarefa ou de um domínio e, porque proporciona a eles uma maneira de voltar a usar um forte raciocínio que eles fizeram no passado. Por outro lado, considerando um sistema baseado em regras que resolvem problemas, tomando uma informação de entrada (ou através de um diálogo, de perguntas e respostas, com o usuário), o sistema posteriormente encadeará um conjunto de regras, das regras bases, para chegar a uma determinada solução (ver Fig. 5). Assim, dada a mesma situação problema, o sistema faz a mesma quantidade de trabalho para chegar a mesma solução. Em outras palavras, os sistemas baseados em regras não são inerentes à apreender. Estes sistemas consomem muito tempo para serem construídos e poderem realizar sua manutenção. A extração dos conhecimentos dos especialistas é uma trabalho constante e estas são dependentes de um conjunto de regras.

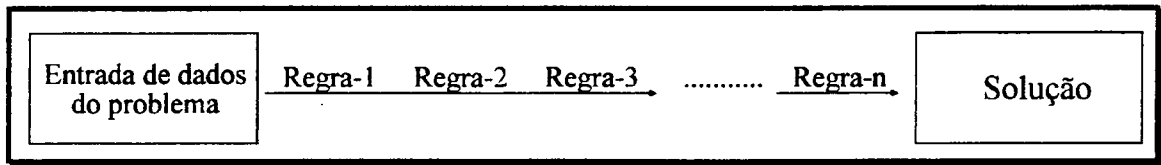


Fig. 5 - O funcionamento de um sistema de raciocínio baseado em regras.

Por outro lado, os sistemas **CBR** operam de uma forma muito diferente dos sistemas convencionais (ver Fig. 6). Por exemplo, dada uma determinada especificação, um sistema baseado em casos pesquisa na sua memória a existência de um caso semelhante as características do problema. Assim, o sistema vai procurar (a incerteza ou a variabilidade dos objetivos decrescem quando são adicionados casos novos ao sistema) o melhor, caso ou um conjunto de casos, para poder dar uma solução ou recomendação ao problema..

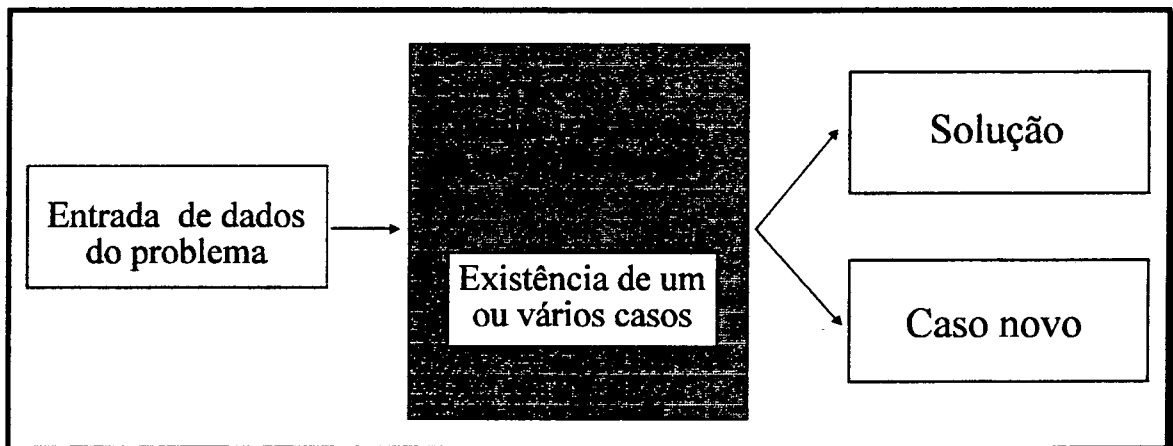


Fig. 6 - O funcionamento de um sistema de raciocínio baseado em casos.

Os sistemas baseados em casos devem encontrar e modificar pequenas porções de casos recuperados que não se encaixam nas especificações de entrada. Isto é chamado de adaptação de um caso. O resultado de adaptar um caso é a completa solução ao problema. Assim, este processo gera um caso novo que pode ser automaticamente adicionado à memória do sistema para seu posterior uso (a **aprendizagem** é uma parte básica da arquitetura do sistema **CBR**).

A idéia de utilizar sistemas CBR tomando decisões, baseadas em casos, consiste em elaborar sistemas computarizados que ampliem as memórias das pessoas, provindo com casos ou histórias (análogas), para que estas possam ser utilizadas na solução de um problema.

Em geral, os sistemas baseados em casos são difíceis de serem construídos, porque a tarefa da engenharia de conhecimento consiste em simplificar os problemas, definindo termos e agrupando casos, pré-classificados pelo especialista (formalização das estruturas conceituais e informáticas) e, por outro lado, a tarefa de manutenção de adicionar um novo conhecimento é um pouco mais fácil quando os problemas se encontram em domínios específicos (Barletta, 1991; Kolodner, 1989A/B).

4.2 O domínio da abordagem de raciocínio baseado em casos.

Aprender de experiências é uma forma de assimilar conceitos (inteligência). Muitas pessoas que tomam decisões, frente a novos problemas, se beneficiam da experiência ao resolver um problema com soluções adequadas de casos ou de problemas passados.

A idéia do **CBR** depende da habilidade do sistema para comunicar e explorar a similaridade entre uma situação nova e algum caso ou história previamente representado na memória do sistema. A função da memória em tais sistemas é manter uma biblioteca de casos, representados e organizados, de tal forma que para um problema apresentado, um caso apropriado pode ser recuperado e seu raciocínio a ele aplicado.

As pesquisas realizadas em Psicologia sobre o processo de resolução de problemas por analogia, realizadas pelas pessoas, são estimuladas pelos sistemas **CBR**, na medida em que as pessoas tendem a lembrar situações que são de forte sentido explanatório ou de estruturas causais (Almalberti, 1990; Gentner, 1989; de Keyser, 1981). A questão é, "o acesso à memória de longo termo, via emparelhamento das estruturas relacionais de alta ordem, ocorre pelos esquemas causais ou por planejamento de estruturas" (Schank, 1982).

Pesquisas em psicologia demonstram que existem quatro fatores fundamentais que podem promover um acesso analógico (Gentner, 1989):

(1) *O contexto do objetivo.* A suposição é que as pessoas têm um modo de memorização não natural. Ross (1982, 1989) evidenciou que as pessoas freqüentemente lembram problemas passados e, estas lembranças são freqüentemente baseadas em similaridades superficiais (por exemplo, entre os objetivos e as características de uma história), ao invés de similaridades estruturais;

(2) *A recuperação intencional.* Teorias psicológicas afirmam que no processo de resolução de problemas por analogia as pessoas usam mais a lembrança de fatos superficiais que estruturais;

(3) *A codificação*. Existe uma recuperação analógica quando a informação inicial a codificar é profunda. Faries e Reiser em 1987 observaram que sujeitos bem treinados ficaram aptos a fazer uma lembrança estrutural, apesar da presença de outros blocos de conhecimentos superficiais;

(4) *A experiência*. Um conjunto de pesquisas demonstram que especialistas podem ter lembranças estruturais.

Uma observação a estes fatores é que os pontos (3) e (4) conduzem a suspeitar que a recuperação de uma experiência baseada em similaridades por via estrutural, pode mostrar a forma como é codificado o problema original (Ross, 1989; Elio & Scharf, 1990). Assim, as três principais exigências propostas para que as partes de dois casos análogos tomem correspondência são (Thagard & Holyoak, 1989A/B):

- por similaridade semântica;
- por consistência estrutural e,
- por centralidade pragmática.

i) *Similaridade Semântica*. Numerosas experiências psicológicas demonstram que a recuperação de casos passados, realizados pelas pessoas, por analogia, são sensitivos ao grau de cobertura semântica entre os conceitos usados para representá-los na memória. Outras pesquisas, no processo de resolução de problemas por analogia, indicam que as pessoas são freqüentemente incapazes de lembrar situações semelhantes.

A avaliação de fatos por similaridade é um fator central na solução de problemas inteligentes. Este processo abrange todos os aspectos do raciocínio baseado em casos na recuperação, na avaliação, na adaptação de uma solução e na aprendizagem".

O julgamento por similaridade semântica entre dois casos análogos deve ser realizado por suas riquezas semânticas e para identificar conceitos similares e não por ligação de predicados.

Fundamentalmente, a similaridade semântica de conceitos em analogia depende da:

- * Representação dos conceitos pelo mesmo predicado e,
- * Representação dos predicados que são similares em significado, em virtude de espécies super-ordinadas e subordinadas, relações, relações parte/todo, sinônimos ou outras relações semânticas.

A similaridade semântica usada pela memória humana, no processo de recuperação de experiências, é um caso especial. As ligações semânticas mostram o curso fundamental de uma informação. Entretanto, as similaridades entre os elementos de duas experiências análogas é uma pré-condição necessária, mais não suficiente, para o processo de recuperação.

ii) *Consistência Estrutural*. A principal exigência da consistência estrutural é que os casos tenham uma ligação de um a um nos nós conceitos. Em segundo lugar, os casos devem ser ligados por meio de estruturas isomórficas. O isomorfismo depende da consistência da ligação de proposições, predicados ou argumentos. Isto é, dois casos são análogos, quando suas estruturas são semelhantes e podem dar soluções de formas diferentes.

A consistência estruturada pode ser igualada ao critério de unir dois casos:

SE duas proposições são comparadas.

ENTAO seus predicados e argumentos também devem ser comparados.

iii) *Centralidade Pragmática*. A analogia tem vários propósitos. Por exemplo, na resolução de problemas serve para ajudar a interpretar e acionar os objetivos de um problema.

Pesquisadores em **I.A.** têm argumentado que a relevância causal, para atingir o objetivo de um problema, influe na recuperação de um caso. Muitas destas propostas determinam que a indexação causal é a melhor forma pela qual as analogias são armazenadas e recuperadas na memória. A maior hipótese é que, as características dos objetivos obtidos devem ser generalizados. Neste sentido, a centralidade pragmática atua como uma pressão adicional para a similaridade semântica e a consistência estrutural. Por exemplo, no modelo de ligação de predicados **ACME** (Thagard & Holyoak, 1989A/B).

A teoria do **CBR** proporciona uma metodologia para construir sistemas e, formalizar um modelo cognitivo das pessoas, coerente com as teorias psicológicas que têm observado como as pessoas realizam seu processo de resolução de problema. Assim, nota-se que em situações que mudam dinamicamente, ou desconhecidas, ou ainda com soluções pouco claras, este método de raciocínio é o preferido pelas pessoas (Klein & Calderwood, 1988).

Por outro lado, psicólogos têm observado que as pessoas têm várias dificuldades em realizar raciocínio analógico ou em utilizar o raciocínio baseado em casos. Ainda que, as pessoas sejam competentes usando analogias para resolver novos problemas, elas nem sempre são competentes para lembrar os casos mais precisos ou os mais exigidos (Kolodner, 1991; Gentner, 1989).

Pesquisas experimentais em psicologia demonstram que os seres humanos usam o raciocínio analógico, baseados em casos, em uma variedade de circunstâncias. Ross (1989), por exemplo, demonstrou que as pessoas aprendem novos conhecimentos ou habilidades quando, freqüentemente, se referem a problemas passados para “refrescar” a memória de como fazer uma tarefa. Outras pesquisas de laboratório demonstraram que médicos usam, de forma intensiva, casos passados para estabelecer um diagnóstico em um paciente, o que lhe permite selecionar as terapias quando várias opções são disponíveis e não estão bem entendidas. Pesquisadores também têm observado que arquitetos e projetistas chamam, fusionam e adaptam velhos planos de projetos para criar outros (Barletta & Hennessy, 1989; Branting, 1989; Kolodner, 1988, 1989A, 1991; Deugo & Oppacher, 1989; Seifert, 1989).

Na abordagem **CBR**, a memória contém um conjunto de casos individuais, a diferença das abordagens de "memória intensiva", que usam mais métodos numéricos ou estatísticos. O sistema **CBR** tem um conjunto de métodos próprios manipulando estas tarefas e um conjunto de resultados surgem da implementação destes métodos. Examinemos alguns destes métodos e suas utilidades.

4.3 Os fundamentos do raciocínio baseado em casos.

A utilização dos sistemas **CBR** envolve várias operações básicas. Assim, aceitando um caso, o sistema **CBR** procede da seguinte maneira:

(1) Recuperação dos casos relevantes da biblioteca da memória.

O objetivo deste passo é recuperar os "melhores" casos, que possam auxiliar o raciocínio que se produz nos passos seguintes. A recuperação é feita usando as características (índices) do novo caso que são relevantes na solução de um problema. Os casos recuperados da memória podem ser reais ou hipotéticos. Estes podem ser compostos por vários casos, elementos estereotipados ou específicos. As técnicas, neste passo inicial, são críticas e dependem da estrutura do caso na memória (a informação armazenada, os índices considerados, as noções de similaridades e relevância, e como será usado o caso quando ele é disponível num domínio). Existem diferentes métodos para estruturar e manipular uma memória "dinâmica". Por exemplo, por abstrações de

níveis chamados **TOPs** ("Thematic Organization Packets", Schank, 1982), que conectam objetivos a casos soluções e pelo conceito da memória hierárquica ao estilo **MOPs** (Kolodner, 1983A/B) ou memória plana ("flat"): computando índices (por exemplo, usando os sucessos ou erros passados, os agrupamentos baseados em características derivadas e os fatores estatísticos na solução de um problema).

Praticamente a noção mais avançada na representação de um caso, para registrar as descrições ocorridas casualmente dos processos de raciocínio ou da experiência episódica, é a teoria de Kolodner (1983B). Ela sugere que um caso é simplesmente uma porção de memória enriquecida e interconectada, mostrando uma aplicação de múltiplos episódios ou histórias para um problema simples (Alterman, 1989).

(2) Seleção do caso ou dos casos mais promissores da coleção de casos recuperados no passo 1.

O objetivo deste passo é examinar um conjunto de casos relevantes na interpretação ou na solução a ser gerada no passo seguinte. A similaridade de casos depende de como os índices são ligados em cada dimensão e, da importância de cada dimensão. Por exemplo, o programa **JUDGE** (Bain, 1986) trabalha no domínio de sentença criminal e determina como são duas disputas similares. A dimensão tempo, por exemplo, quando a disputa ocorre, não é importante, mais sim a justificativa dos autores. Na avaliação, o sistema **CBR** usa esquemas métricos ou rankeados, por exemplo, cobrindo as características preditivas ou declarando a importância destas, na orientação do raciocínio objetivo. A importância da interpretação de casos precedentes pelo sistema **CBR** é um trabalho com um selecionado grupo de casos mais relevantes. Pode existir um caso ganhador ou provavelmente não. Assim, em cada uma destas linhas de análise é necessário aplicar uma determinada estratégia.

(3) Construção de uma solução ou de uma interpretação para um novo caso.

Este passo produz uma solução, uma interpretação ou uma avaliação do novo caso, com uma justificativa e/ou apoio de argumentos. Durante este passo, uma solução é construída para o novo caso pela adaptação de soluções de casos passados. Este processo consiste de duas partes: primeiro, determinar quais são as diferenças entre o caso apresentado e o caso recuperado e, logo, modificar a solução armazenada no caso recuperado levando-se em conta estas diferenças. As regras utilizadas neste processo são complexas e, de uma maneira geral, difíceis de serem caracterizadas (Kolodner, 1991; Hammond, 1990). Casos passados são usados neste passo para advertir erros potenciais. Assim, a máquina de inferência de um sistema pode antecipar e evitar problemas quando estes são encontrados. No sistema **CBR**, baseado na interpretação e

precedência, os casos selecionados neste passo são usados para construir argumentos a favor ou contra uma determinada interpretação. Isto é, o processo procura obter analogias "positivas", ligando fatos similares relevantes, em apoio do caso e, interrompendo analogias "negativas" incompatíveis.

O sistema recebe as informações de entrada, encontra uma solução passada relevante e adapta esta ao caso proposto.

(4) Teste e revisão do resultado do passo 3.

Em certos domínios no mundo real, como leis e política estrangeira, onde é impossível prever todas as conseqüências de um plano de ação, diferentes soluções propostas devem ser testadas e criticadas. Uma maneira de realizar esta operação é mostrando "hipóteses" e "contra-exemplos", para testar a confiabilidade de uma interpretação. Por exemplo, podemos construir um banco evasivo de argumentos (casos) que indiquem que a linha de divisão, entre as interpretações, é uma ilusão real e que as interpretações nos extremos podem ser mais claras que as encontradas no meio. Outra forma é usar a solução do caso proposto, para provar a memória quando os exemplos são conhecidos da solução proposta, ou quando alguma solução está errada. Uma última maneira, seria simular a solução e, posteriormente, verificar os resultados da simulação contra os resultados esperados. Esta fase é de grande importância, porque os resultados são decisões táticas. Isto é, ações úteis, robustas ou fracas na tomada de decisão.

(5) Avaliação dos resultados.

Neste passo, os resultados do processo de resolução de problema, são examinados no mundo real. Os fatos ou eventos acontecidos na realidade e as soluções da aplicação do sistema **CBR** são analisados. Assim, quando os resultados esperados são diferentes, é necessário realizar uma explicação destas anomalias. Este passo, requer de toda um conjunto de conhecimentos dignos de confiança e, uma atribuição de responsabilidades nos métodos de aprendizagem a partir de erros. Isto é, o sistema **CBR** fornece um método simples, explicando erros quando estes são encontrados. Desta forma, chamando um erro e sua explicação, é possível às vezes explicar novos erros. Este passo é um dos mais importantes para este tipo de sistema, porque proporciona à pessoa que resolve problemas, uma maneira de avaliar suas decisões no mundo real, e um meio de antecipação para evitar erros. Quando uma explicação não é possível, a máquina de inferência de um sistema baseado em casos mostra habilmente um aviso ou uma advertência ("warning").

(6) *Atualização da memória por armazenamento de novos casos.*

Neste passo, o novo caso é armazenado na memória para ser utilizado posteriormente. O processo mais importante que acontece neste tempo é a escolha das formas de indexar um novo caso na memória. Os índices devem ser escolhidos de tal forma, que o caso possa ser chamado, mais tarde, durante a análise de um outro caso no processo de resolução de problemas. Um processamento adicional será necessário para produzir um ajustamento na estrutura da memória em relação a "índices/organização".

Neste passo, o processo de aquisição de conhecimento é produto do processo de aprendizagem. Assim, quando um caso é adaptado a uma nova configuração, ou quando o resultado chega de uma combinação de soluções de casos passados, os passos exigidos para resolver outro problema não serão repetidos.

As etapas precedentes descrevem como é o ciclo básico da máquina de inferência de um sistema baseado em casos (ver Fig. 7).

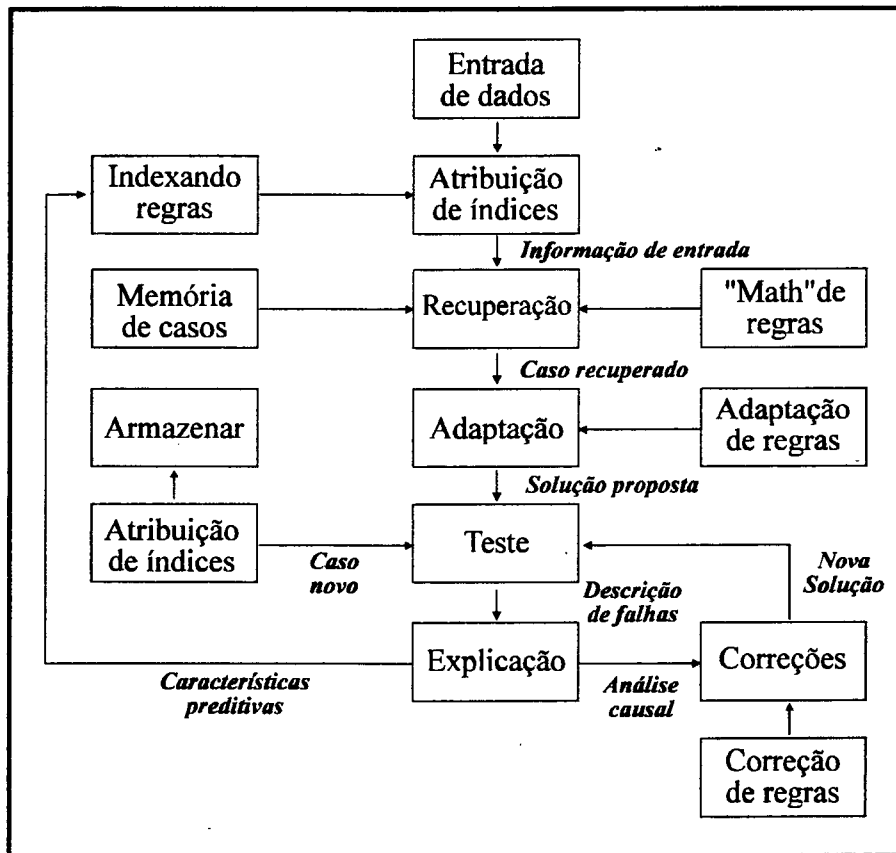


Fig. 7 - Diagrama de fluxo de um sistema CBR (segundo Riesbeck & Schank, 1989).

O sistema de aprendizagem a idealizar irá trabalhar com a seguinte premissa:

O sistema adaptará pequenas porções de soluções de casos ou histórias recuperadas às especificações de entrada ou ao problema proposto, gerando desta forma um caso novo que poderá ser adicionado na memória.

Esta premissa é semelhante à algumas considerações teóricas das Ciências Cognitivas, que evidenciam que os seres humanos agem automaticamente.

4.4 As características básicas na utilização destes sistemas.

As principais características de um sistema **CBR** são: a seleção, a recuperação, a adaptação, a interpretação e a avaliação. As duas primeiras são as mais importantes e o resto são eficazes na medida em que as experiências ou os casos passados fazem seu trabalho. Assim, para resolver estes dois problemas é necessário que:

- (1) Os casos sejam indexados na memória, de forma que eles possam ser recuperados com as características mais apropriadas do problema apresentado;
- (2) O algoritmo de pesquisa deve usar eficientemente os traços do problema proposto, porque estes são comparados com os traços do(s) caso(s) na memória;
- (3) De uma quantidade de casos recuperados da memória deve ser escolhido o(s) melhor(es) caso(s). Estes dois passos compreendem o processo de recuperação;
- (4) A estrutura da memória deve ser organizada de tal forma que o algoritmo de pesquisa realize um bom trabalho.

4.4.1 A indexação.

A recuperação de um caso na memória é essencialmente um problema de pesquisa e esta situação obriga que os casos sejam indexados. A estrutura de um caso é uma função do domínio do problema (por exemplo, nas matemáticas, na física, etc.). Fundamentalmente, a indexação consiste em selecionar rótulos apropriados das características de um caso. Desta forma, eles são guardados e recuperados da memória. Quando um caso é apresentado a um sistema e, nenhum dos casos armazenados têm uma similaridade exata, a máquina de inferência do **CBR** faz uma ligação parcial com alguns dos casos na memória. Desta forma, o problema a ser resolvido é não polinomial. Realmente, a recuperação de um caso similar torna-se um problema crucial.

Um índice é um registro de entrada de alguma coisa e serve como uma guia para encontrar uma referência. A máquina de inferência de um sistema **CBR** necessita estar apta a encontrar um índice de entrada e como aplicá-lo para alcançar um objetivo

desejado. Por exemplo, os índices de entrada para as definições de palavras em um dicionário são palavras ordenadas alfabeticamente por facilidade de localização. Desta forma, na construção de um dicionário é assumido que o usuário, ao encontrar uma palavra, sabe como aplicar uma definição para seus propósitos.

Um índice para um sistema baseado em casos é um bom distintivo mas não é único.

O processo de indexação é central nos sistemas baseados em casos, porque este oferece a esperança de minimizar o espaço de pesquisa. Normalmente, nestes sistemas, um índice de entrada usualmente aponta um caso passado. Assim, a indexação apropriada da memória permite executar a tarefa dos sistemas de raciocínio baseado em casos ao observar situações passadas relevantes que levam a um resultado do problema.

Pesquisas no campo da cognição demonstram que a recuperação de um caso é influenciada pelo processamento da tarefa e o tempo de armazenagem. Casos passados são difíceis de serem recuperados quando os objetivos do armazenamento e o tempo de recuperação são diferentes (Pazzani, 1989). Esta situação, em modelos informáticos, implica em que, para recuperar um caso com diversos propósitos é necessário indexá-los de várias maneiras e incluir uma descrição do contexto na codificação do índice. Assim, a criação de índices por técnicas baseadas em explicações mostram mais de um aspecto em um caso. Por exemplo, motivo para uma invasão. Diferentes objetivos podem relatar o processo de aprendizagem explicando diferentes partes de um episódio. Por exemplo, para prever o resultado de futuros acidentes é necessário explicar, por que acidentes passados ocorreram ou sucederam? Assim, um evento indexado na memória serve como um precedente para realizar mais de uma tarefa.

Um caso é usualmente descrito usando traços intrínsecos ou prontamente perceptíveis. Tais características são chamadas de "superficiais". Uma característica intrínseca em um caso é uma referência definida exteriormente para o caso em contexto. Por exemplo, uma cadeira de aula será descrita, declarando traços intrínsecos, como um arranjo de partes estruturais (gavetas, pernas, cabeceira), com propriedades físicas (peso, tamanho, solides), como um arranjo de partes funcionais (superfície de trabalho, áreas de armazenagens) e com propriedades de uso (ampla, ergonômica, fácil de sentar). Assim, as características que não são superficiais serão chamadas de "abstratas".

Abordagens computacionais, às vezes, são necessárias para determinar a similaridade de dois casos quando existem suficientes características relevantes. Por

exemplo, em um domínio simulado, as características superficiais como forma, tamanho, cor e posição relativa são suficientes para determinar que dois objetos são similares. Por outro lado, em outros domínios, isto não é suficiente e traços funcionais são exigidos para determinar a similaridade.

Em resumo, a similaridade de dois casos pode ser computada quando as descrições da linguagem deles são similares. Isto ocorre quando os casos são descritos com características superficiais ou quando o conhecimento dá pessoa descreve os casos com características abstratas. Contudo, a recuperação de casos por similaridades é útil quando computamos que (Porter, 1989):

- a similaridade não é superficial;
- o programa pode inferir úteis abstrações e,
- o domínio da teoria é imperfeito.

A representação de um caso por similaridade é explorado no programa **PROTOS** que representa um caso como um vetor de características e onde uma explicação é uma inferência heurística relatando traços tipicamente através de abstrações comuns (Porter, 1989). Mas esta representação não é apropriada. Um caso é uma rede complexa que codifica uma história e compilar isto em um vetor característico não é possível. De qualquer maneira, uma explicação por similaridade requer complexidade, justificativas não lineares e virtualmente quantidades ilimitadas de conhecimento de um domínio, porque a complexidade de uma explicação consiste em voltar a usar esta explicação em outros casos (similaridade).

Pesquisas em análise das lembranças coletadas de algumas pessoas têm levado à comunidade de pesquisadores de sistemas **CBR** a propor várias formas de rotular os casos (Kolodner, 1991):

- (1) Índices preditivos ou explicativos;
- (2) Índices bastantes abstratos para fazer um caso útil em uma variedade de situações futuras;
- (3) Índices bastantes concretos a ser reconhecidos para futuros casos e,
- (4) Predições feitas são úteis para posteriores usos.

(1) Características preditivas. Um caso é uma descrição de um problema. Muitas combinações com as características de um problema são levados em conta como responsáveis pelas diferentes escolhas para atingir uma solução. As combinações

do problema, as soluções das características e os fatos do domínio são responsáveis para atingir um resultado no domínio do problema. A combinação das características responsáveis por alguma parte da solução do problema ou, do resultado do domínio é chamado "preditivo" da parte da solução ou, do resultado que está influenciando. Por outro lado, quando esta combinação é responsável por achar um esquema que descreve a causa ("explicação") de um evento determinado, o índice será "explicativo".

O conteúdo de um problema pode ser decomposto para providenciar mais detalhes ou para ser condensado em princípios genéricos. A colocação de detalhes (descrição de informação extra) em um índice, tem por finalidade recuperar um caso que normalmente tem falhado. Por exemplo, quando projetamos uma cadeira de escritório que mostre a parte posterior do apoio, usamos os índices "cadeira_de_escritório" e "parte_posterior_do_apoio". Quando o índice "parte_posterior_do_apoio" não é conhecido, casos na memória não poderão ser recuperados. Assim, uma nova elaboração de índices para "parte_posterior_do_apoio" será "movimento_circular", "arco_pequeno" e "eixo_horizontal". Estas elaborações com o índice "cadeira" recuperaram potencialmente uma "cadeira_de_balanço".

Ilustremos dois exemplos: primeiro, considerando-se uma refeição que não foi aceita, porque nosso hóspede, um vegetariano, não pode comer o prato principal, porque tem carne. A combinação dos descritores, "hóspede é vegetariano" e "carne é um ingrediente no prato principal", é responsável pela aceitação. Assim, quando observamos esta combinação outra vez em uma refeição de nosso cardápio, podemos prever a mesma falha ("o vegetariano não está apto a comer o prato principal"). Estes descritores são preditivos de um caso particular. Segundo, considerando-se um médico que tem um paciente com um conjunto de sintomas. Ele faz diferentes diagnósticos para analisar a saúde do paciente. Desta forma, lembra vários tratamentos efetivos que já foram aplicados em outras situações similares com bons resultados. A combinação dos sintomas responsáveis pela dificuldade no raciocínio, a predição do diagnóstico e do tratamento do caso serão bons índices.

(2) Abstrações de índices. Às vezes, os casos são específicos e, a estruturação dos índices para eles, necessitam ser escolhidos de tal forma que estes possam ser usados em uma variedade de situações apropriadas. Esta abordagem indica que os índices devem ser mais abstratos que os detalhes de um caso particular. Índices abstratos são usados para generalizar conceitos e, desta forma, casos podem ser recuperados. Eles representam uma ampla cobertura do caso na base de conhecimento. Por exemplo, no programa **CHEF** (Hammond, 1989) para criar uma receita de carne

de vaca e brócolis (um prato frito e misturado). Ele cria primeiro a receita, por comparação com outro caso, e encontra que o brócolis é obtido úmido. Logo, examina a receita, determina a seqüência de passos e declara que os brócolis ficaram frescos. Assim, este caso pode ser indexado de várias maneiras:

- o prato preparado é frito e misturado, o prato inclui carne e o prato inclui brócolis.

- o prato preparado é frito e misturado, o prato inclui carne e o prato inclui vegetal fresco.

O primeiro conjunto de índices neste caso pode ser chamado "carne de vaca e brócolis são fritos e misturados conjuntamente". Desta forma, estes índices não permitiram chamar outro caso. Por exemplo, quando frango e couve-flor são fritos e misturados. De qualquer maneira, os passos provavelmente são os mesmos da receita carne de vaca e brócolis. Mas, couve-flor é um vegetal encrespado que ficará fresco depois de preparado. Assim, o segundo conjunto de descritores faz este caso mais aplicável.

Uma determinada situação pode ser caracterizada de diferentes formas e cada uma delas num sentido correto em algum sentido. Mas, cada um destes traços conduz a diferentes casos lembrados. Por isso, é necessário que os índices sejam bem declarados. As principais restrições que eles devem satisfazer são:

- eles devem obter com facilidade as descrições de baixo nível de uma situação;
- eles devem ser úteis na pesquisa de um objetivo e na recuperação de alguma extremidade do espaço de estados de soluções possíveis;

- eles devem caracterizar os casos da memória ao longo de alguma dimensão.

Assim, os casos similares são relatados de forma funcional. Por exemplo, quando em um sistema existem muitos casos, declarando planos falhos e diferentes estratégias na recuperação destes, os índices de ligação devem ser comuns entre eles.

(3) Índices concretos. O perigo de um índice abstrato se dá quando a máquina de inferência de um sistema **CBR** não compreende que uma nova situação tem estes descritores, salvo através de uma extensiva inferência. Por isso, os índices necessitam ser bastante concretos de maneira que eles possam ser reconhecidos por uma pequena inferência. Por exemplo, quando o programa **CHEF** necessita criar um recipiente de "souffle" de morango. Ele cria este prato por adaptação de uma receita de "souffle" de baunilha. Para fazer o "souffle", **CHEF** calcula e declara que a quantidade de líquido

e de fermento não está balanceada (existe muito liquido para uma determinada quantidade de fermento no recipiente). Ele também calcula que o liquido extra foi por causa do suco no morango. Ele resolve o problema incrementando fermento afim de balancear os efeitos do liquido na receita. Assim, este caso pode ser indexado de várias maneiras:

- (1) Prato é do tipo "souffle", líquidos e fermentos não são balanceados;
- (2) Prato é do tipo "souffle", prato inclui morango;
- (3) Prato é do tipo "souffle", prato inclui frutas e,
- (4) Prato é do tipo "souffle", prato não tem quantidade de liquido.

Dos índices declarados, podemos observar que, os três últimos são melhores que o primeiro, porque suas características são reconhecidas dentro da inferência. Os índices (2) e (3) são concretos e reconhecíveis, e são mais aplicáveis.

(4) Por sua utilidade. Uma consideração final na indexação é o critério pela qual os índices são escolhidos para fazer predições úteis no raciocínio. Em geral, quando algum resultado resolve um problema, este transforma-se em outro problema.

Casos estruturados descritos por suas características e que são recuperados de falhas são úteis para a solução de um grande número de tarefas. Por exemplo, a antecipação de um problema, a explicação de uma falha e, o restabelecimento de erros e falhas.

4.4.2 A organização da memória.

Indexar casos não é suficiente para sua recuperação. Também, é necessário organizar a memória em uma estrutura funcional. Uma abordagem de organização de memória existe quando discriminamos redes, mas a recuperação de um caso depende das características propostas (Feigenbaum, 1963; citado em DARPA, 1989). Esta abordagem é frágil em domínios onde as características se perdem na discriminação. Mas, esta abordagem pode ser estendida com apoio da indexação (Kolodner, 1983A/B). Desta forma, podemos armazenar descrições de resumos abstratos em nós internos dentro de uma rede, generalizando casos individuais. Esta abordagem organiza a memória, de tal forma, que vários casos com diferentes detalhes podem ser tratados no processo de recuperação. Por outro lado, só o caso mais típico ou relevante de um conjunto de casos será recuperado sob certas circunstâncias e, o componente da memória (raciocínio baseado em casos) mostrará uma forma de incrementar o conjunto de conceitos (processo de aprendizagem).

Nestes sistemas, os casos passados são representados e indexados na memória e, desta forma, eles podem ser organizados em uma estrutura eficiente para sua recuperação. As estruturas da memória podem ser associativas ou hierarquizadas. Normalmente, alguns ou todos os traços de um caso são indexados, independentemente dos outros traços em uma hierarquia e, estes são organizados em uma estrutura conceitual que vão do conceito geral ao particular.

O tipo de organização da memória depende da quantidade de conhecimento disponível e, do domínio a tratar para indexar e recuperar a informação necessitada. A abordagem associativa é frequentemente usada, na biblioteca de casos, para dar uma maior flexibilidade ao sistema na realização de sua tarefa e, a abordagem hierárquica é a mais apropriada quando as tarefas são bem definidas.

Outro problema na organização da memória é como devem ser estruturados os casos. Alguns sistemas **CBR** armazenam os casos de forma integral em um lugar da memória. Por exemplo, **CASEY** (Koton, 1988), **CHEF** (Hammond, 1990), **HIPO** (Ashley, 1991). A vantagem desta abordagem é que o caso pode dar uma completa solução ao novo problema e, a desvantagem é que pode ser difícil voltar a usar as características de um caso passado para resolver um novo caso. Uma solução para este problema, é partir o caso em características elementares e armazená-las individualmente em um conjunto de apontadores que posteriormente poderiam ser usados para reconstruir o caso completo, como no programa **JULIA** (Kolodner, 1987A/B). Esta concepção permite utilizar as características de um caso passado para resolver as partes de um caso proposto, mostrando que o problema complexo a ser resolvido é uma combinação de soluções parciais de vários outros problemas.

A biblioteca de casos é composta de casos envolvendo eventos ou episódios e, para entendê-los é necessário utilizar o conceito de espaço de estados como base para descrever os vários episódios incluídos na biblioteca de casos.

A representação de um caso envolve caracterizar os objetivos, os eventos ou episódios que identificam uma situação e, sua estrutura representa o conceito do espaço de estados que pode ser usado como base na descrição de vários episódios. Existem várias formas de representação. As redes **ECC** (Alterman, 1989) são grafos direcionados e cada nó é um conceito evento/estado. Cada nó está associado a um conjunto de casos. Outra forma de organizar os conhecimentos é na forma de **MOPs** (Kolodner, 1983A/B; Schank, 1982). Esta técnica envolve as noções padrões da **I.A.**, tais como frames, abstrações, herança, etc., mas aplicado para bases de conhecimento

que mudam dinamicamente. Por exemplo, sistemas que apreendem novo conhecimento em processos de entendimento e de resolução de problemas. A representação das tarefas em uma rede hierarquizada, como no sistema **PRIAR** (Kambhampati, 1989A/B), ou em uma cadeia de relações causais como no sistema **CHEF** (Hammond, 1989).

Segundo Kolodner (1991) a representação de um caso pode ser realizada usando uma representação de predicados, uma representação em frames ou uma representação das características similares. As principais partes de um caso são:

(1) A descrição da situação do problema (estado do domínio, o tempo e o acontecimento do caso, e os problemas que necessitam ser resolvidos antes de sua aplicação);

(2) A solução (solução derivada para um caso específico na descrição do problema) e,

(3) O resultado (estado resultado do domínio quando a solução foi encontrada).

Assim, um **CASO** é uma lista de objetivos, estados e suas explicações, e as características conduzem a um resultado particular de uma situação determinada. Em formas mais complexas, um caso é conectado a um conjunto de subcasos que integrados formam a estrutura do espaço de resolução de problemas. Por exemplo, o desenho de um avião (ou circuito) é feito de sub-desenhos dos componentes que compreendem o todo e que cada um deles pode ser considerado como um caso.

Dependendo das características de um caso, estes podem ser usados para vários propósitos. Por exemplo, os casos que incluem um conjunto de soluções ou recomendações de uma determinada situação, podem ser usados para derivar soluções aos problemas apresentados. Os casos, como as descrições e os resultados, podem ser usados na avaliação de novas situações. Por último, quando um caso tem uma solução específica, este pode ser usado na avaliação de soluções e na antecipação de problemas potenciais antes que eles ocorram (Kolodner, 1991).

Desta forma, quando a solução de uma parte de um caso determinado é única, esta pode ser usada na solução de um caso novo. Quando a solução de um caso inclui um armazém de fatos de como esta foi derivada, os métodos de solução do caso passado podem ser usados em casos onde a solução passada é inaplicável.

4.4.3 Os algoritmos de recuperação.

A recuperação de um caso da memória é um problema de pesquisa. Este processo é difícil, porque a pesquisa a realizar é por ligação parcial de fatos e não tomando um caso completo. Existem duas abordagens para resolver este problema: os métodos de pesquisa refinando conceitos e os métodos de recuperação paralela.

a) *Os métodos de pesquisa refinando conceitos.* Estes métodos dependem de como é organizada a memória, em aspectos de generalização e da especialização de hierarquias. A pesquisa começa em um nó geral de uma hierarquia e vai descendo até que uma ligação seja possível, em caso contrário, ela para. Desta forma, os casos específicos na memória são recuperados quando seus traços em um hierarquia se ligam com os traços do caso a resolver. Neste tipo de pesquisa é necessário a indexação da memória na qual índices e nós intermédios são bem definidos.

Este método foi implementado inicialmente ao organizar as memórias em uma rede discriminada redundante (Elio & Scharf, 1990; Kolodner 1983A/B; Lebowitz, 1983) e, mais tarde, em memórias com representações distribuídas. Isto é, os casos são armazenados como peças de um caso geral, como no programa **HIPO** (Ashley, 1991).

Um exemplo de problema de pesquisa, é quando pesquisamos uma informação na **memória**. Neste armazém, o estado inicial é um lugar (nó), ou conjunto de pontos mostrando alguma coisa e, a descrição do objetivo é a descrição de uma informação. Assim, a pesquisa toma lugar em uma memória estruturada, em um domínio determinado. Por exemplo, quando um caso ocorre inesperadamente podemos pesquisar, na memória, algum caso passado, com características semelhantes, que já tenha acontecido (Schank, 1982).

b) *Os métodos de recuperação paralela.* Estes são aplicados em computadores de configuração paralela. Nestes métodos, toda a memória é utilizada e uma característica de uma solução é um ponto sensível. Estes métodos utilizam muitos processadores disponíveis, de maneira que o emparelhamento entre o caso proposto e todos os casos armazenados na memória podem ser ligados ao mesmo tempo, e a ligação parcial é feita aplicando uma função de avaliação que liga cada item do caso base. Desta forma, os itens são recuperados. O maior problema destes métodos é escolher uma boa função de avaliação.

4.4.4 A escolha dos melhores casos.

Em uma memória episódica, enriquecida e indexada, muitas das lembranças podem acontecer durante o processo de resolução de problemas. A estrutura da memória é desenhada de tal forma que casos passados relevantes possam ser escolhidos de um conjunto de lembranças. Existem dois métodos para realizar isto (Kolodner & Simpson & Sycara-Cyranski, 1985):

(1) *O melhor caso é escolhido de um conjunto de lembranças através de um procedimento de avaliação "a priori".*

A escolha do melhor caso requer habilidade do sistema quando recupera (em função das características iniciais da situação) um ou vários casos e, ao mesmo tempo gera uma correspondência entre suas partes.

Este método é baseado em um conjunto de testes. Por exemplo, os seguintes testes foram utilizados no desenvolvimento do sistema **MEDIATOR** (Kolodner & Simpson, 1988):

- a) Eliminar os casos passados que mostrem diferenças nos objetivos com caso proposto;
- b) Eliminar os casos passados que têm uma derivação do relacionamento objetivo diferente do caso proposto e,
- c) Ordenar os casos passados de acordo ao seguinte critério ou ranking:

- argumentos disputantes similares >>
- disputas similares >>
- objetos disputantes similares

Considere o seguinte exemplo:

"As nações do Terceiro Mundo e os Países Industrializados procuram obter certos direitos sobre os minerais no fundo dos oceanos. Esta situação é discutida e se pensa que eles serão divididos. Ambos lados não confiam que outros dividam seus recursos naturais" (Kolodner & Simpson & Sycara-Cyranski, 1985).

Suponha que nosso sistema recupera três casos:

- (1) Duas crianças lutam em um bar, a solução é "interromper as outras escolhas";
- (2) A disputa entre Israel e Egito no Sinai, e
- (3) A disputa entre os E.E.U.U. e a Rússia sobre a pesca nas costas dos E.E.U.U.

Usando a regra 1, o caso 2 é eliminado, porque este caso envolve um forte relacionamento dos objetivos de ambas partes e não uma relação competitiva. A regra 2 elimina o caso 3, porque os objetivos dos disputantes são derivados diferencialmente. No caso comum, o objetivo é derivado dos disputantes desejando o controle e o uso de um recurso consumível. Enquanto o caso 3, seu objetivo deriva de uma intenção de controlar um recurso não renovável. Assim, o caso 1 é escolhido como o mais aplicável e, uma analogia baseada em similaridades entre o caso comum e o caso 3 é eliminada.

(2) *A escolha é feita por algum procedimento de avaliação.* Este método é aceitável quando falhas não são expansivas ou irrecuperáveis.

Neste método, um procedimento de avaliação é usado para “rankear” os casos e o conjunto índices altos são escolhidos. Sugestões para cada um dos casos selecionados são considerados, um plano de ação é gerado baseado em cada um deles e, estes são avaliados e o melhor é escolhido. Por exemplo, em um programa planejando Batalhas (Goodman, 1989), pesos foram colocados em todos os campos de informação e, foram usados para ligar outras características de outros casos em memória e, as redes hierárquicas simbólicas para determinar a distância entre os valores dos campos simbólicos. O programa **CORA-L** (Martin, 1989A/B) usa a probabilidade condicional e, predições são recuperadas da memória usando a probabilidade teórica para achar o valor mais provável não observado de um atributo particular. Especificamente, ele armazena as probabilidades condicionais entre os valores do atributo objetivo. Estes são comparados com a probabilidade teórica dos dados e, a mais ampla predição é realizada.

Também, neste processo, os métodos de indexação, a organização da memória e os algoritmos de recuperação de um caso podem chamar um conjunto de casos parcialmente ligados para ser usados posteriormente pelo sistema **CBR**. Assim, um problema a ser considerado é a escolha da melhor ligação entre os casos mais relevantes.

Os métodos propostos como complementares para realizar esta tarefa são:

- o método das preferências heurísticas (Kolodner, 1989);
- o método da análise dimensional (Rissland & Ashley, 1989) e,
- o método das funções de avaliação por mudança dos pesos dinamicamente de Stanfill (1987) (DARPA, 1989).

Todos estes métodos são diferentes mas têm um aspecto em comum. O conjunto de índices recuperados, pelo algoritmo de recuperação, contribuem para conhecer a importância na solução do caso proposto. Desta maneira, os casos selecionados podem dar uma determinada explicação; por quê esta ligação ?

4.4.5 A adaptação de uma caso.

A última tarefa de um sistema **CBR** é adaptar a solução armazenada, de um caso recuperado, às necessidades de um caso proposto. Normalmente, a ligação entre dois casos não será perfeito, como consequência das diferenças entre eles. Assim, o processo de adaptação recuperará os traços mais importantes e aplicará um conjunto de regras que as levam em conta.

Uma boa explicação deve reunir três características: relevância no problema, confiabilidade e ser adequadamente detalhada para dar a necessária informação ao sistema para atingir seus objetivos.

A adaptação de regras são essencialmente estratégias que orientam a solução de mini problemas. No planejamento, eles devem ser especialistas afim de registrar pré-condições para achar planos de ação. Na tarefa de diagnóstico, eles devem ser hábeis para encontrar lacunas em uma explicação e completar os traços ou características que faltam. Por exemplo, no programa **CHEF**, o usuário pode perguntar por um grande prato contendo frango e feijão, mas a receita recuperada pode ser carne de vaca e brócolis. Nesta situação observamos duas diferenças salientes: o maior alimento na nova receita é frango, e não carne de vaca, e o maior vegetal é feijão, e não brócolis. Para adaptar as características da receita recuperada à nova receita, o programa **CHEF** deve responder a estas diferenças (Riesbeck & Schank, 1989).

Primeiro, **CHEF** seleciona as receitas velhas, substituindo os correspondentes itens em cada passo que envolvem carne de vaca (pedaços, partes fritas etc.). Logo procura frango e, as referências de brócolis transformando-se em referências de feijão. Assim, **CHEF** verifica cada passo para ver se isto pode ser omitido ou se este passo necessita mudanças para esta nova aplicação.

No exemplo do programa **CHEF**, mostramos como as regras operam em domínios e em tarefas específicas. Estas regras específicas (complexas) têm como função substituir ingredientes na receita. Por exemplo, normalmente os passos de uma espécie similar são agrupados (conjunto de todos os passos antes de fritar). Às vezes, os passos podem ser fusionados (fatias de ostras e alho conjuntamente) e, às vezes, não

(quando a temperatura para cozinhar um alimento têm-se incrementado e é necessário modificar os passos para assegurar que algum item que está sendo cozido com o alimento não seja super-cozido). Isto é, o programa **CHEF** pode adicionar e apagar passos, mas ele não faz mudanças globais à receita integral. Assim, o básico ordenamento de passos na receita original é mantido ao longo do processo com algumas otimizações que não são explicitamente mudadas por alguns ingredientes críticos.

A analogia seguinte demonstra como uma grande livraria de casos pode mostrar o uso da adaptação de regras e ainda dar resultados eficazes. Considere o processo pelo qual devemos ensinar a um grupo de alunos a encontrar o logaritmo (base 10) de um número (50) em uma tabela. Assim, primeiro calculamos o logaritmo do número observando o correspondente valor (1.69897) na tabela. Quando o número não se encontra registrado, tomamos os dois números mais próximos a ele (acima e abaixo) e realizamos uma regra simples para aproximar o logaritmo do número. A tabela de logaritmos é análogo à biblioteca de casos. Observando os números mais próximos a ele o caso é recuperado e, interpolando as respostas usando rateios acontece a adaptação da regra.

Segundo a literatura descrita nos sistemas **CBR**, existem dois tipos de adaptação generalizados:

(a) *A Adaptação Estrutural*. Neste processo a adaptação de regras é aplicada diretamente à solução armazenada no caso. Por exemplo, o programa **CHEF** modifica receitas particulares e o **JUDGE** modifica as piores sentenças criminais;

(b) *A adaptação Derivacional*. Neste processo as regras geradas para a solução original são rodadas novamente para gerar uma solução nova. A idéia aqui é armazenar uma nova solução para um caso e uma seqüência de planos de ação que constróem esta solução. Assim, quando um caso é recuperado, o sistema verifica se as diferenças entre o caso proposto e o caso passado afetam algumas decisões básicas à solução armazenada no caso. Quando isto é verdadeiro, estas decisões são avaliadas novamente usando valores existentes na situação de entrada. Em outras palavras, a solução armazenada é adaptada pela re-execução das partes do processo da solução original e não mudando esta diretamente. Este tipo de adaptação foi usado no **MEDIATOR** (Kolodner & Simpson, 1988).

Por exemplo, no programa **MEDIATOR** um plano foi colocado na disputa de duas crianças sobre o consumo de uma laranja. O primeiro plano examinado, dividindo a laranja, falhou porque nenhuma criança quer a metade de uma laranja. O plano correto seria dar a cada criança a parte da laranja que ela deseja. **MEDIATOR** aplica este plano (determina a presença dos objetivos e satisfaz cada um deles), para gerar uma possível solução à disputa entre Egito e Israel sobre o Sinai. O resultado foi dar a Israel o controle militar e a Egito o controle político-econômico.

A principal vantagem da adaptação derivacional é adaptar o conhecimento (solução) de um caso a problemas dentro de seu domínio e também poder transferir este a outros domínios. O exemplo acima mostrado é um bom exemplo de raciocínio analógico e, isto só é possível usando adaptação derivacional. Esta adaptação depende do planejamento das estruturas armazenando soluções e não de todas as soluções que eles têm (Riesbeck & Schank, 1989).

Assim, o sistema **CBR** tem um conjunto de regras de adaptação estrutural para fixar as soluções não analisadas e os mecanismos derivacionais para fixar os casos que são bem entendidos pelo sistema. As soluções geradas pelo sistema estarão numa lista de candidatos por adaptação derivacional.

4.5 As técnicas de adaptação de um caso.

Diferentes técnicas, desde as mais simples até as mais complexas, têm sido aplicadas a sistemas de raciocínio baseados em casos.

4.5.1 Por adaptação nula (estrutural).

Esta técnica é para não fazer nada e simplesmente aplicar a solução de um caso recuperado à nova situação. Como explica Riesbeck e Schank (1986), as pessoas freqüentemente fazem pequenas adaptações. Por exemplo, se a situação no Haiti lembra algo da situação do Zaire então o sujeito freqüentemente adapta os resultados desta experiência ao Haiti.

Esta técnica pode ser aplicada quando o raciocínio para uma solução é complexa, mas a solução é simples. Por exemplo, muitos fatores podem ser considerados quando fazemos avaliações na aplicação de um empréstimo, mas a resposta final pode ser aceita ou rejeitada. Assim, quando um caso proposto liga casos com empréstimos que foram rejeitados, o caso será rejeitado e, quando liga casos com empréstimos que foram aceitos este será aceito. Em cada caso, a solução passada é aplicada diretamente. Em um programa de diagnóstico de falhas de equipamentos

sugerindo falhas dos componentes, o trabalho será desenvolvido igualmente. Desta forma, quando uma certa parte do sistema tem causado falhas similares no passado, o sistema sugerirá que a mesma parte poderá falhar outra vez.

O resultado da aplicação desta técnica é a obtenção de soluções simples (por Ex., aceito, rejeitado, parte 26, arame 1, etc.), o que leva a encontrar poucas partes a serem adaptadas. Na prática, nesta técnica, encontramos duas lacunas. Primeiro, para procurar uma resposta simples podemos utilizar outras técnicas que trabalham bem (por exemplo, os métodos de classificação estatística), freqüentemente melhor e com mais precisão que o raciocínio matemático das pessoas. Segundo, é raro procurar uma resposta simples. Normalmente, as pessoas pesquisam outras respostas possíveis. Em outras palavras, a solução real armazenada nos casos que os usuários procuram está em uma cadeia de raciocínios que os orienta à resposta desejada.

4.5.2 Por soluções parametrizadas.

Provavelmente esta é a melhor técnica estrutural entendida. O princípio é o seguinte: "quando um caso é recuperado para aplicá-lo a uma situação determinada, as descrições dos problemas, passado e novo, são comparados por parâmetros específicos e as diferenças são usadas para modificar as soluções dos parâmetros na solução apropriada ". Por exemplo, no programa **JUDGE**, um crime tem parâmetros como "horrível", "seriedade do motivo" e "arrependimento". Do mesmo modo, existem parâmetros envolvidos na solução. Da mesma forma, uma sentença criminal tem parâmetros para tempo de prisão, avaliação de liberdade de palavra, multas, etc.. Cada problema parâmetro é associado com uma ou mais soluções dos parâmetros: o mais horrível crime, a mais severa sentença, o maior arrependimento, a mais boa vontade de ficar em liberdade sob palavra de honra. Assim, quando o programa **JUDGE** encontra que um crime é menos horrível que o crime recuperado da memória, ele faz uma sentença moderada que as encontradas nos crimes passados.

Uma observação importante, é que no uso de soluções parametrizadas não implica em que exista uma formula que coloque um conjunto de problemas parâmetros na solução de um problema. Em **JUDGE** não existe uma formula para gerar uma sentença de prisão dado um crime cometido. As soluções parametrizadas são de valor, porque modificam uma solução existente, não criando uma nova solução única. A solução parametrizada é uma técnica que utiliza a interpolação, similar ao método usado em logaritmos, numa tabela usando só bases aritméticas.

4.5.3 Por abstração e sobre especialização.

Esta é uma técnica estrutural que pode ser usada para realizar simples adaptações, de uma forma complexa e, gerar novas e criativas soluções. A idéia é, quando um traço de uma solução não pode ser aplicada a um problema, o sistema deve procurar abstrações deste traço na solução que não tem a mesma dificuldade. Desta forma, ele se especializa. Isto é, o sistema aplica outras especializações abstratas para uma situação comum.

Por exemplo, o sistema **PERSUADER** trabalha em disputas de arbitragem de administração. Em particular, ele gera soluções de contratos modificando os melhores exemplos das negociações passadas armazenadas. Assim, a linha de pesquisa de uma solução é observar contratos de competidores ligados à companhia envolvida (por exemplo, companhias operando na mesma área). Depois, observa os contratos de companhias que usaram estes competidores. Finalmente, observa contratos de outras companhias do mesmo tipo (ver Fig. 8).

```

Searching memory for current competitor's contracts..
Failed to find current competitor's contracts..
Failed to find past competitor's contracts..
Having found industry contracts..

Consider contracts with the same job classification
# <M-bus-driver 16271457>

Then consider contracts that resulted from successful negotiations.

The contract I am considering is # <M-bus-company 16274150>

```

Fig. 8 - Abstração e sobre especialização em **PERSUADER** (segundo Riesbeck & Schank, 1989).

4.5.4 Por reinstalação.

Esta técnica é um método de adaptação derivacional. Esta não opera na solução original, mas sim nos métodos que foram usados para gerar uma solução. Os meios da reinstalação substituem um passo em uma solução, selecionando e aplicando um plano de ação que gera este passo no contexto de uma situação comum.

O programa **MEDIATOR** usa esta técnica para gerar soluções entre dois competidores. Por exemplo, ele tenta resolver a disputa entre Egito e Israel sobre o controle do Sinai usando uma solução obtida quando os E.E.U.U. e Panamá estavam em conflito sobre o controle do Canal do Panamá. O plano usado foi "dividido em

em conflito sobre o controle do Canal do Panamá. O plano usado foi "dividido em diferentes partes" separando o controle do canal em linhas políticas e militares. Na situação corrente, uma solução similar é para dar um controle militar a Israel para sua segurança nacional, e o controle político a Egito para manter sua integridade nacional.

5. O aprendizado do sistema, as explicações e as correções.

Um sistema para apreender deve ser hábil para identificar que necessita conhecer, para logo processar esta informação quando esta se torna disponível. O processo de aprendizagem deve tornar explícito o conhecimento desejado e realizar um conjunto de operações ou ações que incrementem as oportunidades de encontrar este conhecimento. Uma representação explícita do conhecimento desejado é o "objetivo" dele e, o conjunto de ações que tomam lugar para incrementar a probabilidade de encontrar este conhecimento é o "plano" de aquisição do conhecimento (Hunter, 1989).

Casos passados conduzem um sistema **CBR** a tomar decisões e a apreender de suas experiências, principalmente de três maneiras:

- (1) Generalização e especialização;
- (2) Pesquisa restringida e,
- (3) Avaliação comparativa.

Estas decisões são o resultado de processar e pesquisar numa estrutura de conhecimento. O raciocínio é orientado por algoritmos que permitem ao sistema encontrar soluções ao problema apresentado, e modificar suas estruturas de conhecimento armazenadas na memória.

As experiências no mundo real, às vezes, apoiam na generalização de um caso que pode ser aplicado na solução de um problema e, por sua vez, na especialização da base de conhecimento. Estes dois processos são inversos e são uma forma de aprendizagem do sistema. A generalização é uma regra aplicada dedutivamente, para resolver ou classificar novos problemas, ou este pode ser uma explicação causal como resultado de fazer uma analogia. As generalizações identificam as partes de um problema que são importantes e tem um procedimento na pesquisa de uma solução (Ashley, 1991). Desta forma, um caso passado é um elemento que serve para inferir ou derivar uma generalização (ver Fig. 9). Uma generalização pode ser imposta em um domínio como no programa **CABARET** (Rissland & Skalak, 1991) ou, pode ser derivada de uma simples explicação de um exemplo como no programa **CASEY**

(Koton, 1988) ou, alternativamente, de uma coleção de casos positivos ou negativos como no programa **GREVE** (Branting, 1991).

Um caso passado pode facilitar na pesquisa de uma solução. Esta pesquisa é fácil, pelo menos teoricamente, porque casos passados são indexados. O sistema **CBR** simplesmente mostra um índice de entrada para uma solução passada relevante e, desta forma, aplica e adapta estes passos de solução para um problema comum. Em efeito, um caso passado é uma solução compilada e, este é uma estratégia de pesquisa, porque mostra os traços errados passados solucionados (processo de aprendizagem por indexação de casos). O programa **PRODIGY** é um exemplo desta abordagem (Ashley, 1991). Ele completa as histórias (melhorando a adaptabilidade do caso passado a expensas de um complicado processo de pesquisa, modificação e adaptação à situação apresentada), no processo de resolução de problemas para que ele seja armazenado.

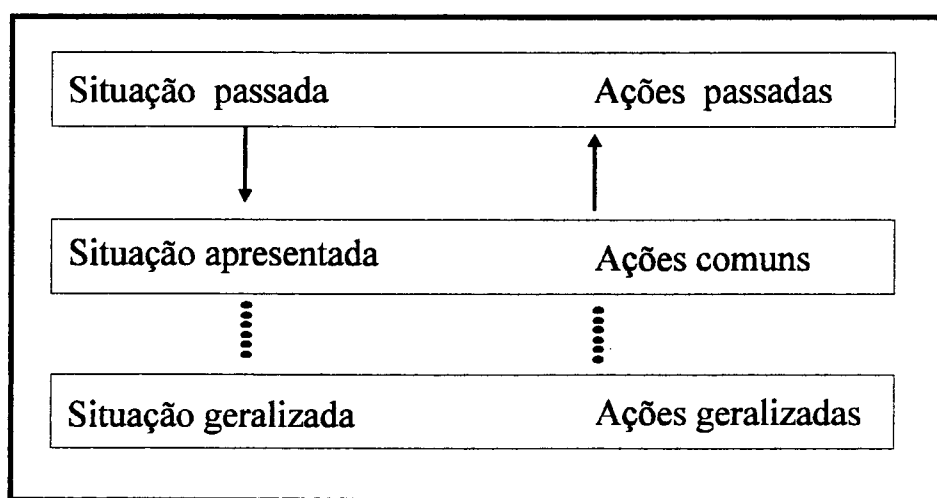


Fig. 9 - Relacionamento entre as partes de um esquema induzido.

Finalmente, os casos passados podem providenciar um meio de avaliação. Um problema comum pode ser avaliado por comparação e contrastando suas características com os casos passados avaliados. Por exemplo, um sistema **CBR** pode obter um valor, tal como uma quantidade em dólares, extrapolando dois casos passados similares de valores conhecidos. As avaliações não necessitam ser em dólares, elas podem ser feitas por classificações simbólicas. Um bom exemplo de avaliação simbólica é o programa **HYPO** (Ashley, 1991).

Neste contexto, este processo de resolução de problemas gera a aprendizagem do sistema (aprendizagem por indução). Ele é o resultado de processar um conjunto de

objetivos, sub-objetivos, justificativas, hipóteses, ações, etc., que identificam um caso ou um conjunto de casos. As características de um caso podem ser agrupadas em situações e ações, e em um conjunto de características (participantes, falhas, recomendações, etc.) que os complementem.

As "ações" são traços abertos ou ações internas, ou igualmente um processo de inferência (metaconhecimentos estratégicos, definidos como aqueles conhecimentos que permitem acesso aos conhecimentos específicos) ao realizar uma determinada operação.

A aprendizagem indutiva pode ser esquematizada como mostrada na Fig. 10. Nesta figura observamos uma base de conhecimento com casos passados representados em **MOPs**. Eles contêm um conjunto de cenários e scripts que vão caracterizá-los. Assim, a máquina de inferência de um sistema **CBR** no processo de aprendizagem vai criar um novo caso, dos traços passados, e induzir outros traços que não foram considerados nos casos iniciais. Os casos passados não são tocados, porque eles ainda representam soluções para outros problemas. Desta forma, teremos um caso novo (real ou hipotético) com novas características e propriedades, e com resultados possivelmente diferentes aos casos iniciais.

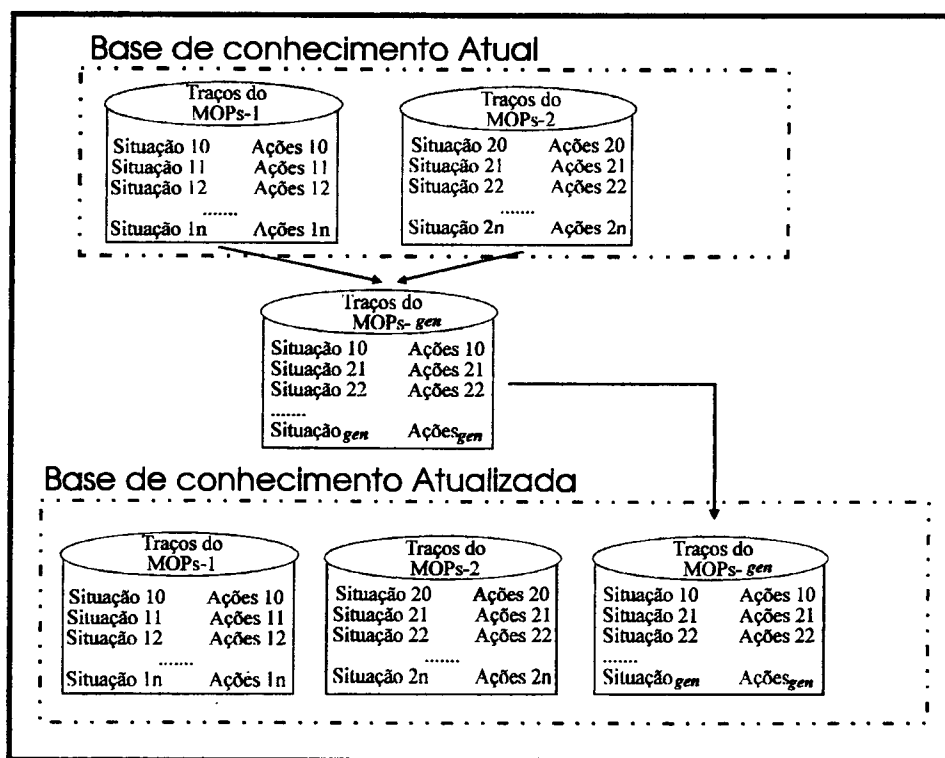


Fig. 10 - Um processo de inferência indutiva abstrata.

Todos os sistemas **CBR** envolvem alguma combinação destes três métodos. Por exemplo, quase todos os sistemas **CBR** utilizam casos índices. Geralmente, os índices são conceituais e os casos são indexados por conceitos abstratos que representam uma característica de uma situação. Assim, quantidades de generalizações são inevitáveis na construção dos índices.

Por outro lado, quando um sistema baseado em casos falha, este tem por objetivo explicar a falha e consertá-la. Em alguns campos, primeiro vem a explicação e, logo, o conserto é baseado nesta explicação. Por exemplo, quando um plano falha, a causa é explicada primeiro e as explicações guiam o conserto. Em outros campos, ao contrário, o conserto vem primeiro. Por exemplo, suponhamos um sistema de diagnóstico de falhas em equipamentos eletrônicos. Ele pode dizer que uma falha é de alguma parte do sistema e que a parte examinada está trabalhando, até que o sistema gere um diagnóstico correto, ele pode explicar o que está fazendo.

A geração de planos de ação produz dois tipos de falhas:

- (1) Os objetivos especificados na entrada do sistema não estão registrados na sua memória (por exemplo, um plano de ação não faz o que é admitido fazer) e,
- (2) Os objetivos implícitos, não especificados na entrada, são infringidos (por exemplo, um plano de ação alcança um objetivo mas, o custo é alto).

Os objetivos implícitos existem e quando estes são infringidos, o primeiro a realizar é fazê-lo explícito em uma determinada situação (apresentação do problema). Por exemplo, no programa **CHEF** uma entrada diz "dê-me um prato grande de especiarias com carne de vaca e brócolis". Quando a receita é gerada produz um brócoli velho, infringindo o objetivo implícito de brócoli fresco. Assim, **CHEF** adiciona "guardar brócoli fresco" como um objetivo implícito para a receita. Desta forma, quando no futuro esta receita é recuperada, o objetivo "guardar brócoli fresco" será por adaptação desta regra.

A tarefa de explicar um processo é para gerar um domínio específico de explicação; "por que uma solução proposta está falha?" No programa **CHEF**, a explicação é uma cadeia causal alocada dentro de um plano de ação, e eles são orientados pela transgressão de um objetivo.

No domínio do diagnóstico de componentes de falhas, a explicação é uma cadeia causal. A falha de um componente é interceptada por outra, já diagnosticada,

pelos sintomas observados. Esta abordagem é importante, porque existem muitas explicações para eventos anômalos que necessitamos conhecer para restringir a pesquisa e saber suas diferentes explicações.

5.1 Os consertos.

Conserto é um processo similar à adaptação. Neste processo a solução é modificada para adaptá-la a uma situação. A diferença está no fato de que a adaptação começa com uma velha solução e o caso apresentado, e os consertos são feitos à solução do novo caso.

Por outro lado, o conserto começa com uma solução (um relatório de falha) e, talvez, uma explicação. Logo, modifica a solução para afastar a falha. Quando uma explicação precede a uma falha, em certos domínios, a explicação da falha usualmente manifesta indícios para o conserto necessitado. Por exemplo, no programa **CHEF**, as explicações são ligadas a grupos de falhas, organizados em heurísticas (via abstração), que consertam o problema em uma variedade de classes. O fato de cozinhar carne de vaca e brócolis conjuntamente faz um brócoli consistente. Nesta situação um caso particular tenta alcançar dois objetivos com uma ação e uma interação inesperada acontece. Assim, uma espécie de conserto será usar ações separadas para obter dois objetivos e, outros consertos, para impedir as más interações. Por exemplo, **CHEF** lembra planos passados de sua memória, para modificar e satisfazer algum objetivo não alcançado. Para fazer isto, **CHEF** (Converse & Hammond & Mark, 1989) usa uma tabela padrão de modificações que menciona como adicionar novos objetivos para planos existentes. Estas modificações tomam a forma de "Substitution", "detetion", "Catenation e Merging of actions" e "Props" em um plano.

Em **CHEF**, quando uma característica particular de um objetivo é identificada, participando em uma falha, um teste é construído para ela e, ele é associado com o mais específico objetivo de uso geral. Desta forma, quando todos os membros de uma classe de itens são associados com uma falha, uma ligação é feita diretamente destas classes para a memória da falha.

Quando uma informação está disponível e a solução proposta não é utilizada, uma estratégia de conserto será adicionar a esta um relatório de falhas. Por exemplo, um dispositivo particular de um equipamento está trabalhando e uma pesquisa é feita, outra vez, na memória para fazer a melhor ligação de fatos. Quando uma informação adicional causa a recuperação de um caso diferente, esta será adaptada como uma outra

solução. Quando o mesmo caso é recuperado como antes, uma estratégia de conserto será examinar a adaptação da melhor união.

Sempre que soluções falham e são consertadas, uma coisa importante a fazer é armazenar uma ligação entre a solução que não resultou e a que finalmente operou. Isto tem o seguinte propósito. Suponhamos o mesmo caso com falhas para ser aplicado outra vez, em outra solução. Quando isto acontece o sistema pode observar alguma outra falha associada com este caso e generalizar as coisas em comum, simultaneamente, quando este caso tem falhado no trabalho. Técnicas baseadas em similaridades e generalizações baseadas em explicações, são aplicáveis. O objetivo é encontrar alguma caracterização de situações que podem falhar. Desta forma, o sistema pode ser hábil a fixar e examinar classes de falhas no futuro. Por último, o sistema será hábil a reconhecer as situações onde antes existiram falhas.

6. Conclusões.

Neste capítulo descrevemos alguns conceitos teóricos necessários para compreender os paradigmas subjacentes no desenvolvimento do modelo cognitivo do operador. As bases teóricas narradas para formalizar o modelo, repousam sobre uma ampla teoria cognitiva: *o processo de lembrar, como fenômeno na resolução de problemas*. Também, foram descritos os elementos mais importantes na análise e tratamento de uma atividade complexa num posto de trabalho e, finalmente, algumas formalizações no tratamento dos conhecimentos.

Esta teoria cognitiva, baseada na resolução de problemas por meio de casos foi desenvolvida por Schank em 1982. Ela foi inspirada nos principais resultados da pesquisa de como organizar uma memória dinâmica e qual é a influência da lembrança no processo de entendimento. Hoje os modelo cognitivos são orientados a descrever os processos cognitivos ou, mais exatamente, as heurísticas que permitem a um sujeito caminhar no espaço de problemas para encontrar uma solução satisfatória a um problema (Newell & Simon, 1972). A simulação do modelo é utilizada antes de tudo como uma ferramenta de validação e, neste contexto, encontramos dois objetivos: provar um modelo "teórico" e evoluir para um modelo "ideal".

Um modelo de operador que influência fortemente a pesquisa em ergonomia cognitiva foi apresentado. É o modelo de Rasmussen (1986). Este modelo descreve várias atividades de tratamento de informação como ativação, observação, identificação de um estado atual, avaliação das conseqüências de um problema, a definição de uma tarefa, a formulação de um procedimento, e enfim, a execução de uma ou várias ações.

Finalmente, são explicadas as ramificações dos sistemas de raciocínio baseados em casos e, do trabalho de sua máquina de inferência. Isto é, no funcionamento ela conta com uma biblioteca de casos, um método de armazenamento de casos novos que são mostrados quando necessitados; um esquema de índices que manifestam o processamento de um caso; um método de "matching" (ligar fatos) parcial que mostra os casos novos a serem considerados em termos de outros similares e, um método de adaptação que mostra a informação acumulada de um caso a ser aplicado a uma situação. Segundo Schank (1982), os especialistas têm todas estas habilidades ocultas sob a noção da lembrança. Neste sentido, para fazer computadores inteligentes, devemos construir sistemas que lembrem situações.

TERCEIRA PARTE - ANÁLISE DA ATIVIDADE COGNITIVA DO OPERADOR QUE FAZ O CONTROLE DA DISTRIBUIÇÃO E MANUTENÇÃO DA REDE DE ENERGIA ELÉTRICA

Capítulo 3 A análise da atividade do operador

1. Introdução.

O objetivo deste capítulo é de reunir e analisar as informações necessárias concernentes aos processos cognitivos, com suas estruturas correspondentes, que o operador utiliza na realização de sua atividade, levando em conta que nosso objetivo é a modelagem de seus conhecimentos presentes e futuros prováveis. As noções de procedimentos, estratégias e esquemas foram os conceitos mais importantes em nossa metodologia utilizada. Realmente, a união destes conceitos úteis da psicologia cognitiva se desenvolveu na mesma corrente que as técnicas da I.A.. Estes conceitos parecem constituir ao mesmo tempo:

- * Uma formalização adequada das habilidades do operador, permitindo levar em conta o fenômeno de economia cognitiva e, os erros que o próprio operador provoca;

- * Uma linguagem comum entre os ergonomistas e os engenheiros projetistas de sistemas de apoio à decisão.

2. O quadro metodológico.

2.1 Introdução.

Esta metodologia de trabalho está orientada na necessidade de conceber os modelos da atividade, sobre os fatos recolhidos em diversas situações de trabalho,

apresentando um certo grau de realismo. Os fatos registrados, na pesquisa, revelaram os comportamentos manifestos (verbais) e não manifestos (não verbais) do operador na realização de sua tarefa. Assim, a partir destes obtemos um conjunto de conhecimentos com uma determinada significação. A pesquisa é dividida em três etapas distintas que são (ver Fig. 11):

- a análise e o registro dos cenários típicos, seguido de uma modelagem das atividades;
- o ajustamento interativo da maquete e,
- uma validação empírica.

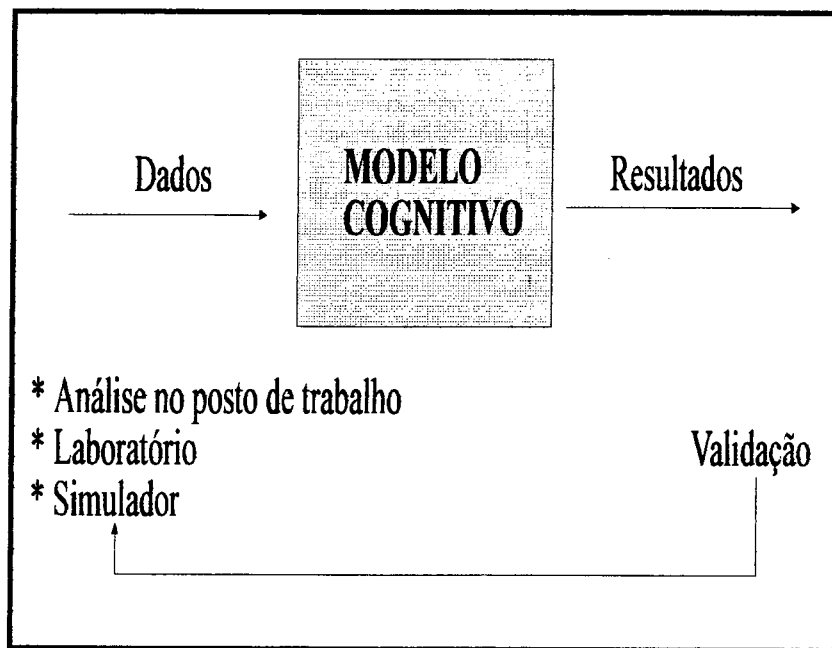


Fig. 11 - As etapas de uma modelagem cognitiva (segundo Decortis, 1988).

A primeira etapa da pesquisa é caracterizada por dois níveis de análises:

- (1) Uma análise ergonômica da atividade dos operadores que realizam o controle da distribuição e manutenção da rede de energia elétrica num contexto global e,
- (2) Uma análise fina dos mecanismos cognitivos desenvolvidos pelo operador na realização de sua atividade de controle e de resolução de problemas. Neste nível de análise desenvolvemos três tipos de abordagem:

- *A análise em termos de informação*. Esta consiste em registrar as atividades do operador, os sinais que ele seleciona e controla, suas comunicações, etc. Esta análise é dinâmica e leva em conta o desenvolvimento do processo. Ela foi implementada através de uma análise de protocolos verbais em apoio às variáveis a pesquisar e a controlar. Os conhecimentos verbalizados pelos operadores foram tratados qualitativamente a fim de identificar as estratégias cognitivas utilizadas na realização de sua tarefa. Este tratamento permitiu determinar as características, variáveis, explicações e planos de ação de uma situação em estudo.

- *A análise em termos de regulação de processos pensados*. Esta análise está baseada no diagnóstico e na recuperação das ocorrências passadas. Este tipo de análise foi usada para capturar os tipos de raciocínios do operador, a forma como eles representam seus processos e as relações de causa/efeito entre os fenômenos (Leplat & Hoc, 1981). Por meio desta análise pesquisamos, as habilidades do operador e os índices utilizados na identificação de uma situação.

- *A análise em termos de previsão*. Esta análise procurou focalizar a forma como os operadores antecipam suas ações, como percebem e diagnosticam a evolução de uma ocorrência. Isto é, a análise captura o modelo dinâmico do sistema, que os operadores controlam, os meios que eles utilizam para seu controle e, como se produz a transferência de conhecimentos entre as diferentes equipes de trabalho como meio de avaliar e controlar o sistema.

Os resultados destas abordagens foram empregados na modelagem dos mecanismos de regulação cognitiva na atividade do operador. Este modelo permitiu simular alguns de seus módulos da atividade futura, na fase de ajustamento interativo da maquete. Na etapa de ajustamento interativo da maquete, a simulação cognitiva representou o papel de um ferramenta de ajustamento. Em todo este processo distinguimos três tipos de maquetes (ver Fig. 12):

Pré-maquete. Nesta primeira etapa é representada e determinada as características do dispositivo futuro. Ele é fruto do resultado da análise da tarefa dos operadores na realização de sua atividade (pesquisa dos mecanismos de regulação cognitiva). O modelo, nesta etapa, não mostra, necessariamente, todas as funcionalidades do projeto final. No entanto, os módulos representam os diferentes processos das atividades cognitivas.

Maquete. Esta maquete intermediária é produto do processo de retroalimentação de informação com ajuda da simulação cognitiva. O processo de ajustamento é interativo.

Maquete final. Nesta etapa, a maquete é completada e testada. Esta maquete contém praticamente todas as funcionalidades do produto final. Finalmente, ele é um dispositivo que produz uma resposta a um operador nesta atividade.

Em cada ciclo do circuito de ajustamento interativo da maquete passamos a um cenário diferente, onde a carga de trabalho, as ferramentas e os dispositivos técnicos, e a distribuição de recursos cognitivos são modificados. Este procedimento é repetido em outros cenários diferentes. Os resultados são analisados e, as conclusões extraídas são utilizadas para afinar a maquete. O objetivo é ajustar a maquete, representando o sistema, em função dos problemas encontrados nos ciclos interativos.

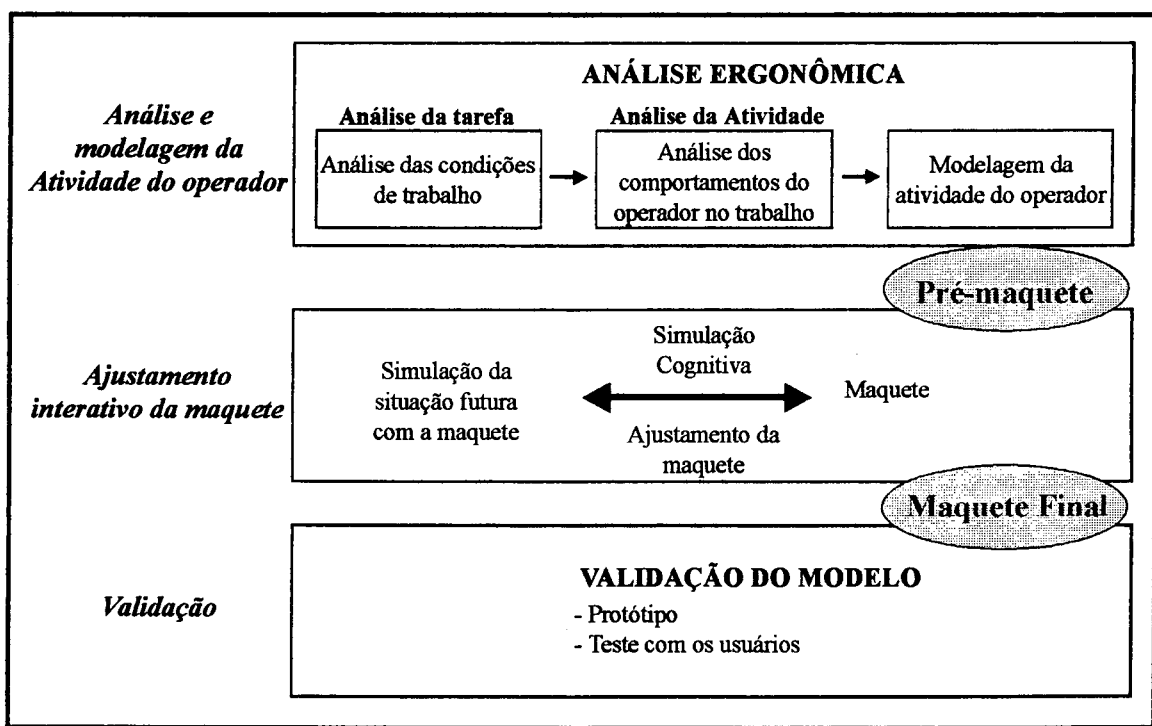


Fig. 12 - As três fases da metodologia utilizada na pesquisa do modelo do operador.

Nesta última etapa, tem-se uma versão simplificada da maquete final. A validação empírica foi realizada nos diferentes módulos que controlam as diferentes informações registradas pela simulação.

2.2 O uso da verbalização como técnica para o estudo do funcionamento cognitivo.

Um problema que afeta um experimento é quando a atividade mental, por natureza ou por conjuntura, não pode ser observada em toda sua magnitude. A necessidade de tornar isto visível é o que caracteriza a ergonomia cognitiva, isto é, a concepção de modelos de processos, e também, o início das observações susceptíveis para sua validação.

Os modelos de processos são construções conceituais que levam em conta uma série de operações mentais realizadas pelo operador. Validar o modelo supõe encontrar um conjunto de observações compatíveis com a natureza da tarefa.

A verbalização é utilizada na criação destes modelos para descrever os fenômenos cognitivos existentes na memória do operador na execução de sua tarefa. Entende-se por verbalização, à produção manifesta pela língua natural. Esta pode ser espontânea ou não, oral ou escrita. Também, ela pode embutir um conhecimento não declarado (implícito).

Segundo os três objetivos da análise do trabalho (a atividade, as condições do trabalho nas quais é realizado e suas conseqüências), a verbalização do operador é essencial por três razões fundamentais:

- a atividade não pode ser reduzida ao que é manifesto e observável. As estratégias, os processos de tratamentos da informação, a planificação de ações podem ser verdadeiramente apreendidos através das explicitações do operador.

- as observações são sempre limitadas segundo sua duração. Assim, o operador pode ajudar a recuperar estas observações num quadro temporal mais geral.

- as conseqüências do trabalho não são necessariamente aparentes. A fadiga, os eventuais distúrbios podem não ter uma tradução manifesta. Mas, o operador pode expressá-las na realização de sua atividade.

A realização de uma atividade pode ser entendida por meio das verbalizações que o operador realiza na execução de sua tarefa. O conhecimento coletado por meio dela pode ser agrupado pelas informações tratadas (por exemplo, aspectos de um objeto, elementos de um problema, conhecimentos utilizados, etc.) e pelas operações realizadas (por exemplo, as operações de execução ou de controle ou de instalação, etc.). Também, a verbalização pode orientar-se no sentido de determinar as justificativas a respeito das informações tratadas e/ou das operações realizadas (por

exemplo, objetivos ou sub-objetivos perseguidos, planos de ação, hipóteses declaradas, etc.). Esta última questão aponta os motivos pelo qual o operador assume determinadas condutas.

Na pesquisa, distinguimos dois tipos de verbalizações. a verbalização concomitante, que é produzida durante a execução de uma tarefa e, a verbalização consecutiva produzida ao final da execução da tarefa.

Esta distinção foi realizada por dois motivos: primeiro, a verbalização concomitante está inserida na verbalização prévia da execução da tarefa, situações estranhas ou pouco vistas pelo operador. Por meio dela conseguimos obter informação a respeito do porque de uma priorização ou, o porque de uma falha na descrição de uma ocorrência, etc. O segundo, refere-se ao nível de descrição de cada passo da tarefa. Portanto, a tarefa é narrada como uma seqüência de eventos e, assim um evento pode ser tomado como uma referência no momento da verbalização.

Realizado o estudo, encontramos certas objeções na validade da verbalização no estudo da tarefa. A verbalização aqui foi utilizada, como complemento para identificar certos processos mentais ou variáveis da atividade que não foram bem explicitados em nossa análise da cognitiva do operador. Mas, por meio dela não descobrimos todos os processos e conhecimentos existentes, na memória do operador, utilizados na realização de sua atividade. De fato, na execução da tarefa pelo operador, por exemplo, muitas vezes ele não podia declarar o que estava acontecendo na sua memória ou não conseguia descrever o que estava pensando quando executava sua tarefa e, por outro lado, quando a verbalização se tornava possível houve modificação na execução e no próprio desempenho do operador. Estas duas objeções se manifestaram de duas formas nas ocorrências observadas:

- em alguns casos , foi difícil determinar no ensaio todas as componentes do processo mental na realização da tarefa. Por exemplo, é difícil determinar como o operador fez uma avaliação dentro de sua memória para recuperar uma experiência ou um caso para aplicá-lo a outra situação. Em todas suas manifestações ele declarou a prioridade de cada ocorrência pelo fato de que na empresa existe um código de prioridades dessas ocorrências, segundo o motivo declarado.

- em outros casos, a verbalização tinha pouco a ver com os processos ativados na execução da tarefa.

Por meio desta pesquisa identificamos várias componentes da atividade mental do operador a partir de suas verbalizações. Estas são:

(1) *As intenções*. Estas declararam o objetivo ou os sub-objetivos de um estado futuro. Este objetivo pode ser na execução de uma operação, na localização de um lugar, etc. Por exemplo:

EX-1:

ELET: 4321.....299

DESP: *Prossiga 21....tá na escuta.*

ELET: *Foi aberta a 8710.*

DESP: *Oh! Mário, aproveitando o embalo. Vamos a dar uma tencionada no ramal de ligação. Rua Das palmeiras 239, na Daniela. Atrás do mercado "Graciosa", próxima à casa de Kleinübing. Cambio.*

ELET: *Okey.....eu vou terminar aqui dentro de uns 15 minutos...entendeu Laudelino.*

DESP: *Tá, mas temos depois que retornar aos Ingleses. Okey. Têm ordens lá nos Ingleses.*

ELET: *Okey.*

(2) *Os elementos cognitivos*. Os despachantes colocaram, em todo momento, uma atenção especial aos aspectos particulares de uma determinada situação. Por exemplo, o consumidor sabe a causa do porquê não tem luz, o transformador é particular, etc.

(3) *Os operadores de estado*. Estes representaram os movimentos ou estados explorados mentalmente. Isto é, ante uma determinada situação, o despachante pesquisa na sua memória uma experiência, com bons resultados, na avaliação da situação apresentada. Estes esquemas são iguais ou semelhantes às representações que fazem os eletricitistas no atendimento de uma ocorrência. A Fig. 18 apresenta um esquema de uma situação particularizando uma situação de problema.

(4) *Os elementos de avaliação*. Este são representados nas comparações entre as diferentes possibilidades de solução de uma situação. Por exemplo, as diferentes experiências armazenadas (casos) num MOP que tratam situações específicas de um determinado defeito na rede.

2.3 A metodologia.

Nosso interesse é estudar as comunicações entre os operadores e a partir disto evidenciar o funcionamento do sistema de tratamento de informação simbólico dos mesmos (construção de representações, inferências realizadas, elaboração de

estratégias e atividades de controle) na construção (ou explicação, argumentação, avaliação e justificativa) de uma solução.

Uma primeira série de observações foram orientadas no estudo dos mecanismos das atividades de resolução de problemas dos operadores que realizam o controle da distribuição e da manutenção da rede de energia elétrica, verbais e não verbais (análise a priori).

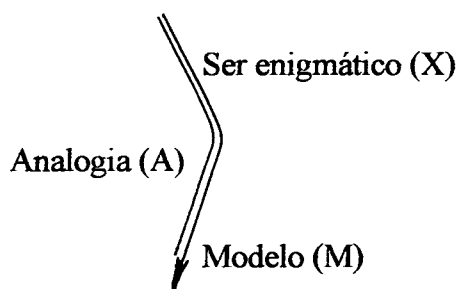
Estas verbalizações foram registradas por meio de um gravador em diferentes situações (estáveis e instáveis). Assim, elas foram transcritas e analisadas de forma literal, especificando os fatos participantes, seu conteúdo, suas relações, etc.

A princípio, estamos interessados nas regras e formas de conhecimentos que os operadores da equipe utilizam para explicar e resolver seus problemas.

2.3.1 A modelagem da atividade do operador.

Como foi mencionado no capítulo anterior, vamos analisar a atividade cognitiva do operador numa situação real de trabalho com o objetivo de modelar os aspectos próprios dos conhecimentos, estratégias e mecanismos cognitivos utilizados no controle de um sistema complexo. Esta modelagem do operador servirá para simular se as hipóteses do modelo são verídicas e válidas para reproduzir os comportamentos observados.

Um modelo é uma representação de um fenômeno estudado. Isto é, a aplicação de uma analogia (A) entre um ser (ou uma situação) exterior (X) e um objeto real ou abstrato (M) considerado como a imagem de X e que será considerado como o modelo de X.



O modelo é construído em referência a um campo teórico e em relação aos dados observados ou produto da experiência.

A concepção de um modelo não exige uma explicação exaustiva do conjunto dos fenômenos relativos a um problema dado, ele só deve descrever e explicar alguns de seus aspectos fundamentais.

Os principais aspectos considerados, como ponto de partida nesta interação homem-sistema, são a análise da atividade do operador na realização de sua tarefa, a dinâmica do operador inter-atuando com o sistema complexo, a representação do domínio do sistema na memória do operador, o aprendizado do operador no ambiente de trabalho, e quais são os possíveis conhecimentos que o operador tem para controlar o sistema.

2.3.2 O ajustamento da maquete.

A análise dos dados na fase precedente permitiram estabelecer o modelo de diagnóstico e de resolução de problemas baseado na noção da experiência e memória. Esta noção está orientada pelo processo da lembrança que as pessoas têm quando reconstróem uma situação dentro de sua memória. Os cenários típicos, no experimento, foram descritos formalmente sobre uma representação mínima (características básicas) de uma situação. O ajuste dos módulos descritos no modelo foi realizado por meio da convergência das informações na simulação cognitiva e, a pesquisa de novas informações (refinamento de fatos) nos operadores.

Plano de recolher os dados.

Os dados nesta fase de estudo foram os resultados da análise da atividade do operador e da simulação cognitiva. Quando as características de uma determinada situação inicial são dadas a um sistema e na sua base de conhecimento, não existe um caso similar que o avalie. Assim, um caso deve ser construído (por meio de estratégias, ou linhas de ação assimiladas com a experiência), tratado e armazenado por meio da simulação cognitiva.

Plano de análise.

Os cenários foram analisados em termos de:

- o conteúdo da comunicação;
- a escolha de um vocabulário apropriado;
- a repetição das mensagens pelo operador;
- a tomada de notas;
- a identificação, a classificação e a priorização de uma ocorrência;
- as hipóteses formuladas para os conhecimentos e, ante uma determinada situação.

Nos diferentes tratamentos, os cenários e algumas características da situação foram trocados, a fim de analisar o impacto das modificações nos resultados elaborados (seleção dos melhores casos ou a criação de um caso na avaliação de um problema apresentado) pelos módulos responsáveis no tratamento da informação.

Este nível de análise permitiu estimar os efeitos das modificações realizadas sobre certos casos reais. Desta forma, os módulos da maquete são reajustados para que a simulação do comportamento da atividade cognitiva do operador reflita o futuro cenário.

2.3.3 A validação da maquete.

A última versão na construção da maquete é denominada de protótipo. No projeto de concepção informática clássica, este protótipo é validado por meio de testes que, posteriormente, são comparados com os diferentes tratamentos da atividade cognitiva do operador. Desta forma, os resultados das informações analisadas refletem a realidade cognitiva do operador.

A validação do modelo pode ter lugar na situação do trabalho ou no simulador. Os resultados obtidos, de testar e modificar os parâmetros do modelo, são comparados com os observados no lugar de trabalho. Os desvios obtidos devem permitir modificar os parâmetros do modelo ou formular novas hipóteses.

Os casos indexados serão testados no posto de trabalho. Assim, predições e decisões serão obtidas e comparadas com os resultados esperados do problema. Quando as predições mostrem a verdade ou a precisão do problema proposto, os casos serão marcados como aceitos. Em caso contrário, os casos serão marcados como errados.

2.4 A abordagem do problema.

2.4.1 As características básicas no desenvolvimento do modelo.

O caso específico de interesse é a modelagem do funcionamento cognitivo da atividade de um operador que interage com um sistema complexo. O objetivo é realizar "o controle da distribuição manutenção da rede de energia elétrica".

Um operador quando controla um sistema complexo, realiza diferentes atividades: ele vigia o processo, detecta falhas, diagnostica, planifica suas intenções e ações em função de casos ou histórias, e recupera incidentes (Bainbridge, 1989A; de

Keyser & Decortis & Housiaux & Van Daele, 1987; Rasmussen, 1988; Decortis & Cacciabue, 1991). Estas atividades são características da cognição. O operador reconhece os padrões, utiliza sua memória, faz referência a situações encontradas, prediz o curso de eventos futuros e se antecipa à evolução de certas situações.

Por outro lado, neste tipo de atividade os incidentes ou situações na maioria dos casos, são diferentes entre si. Assim, não é muito útil modelar a união pré-determinada de respostas típicas ou de ações do operador, numa situação incidental. Também, não é muito interessante reconstruir o comportamento do operador, numa situação incidental, durante as situações observadas, porque as próximas evoluirão de forma diferente.

"O modelo a construir repousa sobre as propriedades baseadas na cognição". Por exemplo, ele deve simular os processos cognitivos que o operador ativa quando ele é submetido as restrições do ambiente (Reason, 1986). Por outro lado, o modelo deve reunir, numa mesma arquitetura, as características do funcionamento global. Isto é, a união das características cognitivas do operador.

Diferentes etapas no desenvolvimento do modelo do operador podem ser consideradas:

- (1) A coleta de dados de entrada do modelo será realizada por meio de uma análise das atividades;
- (2) A formalização dos mecanismos cognitivos, conhecimentos e modos de tratamento da informação e,
- (3) A validação do modelo.

Estas três etapas não são independentes e se repetem no tempo dando lugar a um enriquecimento (por meio da interação) do modelo.

O desenvolvimento do modelo também repousa sobre a análise da atividade do operador em uma situação de trabalho, análises experimentais e observações dos mecanismos de erros.

A análise da situação de trabalho vai fornecer os elementos necessários de entrada ao modelo. Em seguida, as questões que o modelo coloca permitirão formular novas hipóteses sobre a situação de trabalho. Também, a modelagem e a informatização do modelo, conduzem progressivamente a uma explicação detalhada das hipóteses psicológicas, dos elementos do modelo e, seus critérios de utilização e de

articulação. Esta análise provocará novas questões e hipóteses que talvez não tenham sido formuladas inicialmente.

O desenvolvimento do modelo cognitivo é pois um processo interativo.

O modelo cognitivo permite capturar as relações existentes entre os elementos significativos com o objetivo de explicar e, eventualmente, prever os fenômenos os quais estamos interessados. O modelo deve conter os elementos, os objetivos, as relações de causa-efeito, as funções e ações pertinentes para reproduzir o comportamento do operador na situação que interessa.

Um aspecto central desta situação de trabalho é o problema da pouca variabilidade em situações ligadas à complexidade do sistema. Por outro lado, a complexidade dos elementos ou fatos do sistema (por exemplo, as manobras não programadas, a quantidade de ocorrências registradas no computador, as mudanças nas condições climáticas, etc.) podem modificar os comportamentos, as estratégias cognitivas e o raciocínio do operador.

A complexidade deste sistema é devido à interação de múltiplas situações, eventos ou fatos que evoluem no tempo. Também, à latência das ações do operador, as respostas do sistema e a incerteza dos problemas a resolver (de Keyser, 1988; Wood, 1988; Cacciabue, 1988, 1989; Decortis & Cacciabue, 1991).

A variabilidade dos comportamentos do operador é devido a certos fatores: o estado interno do operador, o grau de conhecimento de como reconhecer uma situação, o ambiente, as ajudas disponíveis no trabalho e a equipe de trabalho na qual o operador está inserido. Estes fatores têm uma influência sobre as modalidades de utilização dos mecanismos e sobre os produtos de raciocínio do operador.

Por último, é necessário abstrair as **estratégias**, as **intenções** e os **mecanismos** utilizados para relatar uma situação. Isto é importante por dois motivos:

(1) Para evitar cair na armadilha de uma dependência excessiva para relatar os detalhes particulares da atividade observada (Moray & Sanderson & Vicente, 1989) e,

(2) Para ter uma ferramenta preditiva. Assim, não será necessário imitar o comportamento do operador na medida em que novas situações se apresentem diferentemente (Reason, 1986).

A descrição do modelo será descomposto em três níveis: uma descrição conceptual dos componentes do modelo; uma descrição da arquitetura geral do modelo, indicando os diferentes módulos e, a descrição da arquitetura do modelo no computador e como seria seu funcionamento. Isto é, a arquitetura informática que permitirá respeitar os critérios psicológicos. Os diferentes módulos contemplados deste modelo se aproximam ao modelo de análise de funcionamento do operador de Rasmussen (1984), que reúne as atividades do operador em uma configuração global. Os elementos deste modelo são esquematizados na Fig. 18. Estes representam os tratamentos que caracterizam os funcionamentos e, os produtos destes tratamentos ou os estados dos conhecimentos resultantes.

3. O controle da distribuição e manutenção da rede de energia elétrica.

3.1 A organização do trabalho.

O centro de manutenção da distribuição é um órgão do serviço de Operação e Manutenção da **CELESC**. (Centrais Elétricas de Santa Catarina) que supervisiona e executa as atividades de manutenção, efetuando os programas de inspeção, os planos e a execução de serviços de manutenção programada, preventiva e corretiva, necessários para assegurar a efetiva operação do sistema e manter os índices estabelecidos de qualidade e confiabilidade de energia fornecida aos consumidores da empresa.

O serviço de operação e manutenção compõem-se de dois órgãos: o centro de Operação da Distribuição (**C.O.D.**) e o Centro de Manutenção da Distribuição (**C.M.D.**).

No **C.O.D.** encontram-se várias unidades que são:

- (1) Unidade de Supervisão;
- (2) Unidade de Execução;
- (3) Unidade de Apoio Operacional;
- (4) Unidade de Controle de Qualidade.

A unidade de execução é responsável pelo atendimento aos consumidores, pela coordenação e execução direta das atividades necessárias à realização dos serviços de emergência, das interrupções programadas e não programadas. Nesta unidade, encontram-se uma central de atendimento, uma central de operação e, o setor de manobras e manutenção de emergência.

Especificamente, nosso objetivo está orientado a estudar as atividades cognitivas de resolução de problemas do operador (ou despachante) que dirige, orienta

e coordena a realização dos desligamentos, manobras (solicitação de desligamento de trechos) e serviços de manutenção de emergência no sistema de distribuição.

A particularidade desta operação, inserida na Unidade de Execução, é que o despachante recebe uma pressão muito forte no que se refere ao fluxo de informações que chegam ao sistema, as solicitações de serviços de manutenção de rede e os serviços de terceiros, etc. (ver Fig. 13).

Esta operação de controle, também, está ligada diretamente as unidades de supervisão e de apoio operacional. Neste relacionamento fica estabelecido um fluxo de informações, verbalizadas oralmente, verbalizadas pela escrita e não verbalizadas (escritas):

- as verbalizadas oralmente são recebidas via telefone, rádio transceptor ou canal de voz. Também, em muitas situações, são dadas um conjunto de instruções para complementar um programa de manobras ou atender melhor uma ocorrência.

- as verbalizadas pela escrita são direcionadas por meio de formulários próprios, no caso de um programa de manobras e, por meio de um computador, ligado em rede em toda a empresa, de todas as ocorrências sobre as falhas no sistema de distribuição.

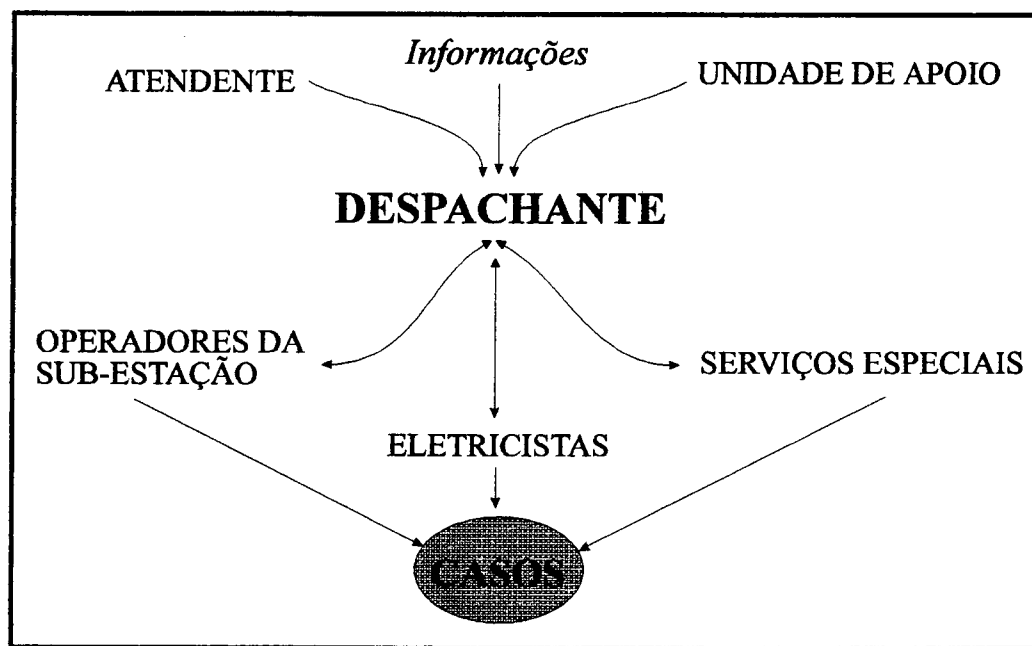


Fig. 13 - Relacionamento do despachante com as diferentes unidades no órgão de C.O.D.

A tarefa do despachante foi selecionada pela quantidade de informação que ele processa, pelo inter-relacionamento com as diferentes áreas de trabalho, pela multiplicidade de ferramentas de trabalho utilizadas (computador, rádio transceptor, telefone, painel sinóptico de toda rede de distribuição, documentos, diagramas unifilares, etc.), pelas pressões temporais e psicológicas que ele recebe no ambiente de trabalho, no que se refere aos consumidores, aos eletricitistas das viaturas, outras unidades de trabalho, etc. Todas estas características ficam resumidas em fatores situacionais (disponibilidade de informação), fatores cognitivos (memória, velocidade na tomada de decisão) e estratégias cognitivas (decisões), fatores de motivação e fatores coletivos e sociais (processos de influência)

3.2 A análise da tarefa do operador.

A ergonomia procura definir a “tarefa” e a estrutura da “atividade”, de forma tão evidente quanto aos processos cognitivos, que o operador humano desenvolve para realizar uma “tarefa”.

A tarefa pode ser representada de diversas formas. Todavia, de forma geral, ela pode ser conceptualizada como o trabalho a ser realizado, enquanto que a atividade é o trabalho efetivamente realizado. De fato, é fundamental esta distinção entre tarefa e atividade.

A tarefa, como já definimos no capítulo 2 (pag. 27) atinge um determinado objetivo em determinadas condições técnicas, sociais e organizacionais. Ela descreve os objetivos, os procedimentos e as condições que um operador deve considerar na realização de um trabalho.

Podemos distinguir duas representações da tarefa:

a) A tarefa “prescrita”, concebida a partir dos objetivos a serem alcançados e dos procedimentos operacionais que indicam ao sujeito os diferentes passos a serem seguidos; e

b) A tarefa “projetada”, concebida pelo próprio sujeito a partir das instruções da tarefa prescrita e dos procedimentos que ele possui a respeito do dispositivo técnico a ser operado.

Quando um sujeito executa uma tarefa, ele desenvolve representações mentais que servem como guia do curso de ação do que ele realiza. Essas representações podem ou não coincidir com a “tarefa prescrita”.

Assim, a análise da tarefa consiste em estabelecer quais são as operações que deve realizar o operador e as condições para sua execução (Vergara & dos Santos, 1991A). Ela envolve fundamentalmente,

- a análise das características básicas do espaço dimensional;
- a análise da regulamentação das operações, das instruções, das normas de operação, etc. e,
- a análise da organização do trabalho, etc.

Por outro lado, a atividade depende da natureza da tarefa, da competência e das características próprias do operador (seus comportamentos) na execução de uma tarefa. Todavia, estas condutas nem sempre coincidem com as representações mentais desenvolvidas pelo operador. Esta é a razão pela qual é difícil definir a tarefa, correspondente a uma determinada operação observada.

Neste sentido, a análise da atividade consiste em colocar em evidência as condutas empregadas pelo operador na execução de uma tarefa (Vergara & dos Santos, 1991A). Basicamente ela envolve,

- a análise das condições físicas do trabalho;
- a análise dos fatores psicossociológicos;
- a análise da atividade do operador (física e comportamental);
- a análise da imagem operativa do operador;
- a análise dos incidentes críticos;
- a análise das interferências na execução de uma tarefa, etc.

3.2.1 O trabalho prescrito.

A tarefa do operador (ou despachante) da distribuição é dividida entre aquelas de supervisão do sistema, quando em funcionamento normal, e tarefas de controle, quando da necessidade de intervenção do sistema (defeitos na rede distribuição de energia elétrica), seja por uma ação programada ou emergencial.

O despachante ao realizar sua tarefa traduz as informações chegadas (via computador ou documentos) em dados claros e precisos para ser priorizados e, transmitidos as equipes de eletricitas na localização e concerto de uma falha ou de um defeito no sistema de distribuição.

A tarefa do despachante compreende um conjunto de ações a serem executadas no sistema, visando o atendimento de ocorrências (defeitos no sistema de distribuição), definição de um programa de prioridades nas manobras programadas ou não

programadas e, o acompanhamento e a avaliação dos serviços executados no campo de operação. Todas estas tarefas objetivam planejar, supervisionar, coordenar e dirigir as atividades operacionais do sistema elétrico de distribuição efetuando os serviços de manutenção de emergência necessários para o restabelecimento do fornecimento de energia elétrica aos consumidores.

Entre as principais tarefas do despachante são:

(1) Autorizar, orientar e coordenar a realização dos desligamentos, manobras e serviços de manutenção de emergência no sistema de distribuição.

(2) Analisar as informações recebidas, definir prioridades no atendimento, planejar e coordenar as manobras no sistema elétrico em condições de emergência para localizar e isolar o trecho defeituoso.

(3) Distribuir racionalmente, através da comunicação via rádio, os serviços às turmas de manutenção de emergência.

(4) Avaliar os danos, as informações recebidas e os recursos necessários à restauração, bem como o tempo provável para a execução dos serviços de manutenção de emergência.

(5) Definir e acionar os recursos necessários à normalização do fornecimento de energia e da operação do sistema, acionando se necessário, as Turmas de Manutenção Programada ou de Linha Viva.

(6) Executar manobras para transferência de carga no sistema observando os critérios relativos a: nível de tensão, condições de anclamento entre alimentadores, potência disponível, existência de consumidores com prioridade de atendimento, limite de corrente dos condutores, transformadores de corrente, equipamentos de proteção e sentido de fluxo de corrente nos equipamentos de regulação.

(7) Definir as prioridades de atendimento aos consumidores.

(8) Decidir sobre a operação do sistema de distribuição nas situações de emergência.

(9) Analisar a atuação dos equipamentos de proteção para tomada de decisão.

3.2.2 O ambiente de trabalho.

A tarefa do despachante é realizada num ambiente de trabalho fechado, "sala de comando". A sala tem um ambiente climatizado, com uma iluminação artificial e natural. A iluminação natural é fornecida pelas amplas janelas que existem atrás do posto de trabalho do operador, que ajudam a visualizar melhor as operações no quadro de controle, mais não no computador.

O ambiente da sala de comando é tranqüilo e sem barulhos que possam afetar o desempenho do despachante. Nela encontra-se um painel unifilar de toda a rede de distribuição de energia elétrica de Florianópolis e um computador com as informações do sistema. Também, nela encontram-se vários equipamentos de comunicação (telefone, canal de voz e rádio transceptor) e um televisor T.V. cabo.

3.3 A análise da atividade cognitiva do operador.

A análise das atividades cognitivas do despachante na sala de controle de distribuição e manutenção da rede de energia elétrica é caracterizada como uma atividade de "execução e explicação" e, "controle e justificativa de ações". A retroalimentação de informações é feita pelo relatório entregue pelos eletricitas ao despachante, das experiências ocorridas no campo de trabalho.

O despachante ao realizar sua tarefa processa por meio de seu sistema de processamento da informação as interações de suas atividades cognitivas (controle de ocorrências, execução de manobras, etc.) com as diferentes ferramentas que ele utiliza (por exemplo, computador, telefone, rádio transceptor, documentos, etc.). Desta forma, ele desenvolve seus processos de representação de um problema.

De fato, é observável que numa situação determinada para problemas semelhantes podem existir várias soluções, justificativas ou planos de ações, uns mais realísticos que outros, isto dependerá da situação que se apresenta. Estas diferenças estão ligadas às diferentes representações cognitivas que o operador tem do sistema. Isto é, na memória do operador se forma uma imagem de uma parte do sistema, como consequência das diferentes informações que ele recebe.

Deste modo, é preciso levar em conta que, para determinadas situações, não existe somente uma solução, mas sim uma família de esquemas alternativos que garantem ao operador a escolha de uma solução.

A regulação e enriquecimento das atividades do despachante envolvem um conjunto de fatos e planos de ação que são aplicados nas diferentes situações de problema. Estas incluem, manuseio de equipamentos e componentes, e execução de manobras.

Esta atividade envolve um amplo conhecimento da rede de distribuição e seus possíveis defeitos. Esta prescrição possibilita ao operador identificar um incidente, classificá-lo e indicar qual será o tipo de plano de ação mais adequado.

3.3.1 As ocorrências e as manobras no processo de tratamento da informação.

A estrutura do atual centro de operação da distribuição utiliza os atendentes e os despachantes no preenchimento de uma Nota de Reclamação (NR), que tem por finalidade registrar uma ocorrência e suas providências para a normalização no fornecimento de energia. A estrutura de uma NR é narrada e normalizada num computador que utiliza o método direto de obtenção dos códigos, onde os motivos de reclamações e os códigos de causas estão pré-impresos e catalogados à disposição dos operadores (ver Fig. 14 e 15).

A primeira parte da janela "*Geração de Ocorrências*" é dividida em áreas, identificadas conforme segue:

- **Local**, composto pelos subcampos:

Logradouro da ocorrência;

Número da ocorrência;

Complemento de referência dentro do Logradouro;

Complemento (andar, loja, apartamento), se houver;

Número de telefone do solicitante;

Identificação do bairro;

Identificação da zona;

Tipo de Logradouro.

- **Solicitante**

- **Tempo**

- **Motivo**

- **Histórico Inicial**

- **Viatura**

CELESC - COD	GERAÇÃO / /	:	LAUDELINO	OCORRÊNCIA : ...
Local		Zona :		
Solicitante		Tempo		
Motivo				
Histórico Inicial				
Viatura	-- HT --- CO --- SO --- CI --- LI --- SI --- CF --- LF --- SF ---			
MENU DE OPÇÕES				

Fig. 14 - Esquema de uma Ocorrência: primeira parte.

A segunda parte da janela "*Geração de Ocorrências*" apresenta os seguintes campos:

- *Histórico Inicial*
- *Histórico Final*
- *Causa*
- *Peso*
- *Conseqüência*
- *Equipamento*
- *Fase*
- *Elos encontrados*
- *Elos instalados*
- *Corrente*
- *Tensão Trafo*
- *Tensão consumidor*
- *Material*
- *Lote*

CELESC - COD		GERAÇÃO 07/07/93 11 : 30 LAUDELINO		OCORRÊNCIA : 87	
Histórico					
Causa				Peso :	
Consequência					
Equipamento				Material	Lote
Fase	Elos E	Elos I	Corrente	Tensão T	Tensão C
A			A	V	V
B			A	V	V
C			A	V	V
MENU DE OPÇÕES					

Fig. 15 - Esquema de uma Ocorrência: segunda parte.

Trata-se de um método bastante simples, onde os despachantes descrevem com suas próprias palavras o sentido do problema e o ocorrido no campo, após receber informações do consumidor ou do eletricitista que se encontra atendendo a ocorrência.

Após a descrição das informações, pelo consumidor, na nota de reclamação, fica mentalizado o que foi escrito e em seguida deverá ser consultada a relação e identificados os códigos que mais se adaptam à situação.

O despachante inicia seu trabalho visualizando a tela de "*Ocorrências Pendentes*" para saber qual é o estado das ocorrências. A existência de uma ocorrência com prioridade 1 (um) lhe obriga a pensar na viatura mais próxima para seu atendimento imediato. Observando esta tela no computador, o operador pressionando a tecla F5 pode ordenar as ocorrências segundo a prioridade, o bairro e o logradouro. Ele, também, visualiza a tela "*Localização de viaturas*" para saber qual é o lugar específico de cada viatura na cidade. Estas duas operações são de grande importância, porque assim ele pode determinar qual será a próxima ocorrência para cada viatura.

Na operacionalidade do sistema, o operador memoriza o setor onde se encontra cada viatura e as futuras ocorrências que estes podem atender. Isto é, antes que cada turma de eletricitas termine o atendimento de uma ocorrência, ele já sabe qual destas vai ser repassada a estes para seu atendimento. Para isto, ele já representou na sua memória, o tipo e o lugar da ocorrência, em caso contrário, ele se apoia na janela "*Logradouros*" do sistema, para localizar melhor a rua da ocorrência. Antes de repassar a seguinte ocorrência aos eletricitas, ele verifica se entrou uma nova ocorrência com prioridade 1 (um). Este evento, faz mudar sua escolha, ou seja, ele troca a ocorrência selecionada pela ingressada. Assim, ele pode antecipar uma ocorrência a uma turma de eletricitas sabendo que esta tem prioridade 1 (um) e que ela está no mesmo setor ou rota de trabalho. Esta operação é realizada para dar continuidade e flexibilidade ao sistema de atendimento.

Situações de emergência podem se apresentar no momento em que todas as viaturas estão trabalhando numa determinada ocorrência. Neste caso, o operador escolhe a viatura mais próxima, com a restrição que o trabalho deixado pode ficar pendente e não coloque em risco a vida do consumidor. Por exemplo,

EX-2:

ELET1: *21...299.*

DESP: *Prossiga.*

ELET1: *Aqui foi religado o ramal de ligação, foi aumentado o fio e utilizado o número 6.*

DESP *Temos condutor partido aqui no Estreito. Na via expressa faz contato. Okey.*

.....

DESP: *21...tá na escuta. Na granja do Dr. Marcolino, próximo do CTG os praianos, é para religar. Okey.*

ELET1: *Positivo. Já conheço.*

DESP 5421...*tá na escuta.*

ELET1: *Fala.*

DESP: *Te passei de Forquilhas confere.*

ELET1: *Positivo.*

DESP *Esquece Nilson. Vá retornando, vamos para Estreito. Okey. Tem um condutor partido. Vamos deixar essa para Aládio que ele está próximo. Okey.*

ELET1: *Manda o novo endereço.*

DESP: *5421...Oh Nilson. O local é o seguinte. Aqui na Coloninha, em frente a Sede da Coloninha. O nome da rua é Tenente A. Lúcio. Condutor de rede partido. Okey.*

.....
DESP 21...*prossiga.*

ELET1: *Qual é o número da rua aí na Sede ?*

DESP: *Ôh! Nilson. Não tem número, enfrente a Sede. No Clube da Coloninha. Okey.*

.....
DESP: *299 chama a 2544.*

ELET2: *Prossiga.*

DESP: *Vamos a dar uma religada na residência do Dr. Marcolino. Okey.*

ELET2: *Qual é o endereço?*

DESP : *Achei. É uma religação. Na granja do Dr. Marcolino, próximo no CTG os praianos. Okey.*

ELET2: *Okey.*

Em campo, o eletricista de emergência se defrontará com diversas informações, as quais devem ser transmitidas ao despachante. Neste ato, o eletricista deverá discernir entre as informações prestadas qual a que deve ser transformada em código para registro na NR. Compete ao eletricista e ao despachante fazer a melhor escolha acerca da informação principal. Nesta interação de informações entre estes operadores existe o que chamamos o aprendizado indireto (assimilação inconsciente) de conhecimentos. Por exemplo,

EX-3:

DESP: *44..dá para repetir...câmbio.*

ELET: *Aqui foi mal contato no neutro..no borne do medidor.*

DESP: *Defeito no medidor, reapertado o parafusinho e tudo voltou a funcionar normal. Confere. Cambio.*

.....

EX-4:

DESP: *Prossiga 42*

ELET: *A 5537 fechada. Agora o pessoal se está deslocando para a outra FU. O serviço lá é pouco e rápido.*

DESP: *Na FU 5537 foi retirado o aterramento e fechada a chave. Confere. Denofrio.*

ELET: *Positivo.*

....

DESP: *Prossiga 42.*

ELET: *Aqui foi aberta a FU 5776 aterrada e entregue. O serviço aqui é rápido. Provavelmente, uma hora.*

DESP: *Aberta a FU 5776. Ela foi aterrada e entregue para a empreiteira. Confere Denofrio.*

.....

No momento do repasse da informação de uma ocorrência, o despachante coloca na tela principal o número da viatura e chama à tela da ocorrência que eles estão atendendo. Desta forma, ele sabe o motivo da ocorrência e, pode registrar o resto das informações. No momento da comunicação entre eles, o despachante verifica inconscientemente todos os fatos que o eletricitista está declarando. Se em algum momento, um fato ou uma determinada explicação não concorda com a operação realizada, ele exige uma nova explicação. Quando as situações são conhecidas, a avaliação é imediata. Mas quando a situação resulta um pouco diferente, ele lembra um conjunto de situações passadas a fim de compatibilizar sua explicação com a do eletricitista. Neste sentido, o despachante utiliza uma estratégia de comparações entre as diferentes ocorrências. Isto é, ele faz avaliações e justificativas de uma ocorrência por meio de lembranças de situações passadas. Por exemplo,

EX-5:

ELET: 44...299

DESP: *Aqui o poste precisa ser fumado e retocado. A FU é 5777.*

ELET: *A FU 5777 precisa passar pelo CMD.*

DESP: *A FU vai ficar fechado ?..permanece fechado até que CMD tome as providências. É isso aí.*

ELET: *Positivo. No momento não está oferecendo riscos. Só que é um trabalho que tem ser feito.*

DESP: *Isso aí é idêntico à ocorrência do rio Tavares. Em Ratonas, também, um poste foi tombado por um caminhão e partiu, praticamente, todos os ramais de serviço de várias casas....*

O preenchimento correto da NR, através da interpretação das informações de campo e através das normas de procedimentos operacionais, garantem a confiabilidade das informações para o processamento dos dados operacionais.

Uma NR é preenchida por três finalidades:

- (1) Coletar os dados de campo com o objetivo de se obter os relatórios operacionais;
- (2) Ser utilizados internamente, para a solução imediata de possíveis problemas e,
- (3) Validade como documento.

A seleção, a priori, de uma ocorrência depende basicamente de duas informações: determinação do local da ocorrência e identificação das viaturas mais próximas a este local. Da confiabilidade destes dados resulta a eficiência da operação de atendimento.

Num primeiro momento, a localização do solicitante pode ser observada no registro do computador. Este trabalho é feito pelo atendente. Eventualmente, o local onde se originou a chamada pode não coincidir com o local da ocorrência, mas pelo menos determina, com precisão satisfatória, a região onde está se desenrolando o fato.

A segunda condição a ser satisfeita diz respeito ao mapeamento, dentro da região atendida pelo **COD**, de todas as viaturas de atendimento. Isso é realizado através de comunicados periódicos entre as viaturas e o **COD**, onde é reportado o posicionamento dos eletricitas.

O operador, para complementar sua seleção de ocorrências, memoriza certas informações como:

- todas as viaturas que estão trabalhando no mesmo bairro;
- todas as viaturas que estão trabalhando nos bairros vizinhos;
- todas as viaturas que estão trabalhando em outros bairros;

Eles, também, consideram a prioridade da ocorrência, a dificuldade do problema, a representação geográfica da região, o seccionamento de alguns bairros na região, etc., como elementos importantes na gestão do sistema.

No caso de manobras, um documento é emitido num formulário específico, onde se determinam os procedimentos operacionais e de segurança a serem adotados para efetuar o desligamento e a interdição do trecho definido pelo órgão solicitante.

As manobras, tanto em interrupções programadas, feitas pela unidade de apoio operacional, como as não programadas, feitas pelo despachante, são executadas dentro de determinados critérios para reduzir os efeitos sobre os consumidores e garantir uma maior segurança na execução dos serviços. Mostremos um diálogo entre o despachante e os eletricitas na execução de uma manobra programada.

EX-6:

DESP: *Claudemir tá na escuta.*

ELET: *Te escuto.*

DESP: *Você tem loadbuster.*

ELET: *Sim.*

DESP: *Então, abrir a CD-1285 com loadbuster. Já Luciano e Alésio abriram a CD-1287. Eles mesmos vão fechar a CD-1288.*

ELET: *Okey.*

.....

DESP: *Prossiga 58.....Luciano te escuto.*

ELET1: *A CD-1287 está aberta.*

DESP: *Agora vocês retornam para fazer o aterramento. Fazer o teste de tensão e aterramento. Confere.*

ELET1: *A 1285 foi aberta?*

DESP: *Olha estou esperando a comunicação de Claudemir. Ainda ele não passou nada.*

ELET1: *Okey.*

.....
DESP: *Alésio comunica-te com Claudemir que eu não posso falar.*

ELET1: *Okey....Claudemir você abriu a CD-1285.*

ELET: *Estamos fazendo ainda esta operação.*

DESP: *O Claudemir vocês têm aterramento de alta tensão.*

ELET: *Positivo.*

DESP: *Depois de abrir a CD fazer contato. Okey.*

.....
ELET: *Sérgio a CD-1285 foi aberta.*

DESP: *Okey. Faça o teste de tensão e o aterramento de alta tensão em direção ao Canto da Lagoa. Okey.*

.....
DESP: *Prossiga 58.*

ELET1: *Já efetuamos o aterramento.*

DESP: *Okey Alésio mais nada impede que você faça o teste de tensão. Okey.*

.....
ELET1: *Oh! Sérgio a CD-1287 está aterrada.*

DESP: *Okey. O outro lado quem vai aterrar é Luciano. Aguarda o outro aterramento para botar mão ao serviço. Okey.*

.....
ELET: *Sérgio já foi feito o aterramento da CD-1287.*

DESP: *Okey.*

.....
ELET1: *Escutei a mensagem Sérgio.*

DESP: *Os dois pontos foram aterrados, bom serviço. Okey.*

.....
DESP: *46 Oh! Célio tá na escuta.*

ELET2: *Sim. Vamos tirar o terra da CD-1287. Vamos tirar por que esta um pouco afastado daqui e estamos com a escada giratória. Depois vamos nos dirigir à CD-1288 e um caminhão vai ficar na 1285. Okey Sérgio.*

DESP: *Célio lembra que a 1285, também, tem terra de alta.*

ELET2: *Okey.*

.....
DESP: *Te escuto Claudemir.*

ELET: *Foi fechada a CD-1285.*

DESP: *Oh Claudemir você já pode retornar. As outras chaves vão ficar a cargo de Célio. Okey.*

.....
DESP: *46.....prossiga.*

ELET2: *Estamos prontos na CD-1288.*

DESP: *Com loadbuster. Confere.*

ELET2: *Positivo.*

DESP: *Você já pode abrir a CD-1288 com loadbuster. Okey.*

.....
ELET2: *46...Sérgio. A 1288 ficou aberta.*

DESP: *Agora desloca-te para a CD-1287. Lá faz contato. Okey.*

.....
ELET2: *Sérgio estamos na 1287.*

DESP: *Okey. Fecha a CD-1287 com carga.*

.....
ELET2: *46....A chave 1287 foi fechada.*

A execução, pelo despachante, de uma manobra não programada envolve a localização de um trecho em falha e a localização da falha no trecho. Estas duas etapas são independentes. Na primeira, o fator decisivo na pesquisa da solução está na experiência e na intuição do despachante e, a segunda, na experiência do electricista. Um exemplo deste tipo de manobras é mostrado no exemplo 7.

Esta atividade exige do operador, o conhecimento e a maturidade de certos aspectos como:

- os procedimentos e diretrizes gerais na execução de uma manobra;
- um amplo conhecimento da topografia da cidade e da topologia da rede;
- o comportamento do clima, e
- as carências do sistema elétrico e do sistema de manutenção.

A idéia de uma manobra é de isolar um trecho com falha, de forma a afetar o menor número de consumidores. O processo de resolução de problemas utilizado pelo despachante na execução de uma manobra não programada, de forma reduzida, é a seguinte:

Testar uma rede em falha. Neste teste se define o trecho a ser inspecionado, tendo sempre por início o equipamento de proteção que desligou. Após, ele deve pedir ao electricista para fazer uma inspeção visual do trecho e mandar a religar o trecho. Se o trecho permanece ligado, ele deve repetir o teste, a partir do último trecho de rede testado, até localizar o trecho falho.

Tanto em manobras programadas como em manobras não programadas, a falha pode ser "conhecida" ou "desconhecida". Neste caso, a identificação delas visa separar aquelas falhas cujas causas já foram identificadas pelo próprio consumidor (poste abalroado, condutor no chão, objeto caído sobre a rede, etc.) e que, em consequência, podem gerar decisões imediatas e rápidas do despachante, sem necessidade de consulta e, de outras informações e de métodos de análise mais aprofundados.

O procedimento de solução utilizado pelo despachante na localização de um trecho com falha está baseado nas seguintes diretrizes:

(1) O método de localização, trecho a trecho, deve ser aplicado diretamente na área previamente selecionada como a mais provável de conter o componente com falha;

(2) O método citado no item anterior deve ser aplicado no sentido fonte para o fim do trecho;

(3) Cada trecho a incorporar deve ser previamente inspecionado, com o objetivo de reduzir ao mínimo as restrições da falha;

(4) Durante o processo de localização da falha, o religamento automático dos equipamentos de proteção envolvidos na manobra deve ser bloqueado;

(5) Se a inspeção anterior e posterior à incorporação de um trecho (que resulta em desligamento do circuito) não determina a causa da falha, o despachante solicita o desligamento dos transformadores de distribuição e consumidores primários do trecho. Em seguida, reenergiza-se o trecho e não havendo reiteração, procede-se a reincorporação um a um dos componentes desenergizados, até encontrar a unidade defeituosa.

Estes métodos descritos, utilizados, pelo despachante no tratamento de uma manobra encontram-se descritos nos procedimentos normalizados pelo comitê de distribuição de normas e instruções operativas (**CODI**).

3.3.2 A distribuição global dos comportamentos.

Na análise da atividade do operador os comportamentos foram divididos em cinco categorias (ver Fig. 16). A figura 16 foi estruturada em função dos tempos médios recolhidos durante a realização da análise do trabalho.

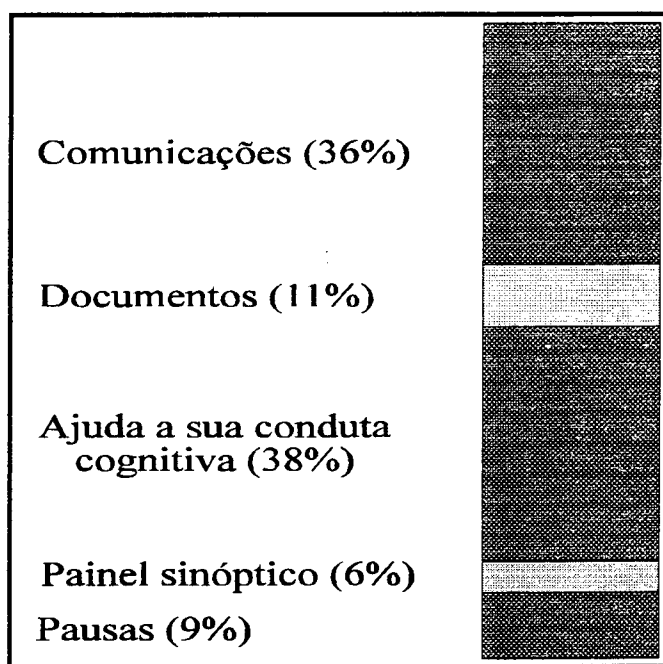


Fig. 16 - Distribuição do tempo de trabalho dos operadores na sala de controle (em média).

(1) *As Pausas*. O despachante está normalmente sentado numa cadeira ao lado do computador, rádio transceptor e do telefone, aparentemente, sem fazer nada. De fato, ele vê o painel da rede de distribuição e, também, a tela de ocorrências pendentes no computador para saber qual será a próxima ocorrência a ser comunicada a cada viatura. Neste lapso de tempo o operador verbalizou seus raciocínios e conhecimentos.

(2) *O painel sinóptico da rede de distribuição*. O operador, freqüentemente, observa a rede de distribuição para localizar os possíveis trechos com defeito no sistema. Normalmente, acontece no caso das manobras.

(3) *Ajuda a sua conduta cognitiva*. O operador consulta o computador a fim de se informar: o estado das ocorrências pendentes, o conteúdo de uma ocorrência, a seleção de uma viatura mais próxima do lugar da ocorrência, dos dados de um logradouro quando este é desconhecido, da descrição de um possível motivo, as características de um determinado equipamento, etc. Também, para o registro das ocorrências depois de seu atendimento, para a identificação dos eletricitas numa viatura, etc.

(4) *Documentos*. O operador preenche ou consulta uma série de documentos a fim de que outras unidades processem o resultado das operações realizadas no atendimento de uma ocorrência (por exemplo, freqüências dos motivos, tempos, ocorrências não concluídas, etc.); sem informar determinadas atividades ou especificações de uma operação ou equipamento.

(5) *Comunicações*. O operador se comunica por meio do rádio transceptor ou por telefone com o operador da sala da subestação, com os eletricitas e às vezes com os consumidores. No caso dos eletricitas, a comunicação por telefone acontece quando esta, via rádio transceptor, resulta pouco audível. Isto é, a comunicação chega com muitas deformações físicas.

Em média, as pausas representaram uma parte insignificante do tempo de trabalho (9%) dos operadores. O lapso de tempo entre as atividades foi pequeno. Nestes períodos, os operadores supervisionam o sistema por meio do computador ou preenchem documentos que descrevem o resultado de uma atividade. Estes períodos foram utilizados para recolher as estratégias e os conhecimentos dos operadores, por meio de verbalizações, sobre a evolução do sistema.

A utilização do painel sinóptico da rede de distribuição resultou menos importante (aproximadamente 6% do tempo) que o meio de ajuda a conduta cognitiva (38%). Em situações normais, a utilização deste painel resultou mínima. Normalmente, esta ajuda é efetiva quando ocorrem manobras na rede; surgem defeitos na rede; e, para visualizar os possíveis setores afetados de uma região como consequência de um corte de energia. O tempo utilizado para fazer consultas no computador sobre determinados equipamentos ou turmas de eletricitas resultou ser insignificante.

A utilização dos documentos ocupou, mais ou menos, 11% do tempo da atividade do operador. Entre os documentos mais utilizados figuram o recibo de trecho interditado (RTI), a solicitação de desligamento (SD), a solicitação de bloqueio de linha viva (SBL), o relatório de interrupções (RI) e, outros de menor importância como, a autorização de despesas e, a autorização de abastecimento e manutenção de veículos.

As comunicações representaram aproximadamente 36% do tempo de trabalho do operador. Este tempo é repartido entre as diferentes comunicações, ora por telefone ou rádio transceptor, na sala de controle. Nesta categoria, foi aplicado o método das verbalizações para analisar o desempenho de suas atividades cognitivas. Normalmente, as comunicações de dia são significativas e pela madrugada são pouco significativas. Estas representaram um fator importante na marcha do sistema.

As comunicações que se produzem entre os operadores, despachante e eletricitas, são administradas por uma fraseologia informal e pouco rígida. Estas comunicações formalizam o desenrolar de uma ocorrência. Esta característica nos parece ser importante, até certo ponto, por que os eventos que acontecem numa determinada ocorrência podem ser refinados e mostrados numa forma conceptual.

A união de um conjunto de conceitos ou características numa determinada estrutura de conhecimento ("esquema" ou "caso") na memória do operador podem caracterizar ou identificar uma situação de resolução de problemas.

Em ordem a entender um caso, podemos defini-lo como a união de um conjunto de fatos inter-relacionados que identificam uma situação determinada. Estes são recolhidos por meio de verbalizações feitas pelo operador, no tratamento de uma ocorrência, num posto de trabalho.

A este nível de decomposição global, os comportamentos do operador aparecem interrompidos pelas comunicações. Muitas vezes, a recepção de uma

informação resultou pouco clara para o operador, pelo alto grau de interferência no rádio transceptor. Assim, na recepção das informações, feitas pelos eletricitistas, do resultado de um atendimento, encontramos informações distorcidas da realidade de uma ocorrência. Por exemplo,

EX-7:

ELET: *43.....onde que fica a abertura no Campeche.*

DESP: *Em Campeche não é abertura, é fechamento. Tem uma abertura nas 4.30pm no rio Tavares. Okey.*

ELET: *Positivo. Dá uma referência.*

.....

A análise das seqüências dos comportamentos demonstrou as relações entre as diferentes categorias, a eficiência do operador no posto de trabalho e o grau de utilização dos diferentes suportes de informação na sala de controle.

3.3.3 A identificação das ocorrências pelo operador.

A identificação ou detecção de ocorrências é importante, porque motivos são ligados a muitas situações de problemas e, processos cognitivos de resolução de problemas são ligados a experiências na explicação de fatos ou na sua justificativa. Ela depende das características de estimulação externa manifestada pelo operador e do tratamento cognitivo que ele realiza (processar e repassar a informação aos eletricitistas).

O motivo de uma ocorrência define o fato gerador do pedido de atendimento por parte de **COD**, relacionando-o com uma lista de motivos previstos para os quais existe um procedimento específico de atuação. Isto é, o motivo é o registro de um fato segundo a versão do solicitante.

Na realidade, a identificação de uma ocorrência responde a um motivo mais ou menos explícito, por parte do atendente, que recolhe as informações do consumidor e que considera pertinente para o atendimento da ocorrência. Assim, quando o despachante entra em contato com o computador para identificar e selecionar uma ocorrência, ele normalmente pensa:

(1) *Como resolver o defeito na rede de distribuição quando o motivo da ocorrência não está claro.* Esta possibilidade surge quando o operador não lembra o significado de uma característica generalizada (motivo) que dá origem a esta ocorrência. Isto é, ele não tem um índice específico na sua memória para lembrar ou recuperar uma situação passada e, neste sentido ele dá uma ampla liberdade ao eletricitista na pesquisa de uma solução ao problema apresentado.

(2) *Como fazer participar o consumidor na solução do problema.* Esta situação surge quando a informação da ocorrência não está bem especificada. Assim, o operador com as descrições registradas na ocorrência não consegue definir bem o problema (motivo "outros") nem o lugar exato do defeito na rede de distribuição.

(3) *Quais são as melhores habilidades técnicas de uma turma de eletricitas.* Esta possibilidade surge na solução de situações complexas (por exemplo, defeito interno num hospital, choque na instalação consumidora, uma fase aterrada numa residência, etc.), a experiência, as habilidades, a disponibilidade ao trabalho e o tempo de deslocamento de um lugar a outro são os fatores importantes na sua seleção.

Quando uma ocorrência é registrada e identificada como prioritária (normalmente, aquelas com risco de vida), o operador transfere o problema, via rádio transceptor, à viatura mais próxima do local da ocorrência. Isto na teoria.

As informações são recolhidas do campo de trabalho e lembranças na memória do operador acontecem como produto destas experiências. O processo de extração, recolhimento e depuração de informação na memória do operador se produz nos estados de mais altos níveis de processamento na hierarquia de conhecimentos (por exemplo, transformador, manobras, tronco, etc.).

As ocorrências são geradas pelos defeitos encontrados na rede de distribuição e estas são contadas pelos consumidores ao atendente. Às vezes, o motivo e a descrição do defeito não concordam com o problema ocorrido. Isto é, as características declaradas pelo consumidor representam uma descrição aparente do problema. A lógica descritiva seguida pela maioria dos clientes é de estruturar os problemas de uma forma dramática e vaga. Esta ambigüidade na informação é representada por um motivo, que é o centro do problema. Normalmente, o cliente descreve o problema como uma configuração material (por exemplo, condutor partido, defeito na braquete, etc.) e, às vezes, de uma forma sentimental, para logo passar à verdadeira descrição do problema. Por exemplo,

* *"O fio do ramal de ligação está muito baixo, e aqui eu tenho 5 crianças"*

* *"Minha criança está precisando de um vaporizador"*

No primeiro caso, o consumidor falou desta forma para conseguir um atendimento rápido, e no segundo, o consumidor não tinha pagado a conta da luz na CELESC, mas ele pensou que argumentando o estado de saúde de sua criança, ele poderia sensibilizar os eletricitas e, assim eles não lhe deixariam sem energia.

A identificação de uma ocorrência é uma função, fundamentalmente, da prioridade dela e do local que é produzido o defeito. Ela é registrada pelo atendente numa conversa com o consumidor, na qual ele identifica, entre outras características, o motivo da chamada e a localização do provável defeito na rede. Depois, ele repassa a informação ao despachante com todas as informações pertinentes a esta ocorrência (dia, hora, local, zona, solicitante, motivo etc.) e algumas observações que ajudam-no a orientar melhor os eletricitistas na solução do problema.

O tratamento de um problema varia segundo o tipo de prioridade que foi colocado no seu processamento. Trata-se de uma ocorrência que têm acontecido na rede distribuição ou na rede consumidora, como produto de um defeito e que tem que ser repassada aos eletricitistas para seu atendimento. Em geral, todas as ocorrências são reconhecidas como urgentes, por exemplo, choque na instalação, falta de fase, etc. e, outras são tratadas como situações de emergência (por exemplo, condutor da rede partido, abalroamento, etc.) por segurança pública.

Quando uma ocorrência é registrada na memória do computador e visualizada pelo despachante, ele primeiramente vê seu motivo e sua prioridade. O motivo é o principal índice que o operador aloca na sua memória para determinar a importância de seu atendimento. Neste processo, ele lembra outras situações reencontradas com características semelhantes ou similares que provavelmente tem acontecido ou não um acidente. Daí a importância no seu atendimento de evitar situações de risco às pessoas.

Os índices utilizados pelo despachante na lembrança de uma ocorrência são principalmente, a generalização de um estado (falta de fase, choque na instalação, etc.), o lugar, as condições do tempo e outros fatores como a característica da rede (ramal de ligação partido, etc.) ou o estado do consumidor (passagem de energia para terra, etc.) de uma ocorrência. Na pesquisa realizada, em várias oportunidades, os operadores conseguiram lembrar até, o nome do cliente. Observamos que os principais fatores de reconhecimento de experiências passadas encontram-se:

(1) Na forma habitual de tratar com um problema. Este fator depende do grau de frequência da ocorrência no dia. Por exemplo, podemos observar na **tabela 1** as frequências médias dos motivos em todo o ano 1993. O total de ocorrências analisadas foi de 25.399 e, o total de motivos registrados foi 30. Isto indica que para lembrar situações passadas e colocá-las em memória não é uma coisa difícil para o operador, pela periodicidade com que acontecem estas situações.

(2) Nas características secundárias e nas conseqüências que acompanham na identificação de uma ocorrência (por exemplo, consumidores que por sua natureza de produção não podem parar) e nas conseqüências (por exemplo, má conexão em chave);

(3) Nas características circunstâncias que são contadas na identificação de uma ocorrência e que ajudam a identificar um estado na memória do operador (por exemplo, as condições climáticas, o consumidor é doméstico, etc.);

(4) Nos estados que o operador pode identificar para associar uma ocorrência com um determinada generalização (por exemplo, defeito no medidor é um problema de consumidor (estado) doméstico ou industrial (subestado));

(5) Na identificação do solicitante (por exemplo, nome, lugar, zona, etc.);

A codificação dos motivos é feita por agrupamento de fatos e classificados segundo o tipo de atendimento. Neste sentido, os motivos pertencem a um grupo, as conseqüências pertencem a segundo grupo, e as causas formam um terceiro grupo.

Assim, a seleção e priorização de um motivo dentro de um conjunto de ocorrências é importante, para o consumidor e para a empresa, no sentido de segurança e serviço. O motivo e a localização do defeito são elementos importantes de uma ocorrência que determinam a prioridade de seu atendimento.

3.3.4 A classificação das ocorrências no seu atendimento.

Os processos cognitivos de classificação ou de discriminação de informação (atividade de diagnóstico), num ambiente de trabalho, são extremamente complexos. Este processo realizado pelo despachante é uma função de sua identificação, no vídeo do computador, de um conjunto de motivos que definem as diferentes situações. Esta fase é seletiva.

Este processo é colocado, geralmente, na categoria mais longa das atividades de resolução de problemas de indução de estruturas. Neste contexto, neste processo identificamos classes nas quais aparecem a situação tratada. Este processo consiste em estabelecer uma correspondência entre a situação apresentada e os descritores das classes conhecidas.

Uma das características deste processo reside em que o resultado dele não é o objetivo final perseguido pelo operador. Este processo finaliza, na maioria de vezes, numa tomada de decisão, que se concretiza por uma ação imediata ou diferida.

Este processo é influenciado pelas características da situação e dependem do domínio (por exemplo, transformador, rede primária, etc.) na qual ela é tratada. Por exemplo, em situações de risco de vida, onde a pressão do consumidor, da empresa e do tempo são fortes (não existe uma viatura no lugar da ocorrência), a tomada de decisão é extremadamente rápida (por exemplo, condutor da rede partido). O nível de profundidade deste processo, realizado pelo operador, é uma função das diferentes pressões e dos riscos incorridos.

Esta pesquisa demonstrou que as ocorrências são classificadas pelos operadores. O índice de prioridade atribuído a cada ocorrência resultou ser o elemento decisivo. Em outros casos, quando a prioridade é 3 ou 4, eles colocaram a questão "*tanto faz atender esta ou a outra*". Neste caso, o fator principal foi a distância entre o lugar que acontece o defeito e o lugar que se encontra a viatura.

Neste processo, a posição geográfica, a prioridade da ocorrência e a identificação da viatura mais próxima a este local determinam o tipo de estratégia a utilizar e, esta muda segundo a situação a tratar e a experiência do operador, porque cada ocorrência apresenta características e detalhes que fazem que cada uma seja diferente de outra aparentemente semelhante. A descrição de uma ocorrência por um código de motivo pode ajudar ao operador na decisão do tipo de atendimento a ser feito, mas os detalhes são imprescindíveis na preparação dos eletricitistas para o fato que irão encontrar. Por isso, na "**Geração de ocorrência**" existe um campo para descrever os detalhes que complementam um motivo determinado na conversão com o solicitante. É o campo **Histórico Inicial** (ver Fig. 14).

Atualmente, no desenvolvimento da tarefa, os operadores manifestaram diferentes critérios para classificar as ocorrências. Estes critérios foram agrupados nos seguintes pontos:

(1) *A interpretação de índices* (pode ser um motivo, uma causa ou uma consequência). Isto é, os índices apresentados são comparados com os armazenados na memória do operador, tomando em conta os diversos elementos do sistema (por exemplo, um transformador de baixa capacidade, uma chuva, etc.) a fim de fornecer uma explicação coerente do ponto de vista do operador.

(2) *A localização de um componente defeituoso.* Este aspecto é característico em situações que existem equipamentos responsáveis pelo bom funcionamento do sistema (por exemplo, o pára-raios falhou ou a cruzeta está danificada).

(3) *A geração de hipóteses que fazem intervir os diferentes níveis e tipos de conhecimentos.* Por exemplo, os eletricitas da viatura 1 têm melhores condições de resolver tal defeito. Estas hipóteses armazenadas permitem orientar as estratégias de tomada de informação e, reduzir o número de linhas de raciocínio.

(4) *A avaliação de hipóteses.* Por exemplo, por que não teve sucesso uma manobra na localização de uma falha com tanta experiência desta turma de eletricitas.

(5) *A novidade do defeito.* Isto é, o motivo de uma ocorrência é "outros" e, ele só pode ser determinado no lugar do problema.

(6) *O nível de complexidade da ocorrência.* Por exemplo, um choque na instalação consumidora.

Outros fatores que influenciaram diretamente ou indiretamente no processo de classificação foi a habilidade do operador (especialista e iniciante) e, os fatores ligados ao stress e ao estado de fadiga física e mental dos eletricitas. Estes elementos em conjunto determinaram a complexidade do problema.

3.3.5 As estruturas cognitivas do operador no processo de resolução de problemas.

Ao pesquisar a estrutura de resolução de problemas do despachante, consideramos importante analisar e explicar no desenvolvimento da tese os seguintes pontos:

- como uma porção de conhecimento é disponível como resultado da experiência ?
- como a experiência muda a estrutura de conhecimento na memória ?
- como o processo de raciocínio é usado na experiência?
- como o conhecimento experimental é integrado no processo de raciocínio ?

A atividade de resolução de problemas é concebida pela interação de duas funções essenciais: a compreensão do problema e a elaboração de uma solução. A representação de um problema consiste em determinar um conjunto de requisitos de

forma a atingir um objetivo final. Normalmente, a compreensão de um problema implica comparar as estruturas de um problema apresentado com uma classe de problemas registrados no passado. Neste caso, a representação se constrói particularizando as estruturas, esquemáticas e assimiladoras, concebidas pela generalização de experiências anteriores.

Estas estruturas são dinâmicas, segundo Schank (1982), e representam memórias independentes com características de situações ou relações entre elas. No entanto, elas estão vinculadas a certas unidades de procedimentos, planos de ação ou estratégias de elaboração de procedimentos.

A planificação constitui uma característica essencial e vital da atividade cognitiva. Esta atividade compensa as capacidades limitadas do sistema cognitivo, em particular estas da memória de curto termo (HOC, 1989A/B/C). Ela permite encarar a variabilidade e as complexidades das situações reencontradas.

A planificação é definida como a elaboração e utilização de planos de ação. Um plano seria uma representação esquemática e ou hierarquizada de conhecimentos, de tipo declarativo ou procedural. Ela apresentaria duas propriedades fundamentais:

(1) *A antecipação*, que permitiria a um plano de ação guiar a atividade levando em consideração os fatos futuros prováveis, e

(2) *A esquematização*, que conteria uma hierarquização de representações permitindo assim uma simplificação da situação a tratar.

Esta última característica é tratada sob o termo de imagem operativa. Por exemplo, quando o despachante é informado do resultado de realizar uma tarefa, pelo electricista, sua representação sobre a situação não apresentava todos os conhecimentos que ele dispunha destas situações (imagens cognitivas):

* *Elas seriam lacônicas e adaptadas à tarefa*. Só as características mais representativas ou úteis à atividade seriam levadas em conta;

* *Elas apresentariam deformações funcionais*. Não se trata de imagens simplificadas da realidade, estas seriam caricaturas que remarcariam os traços mais significativos, a fim de facilitar os tratamentos a realizar. Por exemplo,

EX-8:
DESP: 43.
ELET: *Fala*.

DESP: *Na rua Moura 1104. Frente à Creche. Má conexão. Falta de energia. O consumidor fala que provavelmente o defeito está na caixa de medição. Então, verifiquemos os bornes do disjuntor e do medidor. Okey. Deu para entender.*

ELET: *Positivo. rua Moura 1124. Confere.*

DESP: *Não 1104...mil cento e quatro. Enfrente à Creche.*

ELET: *Okey.*

.....
ELET: *43.*

DESP: *Prossiga.*

ELET: *Dois parafusos fendidos foram trocados no poste do consumidor.*

DESP: *Okey. Próxima na Coloninha. Espera as coordenadas.*

ELET: *Na rua André Maipoti 385, trezentos e oitenta e cinco, na Coloninha em Estreito. Essa rua fica ao lado do Hotel Cambirella. Defeito no medidor. Okey.*

EX-9:

.....
DESP: *João...tá na escuta.*

ELET: *Pode falar.*

DESP: *Nesse hotel chalé está faltando fase. Você verificou a cabine, porque eu acho que essa cabine interna está com algum problema. Deve estar com problemas de sujeira ou de conexão. Não esqueças de verificar a rede e após comunica para mim. Okey.*

ELET: *Okey.*

.....
ELET: *Laudelino.*

DESP: *Fala João.*

ELET: *A linha estava embrulhada, mal regulada. Então nos vamos ao transformador e vamos a puxar essa linha. Cambio.*

DESP: *É a linha da CELESC ou é no pátio no Hotel. Cambio.*

ELET: *O transformador está no pátio da rua principal. Cambio.*

DESP: *Passa-me a FU do poste para abrir uma SD (Solicitude de desligamento). Cambio.*

ELET: *5940.*

DESP: *5940 foi aberta para regular baixa tensão da CELESC. Confere.*

ELET: *Okey.*

A noção de plano, assim definida por Hoc (1989A/B/C) encontra uma formalização em psicologia cognitiva no conceito de esquema (ver capítulo 2, item 2.4).

Esta noção produz o efeito de um protótipo, pela informação que eles armazenam, porque os planos de ação são construídos de forma exemplar e genéricos. Eles apresentam três características fundamentais para sua ativação.

(1) Eles compartilham um número máximo de traços comuns com os exemplares de sua categoria, e um número mínimo com as categorias vizinhas;

(2) Eles resultariam de uma simplificação estrutural ou de uma confiabilidade de certos traços, por motivos funcionais, e

(3) Eles apresentariam características específicas ou de tendência local.

Assim, quando o operador trata uma certa categoria de problemas, um plano protótipo poderia ser evocado. Isto permitiria guiar sua atividade, apoiando-se em procedimentos passados com bons resultados.

A utilização de um plano poderia seguir uma metodologia ascendente, isto é, evocar planos de ação conhecidos a partir das características significativas de uma situação ou, uma metodologia descendente relatando os planos de ação mais generalizados.

O principal interesse da formalização dos conhecimentos, dentro do contexto de resolução de problemas, é a compreensão de uma situação no posto de trabalho. As unidades básicas constituídas pelos esquemas (casos) são insuficientes. Assim, é preciso considerar suas relações recíprocas, com o objetivo de descrever a forma como ocorrem na prática. Por exemplo, as ligações entre as representações e os tratamentos de uma atividade.

Os esquemas podem ser colocados em estruturas de conjunto, com o objetivo de estudar suas relações. As formalizações concebidas até o momento mostraram duas grandes categorias de relações:

(1) As relações de dependência hierárquica entre esquemas gerais e esquemas específicos e,

(2) As relações "hetero hierárquicas", referidas eventualmente a esquemas do mesmo nível.

Schank (1982) propôs uma organização hierárquica dos esquemas, cujos roteiros constituem-se em unidades terminais, que não se memorizam, mais que se reconstroem, no momento de sua colocação em prática. Estas (unidades mnemônicas) são esquematizadas em modelos de organização de memória **MOPs** ("Memory Organization Package"), que proporcionam expectativas a qualquer nível de generalização. Estes módulos são construídos por um processo de generalização e abstração, a partir dos roteiros, onde as informações efetivamente memorizadas (em roteiros) se reduzem aquelas que não aparecem nos **MOPs** supra-ordenados.

Assim sendo, quando se generaliza uma série de eventos, os **MOPs** adquirem uma dimensão modular: os eventos comuns a diversas situações adquirem uma certa autonomia e formam diferentes **MOPs**, que podem ser configurados de diferentes

formas nas diversas situações. Contudo, os diferentes **MOPs** evocados numa determinada situação podem estar sobrepostos e, portanto, serem tratados em paralelo.

A teoria da memória dinâmica "Dynamic Memory" (Schank, 1982) propõe, em parte, explicar por que uma nova situação motiva as pessoas a lembrar situações passadas. Schank propôs que tal lembrança ocorre com o propósito de formar uma apropriada resposta a uma nova situação e que prévias situações ou casos são armazenados como episódios e indexados em uma complexa estrutura generalizada. Durante o processo de compreensão, cada parte de um caso novo é entendido em termos da generalização. Estas generalizações indexam componentes, possivelmente casos fora do contexto, e o processo de lembrança recupera estes casos que são disponíveis para ajudar a formar uma apropriada resposta para o caso novo. Duas específicas características são requeridas para recuperar um caso fora do contexto (Selfridge & Cuthill, 1989): generalizações de casos parciais e representações de casos episódicos. O primeiro, a generalização de um caso não é uma generalização de um caso inteiro; diferentes partes de um caso são entendidos em termos de diferentes generalizações. Segundo, a memória de um caso deve ser episódica. Isto é, ele deve conter conhecimento detalhado de uma seqüência de eventos que ocorrem no caso que é diferente a uma estrutura estática, por exemplo, o frame que é o resumo de um caso.

A unidade básica de uma memória dinâmica é o **MOP** e ele é utilizado para representar o conhecimento a respeito de classes de eventos e especialmente quando estes são complexos. Por exemplo, as características e defeitos na linha tronco, no ramal e no transformador podem ser representadas em um **MOP**. Um **MOP** contém um conjunto de normas qual representam básicas características do **MOP** (eventos que ocorrem, objetivos são executados, equipamentos envolvidos, etc.). As normas podem conter características generalizadas ou códigos que tratam uma ocorrência. Estes eventos **MOPs** basicamente contêm a mesma informação que os "scripts" (Schank e Abelson's, 1977). A diferença está em que os "scripts" não são organizados em redes interligadas e eles não mudam com o uso, na forma que os **MOPs** a realizam. Os "Scripts" e os planos estruturados são estruturas de conhecimento estático, enquanto os **MOPs** são estruturas de conhecimento da memória dinâmica.

Um **MOP** pode ter especificações. Isto é, um conjunto de **MOPs** são específicas versões de um **MOP**. Por exemplo, os **MOPs Tronco_Ramal** e **Trafo** são especializações do **MOP Tronco_Ramal_Trafo**.

Assim, podemos dizer que o **MOP Trafo** é uma abstração do **MOP Tronco_Ramal_Trafo**. Quando um **MOP** faz referência a uma ocorrência particular de um evento, isto é chamado de exemplo ou caso. Às vezes, quando falamos de um "caso", nos referimos a um exemplo (por Ex., um evento real ou uma situação de resolução de problema). Outras vezes, usamos o termo "caso" para declarar um exemplo ou um **MOP** mais geral.

Seguindo o pensamento de Schank, os conceitos do despachante estariam organizados de uma forma hierarquizada como é mostrada na Fig. 17.

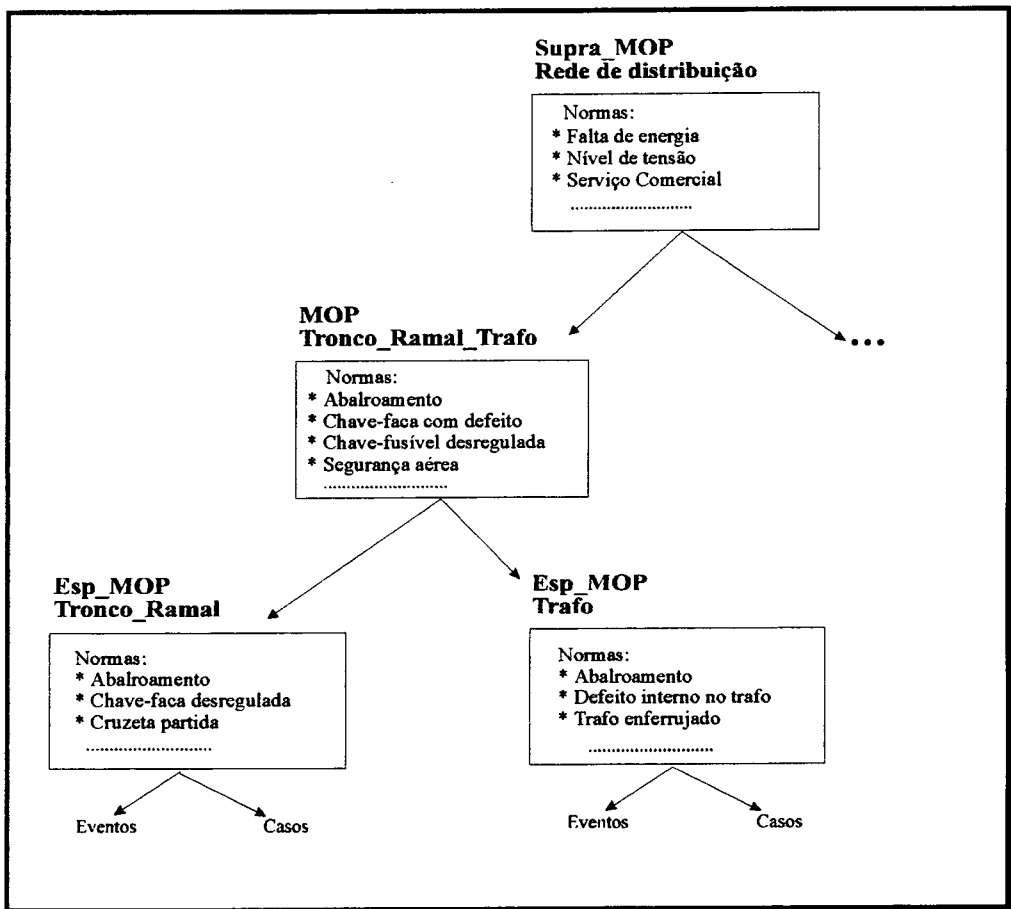


Fig. 17 - Rede de distribuição - Informação generalizada.

Segundo Schank (1982), uma memória dinâmica, como a dos seres humanos, tem que estar organizada por milhares de conjuntos de memórias específicas em domínios diferentes. Estas memórias podem conter diferentes subdivisões descrevendo situações mais específicas e generalizadas. Isto é, uma memória que muda com a chegada de novas experiências. Assim, a memória teria uma retroalimentação de

conhecimentos, para num futuro fazer melhores decisões. Desta forma, ela avaliaria, registraria e modificaria algum conhecimento errado. Os resultados de perguntar a uma memória particular de resolver um problema em dois períodos diferentes, não é igual, como os resultados de perguntar a uma memória com dois diferentes conjuntos de experiências para resolver o mesmo problema. No primeiro caso, a combinação da solução do problema e o conjunto de experiências que acontecem entre estes dois episódios têm diferenças. No outro caso, quando ambos começam com os mesmos fatos, a variação da experiência significa que cada uma têm áreas diferentes especialidades. Desta forma, a memória teria desenvolvido suas estruturas e apreendido coisas diferentes.

Esta hierarquia representa um **MOP** supra ordenado que representa o início de todo o domínio ("Rede de distribuição"). Os nós da hierarquia representariam **MOPs** especializados (por exemplo, Tronco_Ramal_Trafo) deste domínio e, estes conteriam outros mais especializados (por exemplo, Tronco_Ramal). Os segmentos que ligam estes nós simbolizam a relação entre estes **MOPs**. Ainda mais, cada **MOP** teria um conjunto de eventos e experiências específicas relacionadas a seu domínio. Os **MOPs** seriam identificados por um conjunto de características específicas e generalizadas "*normas do MOPs*" (por exemplo, ramal de ligação, cruzeta, isolador, etc.). É preciso ressaltar que neste tipo de estrutura, as características são declaradas uma só vez e a um nível conceptual alto (características causais generalizadas). Por exemplo, a característica "choque" se produz só na instalação consumidora ou na rede. Esta está vinculada ao conceito Tronco_Ramal_Trafo e não a conceitos mais inferiores. Isto é, o que permite, ao operador, realizar inferências rápidas e seletivas na solução de um problema. Para determinar a solução ou verificação de uma situação, a memória do operador começaria sua pesquisa identificando as normas declaradas em cada **MOP**, registradas no domínio do problema, e por descarte, ele poderia encontrar o **MOP** mais próximo e assim, uma solução poderia ser encontrada por igualdade de características ou uma nova solução poderia ser construída em função de experiências passadas.

A união de todas as ligações entre **MOPs** é chamada de rede **MOP** ou hierarquia abstrata. Esta rede começa (cume) de um conhecimento geral abstrato e termina (base) em muitos exemplos específicos. Assim, um exemplo seria a descrição de um problema como "um defeito na medição" causado por uma má conexão no neutro do medidor. Acima deste **MOP** poderíamos colocar outros **MOPs** com problemas como no poste ou no transformador. E acima destes poderíamos anexar um **MOP** descrevendo problemas mais generalizados que causam defeitos na rede (falta de fase, choque na instalação, etc.).

As normas de cada **MOP** são herdadas pelos **MOPs** de abaixo. Por exemplo, uma má conexão no borne do disjuntor é uma norma do **MOP Consumidor**. Assim, quando o sistema encontra este defeito, ele vai procurar o **MOP Consumidor_Doméstico** com características específicas deste defeito.

Os **MOPs** têm um conjunto de cenários e eventos ligados a eles e esta rede é chamada de "Packaging Hierarchy" (Riesbeck & Schank, 1989). Na cume desta hierarquia representamos os diversos eventos complexos. Estes eventos são quebrados em sub **MOPs** e estes, a sua vez, em **MOPs** partidos em mais pequenos, até atingir algum conjunto de ações não decomponíveis, tal como na teoria da Dependência Conceptual de Schank em 1975 (Rich, 1988).

Existem vários tipos de estruturas no âmbito de notação de conhecimentos na resolução de problema (ver Vergara, 1990B), entre elas encontram-se os "frames" ou esquemas. Esta estrutura é a mais próxima que consideramos para nossa representação de conceitos. Nela as situações são estereotipadas, ou seja, fatos que mudam no tempo. Cada esquema é um especialista numa determinada situação de problema (ver Fig. 18).

Estes esquemas são consistentes e tratam de situações específicas dos defeitos na rede de distribuição. As variáveis contidas nela são conhecidas pelos operadores. Algumas variáveis são muito mais acessíveis que outras na auto-inspeção dos esquemas pelo operador. Estes esquemas têm as mesmas características que o conceito de modelo mental desenvolvido por Norman (1983). Eles são incompletos, muito pessoais, instáveis (esquecidos rapidamente se não são usados), mal limitados e podem estar encaixados em outros modelos científicos. As suposições são frequentes e os atos não ótimos são conservados, porque eles são considerados numa economia de esforços mentais.

<i>Data:</i>	15-12-93
<i>Hora:</i>	19:42
<i>Nó:</i>	14
<i>Cliente:</i>	Fabrin
<i>Bairro:</i>	Ingleses
<i>Carac. da Situação:</i>	[(Falta de energia), (Falta de fase), (O consumidor não sabe a causa do problema)]
<i>Carac. Secundárias:</i>	[(O condutor da rede está partido), (O isolador está partido), (O jumper/fly-type é inadequado)]
<i>Carac. Complementares:</i>	[(O transformador é comunitário), (O cliente é um consumidor doméstico), (A situação do tempo é normal)]
<i>Explicações:</i>	[(Estas características sugerem que nesta situação é preciso realizar uma pesquisa minuciosa de todos os equipamentos envolvidos e os fatos que condicionam esta situação), (Uma descarga atmosférica caiu num poste e partiu o condutor da rede de distribuição.), (Uma descarga atmosférica caiu num poste e partiu o jumper na rede primária.), (Uma descarga atmosférica caiu num poste e estorou o isolador provocando um curto circuito na rede.), (Características circunstanciais)]
<i>Plano de ação:</i>	[(Abrir as outras chaves-fusíveis. Percorrer a rede da linha secundária para localizar e sanear outras possíveis causas de ocorrência. Nesta pesquisa deverão ser tomadas algumas providências entre o ponto de conexão dos consumidores com a rede de distribuição, tais como: a) verificar as emendas existentes nos condutores, b) verificar a existência de fio partido, etc. Logo de percebido o defeito, aplicar um plano de ação a fim de resolver o problema encontrado. Finalmente, fechar as três chaves-fusíveis do ramal), (Recuperar o condutor da rede partido - colocar um conector ou fazer uma charrua no fio do condutor partido.), (Trocar o isolador partido na rede de distribuição.), (Recuperar o jumper da rede - coloque um conector na ligação com o condutor partido.)]
<i>MOP da História:</i>	Tronco_Ramal
<i>Observações</i>	* "Periquito" é um by-pass (substituição do cartucho) de arame na chave-fusível.

Fig. 18 - Esquema de uma experiência na solução de um problema.

Estes modelos não são precisos. Mas, são funcionais e práticos. Ochanine (1978) evocou as mesmas propriedades quando falou das representações operativas

deformadas pela realidade dos fatos. Estes são lacônicas e orientados a atingir um objetivo.

Estas observações confirmam que num certo sentido, o especialista está mais próximo do técnico que do científico (Leplat & Pailhous, 1981). Ele se caracteriza por seus conhecimentos práticos desenvolvidos na sua base de conhecimentos que tem alocado na sua memória. Num início, ele chama seus conhecimentos procedurais na qual incerta informações pontuais que ele possui do sistema. Pouco a pouco ele vai selecionando os conhecimentos que servem cada vez a sua conduta, de forma que, ele posteriormente pode executar sua tarefa sem saber explicar como ele a fez.

A maior incógnita fica na dependência do conceito do saber fazer do operador e do conceito de treinamento. Resulta impossível apreender as situações neste domínio (distribuição de energia elétrica) sem um treinador. A simples descrição do sistema, não sentido técnico e informatizado, não cobrem a noção de especialista. Por isso, é preciso cultivar o desempenho do operador em tarefas reais e práticas neste posto de trabalho.

Tanto em I.A. como em Psicolinguística (Tiberghien, 1989) a noção de "frame" ou esquema é utilizada de diferentes formas. No primeiro caso serve para representar os conhecimentos de textos e, no segundo, para estudar a compreensão de textos. Em nossa opinião, a compreensão de um enunciado de um problema pode ser analisada destes mesmos pontos de vista. Porém, distinguimos duas etapas no processo de interpretação do despachante:

- a construção dos elementos básicos ou características que identificam uma situação, e
- a relação destes elementos num esquema relacional.

Na compreensão de textos o elemento base é a proposição. Para nosso caso, a interpretação de proposições, verbalizadas pelo operador, serve para construir conjuntos ou caracterizar situações. Estes são "objetos" especificados segundo uma quantidade determinada de parâmetros: nome e natureza dos objetos (por exemplo, a chave-faca está desregulada, a cruzeta estava partida, existe um defeito no regulador, etc.).

Nesta fase da interpretação só intervém o conhecimento da linguagem natural que possui o operador. Neste momento, nosso objetivo foi compreender o sentido dos

verbos e termos (por exemplo, ser ou estar, existe, etc.) usados pelo operador na descrição de uma situação. Um exemplo destes conjuntos construídos durante a primeira etapa da interpretação é vista na Fig. 19.

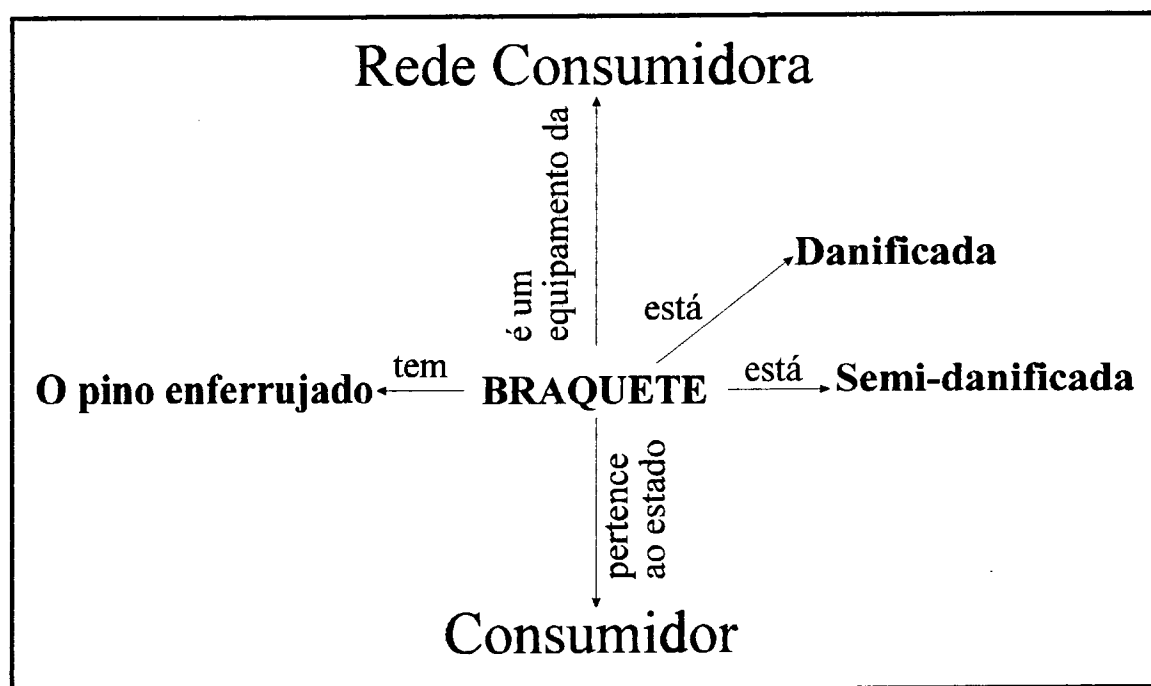


Fig. 19 - Representação de uma rede semântica.

A segunda etapa de interpretação consiste em relacionar as características dos objetos. Como foi definido antes, um esquema é um conjunto de variáveis ("slots") unidas reciprocamente por operações ou relações (ver Fig. 20). Portanto, um esquema constitui uma rede relacional de fatos. *Ela representa uma experiência (ou um caso, uma história) com um determinado conhecimento lógico matemático e, desta forma ela poderia encontrar-se armazenada na memória do operador.*

Para solucionar um problema é preciso ativar uns destes esquemas disponíveis. Isto é, precisamos particularizá-lo e avaliar suas variáveis em relação aos elementos da situação inicial. Esta atividade de particularizar o esquema serve para compreender um problema ou identificar uma situação. Posteriormente, é preciso aplicar um plano de ação procedente do esquema que contem os conhecimentos relacionais.

Nesta perspectiva, as estruturas de conhecimento organizados na memória permitem definir o processo de compreensão ao particularizar um esquema.

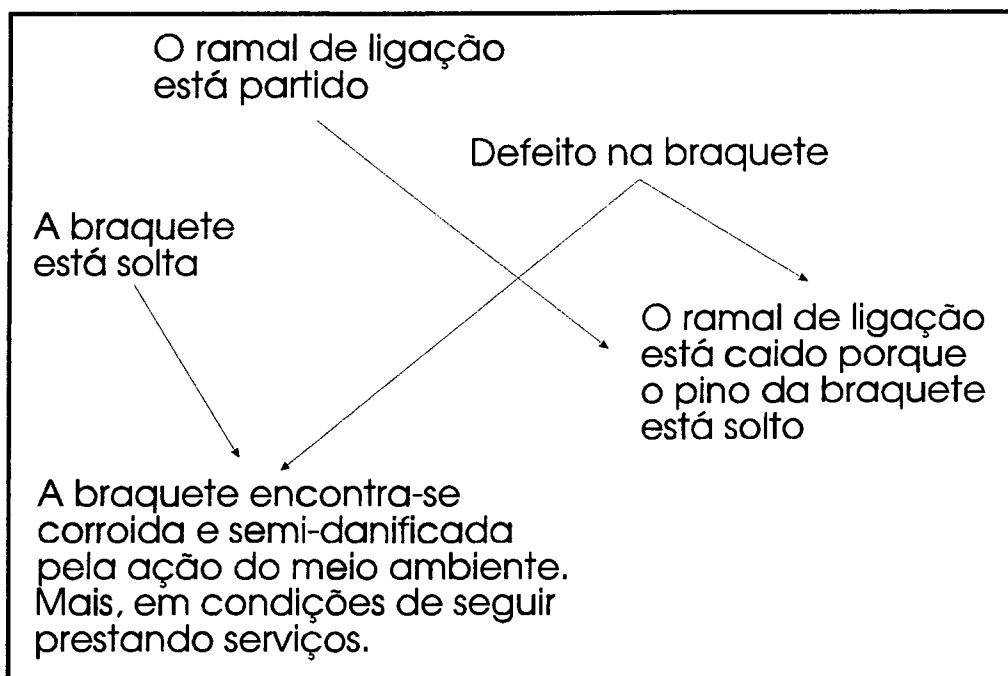


Fig. 20 - Um esquema relacional de proposições.

3.3.6 A utilização de estratégias no processo de resolução de problemas.

A tarefa do despachante é complexa e envolve muitos fatores interligados e interativos. Uma tarefa que exige a aplicação de um conjunto de estratégias cognitivas e procedimentos processando informações. As estratégias numa determinada atividade orientam ao operador na pesquisa de uma solução por indução de estruturas ou por analogia. Este termo, estratégia pode-se ligar às condutas inteligentes, por que o operador às vezes é confrontado a problemas mal definidos ou desconhecidos.

Tais fatos podem ser bem observados na aprendizagem dos operadores, em tarefas de controle de processos, onde a ocorrência de um incidente exige uma pronta intervenção do operador humano ou de outros operadores para restabelecer a normalidade. Na tarefa analisada, um problema é definido por um motivo, e na realidade, o problema no campo de trabalho apresenta muitos outros elementos que dificultam a tarefa do electricista na solução do problema.

As estratégias recolhidas (operativas, de localização, explicativas, analógicas, de compreensão, etc.) nesta pesquisa, foram determinadas em tarefas feitas pelo operador. Isto é, o operador tem uma tarefa a desenvolver e na realização de sua atividade utiliza uma série de estratégias cognitivas que percorrem os conhecimentos organizados na sua memória em relação as características de uma ocorrência.

Os objetivos estabelecidos na tarefa, nas comunicações e aqueles definidos pelo próprio indivíduo, desempenham um papel essencial na estruturação das estratégias, que ele utiliza, no desenvolvimento de sua atividade.

As seguintes hipóteses foram formuladas na realização da pesquisa:

(1) Existem muitas espécies de estratégias que orientam a solução de problemas co-variantes - estes são problemas com características interconectadas e interativas. Estas podem ser diferenciadas segundo o tipo e a seqüência dos operadores lógicos ou não lógicos envolvidos no problema, e

(2) Existem estratégias ideais entre as muitas espécies, em termos de eficiência na resolução de problemas. Por exemplo, o tempo usado para resolver um problema, o número de respostas, o número de erros, etc.

O despachante na realização de sua tarefa emitiu um conjunto de estratégias na identificação, seleção ou tratamento de uma ocorrência. Ele utilizou suas estratégias cognitivas para deslocar-se no espaço de estados do problema (ver Vergara, 1990A/B), pesquisando por informações, comparando e fazendo julgamentos. Alguns operadores usaram a mesma estratégia para situações similares. Nestas operações comuns operadores (meios) foram usados. Tais resultados foram obtidos no processamento de informação emitido no diagrama de fluxo de cada estratégia (ver Fig. 21 e 22).

Na Fig. 21 mostra-se o diagrama de fluxo da estratégia "*pesquisando características*" utilizada pelos despachantes na pesquisa de uma solução. Nesta estratégia, os operadores assimilam as características causais de uma situação como índices de avaliação da situação inicial. Estes índices são abstratos e ligados a um conjunto de informações que descrevem uma específica situação. A abstração de um conceito a níveis cada vez mais altos, implica o deslocamento de um estado para outro no diagrama de soluções possíveis no domínio do problema. A lembrança de um índice em memória pode acontecer, por um lado, pela freqüência de uso num sentido metafórico, e/ou por operações pouco esclarecidas que avaliam as características do problema.

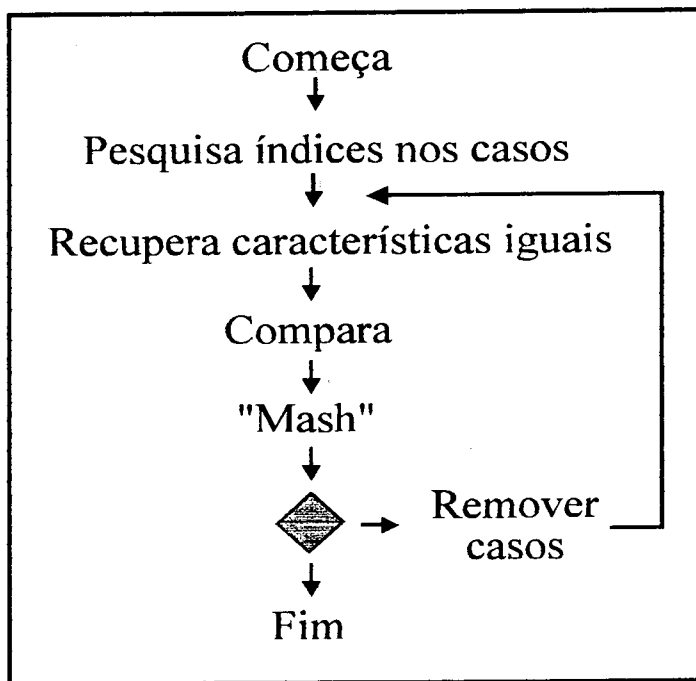


Fig. 21 - Diagrama de fluxo da estratégia "pesquisando fatos iguais".

A estratégia "testando hipóteses" mostrado na Fig. 22, foi identificada quando os conhecimentos do operador não foram claros a respeito de soluções possíveis no domínio de um problema. O operador fez uso dela como consequência da falta de conhecimento na solução do problema. Aqui os estados do domínio são examinados aleatoriamente, não fazendo uso de algum operador conscientemente. Esta estratégia resultou ser lenta e confusa, e em quase todo momento de sua aplicação os operadores esqueceram as características que já foram selecionadas. Esta habilidade cognitiva até certo ponto resultou ser efetiva no conceito de economia cognitiva. Isto é, ela encontrou um estado alvo num primeiro momento ou no processo final.

Estes diagramas de fluxo mostram os procedimentos básicos de processamento da informação e as características das maiores estratégias cognitivas. Eles mostram o processamento informação sob a correspondente estratégia, enquanto usam outras subestratégias. Isto indica que na solução de problemas covariantes, um conjunto de operadores (meios) de um estado e de estratégias são utilizadas. Em vários casos foi visto que o despachante fez uso de suas estratégias para fazer certas operações no processamento de sua informação. Por exemplo, na repetição de uma informação, na localização de um defeito na rede consumidora ou na verbalização de um conhecimento que provavelmente explica um motivo.

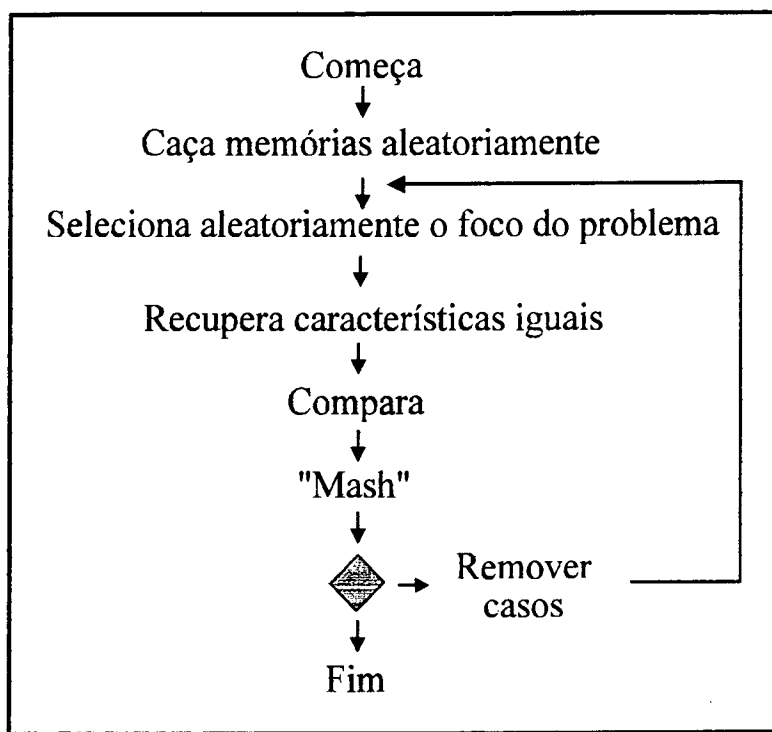


Fig. 22 - Diagrama de fluxo da estratégia "testando hipóteses".

EX-10:

DESP: *2543 tá na escuta.*

DESP: *É rua Durbal Major. Perdão é a rua Major Durbal ao inverso 2396...dois mil trezentos noventa e seis. dos três nove e meia. Ao lado do mercado Rosa. Esta rua fica no Bairro Ipiranga. Defeito na medição. O nome do consumidor é Manoel Ignácio. Entendeu. Cambio.*

ELET: *A rua é Mançor Durbal.*

DESP: *Rua major Durbal 2396, dois três nove meia. Fica ao lado do mercado Rosa. Cambio.*

ELET: *Okey, estas falando bonito cara...*

.....
DESP: *43 cambio.*

DESP: *O Anderino só para completar, aquele defeito na medição, segundo o cliente na caixa da medição começou a sair fumaça. Ele não abriu a tampa da medição para verificar seu estado. Provavelmente deve ter um borne medidor ou do disjuntor com má conexão. Cambio.*

.....

EX-11:

ELET: *45*

DESP: *Prossiga*

ELET: *Existe um problema na chave-fusível no poste do consumidor.*

DESP: *Isso aí esta ocorrendo constantemente.*

ELET: *Exato, o electricista deles afirma que a semana passada ocorreu isso e hoje novamente.*

DESP: *Mais, será que eles estão recuperando sozinhos. Porque aqui não está registrado ocorrência nenhuma do desligamento anterior. Será que eles têm tubo de fenolite, elo da chave-fusível para recuperar falta de fase e logo comunicar à CELESC.*

ELET: *Não, não...não tem não.*

DESP: *Tu achas que a causa é um problema de manutenção interna.*

ELET: *É....isso aí.*

Como foi explicado anteriormente, o despachante para realizar sua tarefa fez uma representação do defeito da rede de distribuição de energia elétrica na sua memória. Trata-se da união de um conjunto de características ativadas na memória de trabalho numa forma temporária. Esta estrutura de conhecimento temporária é construída a partir das características particulares da atividade e do conjunto de características alocados na sua memória a respeito deste domínio.

Segundo Anderson (1983) os conhecimentos estocados na memória de um operador podem ser gerais e específicos (mais informação em Vergara, 1990B).

Ochanine (1978) dividiu os conhecimentos em dois tipos: os conhecimentos operacionais e os rotineiros. Os primeiros, formados a partir de um processo de estabilização das reações no ambiente de uma situação. Estes conhecimentos são utilizados, normalmente, para tratar situações semelhantes que podem ser explicadas por outras situações específicas. Por outro lado, quando a estabilização é total, as variáveis do ambiente são constantes. Neste caso, os conhecimentos memorizados são de tipo rotineiros, porque as situações que se produzem são iguais.

Segundo este autor, os conhecimentos de importância, no processo de resolução de problemas, são considerados e armazenados. Também, eles podem em algumas situações representar características deformadas da situação tratada. Um diálogo que representa esta situação é mostrado no exemplo-9.

Para fins de nossa pesquisa tratamos os conhecimentos do operador em termos de familiaridade. Normalmente, na solução de um problema, os conhecimentos ativados pelo operador são os operativos e os rotineiros. Isto é produzido quando o problema é conhecido. Assim, dependendo das relações existentes entre estes conhecimentos, o problema apresentado será acessível. Por outro lado, quando uma situação é totalmente desconhecida, o operador faz uso de seus conhecimentos gerais (conhecimentos teóricos do domínio do problema) na procura de uma solução.

Neste sentido, os tipos de conhecimentos ativados pelo operador, no tratamento de problemas, são os gerais, operativos e os rotineiros, cada um com diferentes graus de intensidade. Realmente, não existe um determinado tipo de conhecimento na solução de um problema.

Os problemas apresentados neste posto de trabalho podem ser de três tipos:

- (1) As situações com soluções conhecidas e familiares;
- (2) As situações com soluções programadas e,
- (3) As situações novas ou raras.

As situações com soluções conhecidas e familiares

Nesta situação o despachante dispõe de conhecimentos necessários para processar a informação apresentada e fazer uma analogia com seus conhecimentos alocados na sua memória de suas experiências. A forma (o algoritmo) de recuperação das experiências pode ser feita de uma forma ascendente ou descendente como é narrado no seguinte ponto.

Nesta situação o despachante não tem necessidade de fazer consulta ao supervisor de turno ou a documentos técnicos. As características principais do problema determinam para ele o caminho a seguir, no seu espaço de estados de soluções possíveis, na procura de uma solução.

EX-12:

ELET: *Pode passar a próxima ocorrência.*

DESP: *Nos Ingleses, antes da sede social da RBS. Ao lado esquerdo da estrada de Capivari. O consumidor é a CASAN. Ela está reclamando tensão oscilante. O José vou te informar que nesse setor estamos realizando manobras. Então, provavelmente, essa tensão é devido às operações realizadas lá. O alimentador é o TDE 01. Entendido. De qualquer forma, da uma verificada nas conexões da medição e no poste do consumidor. Okey.*

.....

As situações com soluções programadas

Neste segundo tipo de problemas, o operador chega diretamente ou indiretamente a encontrar uma solução, ou a solução tem que ser adiada porque exige a participação de outras turmas de trabalho pela dificuldade das operações a realizar.

EX-13:

DESP: *Idivaldo, tá na escuta. Vamos a começar com a manobra localizando a chave tripolar, depois fechamos o anel e logo procuramos as outras chaves instaladas. Okey.*

ELET: *Eu acho melhor procurar as outras chaves para depois iniciar a manobra e não estar rodando por todos lados.*

DESP: *Mais, isso vai ser fácil para você, porque o caminhão da Hot line vai estar no local. Como eles vão isolar o trecho, você pode localizar o caminhão no local onde vamos executar a abertura da chave.*

ELET: *Qual é a rua?*

DESP: *Na rua geral de Itacourbi perto da Central. Cambio.*

ELET: *Vamos para lá.*

DESP: *A chave é a 8011.*

.....
ELET: *Estamos embaixo da chave 8011.*

DESP: *Espera um momento que vou bloquea-la na subestação. O alimentador é o TD1 e TD2. O Idivaldo tem cadeado.*

ELET: *Tem.*

..... (ligando à subestação)

DESP: *Quem está falando....faz um favor para mim. Bloqueia o relê do neutro do TD1 e TD2. Obrigado.*

.....
DESP: *3558...preparado Idivaldo.*

ELET: *Estamos prontos.*

DESP: *Você pode fechar. A tripolar 8011 vai fechar o anel da TDI e TD2.*

ELET: *Okey.*

.....
ELET: *3558...fechado a 8011. Tudo okey.*

DESP: *Agora vamos a dirigir-nos à chaves novas. A 1677 e a 1676.*

.....(falando com operador da subestação)

DESP: *Vamos a desligar o TDI...desbloqueado e desligado. Okey.*

DESP: *Prossiga 58*

ELET: *Encontramos as chaves. O número da chave de em cima é 1677 e a de embaixo 1676.*

DESP: *Abrir a 1676 com load de buster.*

ELET: *Okey.*

.....
ELET1: *704 chama 299*

DESP: *Prossiga*

ELET: *Aqui não tem condições de fazer com a linha viva. Por que a cruzeta de trás que segura o isolador que está partido, ela, também, está partindo.*

DESP: *A cruzeta do mesmo alimentador do nível de baixo ou de em cima. Cambio.*

ELET: *Do alimentador de encima TD2.*

DESP: *Resumindo, a do TD2 está em precárias condições. Confere.*

ELET: *Positivo.*

DESP: *Então que vai fazer aí. Vá isolar e votar cobertura da linha viva. Cambio.*

ELET: *Não tem condições de fazer nada, por que a cruzeta não agüenta.*

DESP: *Até o peso da cobertura a cruzeta vai despencar. Confere.*

ELET: *Positivo.*

DESP: *Tu tem uma sugestão já que você está no local de serviço.*

ELET: *Tem que tirar o alimentador fora para trocar o nível da cruzeta TD2. Não tem outra opção.*

DESP: *Tu achas que até amanhã de manhã, ela agüenta. Confere.*

ELET: *Eu não posso de afirmar nada.*

DESP: *Só quero te colocar o seguinte. O nível de baixo já estamos isolando. Até o local vai ficar sem tensão, daqui a 5 minutos. Cambio.*

ELET: *O problema maior está no nível de encima. A cruzeta está partindo mesmo.*

DESP: *Ela vai cair no nível de baixo, mais ele já foi isolado. Okey.*

ELET: *Mais aí, vá cair com carga encima do pessoal.*

DESP: *Vou te informar que o nível de embaixo está aberto e vamos a ver que acontece no nível de encima. Okey.*

ELET: *Olha que esse alimentador vai cair fora, vai. Com certeza.*

DESP: *Bom vamos a programar a operação para manha devido à dificuldade do caso. Okey.....*

As situações novas ou raras

Esta terceira categoria de problemas corresponde aos que não podem ser resolvidos imediatamente. Assim, o despachante é obrigado a partir de um raciocínio fatural e próprio do domínio, dirigido por seus conhecimentos gerais, a pesquisar um conjunto de conhecimentos com o objetivo de identificar e solucionar um problema por meios estruturais. Isto é, neste tipo de situação várias alternativas podem aparecer, pela variedade de conhecimentos alocados neste estado.

Este tipo de processo de resolução de problemas é de tipo heurístico fatural (sistemas de produção). Aqui é possível identificar os procedimentos que estão inseridos numa estratégia.

EX-14:

DESP: *Valmor.....Valmor.*

DESP: *O alimentador caiu. Fecha a chave 1657.*

.....

ELET: *Está fechada a chave 1657. Quer fazer um teste?*

DESP: *A 1657 esta fechada. Confere.*

ELET: *Positivo.*

DESP: *Alo...quem está falando. O Operador da Central.... Marcelino é Edson. Vamos fazer um teste no alimentador 6. Okey.*

DESP: *2546.....Aceitou..Okey. Vamos a dar uma corrida na rede desse alimentador. Próxima na panificadora Inés, um cliente falou que deu aí um estouro na rede. Okey. Um estouro grande. Vou pegar as coordenadas dessa panificadora. Okey. Deixa aberta e vamos enfrente. Okey.*

ELET: *Okey.*

DESP: *O Valmor não é Santa Inés, é Santa Rosa.*

ELET: *Edson encontramos a padaria.*

DESP: *O problema está próxima à padaria.*

ELET: *Sim, perto do poste da padaria.*

.....

rin..rin..rin..(telefone da subestação)

DESP: *Alo Marcelino. Fala....Escuta transferi a carga. O problema estava no isolador e num condutor de alta partido. Okey.*

.....

As estratégias utilizadas pelos despachantes nestas situações são numerosas. Observemos alguns exemplos:

* *Prosseguir um diálogo.* O despachante obriga, indiretamente, ao electricista a fazer uma melhor descrição da situação tratada em campo.

EX-15:

ELET: *Executado o trabalho. Uma má conexão no poste. Tudo Okey.*

DESP: *Vocês trocaram um conetor.*

ELET: *Não.*

DESP: *O problema era falta de energia ou a luz estava piscando.*

ELET: *Falta de energia.*

DESP: *Total ou estava intermitente ?*

ELET: *Total.*

* *Relevância de um diálogo.* O despachante mostra a importância da participação do electricista no atendimento de uma ocorrência.

EX-16:

ELET: *Aqui a braquete está podre, caindo em pedaços. Eu a amarrei. Ele vai comprar outra armação e depois vá ligar à gente para transferir para uma nova armação.*

DESP: *O seguinte, o consumidor tem a braquete estragada e solta. Ele vai comprar uma armação secundária e depois vai ligar a CELESC para trocá-la pela velha. Confere.*

ELET: *Correto. Inclusive ele quer colocá-lo debaixo de um coqueiro, mais não tem possibilidade só se transferir toda a entrada.*

DESP: *Então, ficou como estava, ficou com energia o cliente. Confere.*

ELET: *Positivo....com energia.*

* *Discussão.* O despachante solicita ao electricista a explicar melhor uma situação em problema.

EX-17:

DESP: *Prossiga 49.*

ELET: *Aqui o problema está dentro da medição. Eles após o medidor fizeram uma distribuição em cima do medidor. Aí começou a queimar os contatos da fase e do neutro. Reapertamos os bornes do disjuntor e do medidor e recomendamos ao consumidor a procurar um electricista para fazer um levantamento para fazer uma entrada nova.*

DESP: *Oh! Canício poderia explicar melhor isso aí.*

ELET: *Olha, os donos montaram a Clinica em cima da entrada que era uma casa e para fazer a distribuição dessa Clinica fizeram todo encima do medidor da casa. Aí começou a dar problemas, queimando as emendas. Então, reapertamos os contatos e orientamos ao consumidor a procurar um técnico para fazer um levantamento de carga e padronizar a medição.*

DESP: *Okey. Mais isso não está certo. Você fez as recomendações respectivas ao consumidor.*

ELET: *Positivo.*

.....

* *Encadeamento lógico.* O despachante descreve uma situação de uma forma lógica, como está previsto nos procedimentos de realização de uma manobra ou de uma atividade.

EX-18:

DESP: *Carlos está no local. Mais, o desligamento é para as 18 horas. A CD-1452 está aberta. Então após Carlos concluir o trabalho e entregar a linha. Tu vai retirar o aterramento e fechar a 1452. Uma observação Adrino, os religadores da entrada e da retaguarda, da entrada e saída da fonte, estão bloqueados os disparos de terra. Após o fechamento da chave, passamos pelo religador e desbloqueamos o mesmo. Cambio.*

* *Estado de alerta.* O despachante solicita uma maior atenção do electricista na realização de uma atividade.

EX-19:

DESP: *Oh! Adrino, eu tenho um desligamento lá. Mais, primeiro vamos verificar enfrente da Igreja, pela entrada do Canudos, verificar um poste que está caindo. O escritório de Biguaçu é o reclamante. Passa ao escritório e pede melhor referência desse poste tombado, porque o fio está partido. Cambio.*

* *Uma analogia.* O despachante lembra situações passadas com o objetivo de compará-las e determinar os possíveis defeitos e, saber as possíveis explicações e que planos de ação seriam aplicados.

EX-20:

ELET: 42....299.

DESP: *Prossiga 2542.*

ELET: *Aqui foi recuperado o ramal de serviço. Tinha arreventado o beiral da casa. Não foi aplicado material.*

DESP: *Vamos para Barreiros, depois te dou as coordenadas. Okey.*

.....
DESP: 2542.

ELET: *Te escuto.*

DESP: *Barreiros. Falta de fase. Na rua Elis Regina. No loteamento Santo Estevão. Oh! Idivaldo faz dois dias tivemos uma falta de fase no mesmo lugar. A chave-fusível do ramal da fase A está fazendo mau contato. Então é mais provável que a falha está nessa chave. A FU da chave é 6203.*

.....
ELET: 42...299.

DESP: *Prossiga.*

ELET: *O Laudelino, um elo de 5 foi trocado na fase A. Esta chave não está muito bem, é preciso trocá-la.*

DESP: *Okey.*

.....

Estas estratégias mencionadas têm por objetivo fornecer índices exploráveis. Isto é, eles são palavras-chaves na pesquisa de uma solução. Eles podem ser atributos ou valores de uma situação determinada.

Neste tipo de problemas, os conhecimentos gerais ou metacconhecimentos são os que orientam a escolha de uma estratégia a ser utilizada. Em muitos casos, os conhecimentos gerais ao serem utilizados na explicação ou na solução de um problema são apoiados pelos conhecimentos operativos ou rotineiros.

3.3.7 As características do processo de resolução de problemas.

Pesquisadores em psicologia e em I.A. (Kolodner, 1991) têm observado que a experiência tem um papel muito importante na resolução de problemas. Primeiro, esta contribui no refinamento e na modificação do processo de raciocínio. De forma que, a experiência tem dentro de sua estrutura de "saber", um conjunto de regras, esquemas de solução ou prévias hipóteses e, desta forma, engrandece o conhecimento na resolução de problemas. Segundo, as experiências individuais atuam como exemplos de base

para posteriores decisões. Assim, a analogia de casos passados aplicados a situações novas ajudam na tomada de decisões.

Vejamos o seguinte exemplo:

O despachante quando observa a tela "**Ocorrências Pendentes**" encontra uma série de situações que definem um defeito na rede de distribuição. Ele seleciona uma (por exemplo, o estado da rede é a "*falta de fase*") para seu atendimento (segundo os critérios técnicos estabelecidos). Ela foi diagnosticada anteriormente num outro bairro "**X**", em situações normais, com as mesmas características, e o plano de ação foi a revisão do trecho da rede em problema, a troca do tubo de fenolite e o elo da chave-fusível do ramal. De forma que, o despachante conclui que esta ocorrência pode ser explicada e, ainda mais, pode-se aplicar o mesmo plano de ação que a do bairro "**X**". Mas, segundo a comunicação dos eletricitas no lugar da ocorrência, o problema não só era uma falta de fase. A situação apresenta um condutor partido e, num poste perto ao poste da chave-fusível com problemas, existe uma fásca entre os condutores. Estes conhecimentos recebidos pelo despachante são importantes, porque assim ele pode fazer um segundo diagnóstico ao problema. Isto é, ele pode somar fatos da primeira situação com os fatos da segunda, e neste sentido, formar-se um melhor conhecimento da situação apresentada pela soma dos defeitos, das duas situações, na rede de distribuição.

No exemplo citado, o despachante aprendeu desta situação, que é importante considerar as histórias semelhantes dos defeitos na rede. Ele ao lembrar de predominantes características de uma situação passada pode por analogia explicar e aplicar um plano de ação nesta situação. Assim, a informação (resultado do atendimento de uma ocorrência) emitida pelos eletricitas no campo de trabalho deve concordar exatamente com o esquema de conhecimento relatado pelo despachante. A utilização das características iniciais e as complementares da situação são úteis no tratamento de casos posteriores. Isto mostra, o primeiro papel da experiência: a modificação do processo de raciocínio.

Uma realidade deste exemplo é mostrado na seguinte comunicação.

EX-21:

ELET: 43

DESP: *Idivaldo vamos para Germano Wendasen 129, perto do Shopping Beira Mar. Célio Adolfo reclama uma falta de fase e, a causa dessa falta de fase é, provavelmente, o tubo de fenolite que esta queimado ou pegando fogo.*
Cambio.

ELET: Okey.

ELET: 43....299.
 DESP: Prossiga.
 ELET: FU-5060, foi trocado o tubo de fenolite e o elo de 3K da chave-fusível.

EX-22:

DESP: 299....21, tá na escuta.

ELET: Sim.

DESP: *Temos uma tensão oscilante no centro. Na ponte, eu te passo as coordenadas. Okey.*

.....
 ELET: 5421

DESP: Prossiga

ELET: *Foi normalizado a energia. Aplicamos um conetor paralelo no condutor do neutro.*

DESP: *A cliente estava reclamando que, provavelmente, o problema estava na caixa da medição. Você deu uma verificada aí.*

ELET: Positivo.

DESP: *Em resumo. O problema era uma má conexão no neutro do poste do consumidor.*

ELET: Positivo.

Mostremos, outro papel da experiência no trabalho do despachante. Por exemplo, o despachante observa uma ocorrência cujo motivo é "*Choque na instalação consumidora*", ele pode pensar numa série de suposições que podem ocasionar este defeito (por exemplo, o problema pode estar na rede ou, na casa do consumidor ou, na medição ou na iluminação pública, etc.). Nesta situação, ele normalmente transfere seu conhecimento de casos passados com esta característica para o caso apresentado e, considera que a situação apresentada, também pode estar incluída em seu universo de conhecimentos.

A realização de uma tarefa em controle de processos conduz a encontrar dois tipos de problemas:

(1) *Os problemas de indução de estruturas, na base da união de índices tirados de uma situação.* Neste processo o operador estabelece um diagnóstico da situação, e desta forma, dá um sentido a suas observações.

(2) *Os problemas de transformação de estados.* Nesta situação o operador parte do estado inicial e deve chegar a atingir um objetivo ou estado final, utilizando um certo número de meios (operadores).

Segundo a situação a tratar, um operador pode dispor ou não de um procedimento para analisá-la. Rasmussen e Lind no 1987 (Rasmussen, 1991) distinguiram três tipos de situações, em função de sua frequência de aparição e do nível de controle da atividade que eles exigem.

As situações de execução de procedimentos

* *Situações familiares e freqüentes.* Nestas situações as habilidades cognitivas do operador são muito rotineiras. As operações se desenrolam e se encadeiam automaticamente, sem que o operador tome consciência do objetivo a atingir. Assim, ele necessita de um nível bastante fraco no controle de sua atividade. Isto dá lugar a um processo de tratamento de informação muito econômico. Por exemplo,

EX-23:

ELET: 3558

DESP: *Prossiga*

ELET: *Aqui no medidor trifásico tinha um problema. Ela tem três lâmpadas. Bom, uma lâmpada queimou e a senhora achou que tinha problemas. Mais está tudo normal. Okey.*

DESP: *Então o cliente percebeu que uma lâmpada de seu medidor não estava ascendida. Aí ela reclamou que estava com falta de energia. É isso aí.*

ELET: *Positivo.*

DESP: *Mais na verdade, a casa estava energizada, só o relógio tinha uma lâmpada queimada. Confere.*

ELET: *Positivo.*

EX-24:

ELET: 5421...299

DESP: *Prossiga 21*

ELET: *Aqui 71718 aberta*

DESP: *71718 aberta e aterrada. Confere Luciano.*

ELET: *Não tem como aterrar, Laudelino. Só foi isolada lá dentro.*

DESP: *Então, não foi aterrada, mais foi isolada. Confere.*

ELET: *Okey.*

.....

* *Situações familiares e raras.* Nestas situações o operador dispõe de um sistema de regras a fim de tratar o problema. Mas para isto, elas necessitam que o operador faça uma representação adequada da situação antes de chegar a uma solução. Este tipo de trabalho exige um certo nível no controle da atividade. Por exemplo,

EX-25:

DESP: *Domingos...o escritório de vocês falou comigo, dizendo que todos os trafos não estão funcionando bem. Porque um está normal, outro está fraquinho e outro sem. Provavelmente o defeito está na alta, não é no religador, porque ele desligaria as três fases. Correto...então é o Jumper ou alguma coisa na alta tensão. Eu vou ligar a Roçado para verificar a corrente em todas as fases.*

As situações na elaboração de procedimentos

* *Situações não familiares.* Estas situações exigem uma verdadeira resolução de problemas, porque o operador não dispõe de nenhum procedimento adequado. Assim,

uma estratégia de ação é construída em função dos conhecimentos alocados na memória do operador. Esta estratégia tem por objetivo particularizar um procedimento geral ou elaborar uma complementar. Esta construção necessita dos recursos de uma representação, a fim de avaliar os planos de ação considerados. Um diálogo que mostra um encadeamento lógico, um certo grau de intuição e um procedimento de localização de falha é mostrado no exemplo 15.

Do ponto de vista da resolução de problemas, a representação de uma situação é definida a partir da noção de espaço do problema (Newell e Simon, 1972) e, do ponto de vista do operador, este espaço é a representação interna da situação objetivo (tarefa/ambiente). Neste sentido, antes de chegar a uma solução de um problema é necessário fazer sua representação.

A representação de um problema é uma construção circunstancial, realizada num contexto particular. Esta construção é realizada para um tipo de tratamento. Isto é, trata-se de encontrar uma solução satisfatória, respeitando as restrições da situação. O primeiro objetivo é ter êxito na representação e, a atividade de compreensão é finalizada por este objetivo (ver Fig. 23).

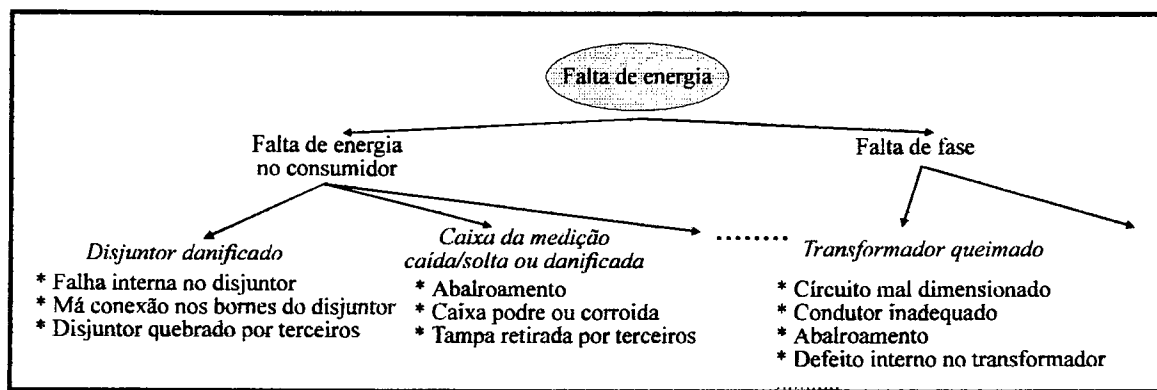


Fig. 23 - Uma parte estrutural do espaço de estados da rede "falta de energia".

Esta construção dá lugar a utilização de conhecimentos gerais em relação à situação do problema, e de conhecimentos específicos concernentes ao domínio do problema. O peso respectivo destes conhecimentos varia, às vezes, segundo o problema, e eles fazem ou não parte do domínio especializado, onde o operador tem uma experiência. No primeiro caso, a construção procede, às vezes, da utilização de esquemas de problemas. No segundo caso, é necessário fazer progressivamente uma interpretação do enunciado, de forma, a construir uma descrição da situação do problema, a partir da qual, uma metodologia de pesquisa de solução, pode ser aplicada.

Nesta construção intervém, ao mesmo tempo, os conhecimentos declarativos (relações entre objetos, ações) e conhecimentos procedurais, de saber fazer, relativos as ações aplicáveis a situações definidas para atingir seu objetivo. Assim, a interpretação de um problema pode ser feita por transferência analógica. Isto é, por assimilação de um problema de referência, cuja solução é conhecida na base de lembranças que podem ser de superfície e não estrutural.

Richard em 1985 (Falzon, 1991A) distingue três tipos de construções na representação de um problema:

- (1) Pela evocação e particularização de esquemas;
- (2) Pela construção de uma estrutura de relações e,
- (3) Pela transferência analógica de procedimentos.

Pela evocação e particularização de esquemas

Um esquema é a união de fatos ou conhecimentos ligados por relações. Neste sentido, é um quadro geral que contem um certo número de variáveis ou lugares vazios. A aplicação de um esquema a uma situação particular resulta de atribuir valores específicos a estes lugares.

A noção de esquema na resolução de problemas reflete a idéia que a atividade de pesquisa de uma solução repousa na atividade de interpretação. O interesse desta noção é que ela permite levar em conta as diferenças nas tarefas classificadas e nas tarefas de resolução de problemas (ver Fig. 18).

Em domínios especializados, como é o caso, o operador tem conhecimentos das categorias de problema e que estas contem informações, ao mesmo tempo, sobre os objetos, suas relações e soluções apropriadas. Assim, a construção da representação de um problema consiste na seleção de um esquema e na particularização de suas variáveis. Isto é, a ligação das variáveis contidas no esquema com as variáveis específicas contidas no problema.

Pela construção de uma estrutura de relações

Quando um operador trata um problema não familiar, ele não dispõe de um esquema pronto para representar a situação. Por isso, é preciso construir uma estrutura de relações que seja coerente. Isto é, que seja compatível com as informações enunciadas e com a estrutura geral do problema. Por isso, os objetos ou eventos definidos no problema devem ser observados de um certo ponto de vista. Isto é, que a

união das descrições escolhidas para os objetos e eventos permita construir a estrutura do problema e, que entre as múltiplas descrições concebidas só uma deve ser escolhida.

O esquema mostrado na Fig. 18 é um exemplo clássico de uma representação esquemática de uma determinada situação de problema. Este esquema foi obtido a partir das verbalizações emitidas pelo operador na realização de sua tarefa. Nela observamos as diferentes estruturas que a compõem, e dentro desta estrutura identificamos um conjunto de características específicas que a identificam. Uma hierarquia e uma seqüência de interligações, também, é construída. Assim, neste exemplo fica identificado como uma situação de problema pode ser representada ou construída na memória do operador.

Pela transferência analógica de procedimentos

Este processo consiste em assimilar o problema apresentado em relação a uma situação passada (história), na qual uma solução foi encontrada. Por exemplo,

EX-26:

ELET: 44....299

DESP: *Fala 44*

ELET: *Km 169*

DESP: *Agora que estas muito esperto, vamos para Dibi Scherem, falta fase...no Clube do Flamengo. Eu vou te informar que essa falta de fase ocasionou o desligamento do alimentador, o mesmo problema foi visto no rio Vermelho. Aí no final da rede tinha um consumidor que havia feito uma extensão da rede a sua casa sem os parâmetros exigidos pela CELESC. Então um curto na sua casa provocou uma falta de fase no setor. Entendeu. Dá uma verificada com teu parceiro, Okey.*

ELET: Okey.

A solução fornecida pelos operadores, para uma situação apresentada, consistiu em encontrar uma correspondência entre as ações que eles aplicariam a um defeito na rede de distribuição. O procedimento utilizado para resolver o problema, sem ajuda de um dispositivo ou material, foi verbalizado como está narrado na Fig. 18.

Nesta situação a transferência analógica conduz a uma situação aceitável, porque os dois problemas tem a mesma estrutura. O operador pode, evidentemente, encaminhar as soluções errôneas no caso, onde o problema escolhido como referência, possua analogias de superfície, mas tem uma solução que repousa sobre outras relações.

Uma das metáforas mais sedutoras para explicar o efeito de aplicar um esquema a uma determinada situação de problema fica no fato que existe um contador alocado ao lado de cada procedimento, na memória do operador, e este se incrementaria cada

vez que é utilizado. O valor deste número permitiria classificar os procedimentos segundo o critério de frequência de utilização. Assim, seriam selecionados os esquemas mais frequentes e os mais disponíveis na memória. Todo procedimento recuperado seria fortemente associado a um contador que começaria em zero seja qual for a informação contida nela.

Esta tese é apoiada por Reason em 1986, que sustenta que os homens consideram voluntárias as primeiras hipóteses que eles evocam de uma situação "a mais verdadeira", que estas que são evocadas depois (primeira hipótese evocada, hipóteses preferida). Esta conduta seria efetivamente a mais indicada na medida em que uma codificação da frequência de reencontro de eventos seja a base da organização na memória dos conhecimentos práticos: estes conhecimentos, os mais disponíveis seriam aqueles que correspondem às situações mais frequentes reencontradas (Medin & Edelson, 1988).

Em problemas difíceis, os operadores na interpretação das características de um problema, utilizaram certas estratégias conseguindo dividir o problema em subproblemas. Isto foi observado, mesmo, no caso, em que este corte na estrutura do problema é incompatível com a estrutura relacional do problema e onde o operador mostrou ter uma habilidade lógica necessária para fazer uma análise, que lhe permitiu chegar à interpretação correta do problema. Isto produziu erros na tarefa do operador, porque eles manifestaram uma compreensão total do problema de forma que eles pensavam que estavam fazendo uma análise correta da situação.

Isto significa que os conhecimentos procedurais intervêm desde a atribuição dos significados às características do problema e que os processos de interpretação e de pesquisa de soluções interagem.

No processo de resolução de problemas, a construção da representação de um problema está intimamente ligada ao processo de recuperação de conhecimentos, especificamente, aos planos de ação. Esta recuperação necessita, segundo Richard (Falzon, 1991) um deslocamento na hierarquia de espaços de abstração de conhecimentos. Esta rota seguiria duas metodologias, cujos papéis são complementares.

Metodologia ascendente

Esta metodologia, em particular, evoca e elabora planos de ação, a partir de três mecanismos.

(1) *Evocação de planos.*

a)- A partir de índices. Um plano seria um tanto melhor evocado, quando os índices mais característicos de uma situação correspondem a uma variável central deste plano.

b) Por analogia. Quando uma situação dá lugar à evocação direta de um Sistema de Representação e de Tratamento (SRT) pobre em planos, o operador tem a possibilidade de evocar outro SRT apresentando um repertório mais ou menos rico em planos.

(2) *Abstração de planos.* Quando numa solução nenhum plano é evocado, o operador pode construir outro, a partir dos detalhes de outras experiências. Esta construção poderia ser realizada voltando à hierarquia generalizada de conhecimentos ou a esta que deu origem a pesquisa.

(3) *Entrega de planos.* Segundo Groot (1965), um plano deveria ser considerado como uma hipótese de trabalho. Ele seria suscetível de estar latente em todo momento na memória do operador.

EX-27:

ELET: 44

DESP: *Prossiga 44*

ELET: *Segundo a consumidora o problema aqui é um problema de oscilação, depois o resto está tudo beleza.*

DESP: *Em resumo, o cliente está informando que a luz está piscando intermitentemente. Já que nos estamos aí vamos a verificar as conexões do poste, do medidor e do disjuntor. Faz essa gentileza.*

ELET: *Okey.*

Metodologia descendente

Esta metodologia permite iniciar os planos e descrever os planos gerais refinados. Três mecanismos participam neste processo:

(1) *A decomposição de um plano em subplanos.* Isto corresponde a expressar um plano sob a forma de subplanos diretamente realizáveis. Esta decomposição pode tomar duas formas:

a) A expressão de um plano como uma conjunção de subplanos supostamente executáveis em paralelo ou,

b) Como uma cadeia temporal de subplanos correspondendo à realização de pré-condições.

(2) *A particularização de planos.* O refinamento de planos pode conduzir a pensar num refinamento de algumas características mais específicas.

(3) *O tratamento das interferências entre os planos.* As interferências entre os planos aparecem, quando eles mantêm relações de pré-condição ou de interação. A introdução diferida de planos, para um tratamento em paralelo, evitaria estas interferências.

EX-28:

DESP: *43...Brasil tá na escuta.*

ELET: *Sim.*

DESP: *No jardim nos Zanellato. Rua geral dos Zanellato ao lado de nossa senhora dos navegantes em Serraria. Após o mercado Grafi, a primeira rua a direita. Estou desconfiado de um problema na bucha do trafo, na conexão de baixa. Têm várias casas reclamando tensão oscilante. Okey.*

ELET: *Okey.*

.....

ELET: *299*

DESP: *Te escuto Canísio.*

ELET: *A FU-7979 foi aberta para concertar a v.p.p. do transformador, na fase A. A chave depois foi fechada.*

(Existiam três alternativas: poste com má conexão, má conexão na bucha do trafo ou no fly-type).

(v.p.p. = cabo isolado na bucha do trafo até os condutores da linha de baixa tensão)

DESP: *Okey Canísio.*

.....

(Na ocorrência 48304 foi aberto um relatório de interrupção (R.I.) para o concerto do transformador)

Para finalizar, podemos notar que levando em conta suas propriedades, os planos seriam ativados segundo uma metodologia ascendente e ao interior deles seriam ativados por uma metodologia descendente.

3.3.8 As restrições impostas pelo telefone e o rádio de comunicação.

As comunicações por rádio e telefone muitas vezes dificultam uma boa aplicação de uma estratégia de resolução de problemas. Normalmente, a comunicação do operador por telefone com os eletricitistas acontece quando o rádio não funciona. A comunicação por rádio é dirigida aos eletricitistas. Neste sentido, o diálogo se produz na emissão de uma ocorrência e o retorno seria o resultado de seu atendimento, traduzido em fatos que esclareçam a situação e os planos de ação aplicados na sua solução.

As principais características que identificamos numa comunicação são:

- a identificação dos diferentes interlocutores (emissor e receptor);

- a escolha de um vocabulário apropriado;
- a ordem das palavras numa frase;
- a soletração de letras;
- a repetição de mensagens pelo receptor;
- a tomada de notas;
- a advertência de execução de uma ocorrência;
- a advertência de recepção de uma ocorrência.

Os principais problemas identificados na comunicação do operador são:

(1) *A deformação física da mensagem transmitida.* O momento mais difícil foi encontrado na comunicação, via rádio, de códigos (por exemplo, quando o electricista descreve o código do consumidor, registrado na CELESC, para ser anotado no histórico da ocorrência). O processo de compreensão da informação pelo despachante é realizado, muitas vezes, de uma forma vaga, pelas interferências emitidas pela rádio. Assim, o operador para superar esta dificuldade utiliza certas estratégias para reduzir os erros na transmissão da mensagem. A mais simples estratégia é a repetição da informação, em traços que identifiquem cada parte do problema ou sinal ou código, que não foi compreendida.

EX-29:

ELET: 2421

DESP: *Prossiga*

ELET: *Oh! Laudelino aqui mau contato no borne do medidor. O medidor pifou. Não tem mais condições, ficou direto. A conta do consumidor: 0780373, o DV 79, a localidade 01901, a razão 11, o livro 79, e a rota aqui é 302000. Três zero dois zero zero zero.*

DESP: *De novo, faz favor par mim. Defeito no borne no medidor, o mesmo veio a interromper, fizeste uma ligação direta. Confere. Cambio.*

ELET: *Positivo. Já ficou direto. Já está direto.*

DESP: *Repete por gentileza os códigos. Cambio.*

ELET: *A localidade 01701, perdão 01901, a razão 11, o livro 79, a conta 30200, três zero dois..zero..zero..zero.*

DESP: *A conta não, essa é a rota. Agora quero o número da conta. Cambio.*

ELET: *07..80..3..73. 07..80..3..7 e 3.*

DESP: *Agora retornamos ao trevo de Canasvieras com os Ingleses. Okey.*

ELET: *Okey, o número do medidor é A0363122. A..0..36..31..22.*

DESP: *Positivo.*

Às vezes, o operador troca códigos ou números por letras.

EX-30:

DESP: *O Júnior vamos a retirar-nos do Roçado 10 e 13. O dez e o número do azar. Para bloquear linha viva.*

O operador utiliza a estratégia de complementação de uma mensagem como resultado de uma má comunicação entre ele e os eletricitistas. Por exemplo:

EX-31:

ELET: 54...299

DESP: *Prossiga*

ELET: *Dá o número da chave do ramal do Atalito e a capacidade do elo fusível. Cambio.*

DESP: *A chave que atende o transformador. Confere.*

ELET: *Do ramal.*

.....*(pesquisa num plano da rede do setor e no computador)*

DESP: *54...Escuta Edson. A chave do ramal é 4168. Okey.*

ELET: *E o elo fusível.*

DESP: *O elo fusível é de 15K. Okey.*

Outra estratégia utilizada pelos despachantes é quando a fraseologia utilizada pelo eletricitista não é muito clara. Esta estratégia consiste em decifrar o conteúdo da comunicação emitida.

EX-32:

ELET: 2543

DESP: *Prossiga 2543*

ELET: *O seguinte a medição estava abandonada. O medidor está quebrado, estava no chão. Desligue o poste. Estou levando a caixa e o restante de coisas que tem aqui vai ficar aí. Entendido.*

DESP: *Então, medição abandonada, casa demolida, desligado no poste e trazendo a medição para a CELESC. Confere.*

ELET: *Falta a carcaça que está quebrada.*

DESP: *Okey. Medição vêm para à CELESC. Confere.*

ELET: *Positivo.*

(2) *A correção das informações erradas.* Quando o operador detecta uma falha na descrição de uma ocorrência no computador, ele conversa com o atendente ou consumidor a fim de entender e modificar a representação do problema. Ele utiliza certas estratégias para garantir uma maior clareza na representação do problema:

- As repetições. Por exemplo,

EX-33:

DESP: *Oh! Idivaldo está na escuta...Idivaldo*

DESP: *2545, tá na escuta*

DESP: *Oh! .Idivaldo está na escuta...Idivaldo*

ELET: *Okey.*

DESP: *Entrar na servidão ao lado do restaurante Verde Mar, numa chácara. Em Campeche. Na casa de Maria Lopes. É uma chácara. Religar, desligado pelo COD que o poste intermediário caiu com a tempestade. Cambio.*

ELET: *Entrar na servidão ao lado do restaurante Verde Mar, chácara. Mais,.....nada.*

DESP: *21...numa chácara, no Campeche Idivaldo,...no Campeche. É uma servidão ao lado do restaurante Verde Mar.*

ELET: *Qual é o nome da pessoa lá.*

DESP: *Maria Lúcia Lopes. Cambio.*

- As correções. Por exemplo,

EX-34:

ELET: *44 estou na ponte.*

DESP: *Okey Elso. Rua Teresa Cristina esquina com Liberato Bittencourt no Estreito, na Loja Expedicionário.*

ATEND: *O Marcos qual é o defeito lá. Na loja Expedicionário.*

DESP: *O Elso nessa loja fala com Murilo Alves, defeito no medidor. Okey.*

ELET: *Okey.*

.....
DESP: *O Elso estou esclarecendo com o atendente, neste momento, não é defeito na medição é uma braquete solta. Okey.*

Estas estratégias são utilizadas com fins de esclarecer a representação do problema. O meio utilizado para detectar uma falha encontra-se na análise da Nota de Reclamações editada no computador. Por exemplo, o motivo não foi bem definido ("Outros"), e no histórico da ocorrência não foi bem especificado o lugar do defeito. Nesta situação o despachante emite linhas de raciocínio a fim de decifrar a ocorrência. A origem das deformações na descrição de uma situação, normalmente, tem como origem as informações emitidas pelo consumidor. Na pesquisa identificamos duas fontes que provavelmente deformaram a informação na comunicação.

a) *O mal uso da linguagem pelo emissor.* Neste caso, ela pode ser tanto do consumidor (na descrição de um defeito na rede), do electricista (na descrição do resultado da intervenção na solução de um problema na rede) e do despachante. Neste último caso, o operador depois de um certo período de tempo de trabalho, ele não consegue fazer uma descrição formal de uma ocorrência, como consequência da pressão dos consumidores, chefes e do tempo. Nesta situação o operador entra num estado de stress, que muitas vezes, ele tem que sair da sala de controle para relaxar-se. Por exemplo,

EX-35:

DESP: *3558....Rodnei escuta.*

ELET: *Fala.*

DESP: *Número meia oito, número 68. A consumidora se chama Elicete Pereira. Te informas na venda do Cilinho. Tu indo do trevo de Canasvieras em direção a Cachoeiras, passando o posto da CASAN a primeira rua a esquerda. Número 68. Passando o posto da CASAN primeira a esquerda. Te informas na venda de Cilinho pela Elicete Pereira. Esta solicitando transferir o ramal de ligação. Okey.*

ELET: *Daqui para Canasvieras. Okey.*

- DESP: *Não no sentido inverso. De Canasvieras para Ponta das Canas. Okey.*
- ELET: *Faz favor de repetir. Eu fiz uma confusão. Primeiro vira a direita, depois a esquerda e daí....Repete tudo faz favor.*
- DESP: *Oh!, Wilson o seguinte. Indo para Canasvieras em direção a Ponta das Canas. Passando o posto da CASAN a primeira rua à esquerda. Sendo esquerda em direção à praia. Te informas na venda do Cilinho...CILINHO pela Elicete Pereira da Silva. Número meia oito. Está solicitando transferir ramal de ligação.*
- ELET: *Não ficou muito claro. Se o cliente tem telefone. Então me passa.*
- DESP: *O número do telefone é meia meia..16..29, meia meia..16..29. Okey.*

b) *A qualidade sonora de uma comunicação.* Uma mensagem pode mudar seu conteúdo semântico quando ela sofre de alterações físicas. Por exemplo, a comunicação via rádio ou telefone, na descrição do número de um poste ou do código do consumidor ou do código de elo trocado, etc. Esta fonte é a mais crítica, no entendimento das informações entre as equipes de trabalho.

Estes aspectos são importantes na representação e assimilação das características de uma situação e no entendimento dos resultados de uma intervenção no lugar do defeito. No caso, as deformações na informação são muitas e, quando estas acontecem, estas atrapalham os processos de emissão e recepção de informações. Na pesquisa se determinou que de 100 situações ocorridas pelo menos 14% foram mal registradas. Entre os principais problemas detectados foram, as interferências da rádio, pouco interesse por parte do operador na descrição exata do problema, pressão temporal, etc.

Mais, nosso objetivo é desenhar um modelo cognitivo do operador na solução e aprendizagem de certos problemas no domínio da distribuição e manutenção da rede de energia elétrica. Neste sentido, os conhecimentos, as estruturas cognitivas, as atividades e os processos cognitivos são nosso ponto de pesquisa para proceder à simulação do comportamento cognitivo do operador. Os fatores pessoais, sociais ou incidentes que afetam ou que restringem seu processo de solução de problemas não são tomados em conta pela impossibilidade atual de lhes modelar e porque não é nosso campo de pesquisa, mais temos obrigação de descrevê-los, com a finalidade de abrir um campo de pesquisa nestas situações e ver como estes fatores afetam o processo de resolução de problemas do operador.

3.4 A formalização da atividade cognitiva do operador num modelo cognitivo.

Depois de ter pesquisado e analisado, por separado e em conjunto, a tarefa e as atividades do operador, em relação ao sistema dinâmico, apresentamos as base para desenvolver o modelo de funcionamento de sua atividade cognitiva. Trata-se de um

modelo que formaliza os processos cognitivos necessários para compreender e resolver problemas por analogia. Neste sentido, distinguimos os processos de compreensão, de elaboração de um plano de ação e sua posta em prática.

O interesse teórico consistiu em estabelecer uma correlação entre os processos de compreensão de textos (por exemplo, documentos, informação apresentada na tela do computador, etc.) e os processos de solução. Outro interesse fica em estudar os mecanismos de resolução de problemas que ativam os conhecimentos procedurais e conceituais.

Os *processos de compreensão* consistem, essencialmente, em processos de elaboração e representação de um problema. Nesta parte, foi pesquisado como estava organizada a estrutura dos conhecimentos na memória do operador. O conceito de espaço de estados (Newell e Simon, 1972) e a teoria dos **MOPs** (Schank, 1982) resultaram de grande importância na configuração do modelo.

A *elaboração de um plano de ação por meio de esquemas*, na solução de um problema, na rede de distribuição se inclui métodos de solução, mais ou menos, gerais e específicos para determinadas situações.

O *processo de solução* considera a eleição de um caso ou um conjunto de casos com soluções apropriadas para uma situação apresentada. Sua aplicação na prática exige um determinado número de objetivos e sub-objetivos. Neste processo duas situações podem ser consideradas: quando as características de uma situação inicial são iguais às de um caso armazenado na memória e quando estas são diferentes. Na primeira situação, a solução do caso armazenado pode ser aplicado diretamente, porque os casos são iguais e, na segunda, um caso deve ser construído em função dos casos selecionados. Os casos mais promissórios devem ser selecionados e ordenados segundo sua importância. Construído o novo caso, ele deve ser justificado, por meio de uma memória auxiliar, para seu armazenamento e sua respectiva aplicação.

3.4.1 As hipóteses psicológicas sobre os conhecimentos considerados.

Para interpretar as manifestações verbais de cada operador consideramos distinguir dos tipos de conhecimentos: específicos e gerais. Outras hipóteses serão consideradas no seguinte capítulo para complementar o desenvolvimento do modelo.

j) Os conhecimentos específicos

Estes estão vinculados ao domínio conceptual do sistema da rede de distribuição. Isto é, são aqueles conhecimentos que o operador utiliza para descrever alguma parte do sistema de distribuição de energia elétrica. Neste sentido distinguimos

os conhecimentos do ponto de vista de sua representação e de sua utilização: definições conceituais, os procedimentos e as heurísticas de resolução de problemas.

As *definições conceituais* estão ligadas a contextos concretos e são aplicáveis a situações específicas. São esquemas que contem características, explicações e planos de ação para uma determinada situação. Estes são representados na forma de proposições e não necessariamente lhe correspondem uma imagem na estrutura de conhecimentos. Por exemplo, "*as condições do clima são normais*" representa uma característica circunstancial. Isto é, um fato que identifica um estado, mais que muitas vezes não ajuda a explicar a causa de um problema.

Os *procedimentos* são parte dos esquemas. Estes são descritivos e indicam um plano de ação ou um conhecimento de uma determinada situação. Por exemplo, quando existe um defeito na braquete com falta de energia no consumidor, um possível plano de ação seria "*Orientar ao consumidor a trocar a braquete por uma armação monofásica de porcelana (roldana). Depois de comprado o equipamento, o consumidor deve ligar para 196 (Plantão da CELESC) para proceder à troca do equipamento*".

As *heurísticas de simplificação*, no âmbito conceptual, determinam o contexto na qual podem caçar ou deixar de lado um determinado caso na avaliação de uma situação apresentada. Em certos casos estas heurísticas colocam certas restrições na seleção de um caso. Neste sentido, a aplicação de uma heurística conduz a uma nova representação de um problema.

ii) Conhecimentos gerais

São os conhecimentos em relação aos conhecimentos específicos e sua utilização é uma função da situação apresentada e da etapa no desenvolvimento de uma solução. Por exemplo, encontrar uma solução nos **MOPs** e logo avalia-a em relação aos conceitos mais gerais (ação de justificar).

Todas estas considerações na formalização do modelo do operador estão baseadas nos conhecimentos do operador e no seu funcionamento cognitivo levando em conta a organização dos conhecimentos, o acesso a eles e as estratégias utilizadas para encontrá-los.

A formulação de hipóteses psicológicas para uma simulação conceptual ou processando dados (por meio da informática) se apresentam como restrições atrativas

no campo de pesquisa na cognição humana. Os modelos formais do funcionamento cognitivo de um operador são construídos em função as pesquisas realizadas no desenvolvimento de suas tarefas. O nível elegido para analisar a atividade psicológica é o que determinará o tipo de modelo a desenvolver. Por exemplo, o operador muitas vezes utiliza artificios cognitivos, difíceis de evidencia-os, ou muitas vezes as influências externas (por exemplo, a pressão temporal ou a interferência do telefone, etc.) ou internas (por exemplo, o stress) são difíceis de defini-as num modelo que limite a capacidade de resolução problemas do operador.

No capítulo 4 tratamos de forma ampla como será esta implementação numa arquitetura informática. Neste sentido, usamos muitos conceitos da I.A. para enriquecer nosso modelo narrado e, assim poder simular o processo de compreensão e solução de problemas pelo despachante.

3.4.2 Os critérios psicológicos básicos na representação do modelo.

O modelo cognitivo, a ser concebido responde principalmente aos seguintes critérios psicológicos:

(1) Aos mecanismos que permitem concentrar sobre uma parte significativa, do ponto de vista do operador, o espaço do problema;

(2) Aos mecanismos que permitem orientar a coleta das informações sobre a base das hipóteses elaboradas;

(3) O desenvolvimento de um conjunto de estratégias, segundo o estado e as circunstâncias do operador na solução de um problema;

(4) A possibilidade de responder as mudanças das circunstâncias e de revisar sua compreensão do problema em função das novas informações produzidas pela evolução do sistema;

(5) Aos mecanismos que permitem interpretar as informações de entrada e, por outro lado, mostrar se os registros de entrada são coerentes com as explicações da situação em análise;

(6) Aos mecanismos que permitem modelar a não linearidade ("incerteza") das intervenções e as flexibilidades das atividades cognitivas do operador. Isto é, a capacidade do simulador a proceder (em um vá e vem) a aquisição dos dados, diagnosticar e executar as ações correspondentes, e

(7) Aos mecanismos que permitem modelar o processo de aprendizagem do operador na solução de um determinado problema.

Os critérios psicológicos, descritos no projeto, formam a base que orientam as etapas sucessivas do modelo. Também, estes são os parâmetros fundamentais na

escolha das ferramentas da Inteligência Artificial, que serão utilizadas para o início do modelo computacional. Assim, a formalização do modelo permite realizar uma descrição conceptual e funcional (geral) dele que posteriormente serão discutidas.

4. Análise a priori.

Primeiro, uma análise completa do sistema é apresentado. Isto é, uma descrição do ambiente do problema a um nível terminológico que ajude a determinar o "*espaço do problema*" dentro do qual o operador trabalha (Newell e Simon, 1972). Segundo, vamos fazer uma análise das tarefas dos operadores, observando como eles reduzem suas discrepâncias entre um estado do problema (Tronco_Ramal) e o estado objetivo (segurança aérea). Na realização desta pesquisa tomamos uma abordagem de espaço de estados, assim cada estado do sistema é associado com um conjunto de ações ideais (planos de ação) ou menos ideais para atingir um objetivo. Os diferentes estados do sistema produzem as diferentes tarefas do operador com diferentes graus de complexidade. Terceiro, vamos a fazer uma análise da transferência de conhecimentos dos eletricitistas aos operadores nesta sala de controle. Estes são estados, objetivos a atingir e planos de ação que são verificados mentalmente pelo despachante na justificativa de uma tarefa. Quarto, a análise do sistema mostra uma representação do possível conhecimento, que o operador poderia ter. Estas quatro análises a priori, provêm um ambiente para julgar o desempenho e o conhecimento dos operadores nesta sala de controle.

4.1 A análise do sistema dinâmico.

A primeira análise a priori é do sistema dinâmico na sala de controle de distribuição e manutenção da rede de energia elétrica. Em qualquer sistema, para entender a interação de um problema com um operador, é importante entender-se todas as dinâmicas e os comportamentos do sistema. Estas dinâmicas podem dar uma idéia de como é o "estado do problema" dentro do qual o operador está trabalhando. Para o operador, o processo de tornar-se especialista envolve adquirir um conhecimento implícito e explícito do sistema dinâmico. Desta forma, este conhecimento lhe auxiliaria a navegar de uma forma efetiva no espaço de estados de possíveis soluções do sistema. Para qualquer pesquisador, o entendimento das dinâmicas do sistema é uma tela de fundo importante que lhe permite julgar o comportamento do operador. É claro, que o sistema dinâmico pode ser representado numa forma de equações de controle ou ilustrando gráficas de controle, que apresentem uma relação entre todas as possíveis variáveis do sistema e seus valores resultantes, ou numa realidade física dinâmica na qual o operador interatua com vários equipamentos e os processos de verificação e de

resolução de problemas se produzem pela retroalimentação das informações provenientes do exterior.

A dinâmica do sistema é mostrada na Fig. 13. Na figura observa-se que o operador "despachante" recebe as informações do atendente (conjunto de ocorrências ou situações que manifestam o defeito na rede de distribuição) e da unidade de apoio operacional (conjunto de manobras programadas e não programadas). Este conjunto de informações são tratadas e repassadas a um conjunto de turmas de eletricitistas ou de operadores na solução do defeito na rede de distribuição ou na subestação. Neste repasse de informação (motivo da ocorrência, consumidor, lugar, condições do tempo, etc.) o despachante reconhece a importância e a prioridade de uma ocorrência. Também, ele faz conhecimento que um motivo representa um defeito, conhecido ou desconhecido, no seu espaço de estados do sistema. A comunicação do operador com o atendente é via computador. Nesta interação as soluções propostas, aos defeitos na rede, pelas turmas de trabalho (eletricistas) são assimiladas pelo operador de forma direta e consciente. Esta comunicação é produzida via rádio transceptor. O operador recebe um conjunto de informações (características secundárias e complementares da situação) das turmas como produto de aplicar um conjunto de planos de ação na solução num defeito na rede de distribuição. Estas informações são assimiladas e verificadas mentalmente (consciente e inconscientemente) pelo operador antes de ser registradas no computador. Neste processo dois tipos de atividades aparecem, uma de aprendizado e a outra de lembrança de uma determinada ocorrência na avaliação da situação apresentada.

O processo de aprendizado acontece no operador como resultado de um conjunto de defeitos e sinais que acontecem no sistema e que na maioria de casos eles precisam ser explicados. Por exemplo, quando uma hipótese ou uma peça de conhecimento é mal tratada ou considerada ou aplicada na solução de um problema, a lembrança de falhas de outras situações atuam como sinais de alerta. Desta forma, uma explicação para este defeito é encontrado e uma porção de conhecimento errado é modificado. Quando um sinal é encontrado (por exemplo, a explicação de um motivo de uma ocorrência) a experiência ou o caso é armazenado na memória do operador por meio de índices que caracterizam este defeito. Assim, quando um segundo defeito, numa situação similar é encontrado, o índice serve como um caminho na memória do operador para encontrar este caso. Nesta situação, um plano de ação ou um procedimento a ser evitado ou aplicado é encontrado.

A combinação deste dois métodos de aprendizado pelo operador obrigam-nos a pensar que o processo de indexação de suas experiências na sua memória se produz de duas formas:

- (1) Estas que descrevem um caso ou uma situação passada tentando resolver um problema e,
- (2) Estas que descrevem um caso de resolução de problemas.

Na primeira situação, as características que descrevem os casos passados incluem um conjunto de planos de ação que já foram testados e, do resultado das provas aplicadas (por exemplo, a descrição completa de uma situação em estudo), no caso de um defeito, uma explicação surge como produto do porquê uma solução não foi aceita. Por exemplo, uma ocorrência é produzida na casa de um consumidor na qual a luz está piscando ou está intermitente, o retorno de informação pelo electricista não pode estar condicionada a um defeito na braquete ou na roldana ou, ainda mais, na segurança aérea. No caso do processo de resolução de problemas, os mecanismos cognitivos interatuam de forma a trazer um conjunto de casos similares em relação as características originais.

4.2 A análise do espaço de estados da tarefa do operador.

A segunda análise a priori é do controle da tarefa pelo operador. Isto pode ser obtido por meio de uma abordagem da análise do espaço de estados. Nesta análise, o sistema é descrito como um conjunto discreto de estados que são similares ou diferentes aos estados objetivos. Neste espaço o operador determina um conjunto de características da rede (pontaleta caído, transformador enferrujado, tubo de fenolite danificado ou queimado, etc.) a fim de obter um plano de ação na solução de um problema e/ou em caso contrário, explicar o por que desta causa. O uso de espaço de estados tem sido usado em muitas situações de controle de processos. Por exemplo, no projeto COSIMO (Cacciabue & Decortis & Drozdowics & Masson & Norduik, 1991), mas isto nunca foi aproveitado, num contexto de investigações empíricas de controle de processos em problemas de manutenção da rede de energia elétrica (processo dinâmico). Isto se torna interessante porque nesta pesquisa observamos a perspicácia das demandas cognitivas no processo de controle.

Nosso diagrama de estados, explicações e planos de ação foi representado de forma que os operadores lutavam com um estado variável (tempo). Sob diferentes condições de operação, os operadores foram requeridos a declarar o porquê de uma característica e que plano de ação seria tomado para solucionar um problema. Os

operadores objetivos (sinais ou rotas de ação) podem ser descritos como transladando-se de um ponto para outro no espaço de estados do problema.

O espaço de estados torna-se mais complexo quando consideramos os planos de ação e as explicações da características. Todo este espaço pode ser representado numa hierarquia de conhecimentos com todas as conexões possíveis dos estados objetivos e suas caracterizações possíveis. Isto representou mais ou menos uns 100 estados discretos interligados uns aos outros. Muitas rotas de solução (360 aproximadamente) foram encontradas. No espaço inicial detectamos 36 estados do consumidor e cada um estava associado a conjunto de características da rede e, estes a sua vez, a um conjunto de explicações possíveis. Também, cada característica causal generalizada do estado do sistema foi associada a um estado objetivo do consumidor e a um conjunto de planos de ação.

Na presente pesquisa identifica-se a variável do estado do consumidor como elemento qualitativo de identidade e não como uma descrição numérica de uma característica. Desta forma, o operador pode ser perguntado a identificar as variáveis de uma situação. Por exemplo, o operador pode ser perguntado a descrever as principais variáveis de uma situação deixando outras variáveis livres (secundárias ou complementares). Os movimentos do operador podem ser unidimensionais, bidimensionais ou multidimensionais. Um movimento tridimensional envolve satisfazer o critério para percorrer três caminhos diferentes simultaneamente. Assim, a tarefa consistiu em caminhar pelas diferentes regiões no espaço de estados discreto do sistema.

O movimento por algumas direções no espaço de estados é inerente, mais em certos casos este resultou ser dificultoso. Problemas compatíveis são estes onde o reconhecimento de um conjunto de variáveis de uma situação determinam uma direção a seguir. Por exemplo, quando na rede se produz um desbalanceamento de tensão é de pensar que o estado do consumidor será uma tensão alta ou baixa. Em contraste, situações incompatíveis são estas onde as explicações de uma determinada situação não são compatíveis com os objetivos do estado da rede. Por exemplo, quando as explicações são objeto caído na rede (pipa, bola arremessada) e pontalete enferrujado ou quebrado com o estado da rede "transformador enferrujado". Nestes casos, é necessário considerar novos deslocamentos no espaço de estados do problema a fim de pesquisar novas soluções ou produzir novas explicações para o estado da rede.

Assim, problemas incompatíveis necessitam passar por um processo de reconstrução de fatos para controlar o sistema. Um problema unidimensional sempre requer um plano de ação para alcançar seu objetivo, mais problemas de dois ou três dimensões vão ter que percorrer várias direções para encontrar diferentes planos de ação. A Fig. 18 mostra a descrição de uma situação com as variáveis de estado em direção a uma característica causal generalizada da rede (motivo da ocorrência) declarada, isto é observado como uma região particularizada, melhor que um ponto no espaço de estados.

A partir desta estrutura, o controle da distribuição e manutenção da rede de energia elétrica pode ser observada como uma tarefa dinâmica de solução de problema num espaço de estados com certas restrições. Os operadores podem ser perguntados a manipular um conjunto de estruturas de situações, assim eles podem deslocar-se de um ponto para outro no espaço de estados. Este espaço de problemas é útil, porque esta é uma estrutura que apresenta todos os estados objetivos (motivos de uma ocorrência) relevantes do sistema. A cada estado é associado um conjunto de explicações e planos de ações que vão orientar ao sistema numa determinada direção. Alguns objetivos, serão mais difíceis de atingir que outros, particularmente quando o problema é incompatível.

4.3 A transferência de conhecimentos no ambiente de trabalho.

Para tornar a atividade da conduta do operador visível é necessário analisá-la em relação aos diferentes aspectos cognitivos e coletivos num ambiente de trabalho. Os primeiros (por exemplo, a dinâmica do raciocínio, a identificação das informações e as estratégias utilizadas para a ação e a tomada de decisão, etc.) são tratados através do desenvolvimento da tese, e os segundos, são tratados, de forma coletiva e particular, como um conjunto de aspectos interligados no ambiente de trabalho. Estes aspectos estão relacionados com:

- a organização das equipes de trabalho;
- as tarefas que cada equipe tem a cumprir;
- as modalidades de coordenação entre as equipes;
- a repartição das tarefas, e
- a divisão das habilidades e o diálogo coletivo.

A análise neste posto de trabalho está baseada, por um lado, nas comunicações entre os despachantes e os eletricitas como elemento de coordenação, e por outro lado, nas tarefas particularizadas do operador que são complementadas pelas habilidades e o

diagnóstico que cada grupo de eletricitistas pode fazer a respeito de uma situação em estudo.

Esta análise resultou importante na medida que identificamos uma transferência de conhecimentos entre estas equipes de trabalho.

Mais especificamente, nosso objetivo neste ponto foi explicar o processo de assimilação e de acomodação de novos conceitos ou estruturas de conhecimentos na memória do despachante, levando em consideração as informações teóricas (técnicas) que ele possui deste posto de trabalho. Nesta perspectiva, a tarefa do operador foi considerada como uma conduta orientada por um objetivo (o motivo de uma ocorrência) e finalizada por meio de um conjunto de informações recebidas por outra equipe de trabalho.

Do ponto de vista da confiabilidade e da facilidade de adaptação a uma organização podemos tratar a diferenciação e a integração nos diferentes grupos profissionais. A diferenciação pode ser vista, esquematicamente, como a especialização de um operador nas atividades de um sistema complexo. A integração é a coordenação destas mesmas atividades com o objetivo de atingir um alvo comum. Assim, as equipes de trabalho são estas que trabalham em dois sentidos. A esquematização que lhes permite conhecer novas tecnologias e oportunidades do mercado e, a integração deles que evita o declínio de suas especialidades. No caso, certas atividades muito formalizadas são executadas ora por uns ou ora por outros.

O deslocamento de trabalhadores de um posto de trabalho a outro e certas atividades especializadas dentro de uma equipe obrigam-nos a pensar nas habilidades "coletivas" das diferentes equipes de trabalho. Nossa pesquisa nesta sala de controle identificou as partes mais importantes da informação não codificada, verbal, que os eletricitistas relatam aos despachantes. Isto visto do ponto de vista da confiabilidade.

É sabido que a variação entre as representações dos conhecimentos, o vocabulário emitido pelas equipes sócio profissionais é a base dos mal-entendidos e dos possíveis conflitos, tanto que cada grupo pode ter tendências a mecanismos de finalização bem conhecidos, a guardar seus próprios conhecimentos, a reter a informação e a desenvolver suas próprias normas de conduta.

Esta tendência é observada porque o papel do operador no tempo mudou sutilmente. Antes, diante um incidente, o operador estabelecia um diagnóstico e

pesquisava as causas do problema. Hoje, a complexidade do sistema é tal que ele não pode estabelecer um pré diagnóstico da situação. Isto é, uma discriminação suficiente do incidente para saber o que ele deve fazer. Daí a existência de uma cooperação entre as diferentes equipes de trabalho na solução de um problema.

A complexidade das tecnologias desenvolvidas é tal que uma diferenciação é indispensável. É necessário homens cada vez mais especializados nas diferentes áreas da empresa. Neste sentido, podemos afirmar que quando esta diferenciação é grande entre as diferentes equipes de uma empresa, a integração causa um desnível e, esta situação pode causar problemas de segurança e de risco em tarefas complexas.

Do ponto de vista do operador, esta integração entre as equipes de trabalho produz uma transferência de conhecimentos (processo de aprendizagem). Neste sentido, podemos pensar que a aprendizagem num ambiente de trabalho é caracterizado quando os operadores adquirem conhecimentos específicos de outros profissionais. A aprendizagem é produzido de forma direta (por meio da ação) ou indireta (por meio de relatórios verbalizados de uma experiência). Em ambos casos o operador soluciona ou assimila uma série de informações do domínio. Outra possibilidade é quando o operador realiza um conjunto de experiências até encontrar uma solução ótima ou receber informação de experiências feitas de uma tarefa.

O segundo tipo de aprendizado foi identificado nesta pesquisa. Neste posto de trabalho, a assimilação de conhecimentos pelo despachante dependem diretamente das informações transmitidas, via rádio ou telefone, pelos eletricitas em relação aos planos de ação aplicados e os resultados obtidos na realização de sua tarefa.

Depois que uma viatura se desloca ao local da ocorrência e presta o atendimento respectivo, verificando as condições existentes (por exemplo, identifica as características da situação e procura solucionar o problema), os eletricitas informam ao despachante, as explicações da ocorrência e os planos de ação aplicados na solução do problema.

O despachante ao observar um conjunto de ocorrências mostradas na tela do computador faz uma triagem entre a prioridade da ocorrência, o lugar da ocorrência e o lugar em que se encontra cada viatura. Em muitas situações, ele constroe uma representação da situação do problema com o objetivo de determinar a magnitude do defeito. Isto é feito por que "*viatura próxima ao lugar do defeito não significa que eles vão realizar o atendimento respectivo*". Esta representação que o operador faz da situação pode ser definida como uma rede de relações, que ele estabelece entre

algumas características da situação em estudo. Esta pode ser mais ou menos rica em conhecimentos. Ela depende da intuição do operador ao distinguir outras características que identificam esta situação.

Todo processo de explicação ou de solução de problemas pode ser considerado como uma introdução num espaço do problema. Este espaço é definido essencialmente como um conjunto de estados possíveis e operações que permitem transformar um estado em outro. Portanto, um espaço de estados de problema constitui uma representação de uma situação num momento determinado de sua solução (ver item 3.2).

A estrutura de conhecimentos que consideramos mais apropriada na explicação ou justificativa de uma situação num domínio determinado é a dos modelos de produção (Vergara, 1991A/B). Esta afirmação tem sentido, porque o operador ao ser perguntado por um estado do consumidor (Por exemplo, a tensão está alta) ele associa uma característica da rede (por exemplo, existe um desbalanceamento de tensão) e suas possíveis explicações (por exemplo, o jumper ou o fly-tap é inadequado, ou existe uma má conexão fio a fio, etc.). Este procedimento permite ao operador eleger um esquema de produção, e só um, no caso de um determinado ciclo de funcionamento do sistema se cumpra a condição de várias regras.

Colocar em evidência a conceptualização subjacente (experiências) a um procedimento de solução mediante a manipulação de características causais generalizadas equívale a explicar um determinado nível de ações realizadas. No entanto, os modelos de produção (escritas de forma declarativa) podem ser manipulados por regras de produção.

Também, podemos pensar que neste processo de aprendizagem, o operador não começa sua tarefa neste posto de trabalho como um analfabeto. Isto é, o problema apresentado sempre teria uma semelhança com outros problemas do domínio que ele conhece, porque ele já foi treinado para operar neste posto de trabalho. Em caso contrário, ele teria que ativar seus conhecimentos "gerais" com o objetivo de encontrar uma solução ao problema apresentado. Estes conhecimentos são gerais porque se referem a situações concretas vividas no passado, e muitas vezes estes conhecimentos se adequam à situação apresentada.

Finalmente, a aprendizagem que o operador realiza na justificativa de uma solução é produzida pela assimilação de conhecimentos específicos de uma

determinada situação. As modificações destes conhecimentos não se produzem a curto termo. Estes conhecimentos se constróem das observações e comunicações que ele recebe em relação a uma determinada situação.

4.4 Os possíveis conhecimentos do operador.

A quarto análise a priori trata a respeito de algum conhecimento exato que o operador teria sobre o sistema. Isto é importante, porque pode-se observar o que os operadores conhecem do sistema de distribuição e manutenção da rede de energia elétrica. Esta pesquisa é importante porque mostra o conhecimento aparente atual do operador. Na Fig 24 mostramos um diagrama simplificado qualitativo, descrito pelo despachante, de algumas relações entre os elementos do sistema, as variáveis de estado e a intervenção destas variáveis no controle do sistema.

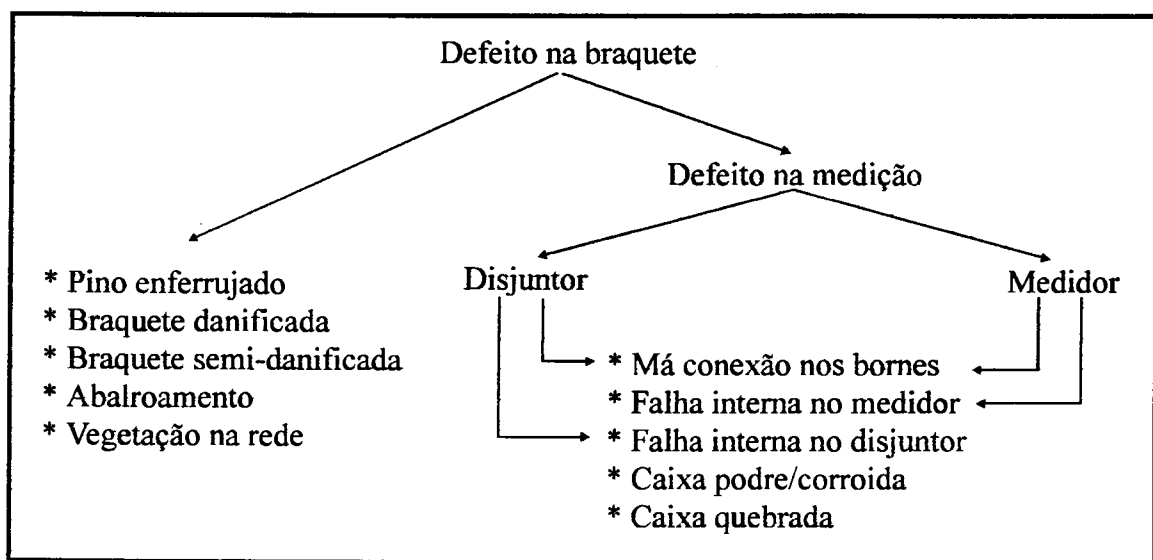


Fig. 24 - Espaço de estados do consumidor "defeito na braquete".

A verbalização (protocolos verbais) foi usada nesta pesquisa como meio de evidenciar os conhecimentos dos operadores no desenvolvimento de sua tarefa. Para fins de nossa pesquisa, as verbalizações (foram realizadas aproximadamente 150 observações nos diferentes turnos de trabalho) do operador foram classificadas no seguinte sentido: quando o operador fala "*é difícil determinar qual foi a causa de uma falta de energia sem verificar o estado da caixa de medição do consumidor*", a declaração pode ser classificada como expressando um objetivo. Quando o operador fala "*os equipamentos da casa do consumidor se estão queimando, eu penso que pode ser provocado por uma tensão oscilante, tensão baixa ou alta*", neste caso podemos classificar esta frase como uma relação casual.

Neste sentido, achamos conveniente usar as variantes cognitivas do operador para declarar as notações destas classificações. Assim, as verbalizações podem ser usadas para identificar os objetivos e as relações causais das experiências. Na pesquisa, as características de uma situação foram classificadas segundo o tipo de predicado (objetivo, características secundárias e circunstanciais, planos de ação, explicações e relações causais). Desta forma, foi possível relacionar dentro de um mesmo esquema as diferentes características que identificam uma situação e, expressar uma frequência no objetivo principal de uma situação de forma a mostrar uma maior exatidão na incidência de uma determinada problemática.

Três tipos de protocolos verbais foram utilizados na tarefa do despachante. Primeiro, as declarações de pensar em voz alta foram coletados segundo seu conteúdo e, as verbalizações que refletem corretamente na operação do operador foram selecionadas. Segundo, os operadores ou meios de deslocamento de um estado para outros foram recolhidos segundo a classe a que pertencem. Todas as declarações do operador segundo as relações casuais foram coletadas para formar uma representação coerente do seu conhecimento. Os predicados *relação/causal* foram coletados de início até o final da experiência e, principalmente, onde o conhecimento é mais estável. Terceiro, literalmente os protocolos verbais foram usados como tais, assim eles puderam mostrar uma história informal ou esclareceram a apresentação de outros elementos que identificam a situação.

Na pesquisa realizada, observamos que estes operadores têm uma representação clara da geografia da cidade. Esta imagem é importante, porque eles determinam qual é a viatura mais próxima para o atendimento de uma determinada ocorrência. Ela é dividida em 4 setores: Ilha Norte, Ilha Sul, Continente Norte e Continente Sul. Eles, também, sabem aproximadamente qual é caminho mais próximo, no deslocamento de uma viatura de um setor a outro, considerando a distância e as interrupções no trânsito. Eles declararam ter uma zona franca entre os setores. Estas zonas de acesso comuns são os limites máximos que uma viatura pode deslocar-se de um setor para outro setor (ver Fig. 25).

Eles têm uma visão muito ampla das diferentes regiões (aglomeração de bairros) da cidade. Por exemplo, quando existem várias ocorrências numa região X e uma viatura encontra-se na região Y próxima à X e, o despachante não tem tempo de pesquisar sua seguinte ocorrência a atender. Ele localiza um ponto de comunicação na região X e, posteriormente repassa a ocorrência para seu atendimento. O lapso de

tempo ocupado pela viatura para deslocar-se da região Y à região X lhe permite selecionar a ocorrência mais apropriada para seu atendimento. Por exemplo,

EX-36:

DESP: *Oh! Ney vamos agora para Canasvieras.*

Elec: *Qual é o endereço.*

DESP: *Lá tem muitas ocorrências, vamos lá e no trevo de Canasvieras e os Ingleses me ligas. Okey.*

EX-37:

DESP: *2543....Jacob.*

ELET: *Te escuto.*

DESP: *Qual é tua localização.*

ELET: *Estou em Forquilha.*

DESP: *Okey. Pode retornar. Deixa esse alimentador com Valmor. Vamos ao Centro. Estou com três ramais partidos. Entendido. O primeiro está na avenida Rio Branco 251. Lá no Centro. Um fio partido na rua. Na hora que chegar na ponte faz contato.*

.....
ELET: *43.*

DESP: *Prossiga 2543.*

ELET: *Edson você pode repetir o número da rua de Rio Branco.*

DESP: *Sebastião o seguinte. Na avenida Rio Branco 251..duzentos cinquenta e um, ao lado do Marambaia. Ramal de ligação partido.*

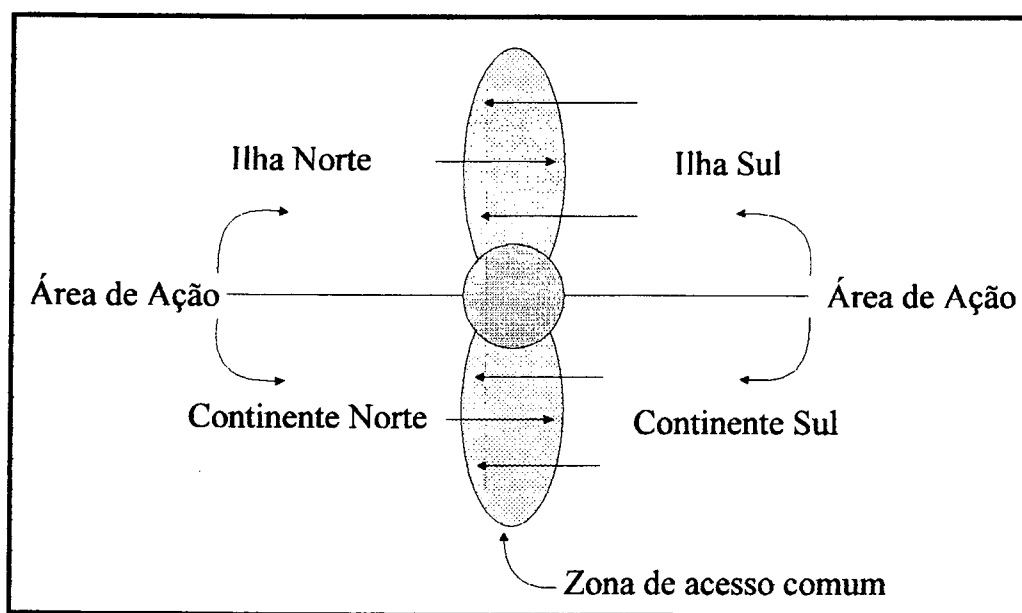


Fig. 25 - Imagens das zonas de trabalho e de acesso comum consideradas pelo despachante na distribuição das ocorrências.

Ele são técnicos treinados pela empresa para saber quais são as diferentes explicações e os planos de ação para um determinado defeito na rede de distribuição. A explicação dos problemas em campo são dados pelos eletricitas e ele os assimila de

forma permanente. Estes na realização de sua atividade processam aproximadamente 5,000 ocorrências por ano, das quais uma característica causal generalizada da rede (motivo de uma ocorrência), nesse período, pode repetir-se 170 vezes. Por exemplo,

EX-38:

DESP: *5421 Luciano me escuta.*

ELET: *Fala.*

DESP: *Rua das Gaivotas, Residencial Ilha da Madeira. Ela fica no fundo do Residencial Vila Florida. Esse prédio Residencial Vila Florida têm uma caixa de medição nova. Então Luciano a SUQUI está no local para fazer o fechamento da chave. Mais, eles não conseguem. Eles levaram vários jogos de elos fusíveis. Já queimaram todos. Provavelmente, não tem problema na medição nem no trafo, deve ser na regulagem da chave. Que eles não estão conseguindo e que vão engatar a parte superior dela. Então vamos ao lugar de trabalho a acompanhar e emprestar o elo fusível. Okey.*

ELET: *Positivo.*

DESP: *Em Ilha da Madeira que fica nos fundos da vila Florida e, está fica pelas ruas geral das Gaivotas. Cambio.*

Eles sabem quando uma ocorrência está embutida numa outra ocorrência.

EX-39:

Pesq: *Que estas fazendo ?*

DESP: *Eu acho que esta ordem está duplicada. Eu conheço esta região.*

DESP: *Alo...Companheiro, A luz já retornou.*

Cons: *Sim.*

DESP: *Tudo está beleza. Okey.*

Também, eles, em todo momento, demonstraram um grande conhecimento no que se refere a localização das viaturas e as futuras ocorrências que eles podem atender. Por exemplo,

EX-40:

PESQ: *Quantas viaturas estão na rua ?*

DESP: *Quatro*

PESQ: *Você sabe onde se encontra cada viatura ?*

DESP: *A 43 em Santa Mônica, a 46 está indo para a Laranjeira, a 44 está no Centro..Nestor Passo e a 58 está em Biguaçu. Você quer conferir....*

PESQ: *Vamos*

DESP: *58 Getúlio Vargas em Biguaçu. 43 onde te falei..Santa Mônica. 44 em Nestor Passo. Certo, e a 46 que é a última, na Barra de Oreliu em Palhoça..*

.....

EX-41:

PESQ: *Quantas viaturas têm na rua ?*

DESP: *Ídivaldo foi a Campeche, Luciano está indo para Monte Verde para fazer desligamento, Daniel não saiu ainda, Laurindo está indo para Ponte de Imaruim, Saul para Praia do Fora e Andrino para Barreiros.*

PESQ: *E qual é a seguinte ocorrência para cada viatura ?*

DESP: *Por exemplo, a 44, se não saie-se num outra emergência, Pedro vai para Palhoça. O Andrino pode ir para Antonio Carlos ou Serraria, como ele está em Barreiros e é a mesma reclamação, ele pode ir a qualquer das duas. Luciano pode ir ao Norte da Ilha para fazer um desligamento. Salecio vai ficar no Campeche porque tem NR (Nota de reclamação).*

.....

EX-42:

Pesq: *Que coisa você está fazendo ?*

DESP: *Estou analisando as ocorrências, para saber a viatura mais próxima e assim, delegar sua próxima ordem.*

Pesq: *Você sabe onde se encontra cada viatura ?*

DESP: *Sim.*

Pesq: *Fale para mim.*

DESP: *Uma em Biguaçu, uma em Barreiros, uma na Palhoça, outra no Centro, outra nos Ingleses e a outra no Itacourbi.*

Pesq: *Podemos conferir na tela do computador.*

DESP: *Correto.*

Pesq: *Qual será a próxima ocorrência de cada viatura ?*

DESP: *Este de Itacourbi será na Lagoa. A viatura que está nos Ingleses fica aí porque ainda têm mais quatro. A viatura do Centro fica neste setor porque tem mais uma ou duas aí, e assim por diante.*

Pesq: *Okey.*

Finalmente, os operadores demonstraram ter uma boa formação técnica em equipamentos como, religadores, disjuntores, reguladores de tensão, seccionadores, bancos de capacitores, leitura de diagrama unifilares, etc. Ainda mais, eles têm uma visão global da operação do sistema, um amplo conhecimento das operações normalizadas, da topografia da cidade e da topologia da rede, e um perfeito conhecimento dos possíveis defeitos na rede de distribuição. Todos estes conhecimentos são adquiridos numa formação rígida no centro de estudos da CELESC. Ela inclui uma série de cursos relacionados à administração de redes de distribuição.

5. Método experimental.

5.1 Desenho e experimento.

Vários sujeitos trabalharam numa série de situações envolvendo problemas na distribuição manutenção da rede de energia elétrica. Cada problema foi definido em função do número de dimensões envolvidas (um, dois, três) e do número de planos de ação requeridos para resolver o problema. Problemas não unidimensionais, também, foram considerados no tratamento de certos problemas. Os problemas foram extraídos das estruturas de nível mais baixo no processo de transferência de informações entre os operadores. Isto é, os dados do problema foram recolhidos numa situação real de trabalho, em conjunto com os eletricitas, fonte de informação dos operadores. Os problemas foram administrados num posto de trabalho real. A seqüência das operações permitiu identificar um conjunto de estratégias na solução de um problema. As seções

do experimento foram realizadas como uma estrutura de exercício programado. Para direcionar as regiões do espaço de estados que o operador pode raciocinar, os despachantes sempre começaram no mesmo ponto de partida para cada problema (identificação da situação). Foi dado aos operadores, os critérios necessários para resolver cada problema de forma que eles tinham que verbalizar no processo de resolução de problemas, depois de finalizada a tarefa.

Os operadores recebiam um caso ou uma experiência ocorrida numa determinada situação. Ela foi narrada de forma escrita (via computador) e verbalmente, de forma que eles pudessem lembrar outras situações semelhantes ou similares à apresentada. As verbalizações produzidas pelo operador no processo de resolução de problemas foram gravadas. Assim, foi possível ter uma seção das operações mentais realizadas pelo operador, observando os critérios na determinação de planos de ação e explicações da situação, e ouvindo tudo o que se tem dito.

Todos os operadores usaram o mesmo tipo de esquema na execução de sua tarefa. Isto é, a mesma estrutura dos casos foi apresentada a todos os operadores, porque estes documentos tratam de características, explicações, planos de ação e de estratégias encontradas numa situação real de trabalho.

5.2 Operadores e instruções.

Os operadores, trabalhadores da CELESC (despachantes), foram 4. Todos são técnicos em eletricidade e com vários anos de experiência na realização de sua tarefa. Entregou-se a eles um conjunto de informações, visualizadas no computador, na qual especificava um defeito na rede de distribuição (características do estado do consumidor ou da rede de distribuição).

As experiências foram extraídas de uma atividade cognitiva numa situação real de trabalho e descritas de forma a transmitir conhecimento especializado, em relação a um determinado defeito na rede de distribuição. O objetivo foi como eles seriam assimilados pelo operador na solução de um problema. Assim, aos operadores foi exigido de um lado, a "*pensar em voz alta*", e de outra parte, a falar para ele mesmo "*o que você pode se dizer durante a realização de sua tarefa*". As verbalizações produzidas a partir deste último objetivo foram comparadas segundo o que era ou não fornecido ao operador como uma ajuda. Tudo isto foi realizado no desenvolvimento da experiência, passo a passo, durante a execução de sua tarefa. Ocasionalmente, questionamos os operadores sobre seus pensamentos e estratégias de forma a forçar e esclarecer um melhor fluxo de informações. Este passo foi realizado cuidadosamente.

6. Conclusões.

Nesta abordagem de controle de processos, várias metodologias foram utilizadas no desenvolvimento das etapas sucessivas da análise da atividade do operador. Cada uma contribuindo com informações necessárias na preparação e na justificativa da seguinte. A análise a priori do sistema permitiu formular uma série de hipóteses de certa importância na compreensão das estratégias utilizadas e da atividade de diagnóstico e, do papel secundário na emissão dos procedimentos rotineiros e dos planos de ação. As observações comportamentais recolhidas nesta sala de controle conduziu a uma validação e a um refinamento destas hipóteses, justificando a utilização de uma metodologia de entrevista para chegar aos conhecimentos dos operadores. A partir dos resultados obtidos, de todas as etapas, foi possível determinar as bases do modelo do operador utilizando um conjunto de conhecimentos e, de estratégias operativas na resolução de problemas (por exemplo, analógicas, explicativas, de planos de ação, etc.), controlando diferentes situações na rede de distribuição. Esta conduta foi simulada para examinar os conhecimentos ativados no diagnóstico e na planificação de uma determinada situação de problema.

O centro destas atividades se situaram na representação de um defeito na rede de distribuição, com a ajuda de descritores observáveis que forneceram um repertório de síndromes, sob a qual são baseados as decisões de intervenção. Os esquemas foram utilizados para representar os conhecimentos que intervêm nos mecanismos de compreensão e estes resultaram num quadro teórico interessante na medida que cumpriam um papel funcional no sistema. No desenvolvimento do capítulo apresentamos um simples esquema conceitual que formaliza um processo de solução de tipo dedutivo.

A análise da atividade permitiu descrever os comportamentos desenvolvidos pelo despachante neste posto de trabalho e identificar as ajudas susceptíveis fornecidas (computador, telefone, etc.) para uma melhor gestão no controle de sua atividade.

Neste sentido, esta análise permitiu colocar em evidência uma multiplicidade de conhecimentos utilizados pelo operador na operação do sistema. Estes conhecimentos foram identificados como descritivos do sistema e de organização da tarefa. Também, um conjunto de estratégias foram identificadas e classificadas como operativas, analógicas, justificativas, explicativas, etc. Entre as operativas figuram as que descrevem (conhecimentos descritivos) o sistema, as que atingem um objetivo, as de repetições, as de correções, etc.

A estratégia, mais importante, detectada na resolução de problemas foi a analógica. Pela forma como o operador utiliza as experiências passadas para justificar e avaliar grande parte de seus raciocínios. Esta atividade cognitiva, normalmente, é feita por inclinação cognitiva. Isto é, porque nesta atividade existem muitas situações evolutivas e dinâmicas, e um grande número de fatores não são conhecidos, e não existe uma solução claramente definida para cada ocorrência apresentada. Neste sentido, os operadores parecem privilegiar um tipo de raciocínio analógico baseado na experiência de casos anteriores, a pesar que, às vezes, a situação é delicada. *Isto não significa que os operadores indiquem aos eletricitistas que devem fazer em campo, mas se formar uma imagem do defeito provável e, na medida do possível com fatos que lhes ajudem na sua identificação mais rápida na rede de distribuição.*

Os métodos e os critérios aplicados pelo operador para definir um plano de ação ou para julgar sua validade, não são suficientes. Geralmente, ele se refere a uma situação anterior, considerada similar à situação a tratar, para encontrar uma solução ou para avaliar as ações realizadas no campo de trabalho.

Segundo o tipo de estratégia e a estrutura de conhecimento utilizada pelo operador para resolver seus problemas podemos fazer as seguintes hipóteses. Cada experiência registrada na memória do operador tem um conjunto de características que podem adaptar-se a uma determinada configuração problemática e, estas configurações por sua vez, representam situações onde vários defeitos são detectados. Também, podemos dizer que para realizar esta tarefa, eles devem organizar seus conhecimentos na memória em eventos ou episódios de acordo a suas diferenças e similaridades, e estes provavelmente estão armazenados em estruturas dinâmicas que se reconstroem com a retroalimentação das informações.

Neste sentido, utilizamos o raciocínio a partir de casos para construir nosso modelo por dois motivos:

(1) Em uma ótica de "**Resolução de problemas**", porque as respostas possíveis a um novo problema são geradas utilizando soluções no passado como ponto de referência e,

(2) Em uma ótica de "**Avaliação e Justificativa**", porque quando um problema é apresentado, a sua solução será encontrada como a aproximação de um caso anterior. Isto é, a solução de um caso selecionado, armazenado na memória de longo termo do

operador, em um determinado momento foi aplicada a um caso similar com bons resultados.

A adoção deste tipo de estratégia se revela às vezes eficaz, porque ela facilita notadamente a tomada de decisões nas situações onde a informação é incerta ou indeterminada. No entanto, ela apresenta um grande número de restrições que podem ser colocadas como limitações ao sistema cognitivo. Em efeito, se os processos de iniciação do raciocínio analógico do operador humano têm bons resultados, eles não são sempre os mesmos no armazenamento e na ativação dos casos mais pertinentes.

Por exemplo, quando um operador trata um problema, uma solução a este pode ser retida. Isto é, a solução aplicada para uma determinada situação não corresponde exatamente à situação tratada (o operador esquece ou ignora alguns atributos do problema). Igualmente, as situações mais pertinentes ou ideais não são necessariamente ativadas no momento oportuno ou quando elas sejam necessárias.

Uma solução para estas limitações, conservando totalmente as vantagens inerentes desta estratégia, consiste em desenvolver ferramentas de ajuda à decisão que permitam aumentar a capacidade da memória do operador. Uma ferramenta deste tipo seria possível armazenando um grande número de casos que poderiam ser ativados em um momento oportuno a fim de propor respostas possíveis para um determinado problema, ou elementos (atributos) de comparação para avaliar suas diversas soluções.

O trabalho a ser desenvolvido, a partir de casos, estará centrado sobre um problema cíclico **"identificação de um conjunto de características de uma situação"** e **"a ativação dos casos mais específicos"**, que conduzem a situações de tomada de decisão pontuais.

Na pesquisa, identificamos duas formas de solução de problemas: a primeira, produzida quando o despachante dirige uma manobra não programada. Nesta operação ele utiliza uma série de critérios e estratégias para solucionar o defeito na rede de distribuição de energia elétrica. Esta operação contempla levar em conta uma série parâmetros: como o desenho da rede de distribuição, a disposição das chaves-fusíveis e facas, alimentadores, religadores, subestações, etc. na geografia da cidade. No segundo caso, se produz quando ele observa uma ocorrência no computador e ele assimila e interpreta as características da situação, de forma que ele lembra um conjunto de experiências passadas com o objetivo de explicar e solucionar o problema apresentado. Nossa simulação estará orientado a simular o segundo tipo de solução de problema.

Assim, a partir destes resultados estudamos e estruturamos o modelo do operador, para logo, proceder a sua simulação. Nele incluímos os critérios psicológicos básicos na representação do modelo e descrevemos as características básicas funcionais no seu desenvolvimento.

QUARTA PARTE - MODELAGEM E SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO CONTROLE DA DISTRIBUIÇÃO E MANUTENÇÃO DA REDE DE ENERGIA ELÉTRICA

Capítulo 4 CASOL : Um modelo cognitivo de um operador utilizando o Raciocínio Baseado em Casos.

1. Introdução.

O modelo **CASOL** foi projetado para mostrar o relacionamento entre as diferentes atividades cognitivas de um operador interagindo com um sistema complexo. A modelagem é do tipo homem-micro-sistema. Este modelo é a primeira etapa de um projeto longo. O projeto consiste na elaboração e formalização da interação entre um modelo cognitivo de um operador que realiza o controle e elabora o diagnóstico de um sistema no tratamento de suas informações.

O trabalho, aqui desenvolvido, tem um objetivo específico, que é a modelagem cognitiva do operador em um contexto preciso: o controle da distribuição e manutenção da rede de energia elétrica. A pesquisa foi realizada na **CELESC** (Centrais Elétricas de Santa Catarina). Um conjunto de pesquisas permitiu conceber, desenhar e projetar os módulos, as estratégias e as funções das diferentes atividades e processos cognitivos do operador neste posto de trabalho.

1.1 A configuração informática.

A configuração do modelo está representada na Fig. 26. No desenvolvimento do modelo foram consideradas as ações do operador que realiza a tarefa de controle da

distribuição e manutenção da rede de energia elétrica. Este modelo está estruturado de forma que seus módulos sejam o produto do processamento da informação do operador na realização de sua atividade, detectados no estudo ergonômico realizado no capítulo 3. As características e o funcionamento dos diferentes módulos considerados nesta estrutura informática são descritos no ponto 3 ("o domínio do modelo e seus módulos") do capítulo 4.

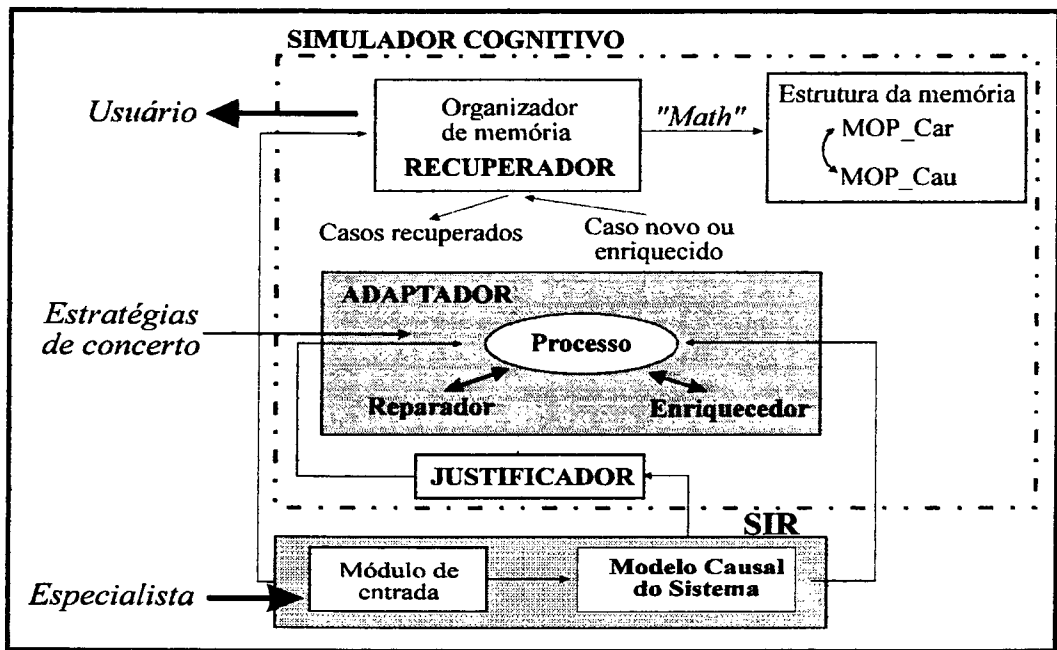


Fig. 26 - A configuração informática do modelo.

O modelo cognitivo do operador tem dois módulos (um filtro cognitivo e um de diagnóstico) e dentro de cada um deles existe um conjunto de atividades e funções. As atividades (por exemplo, o recuperador) tratam de informações específicas dentro de cada módulo e as funções (por exemplo, selecionar e maximizar) processam informações de alto nível. Algumas foram testadas em um computador PC-AT-386-DX, de 40MHz e 8Mbytes de RAM. A linguagem utilizada foi o Prolog. A primeira parte do modelo utiliza algoritmos específicos no tratamento dos casos. Estes foram de grande importância no apoio ao programa, principalmente, porque eles trabalham com bases de conhecimentos baseados em "frames".

Na identificação dos módulos, o comportamento humano é observado sob uma visão cognitivista. Desta forma, em cada módulo, uma função ou um conjunto de subfunções são identificadas, as quais revelam certas atividades cognitivas. A ideia é criar funções que possam testar as hipóteses existentes na análise ergonômica do

operador. Assim, teremos uma validação dos conhecimentos de uma maneira formal, quantitativa e observável.

Por outro lado, realizamos uma análise ergonômica do operador para não observar o comportamento humano em um vázio. O operador é examinado em termos de seu comportamento cognitivo ao executar suas tarefas. Neste sentido, *determinar um conjunto de funções que identifiquem a base do comportamento cognitivo humano tem mais importância que uma simulação de entrada e saída do comportamento humano, produto da imaginação.*

1.2 Um sistema "fechado".

O trabalho de modelagem da interação entre um operador e seu ambiente, de uma forma informatizada é um cepticismo, pela reprodução de seu estado existencial e pela interação com o mundo exterior. Em geral, pesquisadores de muitas áreas de estudo concordam que uma solução para este problema é a aproximação do sistema à um micro mundo ou à um mundo fechado. Esta aproximação, sistemática em **LA.**, consiste em supor a existência de um mundo completamente fechado. Assim, as interações possíveis com o ser humano são registradas a priori. Todas as observações e ações possíveis são pré-definidas e registradas, e a modelagem do operador é uma escolha contínua entre estas diferentes ações e percepções observadas no posto de trabalho.

O mundo fechado permite evitar críticas sobre certas representações (por exemplo, soluções não declaradas). No entanto, esta aproximação não tem sentido em problemas com espaços de estados bem definidos. Ela tem sentido em contextos na qual uma grande parte do comportamento humano é fortemente condicionada por seu ambiente.

A aproximação do mundo fechado que descrevemos, consiste, em um primeiro lugar em limitar o ambiente observável a uma sala de controle. Em segundo lugar, fazemos um conjunto de suposições legítimas sobre os conhecimentos, as motivações e certos aspectos psicológicos do operador. O objetivo do projeto é modelar um operador normal, competente, motivado e perfeitamente vulnerável.

1.3 Um modelo modular.

No presente trabalho, não pretendemos apresentar um modelo cognitivo de um operador "chave", que ligado com seu ambiente declare um comportamento padrão. A idéia é simular os diferentes módulos da atividade cognitiva de um operador na

realização de sua tarefa. O sistema é aberto e com múltiplas soluções alternativas para um caso. Nenhum trabalho existente neste mesmo domínio de estudo pode pretender tal grau de perfeição. Na verdade, existem dois tipos de abordagens na modelagem de um operador.

A primeira, manifesta a união das diferentes direções ou realidades psicológicas, cobrindo todo o comportamento humano, mas não dando lugar a qualquer modelagem como tal. Esta modelagem assinala a importância de certos fatores psicológicos que são absolutamente necessários na configuração do modelo (por exemplo, uma imensa quantidade de módulos especializados contidos na memória de longo termo, uma memória de trabalho, etc.). A segunda abordagem é a realização de um modelo como CES ("Cognitive Environment Simulation", ver artigo de Pavard & Salembier & Benchekroun & de Medeiros, 1989). Todavia, este modelo não cobre a totalidade do comportamento humano e se limita, unicamente ao diagnóstico. Nosso objetivo a longo prazo, é fazer uma modelagem completa, capaz de reproduzir a totalidade do comportamento humano (detecção -> diagnóstico -> planificação -> curso da ação) tanto em situações fortemente procedurais, como em situações não habituais.

O modelo foi configurado de uma forma modular. Não estamos interessados, de forma separada, em identificar os diferentes módulos cognitivos e seus caminhos de integração não sistematicamente implantados. Por isso, em cada módulo considerado, um conjunto de funções são declaradas. Elas produzem o processamento da informação dentro dessa caixa preta. No sistema, totalmente integrado, estes módulos não interagem como na realidade. Mas, seu funcionamento integral não diferencia muito do comportamento dos operadores na realidade.

A modularização do modelo em uma forma seqüencial não pretende indicar que o operador se comporte segundo estes módulos, um após o outro. A integração dos módulos se produz em função de seus trabalhos, no processamento dos conhecimentos, entre cada um deles. Por isso, consideramos o estudo de cada um dos módulos em separado, a fim de verificar alguns de seus mais aspectos psicológicos relevantes.

Por outro lado, em cada módulo, uma função ou um conjunto de funções, são integradas. Estas funções são diferentes em cada um deles indicando seus prováveis mecanismos internos (lógicas). Os resultados de um módulo são utilizados pelo módulo seguinte, em uma forma parcial ou integral no refinamento de uma informação.

A abordagem cognitiva apresentada para certos módulos não foi implantada na sua totalidade, isto por razões essencialmente práticas, sobretudo quando todas as considerações psicológicas apresentam-se difíceis de serem abordadas.

1.4 Sob uma visão da engenharia.

O modelo do operador **CASOL**, está inserido em um quadro geral que modela os diversos componentes de um sistema homem-máquina. O desenvolvimento do modelo do operador é a etapa mais complexa do trabalho.

Os objetivos colocados para esta simulação das interações homem-sistema são:

- conceber e validar os procedimentos de urgência;
- verificar a utilidade e as necessidades em automação e,
- conceber e revisar a alocação das tarefas entre o homem e os mecanismos automatizados.

Não existe um simulador de processos que interage com o modelo **CASOL**. A interação se produz de forma direta.

O comportamento humano é freqüentemente visto como um ente difícil de entender. A mente humana pode errar no entendimento de um tópico para outro. As idéias e as experiências são assimiladas pela mente humana em um contexto em que as mais fortes são fixadas dentro de nossa memória de longo termo e, posteriormente, elas podem ser trazidas pela similitude das características de uma nova situação.

Diferentes abordagens na tarefa de modelagem têm tentado de alguma forma explicar as diferentes maneiras no processamento destas ações. As teorias e programas que têm resultado desta idéia freqüentemente incluem geradores de números aleatórios, pesos aleatórios com ligações ou conexões aleatórias entre as estruturas conceituais. Muitas vezes incluem certas funções que refletem um certo processamento de fatos em uma determinada atividade, como produto de que alguma coisa está acontecendo dentro da caixa preta. Esta caixa preta pode ser encontrada nos diferentes módulos (por exemplo, o diagnóstico) de tratamento de informação. Estas teorias e programas tratam aparentemente o pensamento humano como um ente aleatório. Realmente, sua postura é muito sedutora, porque apresentam modelos muito abrangentes em relação ao que eles explicam.

A chave de todo este problema é "explicar". Elas simulam o comportamento humano, mas não explicam, o por que de alguma coisa surgiu. Eles são, "explicações não explicadas".

Em nosso modelo observamos o comportamento humano de uma forma mais integral. Por isso, pensamos que existe uma função dentro de cada módulo de processamento, na qual ele trata a informação e esta, de alguma forma, manifesta o seu comportamento. Isto é, não observamos o comportamento humano em um vazio, ele é examinado em termos da análise ergonômica da atividade de um operador, realizada em um posto de trabalho real, analisando o desempenho de sua tarefa cognitiva.

1.4.1 Raciocínio associativo vs. Raciocínio baseado em modelos.

Normalmente as pessoas usam o raciocínio associativo e o raciocínio baseado em modelos, na solução de problemas. Por exemplo, para problemas familiares, usamos o raciocínio associativo, levando vantagem com a velocidade desta abordagem. Quando as pessoas confrontam problemas não familiares ou difíceis, eles procuram mais detalhes na sua base de conhecimento, quase igual ao tipo usado nos sistemas baseados em modelos. Por isso, a habilidade humana para explorar ambos tipos de raciocínio requer: (1) reconhecer um problema novo como similar a um passado e (2) atualizar constantemente nossa base de conhecimento da memória. Isto é, aprender de nossa experiência. Assim, o desenvolvimento de uma técnica que integra o raciocínio associativo e o raciocínio baseado em modelos com a habilidade de aprender, a partir da experiência, resulta em uma melhoria do desempenho de um sistema.

O raciocínio associativo trabalha com cadeias de inferências, na base de um conhecimento profundo, freqüentemente incerto. Esta abordagem é eficiente, porque a alternativa de seguir todas as ligações intermediárias e escolher uma quantidade de passos alternados no espaço do problema pode ser lenta e é freqüentemente desnecessária. Contudo programas que usam raciocínio associativo têm suas limitações. Tais programas resolvem problemas ao ligar fatos de uma situação comum contra um conjunto de fatos de situações passadas, de forma que os elementos da base de conhecimento podem ajudar a resolver certas situações que aparecem no sistema. Também, tipicamente, o conhecimento associativo contém muitas suposições implícitas. Para domínios complicados da ciência, este pode ser não confiável. Pode também ser impossível enumerar e explicitar as condições exatas sob as quais o conhecimento é aplicável. Tais sistemas, por conseguinte, não podem assegurar que seu conhecimento seja aplicado corretamente.

Modelos fornecem uma espécie diferente de conhecimento para raciocinar em diferentes domínios. O conhecimento de um domínio que é excluído de um sistema de raciocínio associativo, é freqüentemente explicitado nos modelos. Estes são, tipicamente, combinados com métodos de raciocínio gerais, tais como, simulação ou pesquisa, proporcionando a estes sistemas mais flexibilidade do que um sistema associativo no mesmo domínio (Koton, 1988). Contudo, na medida em que o conhecimento seja mais explícito e sofisticado, o método geral de resolução de problema vai ter longas cadeias de inferência. Por esta razão, sistemas baseados em modelos são mais lentos, mais sofisticados e menos amplamente empregados que os sistemas associativos. Quando os relacionamentos no modelo são incertos, longas cadeias de inferência podem gerar muita incerteza ao puxar uma conclusão não adequada. Por outro lado, o raciocínio associativo mostra os relacionamentos entre os diferentes níveis manejáveis de incerteza.

1.4.2 O uso da experiência na resolução de problemas.

A habilidade em identificar problemas similares, chamar problemas passados e armazenar problemas novamente, aumenta o desempenho de um sistema baseado em conhecimentos, de forma que os problemas comuns são resolvidos de maneira mais eficiente, porque o sistema sabe como resolvê-los aplicando soluções deduzidas. Antes de lembrar um caso ou história para resolver um problema, o sistema deve incrementar sua coleção de problemas que têm resolvido. O sistema também deve modificar seu conhecimento mostrando ao usuário não só considerar o caso solução, mas também, lembrar a solução mais conveniente.

Existem várias técnicas desenvolvidas em aprendizagem de máquinas, que mostram uma identificação e chamam problemas passados, similares na solução de uma situação. Por exemplo, o raciocínio baseado em casos por Kolodner, o raciocínio baseado na memória por Stanfill e Waltz, e a analogia derivacional por Carbonell (DARPA). Todos estes paradigmas estão ligados a uma memória dinâmica que agrupa casos previamente resolvidos. O raciocínio baseado em casos e a analogia derivacional têm a mesma estrutura básica quando são apresentados a um novo problema. Geralmente, os programas chamam uma solução prévia, adaptam esta para uma situação corrente e constróem um problema novo e sua solução. O raciocínio baseado na memória é usado para lembrar problemas similares prévios, mas não faz adaptações. Estes paradigmas são fundamentalmente associativos. Eles associam características de um problema com uma solução previamente derivada para este problema. Contudo, este trabalho como foi explicado anteriormente, não conduz o processo da lembrança

ao determinar sua aplicabilidade a uma situação determinada, usando casos passados similares.

O raciocínio baseado em casos foi aplicado ao modelo **CASOL**, combinado com o raciocínio associativo, com o raciocínio baseado em modelos e com o uso de técnicas de aprendizagem por meio de experiência. Um sistema de raciocínio baseado em casos tem a eficiência de um sistema de raciocínio associativo, quando adquire a habilidade de comparar as características de um problema apresentado contra os fatos dos problemas existentes em memória. Assim, quando ocorre que casos não podem ser chamados da memória, isso é um sinal de que o problema não é familiar para o programa e o raciocínio baseado em casos pode ser usado. Esta máquina de inferência tem habilidade de trazer problemas passados com soluções novas, e continuamente incrementar sua coleção de problemas facilmente resolvidos. Uma característica importante destes sistemas é que, vários casos similares são resolvidos por meio da similaridade, assimilação e generalização de características. Estas generalizações e assimilações representam novos conhecimentos associativos, os quais ligam características comuns de um problema com uma solução. Uma limitação destes dois caminhos é que uma solução recuperada leva às vezes o programa a falsos caminhos.

O sistema, interagindo com o raciocínio baseado em associatividade, baseado em modelos e baseado em casos, resulta em um programa que tem a força de cada um destas abordagens, enquanto melhora suas deficiências. O componente de raciocínio baseado em modelos resolve problemas complicados e não familiares, e libera o componente baseado em casos de sua dependência. O componente de raciocínio baseado em casos usa o conhecimento associativo para reconhecer um problema que o sistema já conhece como resolver e criar novos conhecimentos associativos por meio da assimilação e generalização. A combinação é sinérgica.

1.5 O domínio de tomar decisões na sala de controle da distribuição e manutenção da rede de energia elétrica.

A modelagem cognitiva do operador foi realizada e, na simulação do modelo foram utilizadas um conjunto de variáveis em substituição dos conhecimentos encontrados na análise ergonômica do trabalho, para facilitar o processo de tratamento de informação no sistema, tanto a nível semântico como no desenho de apresentação de telas. Esta consideração foi realizada, no exemplo simulado do capítulo 4 (unidade 1.5.1) e do capítulo 5 (unidade 1.1), porque os conhecimentos encontrados na pesquisa são descrições de situações generalizadas de uma situação de problema. Por exemplo,

falta de energia, falta de fase, a cruzeta está partida, qualidade de energia inadequada, o consumidor sabe a causa do problema, etc.

1.5.1 Um exemplo simples.

A entrada de **CASOL** é um questionário com uma descrição detalhada das características no domínio do problema. **CASOL** produz uma solução usando sua memória de casos que ele tem já resolvidos. Ele é apoiado por um modelo causal no domínio do problema. A saída de **CASOL** é uma explicação causal das generalizações causais do defeito apresentado e um conjunto de planos de ação para solucioná-los. **CASOL** descreve o porquê de uma generalização causal em uma situação (explicação causal). Esta explicação está localizada dentro de um estado do modelo. Mostremos a continuação um exemplo simples de como trabalharia **CASOL**.

Apresentemos uma ocorrência a **CASOL**. Ela é descrita da seguinte forma, por exemplo num bairro de Biguaçu há um ramal de ligação partido e o consumidor sabe a causa do problema na ocorrência. O cliente não tem energia e é um consumidor doméstico. Nesse momento está chovendo. Descrita a situação desta forma, **CASOL** pesquisa na sua memória de casos e encontra que no Centro de Florianópolis também aconteceu a mesma situação. Todavia, neste caso, existiam também problemas na braquete do consumidor. A explicação causal para a ocorrência no Centro de Florianópolis, recuperada na memória de **CASOL**, é mostrada na Fig. 27.

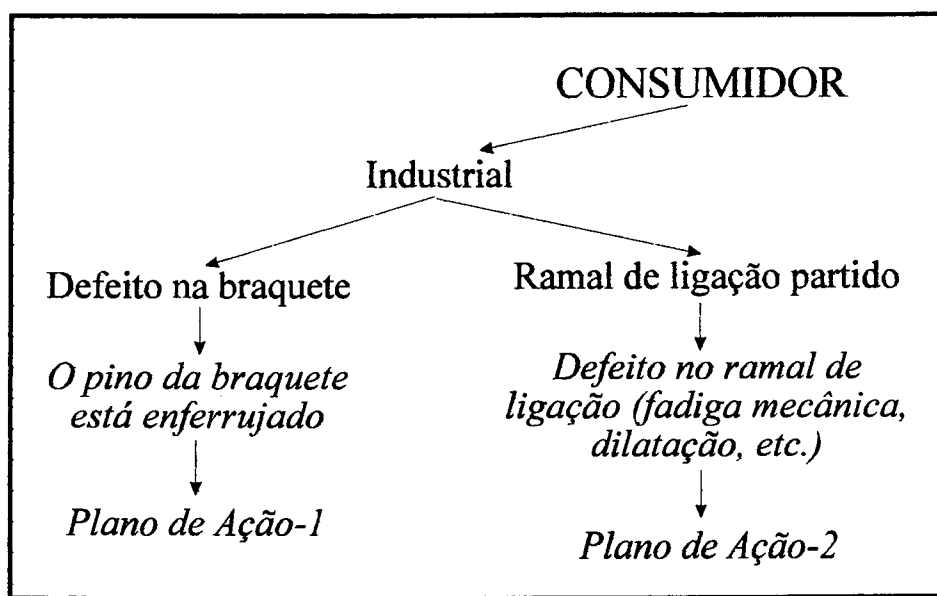


Fig. 27 - Explicação causal para a ocorrência no centro de Florianópolis.

A seguinte tarefa de **CASOL**, é determinar se a solução apresentada ao caso pode ser adaptada à situação de Biguaçu. As diferenças entre ambos casos é mostrada na Fig. 28. Em ambas situações existem algumas características que aparecem em um caso mas não no outro. Usando a informação no modelo causal descrito na memória de **CASOL** e alguns princípios (estratégias cognitivas) de explicações causais, podemos chegar a fazer alguns julgamentos e explicar a situação apresentada em Biguaçu.

(1) No estado do consumidor para a característica da rede "ramal de ligação partido" : o transformador, o tipo de consumidor e as condições do clima são características circunstanciais.

(2) A característica da rede "ramal de ligação partido" é uma característica significativa. Assim, **CASOL** reconhece esta informação, porque existe um modelo que contém informação acerca desta característica e, esta é explicada em quase todos os casos.

(3) Nesta situação é normal que o consumidor não tenha energia em casa ou na industria. Também, a característica "se o cliente sabe ou não a causa do problema" é insignificante nesta situação, já que o cliente está sem energia.

(4) O defeito na braquete é uma característica da rede, adicional nesta ocorrência, mas significativa na solução do problema, porque a característica "ramal de ligação partido" pode conter muitas explicações do por que isto aconteceu.

Características	Centro de F.	Biguaçu
* Ramal de ligação partido	sim	sim
* O cliente está sem energia	sim	sim
* Tipo de consumidor	Industrial	Doméstico
* Transformador	Comunitário	Comunitário
* Existe defeito na braquete	sim	não
* Condições do clima	normal	chuva

Fig. 28 - Diferenças entre a ocorrência de Biguaçu e o Centro de Florianópolis.

CASOL começa a analisar as características do caso de Florianópolis e determina qual será o novo caso incorporado na sua memória. Isto é, o conserto de **CASOL** consiste em adaptar uma solução ao caso novo. Neste caso o processo é assim:

- remover a característica "defeito na braquete" do estado do consumidor no caso;
- Trocar as características condições do clima e o cliente sabe a causa do problema no caso de Florianópolis.

Os resultados deste conserto são mostrados na Fig. 29. A explicação causal e o plano de ação determinado para o caso de Biguaçu é idêntica à solução proposta por SIR⁽²⁾. CASOL produz uma explicação provável ou aproximada de um conjunto de motivos que identificam uma situação, a partir de casos passados. Este método é significativo e eficiente.

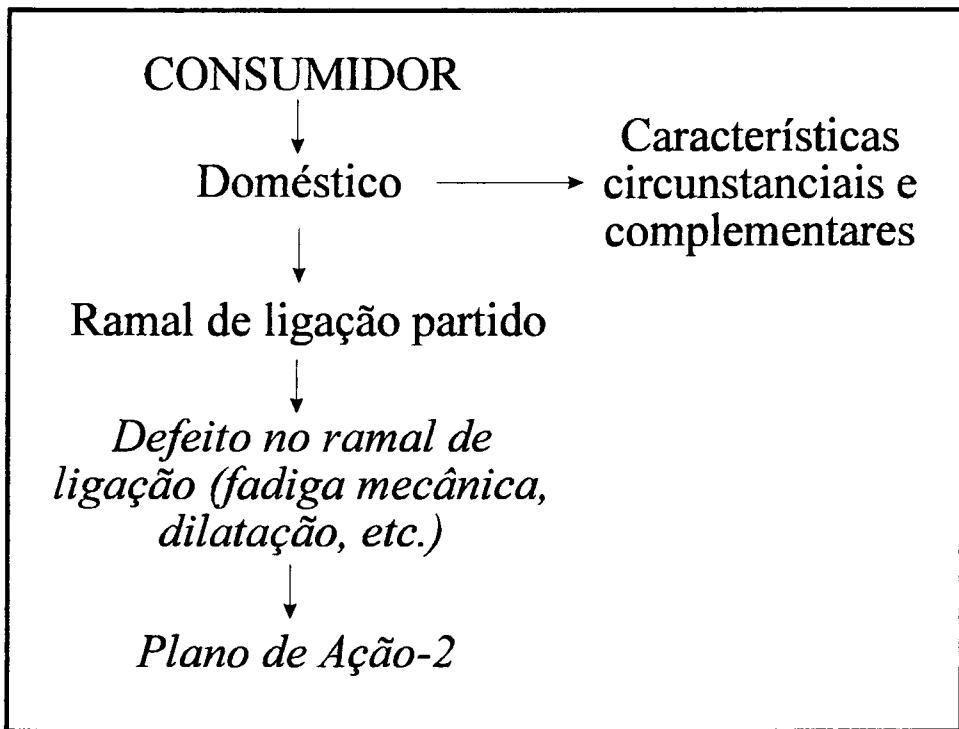


Fig. 29 - Explicação causal para a ocorrência de Biguaçu.

2. Diagnóstico e memória.

2.1 O uso da experiência no processo de diagnóstico.

A utilização de casos no processo de diagnóstico é uma idéia para conduzir este processo por meio da lembrança. Quando um médico está procedendo a uma operação, ele não constrói seu curso de ação, peça por peça, fora de um conjunto de passos

⁽²⁾ SIR é um sistema especialista criado para justificar as ações de CASOL. Ele tem uma base de conhecimento associativa e abrange praticamente toda uma biblioteca de conhecimentos no domínio tratado.

primitivos. Ele lembra operações passadas de situações similares e modifica seu comportamento para adaptá-lo a uma situação nova. Quando um arquiteto começa um novo projeto para um cliente, ele não se remonta a seus primeiros princípios e examina todas as possíveis combinações de subplanos de um projeto. Ele lembra planos passados e muda-os para suas necessidades presentes. E você, quando está em seu carro e retorna para sua casa em uma noite, não cria um novo plano para encorajar-se, começando pelo carro e seguindo uma rota para casa. Você, justamente, lembra um plano passado que foi trabalhado ontem e faz uso deste diretamente.

Diagnóstico baseado em casos significa lembrar situações passadas, com características semelhantes aos casos existentes em memória, com a finalidade de obter bons e eficientes planos de ações ou soluções a um problema apresentado. Neste processo, um caso, também, pode ser consertado para ser aplicado a uma situação presente. Questões de organização de memória, indexação e plano de modificações são importantes no raciocínio baseado em casos, porque a máquina de inferência de um sistema que trabalha no processo de diagnóstico faz uso de uma memória extensiva de dados. O aprendizado é fundamental neste processo de diagnóstico, porque a máquina de inferência volta a usar suas experiências para construir um novo caso na solução de um problema.

A tarefa de diagnóstico é, em essência, um problema de memória. Um caso para um conjunto de objetivos não é construído, peça por peça, de casos individuais para cada objetivo. Este é construído ao modificar um caso na memória, que satisfaça parcialmente ou totalmente muitos dos objetivos apresentados pelo sistema. Os casos não são itens disponíveis que são construídos e, logo descartados. Eles são valiosas comunidades de conhecimento que podem ser armazenados e chamados para uso posterior. O problema de construção e manutenção de casos é um problema de interação entre a base de conhecimento de um sistema e o mundo. Quando um problema aparece por uma disparidade entre o conhecimento de um sistema e do domínio tratado, o modelo do sistema deve ser revisado.

A máquina de inferência de um sistema baseado em casos usa o conhecimento do domínio e os efeitos de suas características para construir um caso novo. Como resultado disto, o caso torna-se um teste deste conhecimento. No diagnóstico, os casos são chamados da memória e mostrados para inter-atuar com os elementos do domínio. Os resultados desta interação são usados para modificar os casos existentes e adicionar novos casos na memória. Estas modificações e adições mudam o entendimento da

máquina de inferência do sistema. Isto é, o sistema pode entender, assimilar e construir novos casos com soluções apropriadas para certas situações.

Por definição, uma máquina de inferência baseada em casos deve apreender. Ela deve apreender novos casos em ordem, armazená-los e utilizá-los em oportunidades posteriores. Ela deve apreender a prever problemas baseados na sua experiência. Desta forma, ela pode encontrar casos que têm as recomendações para os problemas apresentados.

A máquina de inferência deve apreender só quando o processo de aprendizado ajuda ao sistema a resolver problemas posteriores. Também, ela deve armazenar novos casos em memória. Desta forma, ela pode usá-los, outra vez, em situações similares. Ela deve apreender a associar as descrições de uma situação com as características dos problemas que ela encontrou, enquanto os diagnosticava. Assim, ela pode antecipar e construir bons planos de ação para problemas futuros.

2.2 Uma nova teoria no processo de diagnóstico.

Desde que assumimos que o processo de diagnóstico é um problema de memória no raciocínio baseado em casos, um conjunto de características de várias teorias baseadas neste processo devem ser alteradas:

(1) Para diagnosticar as características de uma situação e explicar seus fatos, e incorpora-lhes uma solução, a máquina de inferência baseada em casos de um sistema deve pesquisar na sua memória, os casos que satisfaçam estas características.

(2) A máquina de inferência baseada em casos deve guardar os casos liberados e justificados na memória para seu posterior uso em situações similares.

A teoria de diagnóstico baseada em casos é vista como uma atividade que testa o conhecimento em uma área determinada. Diagnóstico e aprendizado em um círculo fechado, levam à máquina de inferência, baseada em casos, a aprender novos casos e a proceder a realização de um melhor entendimento para outras oportunidades.

Quando diagnosticamos por meio de experiências passadas, a máquina de inferência baseada em casos deve ter um bom entendimento das experiências e um método claro para organizá-los e incorporá-los na sua memória. A estrutura da memória e o mecanismo de aprendizado necessitam apoiar à máquina de inferência para dar-lhe habilidade de integrar novos casos bem sucedidos e, assim, voltar a usá-los em situações semelhantes.

Diagnóstico baseado em casos, difere de outras abordagens semelhantes e de resolução de problemas, em três aspectos: na construção de um novo caso, no vocabulário utilizado para descrevê-lo e no seu armazenamento. Na teoria atual, existe um grande envolvimento destes aspectos, na escolha de um caso que afeta a forma pela qual este é depurado. Por outro lado, os casos depurados e armazenados, os afetam de alguma forma, quando eles são escolhidos para uso posterior.

2.3 O aprendizado no processo de diagnóstico.

A máquina de inferência de um sistema baseada em casos deve apreender. Ela deve voltar a utilizar suas experiências. O aprendizado é por meio da lembrança. Este é um tipo de aprendizado que não está direcionado pelas teorias do conceito de aprendizado via indução (Hammond, 1989) ou pelo aprendizado dirigido pela explicação (Mitchell, 1983). O diagnóstico baseado em casos requer um aprendizado baseado no conhecimento da área para determinar, o que será aprendido e quando este será aprendido. Este aprendizado é dividido em dois tipos: o aprendizado por meio de exemplos e por meio das expectativas.

Apreender de exemplos é criar e armazenar novos casos, como resultado do diagnóstico de uma situação, na qual o sistema nunca teria encontrado antes. A máquina de inferência do sistema, ao construir um novo caso, decide quais são as melhores características para indexá-lo na memória. Os novos casos são armazenados na memória, pela indexação das características que lhe descrevem. Por exemplo, quando o platinado de um motor está gasto ou mal regulado, ele faz com que o motor morra quando funciona quente. Esta situação seria indexada pelo fato que recupera o caso: limpar e afinar ou substituir o platinado do motor.

O aprendizado pelas expectativas é mais completo do que o aprendizado por exemplos. Este tipo de aprendizado está intimamente ligado à indexação de casos na memória. Isto é, o sistema apreende as características da área tratada, que são preditivas na estrutura de conhecimento de um caso. Esta habilidade preditiva é usada para pesquisar casos na memória. Estas características são assimiladas para chegar aos diferentes estados e assim, determinar as explicações causais e os passos que levam a soluções fátíveis. Quando o motor de um carro morre, porque funciona quente, o objetivo da máquina de inferência é verificar se o carburador está afogado. Assim, esta característica seria preditiva ao problema e o sistema pesquisaria casos que mostrem soluções ou planos de ação a este problema.

Diagnóstico baseado em casos envolve dois tipos de aprendizado:

- (1) O aprendizado de características que predizem um problema e,
- (2) O aprendizado e as correções dos casos, quando o problema aparece outra vez em circunstâncias semelhantes.

3. O domínio do modelo e seus módulos.

Esta seção mostra a natureza geral do sistema baseado em casos, salientando, o por que do paradigma baseado em casos e depois, o que esta teoria utiliza para construir uma máquina de inferência.

3.1 O porque do modelo baseado em casos ?

O argumento para fazer um sistema baseado em casos é forte: queremos construir uma máquina de inferência que possa apreender e chamar casos complexos para evitar repetir um trabalho já realizado. Por exemplo, no caso da construção de um carro ou de uma casa, o número de passos envolvidos é grande, embora tais casos possam ser construídos a partir de um conjunto de regras ou de casos abstratos. Assim, é mais econômico quando casos inteiros possam ser chamados para analisar a situação apresentada.

Em geral, é mais útil para a máquina de inferência guardar os casos que ela gerou, especialmente em situações onde o caso inclui informações de suas características e de suas causas. Na tarefa de diagnóstico, a informação passada (experiência) é representada em uma forma detalhada. Neste sentido, o processo de diagnóstico usa a informação passada, fazendo com que a melhor abordagem seja encontrar e modificar os casos passados, antes de reconstruir um caso para encarar a situação presente.

3.2 A união e a recuperação de casos.

CASOL tem uma máquina de inferência baseada em casos e uma memória que recupera um conjunto de casos passados, sempre que estes coincidam com as características apresentadas de uma situação presente. Assim, quando o sistema não encontra um caso que satisfaça todas as características desta situação, este recupera um caso mais ou menos semelhante. Isto, é o que chamamos "*a melhor união*" entre a situação apresentada e alguma situação passada, na qual um caso foi estruturado. Realmente, não existe uma garantia que "*a melhor união*" de um caso se realize na presente situação, mas nosso esforço é para construir uma organização de memória que aponte nesta direção. Este módulo, que só faz as melhores uniões é chamado **O**

RECUPERADOR. A entrada é um conjunto de características ou sintomas de uma situação e a saída é um caso de sua memória que coincida com muitas destas.

Para realizar o diagnóstico de uma situação, a máquina de inferência de um sistema tem que ser indexada pelas características que a identificam. Desta forma, ela pode encontrar as experiências mais confiáveis na memória. Um episódio na qual *“uma pessoa vai à Londres”* será indexado na memória como um caso de *“ir à Londres”* e, a um nível mais geral, como um caso para *“ir a algum lugar distante”*. Em um episódio na qual a máquina de inferência indica como *“extrair um apêndice inflamado”* será indexado como *“satisfazendo os sintomas apresentados pelo paciente”*, mas também, pelo resultado mais geral de *“extrair um órgão enfermo”*. A máquina de inferência tem que ser hábil ao discriminar todas as características de um caso para realizar seu diagnóstico.

Quando um problema é apresentado a **CASOL**, a primeira coisa que ele faz é pesquisar na sua memória os casos similares. Logo, ele compara as diversas características (índices descritivos) do novo caso em relação as características de todos os casos alocados na memória que descrevam esta situação, ainda que todas as características não sejam, igualmente importantes na união entre eles. Por outro lado, as características mais importantes para a união podem variar de um caso para outro. Por exemplo, as características específicas de uma situação não são suficientes para que o **RECUPERADOR** selecione os casos mais promissores. Às vezes, não existe um caso que satisfaça uma característica particular. Assim, *“a melhor união”* se produz quando um caso tem uma característica similar. Por exemplo, quando existe um caso que mostre *“como ir a Londres”*, o caso *“Paris”* pode ser utilizado como ponto de partida. A representação de um caso na memória deve incluir alguma noção de similaridade entre as características do caso com as da memória específica. Esta similaridade pode ser expressa na colocação das características similares em conjuntos, em uma hierarquia **ISA**, ou pode avaliar dinamicamente sua similaridade na base de características individuais. *“Paris”* e *“Londres”* podem ser considerados como cidades estrangeiras. Da mesma forma, uma bexiga irritada, que tem que ser extraída, pode ser pensada como que pertence à classe apêndice.

Quando **CASOL** não pode encontrar um caso que satisfaça todas as características de uma situação, este de alguma forma encontra outros casos que parcialmente lhe satisfaçam. Isto é, os sistemas baseados em casos usam uma medida de importância na valorização das características, com a finalidade de que elas possam ser utilizadas para realizar a melhor união parcial de fatos. Em particular, **CASOL**

utiliza a similaridade métrica para mostrar as características mais importantes que são utilizadas para a recuperação de um caso. Ele compara as características de um caso recuperado com as do novo caso e determina sua similaridade. Isto é, ele compara os casos de sua memória na base de todas as características do caso apresentado e chama casos passados na base de todas as características conhecidas como importantes. Para ele, estas características são definidas como aquelas que desenvolvem um papel importante na explicação causal do caso.

Por outro lado, a máquina de inferência tem que ser hábil para fazer alguma coisa mais que encontrar casos. Esta tem que ser hábil para escolher um conjunto de casos. Assim, quando é apresentado um conjunto de características de uma situação, ela pesquisa casos similares na memória que "melhor se ajustam" as características do problema apresentado. Mas, quando ela é confrontada com um conjunto de casos que são parcialmente ligados, aí um problema surge. Como fazer para determinar quais casos de um determinado grupo (dos melhores), satisfaçam o conjunto de características, quando cada um dos casos satisfaz algumas das características ?

O justificador de **CASOL** não requer que o novo caso seja idêntico ao caso passado. Em domínios realísticos, diferentes traços de informação podem ter implicações equivalentes. Por exemplo, no domínio da mecânica, quando os platinados estão sujos ou queimados ou ainda com uma folga inadequada e, quando as velas estão em más condições, então isto pode levar-nos a pensar que o motor de um carro falhe a uma velocidade elevada.

CASOL pode consertar uma explicação causal que inclui o estado "X" apropriado a uma situação cuja descrição inclui alguma evidência deste estado, por exemplo, uma análise "Y" precisamente, quando a evidência no caso passado chega de um estado diferente. Assim na ligação de características é suficiente que estas sejam evidentes para os mesmos estados no modelo. **CASOL** conduz as características generalizadas do novo caso para logo ir aos estados nas quais estas são evidentes. Este processo de conduzir as características generalizadas a estados existentes, é chamado de "*estados evidentes*"⁽¹⁾, porque eles são estados que manifestam uma evidência na situação apresentada. Na armazenagem, as características de um novo caso que foram

⁽¹⁾ A diferença entre os estados evidentes e as características causais generalizadas é, exatamente, que os estados evidentes são estados que podem estar na explicação causal, e as características causais generalizadas referem-se a estas que estão na explicação dos casos.

usadas na sua explicação causal, serão colocadas aos estados nas quais eles apoiam as "*características causais generalizadas*".

3.3 A escolha do melhor caso.

Uma situação específica pode ter muita similaridade com muitos casos passados. Os sistemas de raciocínio baseados em casos usam a similaridade métrica para determinar quando dois casos são similares e, desta forma, realizar a melhor união de uma quantidade de casos propostos. Uma boa similaridade métrica dá um alto valor aos casos que são similares e um baixo valor aos casos que não são similares. **CASOL** chama uma série de casos, similares ao novo e os coloca em uma lista ordenada, de acordo com esta similaridade métrica. O escore de cada caso recuperado é calculado, usando os estados evidentes do novo caso, as características causais generalizadas do caso recuperado e o número total de características que o caso e o novo caso recuperado têm em comum.

A tarefa de **CASOL** é produzir uma explicação causal, ligando as evidências do novo caso com as dos estados do modelo, quando encontra casos passados que são similares ao um apresentado. Desta forma, ele consegue dar uma explicação causal similar aos novos casos. O relacionamento entre os estados evidentes de um novo caso e as características causais generalizadas de um caso recuperado, são vitais, porque estas são essenciais na ligação dos fatos.

As características causais generalizadas de um caso passado chamam o **RECUPERADOR**: "*eu necessito alguma evidência para alguns estados existentes, com o objetivo de dar uma explicação causal*". Os estados evidentes de um novo caso, também, chamam a ele, "*estes são os estados evidentes que eu posso dar alguma evidência*". Um caso recuperado que encontra evidências para muitas de suas características causais generalizadas, em um novo caso é um bom precedente para que algumas de suas características sejam ligadas pelos estados evidentes do novo caso.

A similaridade métrica usada no sistema, serve para ordenar a ligação de fatos, com o objetivo de produzir a intersecção dos estados evidentes (do novo caso) com as características causais generalizadas (de um caso recuperado) menos o número de variáveis causais generalizadas, que não são ligadas pelos estados evidentes. O objetivo deste ajustamento é evitar a união de casos simples com casos longos. Isto é, casos complexos e amplos, cujas explicações cobrem o caso simples e que tem muitos estados adicionais que vão ser removidos. Quando dois casos têm o mesmo escore, o número de características em comum é usado para quebrar a união.

A similaridade métrica, usada para ligar casos na base de características causais generalizadas, é superior a recuperação de um caso na base de características causais relatadas (não generalizados). Tipicamente, diferentes características de um caso, podem manifestar alguma evidência da existência de um mesmo estado. Desta forma, muitas combinações de características podem conceder uma mesma explicação causal. Quando a um sistema é apresentado um conjunto de características causais generalizadas e este não consegue recuperar um caso passado, ele não pode mostrar uma explicação causal exigida. Mas, ele usa estas características causais como evidências para identificar os estados na explicação da situação. Por exemplo, a Fig. 30 mostra as explicações causais para duas situações que não têm características causais em comum. Mas, as duas explicações são idênticas. Portanto, estes casos representam uma boa união. O objetivo do **RECUPERADOR** é recuperar casos cujas explicações sejam úteis para o novo caso. A generalização e a abstração de características causais, incrementa as chances de encontrar casos passados relevantes. Esta é a abordagem que o sistema **CASOL** utiliza.

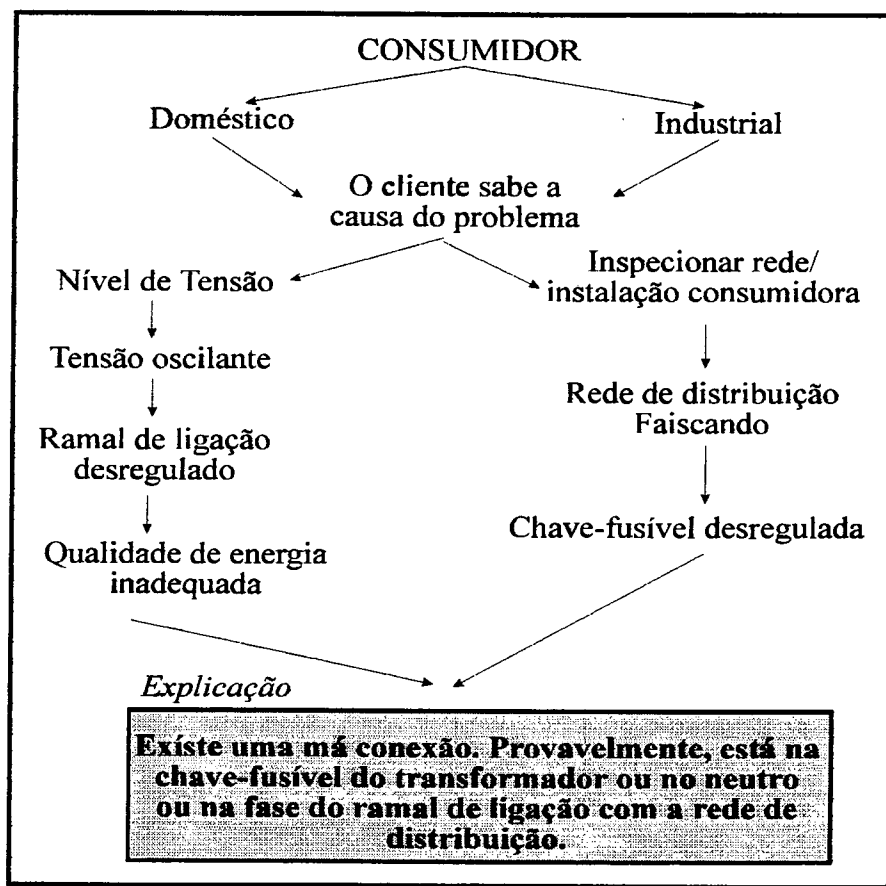


Fig. 30 - Explicações iguais para dois casos com características diferentes.

A máquina de inferência de **CASOL** em primeiro lugar examina um caso recuperado com a mais alta graduação. Em seguida, se este for excluído, por não cumprir certos requisitos, outro caso é recuperado para ser analisado, com um escore mais elevado (correntemente, dentro dos 10% do escore mais elevado). Isto continua até que uma união seja aceita ou não existam mais casos na faixa do escore mais elevado.

Quando as características de um novo caso não são uma evidência para algum estado, que é usado para explicar alguma decisão do caso, **CASOL** reconhece que pode não resolver o caso. Esta situação pode ser vista no domínio da medicina. Por exemplo, quando um médico encontra um paciente com uma constelação de sintomas desconhecidos e, não seja evidente o estabelecimento de um diagnóstico, então, ele procede a consulta de seus livros de patologia. Isto é justamente o que o sistema faz, solicita ao justificador encontrar uma solução para a nova situação.

3.4 A justificativa.

Uma questão importante que se observa nas pessoas que resolvem problemas é quando as diferentes constelações de conhecimentos apoiam uma solução. Nesta consideração, **CASOL** determina quando diferentes características na descrição de uma situação possam apoiar a mesma solução, ao examinar as relações entre as evidências e os estados críticos no modelo de casos. O módulo que executa esta avaliação é chamado de **JUSTIFICADOR**, porque ele justifica a aplicação de um caso recuperado para um novo caso. O justificador conta com um conjunto de heurísticas de domínios independentes com o objetivo de raciocinar com as evidências. Estas heurísticas são chamadas de *princípios de evidência*. Os princípios de evidência raciocinam a partir de conceitos, como linhas de evidência para os estados, como evidências de apoio adicional para os estados e como evidências inconscientes. O primeiro princípio de evidência é usado para determinar quando um estado é excluído pelas evidências do novo caso. As quatro seguintes determinam se uma diferença é insignificante ou consertável e, as duas últimas manipulam as características que têm valores especiais.

(1) *Excluir*. Um estado é eliminado da transferida solução, quando existe uma característica no novo caso que é incompatível com as características deste estado. A incompatibilidade de uma característica coexistindo num estado na solução recuperada, é definida com probabilidade zero. Por exemplo, uma armação enferrujada ou um circuito de iluminação acesso é incompatível no estado da rede choque na instalação.

(2) *Outras evidências*. Este princípio é usado quando uma característica apresentada no caso recuperado, está ausente no novo caso. Este determina se existe outra característica do novo caso que apoie o mesmo estado que a característica ausente. Por exemplo, a característica da rede "o pontalete está caído" no estado do consumidor "falta de energia no consumidor", pode ser apoiada pela característica "armação caída/solta ou danificada".

(3) *As características não relacionadas nos casos antigos*. Este princípio é usado quando uma característica é apresentada só no caso recuperado. Quando uma característica não foi usada em uma explicação causal, sua ausência não tem nenhum efeito em qualquer dos estados na explicação. Assim, estas podem ser ignoradas.

(4) *Apoio aos estados existentes*. Este princípio é usado quando uma característica está presente no novo caso e não no caso recuperado. Este princípio determina se é possível atribuir esta característica da rede a algum estado do consumidor na explicação causal recuperada. É o caso, por exemplo, quando a característica "desbalanceamento de tensão", evidente nos estados "tensão alta ou baixa", aparece só na situação inicial. CASOL verifica a presença de outros estados na recuperada explicação causal.

(5) *As características não relacionadas no caso novo*. Este princípio é usado quando uma característica esta só no novo caso. Este princípio, identifica as características que são anormais, mas não fornece evidências para algum estado existente e, não sugere a existência de um estado novo. Tal característica é declarada como "uma característica não explicável". Isto é, um fato que não foi identificado na pesquisa dos estados existentes no domínio do problema.

(6) *Normal*. Os valores normais (padronizados) não são explicados no programa SIR. Assim, um valor normal no novo caso não é explicado.

(7) *Nenhuma informação*. Quando não existe uma informação para uma característica em nenhum dos casos recuperados e, este tem um valor normal em outro caso. É assumido que esta, no caso formado, terá um valor normal.

(8) *Alguns valores qualitativos* (Proposta). CASOL avalia as diferenças entre as características de um caso com valores numéricos ao transformar estes em graduações equivalentes. Por exemplo, uma falta de energia no consumidor por problemas no disjuntor é equivalente a tratar uma situação de substituição de disjuntor.

Isto é, as características cujos valores estão em uma mesma faixa não são julgados como diferentes. A informação no modelo causal é usada para determinar graduações equivalentes.

O uso dos princípios evidência, não garante um resultado preciso, como a solução apresentada no modelo causal, porque eles não analisam a probabilidade de descoberta. De qualquer forma, eles produzem uma solução a ser validada. Isto é, uma explicação certa para as características complexas de uma situação.

As mudanças que **CASOL** propõe para obter uma solução são pequenas e locais, pelas diferenças consideradas e, por conseguinte, elas são computacionalmente econômicas.

CASOL rejeita uma ligação de fatos quando uma diferença insignificante não pode ser explicada ou quando todos os estados do domínio na solução recuperada são excluídos. Quando todas as diferenças entre o caso novo e o caso recuperado são insignificantes ou consertáveis, as soluções são transferidas do caso recuperado para o caso apresentado.

3.5 A adaptação de uma solução.

CASOL usa as estratégias de conserto para adaptar uma solução passada a um caso novo. Existem três tipos de estratégias correspondendo as duas partes de uma solução: a explicação causal e os planos de ação.

3.5.1 A explicação das estratégias de conserto.

A explicação das estratégias de conserto está associada com as diferenças, entre o caso apresentado e o caso proposto. Os princípios de evidência são estratégias que conduzem e modificam as explicações causais passadas para adaptá-las aos novos casos. Estas estratégias modificam a explicação causal transferida, ao adicionar ou mudar nós ou ligações na hierarquia de conhecimentos. A máquina de inferência de **CASOL** faz seis tipos de consertos:

(1) **Remover estados.** Esta estratégia pode ser invocada em duas circunstâncias: o estado é conhecido como falso ou todas as evidências que apoiam um estado são removidas (as evidências removidas são as características de uma situação apresentada ou estados excluídos durante a justificativa). No primeiro caso, esta estratégia é chamada pela exclusão dos princípios de evidência. No segundo caso, quando uma evidência em um estado está ausente no novo caso ou quando uma causa de um estado

é removida da transferida explicação causal, a máquina de inferência de **CASOL** remove este estado da explicação. Também, o sistema determina se as características identificadas no estado devem ser removidas.

(2) *Tirar evidências*. Esta estratégia de conserto é chamada pelo princípio de *outras evidências* e pelas *características não relacionadas nos casos antigos*. Assim, quando uma evidência, usada na recuperação de um caso, está ausente no novo caso, esta estratégia tira a característica e algumas de suas ligações.

(3) *Adicionar evidências*. Esta estratégia é chamada pelos princípios de *outras evidências* e *apoio aos estados existentes*. Esta estratégia adiciona uma linha de evidência a uma explicação causal e ligações para estes estados na qual esta existe.

(4) *Substituir evidências*. Esta estratégia é chamada pelo princípio *alguns valores qualitativos*. Isto é, quando dois valores numéricos têm o mesmo valor qualitativo, esta estratégia de conserto substitui o valor novo pelo anterior, como uma evidência para o novo estado.

(5) *Adicionar estados*. No processamento de informação, **CASOL** adiciona estados para uma explicação causal quando uma característica está sendo explicada e tem só uma causa. Esta estratégia de conserto é chamada pelo princípio de *apoio aos estados existentes*, porque ela é descoberta quando **CASOL** está pesquisando os estados existentes que provocam esta característica. Quando uma evidência tem uma única causa possível, este estado é adicionado para a explicação causal. Desta forma, **CASOL** examina as ligações dos estados existentes e as características na explicação causal (usando a estratégia *adicionar ligações*).

(6) *Adicionar ligações*. Esta estratégia é chamada pela estratégia de conserto *adicionar estados* e é usada para adicionar uma ligação causal entre dois estados.

Depois que as explicações de conserto são completadas, **CASOL** executa as mudanças ou correções nos planos de ação.

3.5.2 O diagnóstico e os consertos de planos de ação.

A atividade de diagnóstico é geralmente colocada na categoria mais ampla das atividades de resolução de problemas de indução de estruturas. Neste contexto, esta atividade é descrita como um processo de identificação das classes na qual aparece a

situação tratada. Este processo consiste em estabelecer uma correspondência entre a situação apresentada e os descritores das classes conhecidas.

Os trabalhos realizados em diagnóstico médico (associação entre sintomas e patologias) têm grandemente contribuído à determinação nesta concepção orientada à classificação da resolução de problemas. O modelo geral das situações de diagnóstico é baseado em três mecanismos sucessivos: a abstração dos dados, a aplicação de heurísticas e o refinamento da informação. O domínio da validade desta concepção fica às vezes limitado em áreas que existe uma categorização de problemas. Nas situações onde esta condição não é verificada, a atividade de diagnóstico não pode ser colocada como uma simples atividade de classificação.

Uma das características da atividade de diagnóstico nas situações de trabalho reside em que o seu resultado não é o objetivo final do operador. Esta atividade na maioria das vezes finaliza em uma tomada de decisão que pode concretizar uma ação imediata ou diferida, ou mesmo pela ausência da uma ação.

A atividade de diagnóstico é influenciada pelas características de uma situação e depende do domínio na qual ela é estudada. Por exemplo, em situações de alto risco onde as restrições temporais são fortes, a tomada de decisão deve, às vezes, ser extremamente rápida. O nível de profundidade do diagnóstico, realizado pelo operador, pode variar em função da pressão temporal e de uma estimativa dos riscos assumidos (Wood & Roth & Pople, 1987A/B; Cacciabue, 1988).

Hoc (1989b) por exemplo caracterizou cinco componentes na atividade de diagnóstico:

- (1) A aquisição de índices para realizar uma exploração mais ou menos controlada do ambiente e para orientar a pesquisa por meio de hipóteses prévias;
- (2) A geração de hipóteses que fazem intervir os diferentes níveis e tipos de conhecimentos. Estas hipóteses (armazenadas) permitem orientar as estratégias de tomada de informação e, a sua vez, reduzir o processo de raciocínio (Wood & Roth & Pople, 1987A/B);
- (3) A interpretação de índices, ao comparar os conhecimentos apresentados com os armazenados, levando-se em conta os diversos elementos (por exemplo, os valores de certos parâmetros, contexto, etc.), a fim de fornecer uma explicação coerente do ponto de vista do operador;

(4) A avaliação das hipóteses pode ser realizada pela confrontação entre os dados observados e os previstos, ou por intervenção direta do operador;

(5) A localização de um componente defeituoso. Este aspecto é característico quando o operador localiza o elemento responsável de uma falha num dispositivo.

A combinação e ordem dos diferentes componentes determinam o tipo de estratégia de diagnóstico a utilizar e, esta muda segundo a situação a tratar e o nível de experiência do operador.

A atividade de diagnóstico é um mecanismo no sistema que vai depender do caso ou aos casos selecionados e do processo de sua adaptação ao caso apresentado.

Neste módulo, a dependência da máquina de inferência do sistema (**CBR**) torna-se indispensável. Ela trabalha um conjunto de heurísticas em uma pequena memória de casos selecionados (atividade do filtro cognitivo), com a finalidade de produzir interpretações ou dar soluções ao problema apresentado.

O processo de diagnóstico no **CASOL** é entendido como um interpretador dinâmico que pode ser ativado durante um determinado período de tempo e interromper suas ações em um determinado momento, quando as questões formuladas são incoerentes.

Interpretada as características de um problema, uma explicação, um plano de ação ou novas soluções podem ser criadas e reportadas na interface do sistema. Desta forma, **CASOL** tem a habilidade no reconhecimento e diagnóstico das situações apresentadas.

Neste sentido, o diagnóstico e os planos de ação são deduzidos de um conjunto de situações similares passadas. Eles tomam lugar depois que acontece o conserto de uma explicação causal. O diagnóstico de uma situação é simplesmente uma lista de estados do consumidor ligados as características da rede distribuição que contém a explicação causal de uma situação passada. Por exemplo, a explicação causal da Fig. 31 indica o diagnóstico de uma falta de fase com pára-raios estourados ou queimados. As estratégias de conserto no diagnóstico adicionam e removem estados da transferência diagnóstico. Quando um estado do domínio é removido de uma transferência explicação causal, durante o conserto de uma explicação, o correspondente diagnóstico é removido da lista de diagnósticos dos casos passados. Quando um estado de diagnóstico é

adicionado para uma explicação causal, ele é colocado automaticamente na lista de diagnósticos dos casos.

Os planos de ação são derivados dos estados objetivos das explicações causais nos casos armazenados. Eles estão no modelo causal como componentes nos estados. Por exemplo, a explicação causal na Fig. 31 produz só um plano de ação, o qual é associado com uma característica da rede de distribuição. As estratégias de conserto sugerem um plano de ação quando um estado é adicionado para uma explicação causal. Eles removem uma sugestão quando o estado que foi associado com está, é removida da explicação causal.

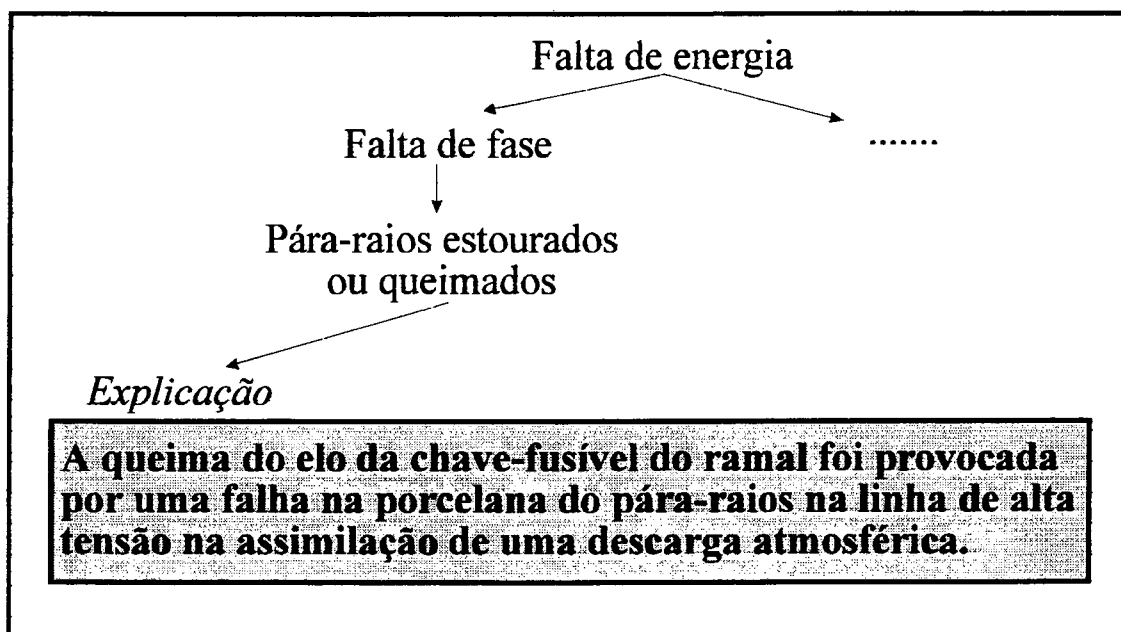


Fig. 31 - Explicação causal de um caso com falta de fase com pára-raios estourados ou queimados.

3.5.3 O armazenamento e as características de avaliação.

CASOL armazena cada caso que resolve e sua solução na memória de casos para posteriormente usá-los na resolução de problemas. Novos casos são armazenados na memória indexada, que descrevem um caso e suas soluções (explicação causal e planos de ação).

Existem duas estruturas no CASOL que são usadas para armazenar as generalizações: o MOP_característica e o MOP_causal. No MOP_característica, os casos são recuperados e armazenados por suas características. Os casos são armazenados no MOP característica quando um caso novo é apresentado ao sistema.

No **MOP_causal**, os casos são recuperados usando seus estados evidentes. Eles são armazenados usando suas características causais generalizadas depois que uma explicação causal para o caso é determinada.

Um caso é indexado na memória pelas características que lhe identificam. Em trabalhos de raciocínio baseados em casos, o maior esforço é dado em selecionar as características de um caso, que posteriormente serão usadas como índices para armazená-los e recuperá-los. **CASOL** indexa um caso por suas características. Esta abordagem tem duas vantagens:

(1) Nem sempre podemos determinar as utilidades de uma característica antecipadamente. Nosso esquema mostra as características úteis que são determinadas pela experiência. Para cada caso que este resolve, **CASOL** incrementa o peso de importância das características que foram usadas na pesquisa de uma solução, porque as características aleatórias ocorrem raramente e as características úteis caem dentro do campo de estudo.

(2) O mecanismo de indexação é muito simples. Este sempre indexa algum caso por todas suas características e não diz quais são significativas ou preditivas.

CASOL faz deduções simples e complexas, dos casos resolvidos, ao encontrar uma similaridade entre um caso novo e os casos existentes na memória. Isto é conhecido como "dedução baseada na similaridade". **CASOL** faz deduções de novas situações por similaridades entre fatos, ao reconhecer suas co-ocorrências. No **MOP_característica**, **CASOL** analisa todas as características de uma situação, inclusive as não relacionadas. Algumas características que descrevem uma situação não são usadas na análise no modelo causal de casos e, portanto, nunca serão consideradas como importantes (por exemplo, as características circunstanciais). Algumas destas características podem ser relacionadas (podendo ser preditivas) a estados no modelo (por exemplo, as características que identificam e complementam uma situação). Usando a generalização baseada em similaridade para apreender novas associações entre as características e as soluções de um caso, **CASOL** pode aumentar o conhecimento no modelo causal de casos. Também, quando ele faz deduções com situações similares, reduz os efeitos de incerteza (por exemplo, as características pouco importantes na descrição de um situação) no desempenho do programa. Isto é, as características falsas (ou informações não úteis) ocorrem aleatoriamente, enquanto as características importantes ocorrem com regularidade nos casos apresentados pelo programa.

CASOL pode armazenar um caso novo ao criar uma descrição usando só o estado observado (por exemplo, ignora uma evidência específica para estes estados e ignora estados internos com nenhuma evidência interna). Estas são as características causais generalizadas descritas na seção 3.2. O caso novo é indexado no **MOP_causal** por suas características causais generalizadas. Isto é um aperfeiçoamento ao usar as características de entrada como índices para sua armazenagem, porque coloca ou enfatiza os estados na explicação causal de uma situação melhor que, uma evidência específica para estes estados. Desta forma, **CASOL** aceita uma evidência para um estado, como um substituto para algum outro traço de evidência para este estado, e isto faz sentido, ao mostrar o processo de lembrar e de ligar casos na base de classes de evidências.

Separar as características causais generalizadas e dar a elas uma prioridade na ligação de fatos, têm um efeito; determinar a importância das características por meio da experiência. É razoável pensar assim, porque a utilidade de uma característica nem sempre pode ser determinada previamente. Isto mostra também, que a pessoa que soluciona problemas, faz diferentes tipos de mudanças nos problemas que lhe são apresentados. Dar um peso extra as características causalmente relacionadas é razoável, porque causalidade freqüentemente indica quais destas são importantes, para a ligação de fatos, em um caso.

A re-avaliação da importância das características é de valor, quando os tipos de problemas apresentados para o programa mudam com o tempo. Por exemplo, um programa no domínio da mecânica pode razoavelmente fazer uma generalização de um grupo de estados que representem simultâneas ocorrências como falta de gasolina, sujeira na válvula, escapamento de ar na admissão e o carburador afogado em um carro (este é um indicio de que a bomba de combustível elétrica, está com ruídos e funciona com grande rapidez), baseado na sua experiência, quando foi apresentado com tais situações.

Para colocar novos casos em memória, o armazenador necessita indexá-los pelas mesmas características que o recuperador usa para encontrá-los: as características que identificam o caso e suas soluções apropriadas.

A máquina de inferência de **CASOL**, incorpora quatro módulos:

(1) O módulo de recuperação pesquisa e encontra casos passados na base de conhecimento. Isto é, ele realiza "*a melhor ligação*" de casos passados na memória do sistema;

(2) O módulo de adaptação modifica os casos recuperados que respondem as características apresentadas de uma situação;

(3) O módulo de justificativa avalia e justifica o caso criado, pelas evidências e estados críticos no modelo causal de casos e,

(4) O módulo de armazenamento ("organizador de memória"). Este coloca um caso completo na memória e é indexado por suas características. Assim, o caso identifica uma situação e suas soluções possíveis.

3.6 A passagem de informação entre os diferentes níveis cognitivos.

A máquina de inferência de **CASOL** reutiliza os casos passados (experiências da vida real), e os adapta para novas situações. Isto funciona da seguinte maneira: um conjunto de características são analisadas pelo **RECUPERADOR**, o qual pesquisa na memória de casos, um caso que satisfaçam as características da situação. O resultado é um caso passado ou um conjunto de casos com características similares ao apresentado.

Estes casos são enviados ao **JUSTIFICADOR** que adiciona ou substitui as características ou as explicações causais do caso, unido por meio dos princípios de evidência, com o objetivo de satisfazer o melhor possível as condições do caso apresentado. Uma vez justificada a solução, o caso é estruturado e os resultados são adaptados à situação inicial pelo **ADAPTADOR**. Dificilmente, um caso pode falhar, porque os princípios de evidência criados no justificador, são obtidos da análise ergonômica do operador e estes garantem este processo. Uma vez que um caso é recuperado, modificado, consertado ou enriquecido, justificado e adaptado, ele é enviado ao **ARMAZENADOR** (organizador de memória), para colocá-lo na memória de casos. O armazenador indexa um novo caso por suas características e soluções. Assim, estes podem ser usados outra vez em circunstâncias similares no futuro.

CASOL faria duas coisas ao construir um caso. Ele examina um conjunto de características, na sua memória de casos, que satisfazem o conjunto de características apresentadas e, por outro lado, testa o caso modificado ou construído contra os casos mais confiáveis do mundo real. Para poder realizar estas funções, **CASOL** altera sua visão do mundo ao adicionar novos casos indexados por suas características e soluções.

O fato, que o processo de diagnóstico e de aprendizado estão intimamente ligados na teoria de diagnóstico baseado em casos, não é um acidente. A força da máquina de inferência destes sistemas, usando esta teoria, é diretamente dependente de sua habilidade de voltar a usar casos passados e, a única forma de voltar a usá-los efetivamente, é considerando seriamente o conceito de aprendizado.

4. A estrutura da memória.

Normalmente as experiências de uma pessoa são reorganizadas na base de situações similares e normas culturais (Schank, 1982). A abstração e o processo de generalização de um conhecimento se produz por meio da experiência e, esta é uma parte fundamental do processo de entendimento. A similaridade de eventos produz a abstração e a sua reorganização na memória humana (Vergara, 1990B; Kolodner, 1983 A/B). De forma que, a chave do entendimento é uma contínua criação de novas estruturas de alto nível, pela similaridade entre as diferentes experiências que são registradas.

Por outro lado, entender é lembrar e lembrar é encontrar uma correta estrutura em memória que processe uma informação. As pessoas entendem em termos do que elas compreenderam no passado. Existem diferentes tipos de estruturas para armazenar a informação. Por exemplo, os **MOPs** ("Memory Organization Package"), os cenários, os Scripts, os **TOPs** ("Thematic Organization Point"), etc.

4.1 Os MOPs.

As maiores pesquisas sobre o entendimento e a criatividade estão orientadas para compreender nossa habilidade de ver conexões e deduzir relações entre eventos (Schank, 1982). Todavia, quando as relações trazidas estão entre os episódios de comer em um restaurante e outro episódio similar, o sentido de criatividade no entendimento é limitado. Frequentemente, as pessoas processam na sua memória relações de nível mais elevado. Por exemplo, observamos como os eventos em um contexto são iguais a outros. Também deduzimos conclusões de nosso comportamento, de repetidas experiências nas diferentes situações.

Em essência, tratamos com o problema de aprendizado de uma espécie específica. Quando uma pessoa atua incorretamente em uma situação e sofre as consequências, esperamos que ela aprenda com esta experiência. Assim, no aprendizado pela experiência, as pessoas se tornam mais confiáveis e reconhecem as similaridades de eventos nas diferentes situações.

Um **MOPs** é uma estrutura de alto nível em memória, a qual armazena informação particular em algum campo de conhecimento. Os **MOPs** representam generalizações ou conclusões de eventos abstratos. Histórias ou casos (experiências da vida prática) estão ligados a um **MOPs** e são alocados por suas diferenças. Em geral, três tipos de informação podem ser armazenadas dentro de um **MOPs**:

(1) *Informação esperada*. Os **MOPs** contêm um conjunto de informações esperadas de alguma situação, que pode acontecer sob certas circunstâncias dentro destes **MOPs**;

(2) *Informação estática*. Esta é o conhecimento de uma situação que descreve o que está acontecendo, quando um **MOP** é ativado;

(3) *Informação relacional*. Esta inclui características de uma situação que ajudam a ligar um **MOP** com outras estruturas em memória.

A chave para lembrar, organizar uma memória e generalizar eventos é a habilidade de criar novas estruturas que enfatizam, o significado abstrato de uma combinação de episódios (Schank, 1982). As estruturas que representam esta abstração em domínios independentes é chamado de "*Memory Organization Package*" ou **MOP**. Os **MOPs** são responsáveis por nossa habilidade nos seguintes aspectos:

- lembrar uma história que ilustra um ponto comum;
- lembrar uma história antiga pela apresentação de seus eventos;
- mostrar as ocorrências de eventos e tirar conclusões;
- aprender informação de uma situação que será aplicada a outra e,
- diagnosticar e predizer o resultado de uma situação.

Assim, os **MOPs** são convenientes coleções de memórias que envolvem características, explicações e planos de ação, de um conjunto de situações, escritos em termos de um vocabulário abstrato para, posteriormente, serem utilizados através do domínio. Para que uma lembrança aconteça é necessário que duas situações sejam similares em objetivos, em características importantes ou em outras condições. Isto é, a informação inicial representa as características de uma situação a analisar e neste sentido, uma lembrança deve ser produzida na memória.

Um **MOP** é considerado relevante quando uma lembrança acontece com suas respectivas características.

Um **MOP** extraído da estrutura da memória por similaridade pode ser alterado em um contexto geral (as características, as explicações, os planos de ação e os resultados fracassados). Dentro de um **MOP**, um conjunto de modificações podem alterar as futuras decisões (os planos de ação, por exemplo).

No **CASOL**, os **MOPs** têm dois componentes: as características usadas para indexar um estado do domínio (normas do **MOP**) e, os eventos ou as experiências ocorridas. Um conjunto de informações dentro de um **MOP** conduzem a analisar uma problemática no domínio. **CASOL** armazena os **MOPs** em uma rede discriminada, indexado pelas características que descrevem o problema. Da mesma forma, **CASOL**, ao pesquisar um **MOP**, extrai algumas características que identificam e explicam o problema e sugere alguns planos de ação para tratá-los.

É importante notar, aqui, que existem dois fatos fundamentais: primeiro, as estratégias de conserto são organizadas pelos problemas que eles resolvem, isto é, a interação das características de uma situação são usadas para organizar o conserto. Esta é a parte estrutural da noção de usar os **MOPs** no diagnóstico. A segunda idéia, é composta pelo conteúdo real dos diferentes **MOPs** e as estratégias apresentadas na sua justificativa.

4.2 O porque de usar os **MOPs** ?

Em **CASOL**, os **MOPs** são utilizados para organizar os elementos estruturais que contém as características generalizadas (normas) de um conjunto de situações similares. Isto é necessário, porque as diferentes características de uma situação são indexadas para fornecer uma explicação causal particular, ao invés de usar a descrição de uma explicação causal de uma situação indexada em um **MOP** e trazer suas características que a geram. Nesta situação, qual é a função real do **MOP** em **CASOL** ?

A resposta a esta questão tem três partes: a primeira parte da resposta é que **CASOL** usa os **MOPs** para organizar casos ou histórias acontecidas nos diferentes estados do domínio. Este utiliza-os para orientar o processo de aprendizagem de novos casos. Cada **MOP** indica, na sua estrutura de normas que eles organizam, quais características de uma situação são preditivas para um problema determinado, porque cada **MOP** armazena uma configuração causal particular, que contém uma informação geral e os aspectos mais importantes de uma situação, com o objetivo que **CASOL** possa realizar seu trabalho. **CASOL** usa **MOPs** para indicar quais aspectos de uma situação são preditivos, ao realizar o diagnóstico de uma situação, porque os **MOPs** indicam as circunstâncias causais generalizadas da situação e, também, quais características são importantes no problema apresentado.

A segunda resposta à questão da funcionalidade de um **MOP** é a indexação de casos. **CASOL** indexa os casos em um **MOP** e, estes relatam as características de uma

situação. O diagnóstico de um problema descrito em um **MOP** é usado para encontrar um caso que resolve este problema. Desta forma, os **MOPs** mostram ao sistema um conjunto de casos análogos que ajudam a resolver problemas comuns.

Os diferentes casos indexados em um **MOP** são similares na configuração causal do problema. Cada **MOP** é usado para indexar os casos que tratam com os diferentes exemplos de uma situação causal simples. Assim, cada **MOP** atua como um mecanismo de acesso que liga problemas correntes a casos análogos em memória, com a finalidade de avaliá-los.

A última parte desta resposta está ligada a idéia básica de usar episódios passados para armazenar informação que eles tratam. Em **CASOL**, os casos armazenam um conjunto de informações que descrevem um problema e, estes são pesquisados com a finalidade de tratar com a causalidade de um problema corrente, a qual é descrita em um **MOP**. A utilização de um **MOP** nesta forma, faz sentido. Os **MOPs** têm uma grande importância na estrutura da memória de casos, ao armazenar informações relevantes na avaliação de uma situação.

Em **CASOL**, os **MOPs** organizam um conjunto de características que indicam quais são preditivas (as mais importantes) e como estas estão ligadas a um conjunto de casos passados, produto da experiência. Também, eles têm a particularidade de organizar casos que podem avaliar uma situação comum. Enquanto muitas destas funções poderiam ser implementadas dentro do uso de um **MOP**, outros usam os **MOPs** para descrever situações particulares causais e para organizar inferências destas situações. O ganho funcional no uso de um **MOP** é a forma de organizar as estruturas que identifiquem um conjunto de situações.

4.3 Os MOPs no entendimento e no diagnóstico.

No livro "Dynamic Memory" (Schank, 1982), Schank sugeriu a idéia de um conjunto de estruturas organizadas e diferenciadas por seus elementos. Estas estruturas têm informações organizadas que descrevem um conjunto de episódios na memória. Ele chamou a estas estruturas "*Memory Organization Package*" ou **MOPs**. A concepção existente nesta idéia é justamente o conceito fundamental de uma ação primitiva "ATRANS" (mais informação em Schank & Abelson, 1977), usada para armazenar inferências que relatam um grupo ações ou, um conjunto de estruturas narrando as interações entre estas ações com as características de um problema apresentado. Estas situações com seus fatos, abstraídos e generalizados, armazenariam tais interações.

Schank (1982), também relatou que estas estruturas seriam utilizadas no entendimento de duas formas: para apoiar as informações esperadas de uma situação e para recuperar lembranças de situações passadas que são similares a uma comum.

Informações específicas podem ser obtidas pelas similaridades entre duas situações. Os detalhes de um acidente nuclear podem prover expectativas específicas no entendimento de outro acidente nuclear. Por exemplo, podemos prever o desastre nuclear em "TOMSK-7" (ex-URSS) ao fazer uma analogia com o desastre nuclear em Chernobyl. Neste sentido, podemos confirmar o que aconteceu em "TOMSK-7", porque lembramos que os problemas de insegurança nos vazamentos ou nas instalações elétricas das velhas usinas instaladas neste país, provocaram o desastre nuclear de Chernobyl.

Quando as informações preditivas e esperadas de uma situação são armazenadas em um **MOP**, a máquina de inferência de um sistema pode prever ou recomendar na base das interações entre os elementos desta experiência. Estas estruturas que armazenam estas informações permitem à máquina de inferência apreender destas interações, ao comparar repetidos exemplos e fazer seu armazenamento.

A opção de formar estruturas na memória que correspondam as interações entre as características de uma situação (uma história), melhor que os objetivos ou as características individuais, faz com que a máquina de inferência tenha acesso às expectativas que descrevem estas interações. Neste sentido, ela apreende mais acerca deles ao assimilar e conduzir as características a estados similares.

O uso de **MOPs** no diagnóstico é o mesmo que entender um **MOP**, porque estes são estruturas na memória que declaram as interações entre as características, as explicações e os planos de ação de uma situação. Em **CASOL**, cada **MOP** descreve um conjunto de estruturas generalizadas e estes contém um conjunto de histórias que são diferenciadas por seus elementos em termos de um vocabulário causal, efeitos e planos de ação. No lugar de armazenar um conjunto de inferências acerca de uma situação determinada.

O processo de diagnóstico num sistema por meio de **MOPs** consiste em utilizá-los em situações que envolvem as características de uma situação e o diagnóstico de um caso passado. Isto é, o contrário de entender um **MOPs** que organiza uma

inferência. Os **MOPs** organizam passos que a máquina de inferência de um sistema percorre para solucionar um problema.

O **MOP** discutido neste capítulo foi inserido em **CASOL**. Estes são construídos por meio de um vocabulário geral de interações causais (ver Fig. 32). O detalhe descritivo do **MOP** mostra a riqueza conceitual de uma situação. Como resultado disto, **CASOL** usa os **MOPs** para o diagnóstico e assim, é hábil para assimilar um problema em grande detalhe e sugerir uma ampla variedade de soluções para cada problema apresentado.

5. O planejamento da memória.

Em muitos ambientes da cultura popular fala-se dos mistérios dos computadores e da **I.A.**. Por exemplo, será que os computadores inteligentes vão ter memórias superiores aos dos seres humanos. A memória inserida neles poderam processar com grande nitidez vastas bibliotecas de conhecimentos e, assim, poder lembrar situações passadas, necessitadas para o presente. Na verdade, na memória de uma máquina é construído um modelo defeituoso de como ela deve trabalhar. Muitos projetistas não consideram o fato que, quando uma memória não é retro-alimentada de informações, a pesquisa de algum conhecimento tende a falhar, porque a prótese da memória humana implantada em um "hardware" decai lentamente com o tempo e no processamento das informações.

O problema desta visão é a fraca concepção da estrutura da memória. Ela para ser funcional requer de dois elementos: os fatos a serem armazenados e a sua organização. Normalmente, no raciocínio dos sistemas só o primeiro requerimento é considerado. Uma memória sem organização, nem noção de como encontrar os fatos armazenados, é tão inútil como uma biblioteca sem um cartão de catálogo. Esta contém informações, mais é inacessível. A melhor estratégia para tal situação é justamente, relacionar as memórias ou os livros aleatoriamente e verificá-los com a descrição pesquisada até que uma solução é encontrada.

Definir uma memória requer mais que uma simples descrição do conhecimento que vai ser armazenado. Ela necessita uma descrição de como estes itens devem ser armazenados e organizados, isto é, como serão indexados e pesquisados para posterior uso.

Uma memória é definida pelos objetos que ela armazena, o vocabulário usado para armazená-los e a máquina inferência usada para encontrá-los.

5.1 A função da memória.

As informações de uma biblioteca são organizadas de uma forma rígida. Por exemplo, os livros são indexados pelo autor, título e tópicos de uma matéria. Estes são indexados assim, porque eles são usados desta forma e suas características determinam sua função.

Muitos pesquisadores têm dado pouco crédito para uma organização inteligente dos conhecimentos ao examinar e descrever a memória humana, e formulá-la na memória de uma máquina. Eles pensaram a memória como uma base de conhecimento estática. Eles não consideraram o raciocínio dentro dela como algo organizado e indexado. Pelo contrário, eles pensaram que as características que controlam, o que uma pessoa está lembrando de uma situação para outra, é um processo por natureza aleatório.

Por exemplo, Gentner (Gentner & Landers, 1985) e Holyoak (Gick & Holyoak, 1983) têm argumentado que as características usadas para o controle da lembrança, por meio da analogia, esta baseado nas similaridades superficiais entre duas situações. Ainda mais, Holyoak tem também, proposto um modelo de memória para o planejamento que faz uso de uma espalhada ativação de casos através de um conjunto de características que ligam episódios. O problema deste trabalho como muitos outros de organização de memória, é que eles *observam a memória de uma forma abstrata, fora da função que esta realiza*. Acredito que eles estão ignorando as tarefas que são executadas pelos sujeitos (na experiência) quando estas memórias são ativadas. Desta forma, seus resultados não levaram em conta as necessidades da tarefa executadas ou precisamente, a informação que os sujeitos tinham memorizado como resultado de uma solução parcial destas tarefas.

Observar o funcionamento da memória desta forma, induz a uma falta de atenção para questões como: qual é a função dela? Gentner e Holyoak estão interessados só nos detalhes de similaridades entre episódios individuais envolvidos na lembrança de um fato para outro. Ambos ignoram o fato de que a lembrança de um episódio para outro é uma lembrança de toda uma memória. Eles esquecem que sua tarefa não é justamente, explicar como um episódio foi encontrado, mas também, explicar o por que outros não foram encontrados.

A idéia aqui é simples. Uma memória existe para satisfazer uma função e qualquer estudo de memória tem que ser em termos desta função. Quando uma memória não serve a uma função, então o que estamos estudando ?

Na situação pesquisada, as características usadas para indexar uma ocorrência tem um relacionamento funcional. O vocabulário usado para indexar os episódios e a escolha das características de uma situação utilizadas para encontrar estes episódios, são decididas pelas necessidades do programa que faz uso da memória que as definem.

Toda organização de memória deve declarar qual é sua função. O conteúdo dos objetos armazenados na memória, o vocabulário usado para indexá-los e, as características usadas para sua pesquisa surgem das necessidades do processo que estão usando.

5.2 A memória de CASOL.

Um caso na memória de **CASOL** é indexado pelo menos por três descritores: as características que descrevem uma situação, as explicações e os planos de ação a serem aplicados. As características são indexadas pelos fatos que determinam suas utilidades. Para um caso na memória isto significa, quais são as características que o caso satisfaz. Para uma memória de casos consertados isto significa, as diferentes situações pela qual vários consertos particulares são úteis. Neste sentido, **CASOL** usa várias memórias implementadas em uma simples rede, como uma coleção de objetos interligados.

No modelo, as diferentes memórias são colocadas em estruturas independentes. Uma memória é um conjunto de informações agrupadas dentro de um **MOP** e dentro deste se identificam um conjunto de casos, produto da experiência. Os conceitos (abstratos e generalizados) são agrupados e descritos em um **MOP** como normas. Estas características ou normas definem um conjunto de casos (geralmente são dois ou três casos) ligados a este **MOPs** e indexados por suas diferenças. A memória de casos é implementada em uma rede discriminada, indexada por suas características e problemas que provavelmente evitam.

Todas as memórias dinâmicas em CASOL respondem por suas características. Assim, um caso pode proporcionar informação para reconhecer uma situação, produzir uma explicação, fazer seu diagnóstico e dar um conjunto de planos de ação e em algumas situações, evitar problemas que têm-se encontrado.

5.2.1 A implementação da memória de nós.

Em **CASOL**, os **MOPs** são estruturas organizadas de conhecimentos abstratos e generalizados de um conjunto situações e, são utilizados para armazenar um conjunto episódios específicos. Cada **MOP** tem informação de dois ou mais casos indexados neste **MOP**. A *lista de características* armazena as características presentes na descrição de pelo menos 2/3 dos casos neste **MOP**. Cada predicado nesta lista tem três

elementos: o nome da característica, o valor da característica e o número de casos indexados que ligam esta característica neste **MOP**. A *lista diferença* tem índices que são usados para diferenciar uma quantidade de casos indexados neste **MOP**. A *lista causal* tem uma lista de estados que são comuns para a explicação causal de todas as situações apresentadas, indexadas neste **MOP**. E finalmente, um contador de nós que registra a quantidade de casos indexados neste **MOP**.

5.2.2 A memória de casos.

O mais importante recurso de **CASOL** é sua memória de casos passados. Esta memória é usada para encontrar casos passados quais são adaptados a situações comuns e também, usada para armazená-los para seu posterior uso.

Ao construir um caso na memória, duas considerações são importantes: a forma como os objetos são armazenados e o vocabulário usado para seu armazenamento. Neste sentido, os objetos armazenados são casos específicos e o vocabulário usado para indexá-los é extraído de suas características e dos problemas que eles evitam.

Armazenar casos (ou experiências) de específicas circunstâncias é melhor que armazenar versões generalizadas de situações na memória. Mas, isto não significa que não existe generalização. A generalização é, justamente o nível das características usadas para indexar melhor os casos. Assim, estes podem ser recuperados para serem usados em situações onde eles, parcialmente ou totalmente, satisfazem as características da situação apresentada. Isto significa, que o sistema pode trazer casos, usá-los, modificá-los em uma forma muito ampla e logo armazená-los para posteriormente voltar a usá-los em outras situações similares (ver Fig. 34).

Em **CASOL**, os casos são histórias que o sistema reconhece. A representação de um caso inicial e os casos que **CASOL** cria são idênticos. Cada caso tem um conjunto de características e de planos de ação e, estes descrevem um conjunto de eventos que definem um estado do domínio. *Um caso é definido como uma história que descreve uma situação particular.* No domínio de **CASOL**, isto significa que cada caso é um esquema como é mostrado na Fig. 18. Esta informação não limita os tipos de elementos que podem ser incluídos nos casos. Ela define a estrutura de um caso e seus elementos a satisfazer.

Cada caso que o sistema aloca dentro de sua memória tem um conjunto de características associados com ele. Estas características são inferidas do conhecimento de uma ocorrência em uma situação particular. Em **CASOL**, isto significa casos que

especificam o estado do consumidor (falta de energia no consumidor, passagem de energia para terra, tensão oscilante, etc.) e as características da rede (sobretensão na rede, pontalete caído, choque na instalação, etc.). Por exemplo, um caso que inclui o serviço comercial afeta a certos objetivos específicos do domínio (por exemplo, o consumidor foi desligado a pedido ou o consumidor foi desligado pelo C.O.D.).

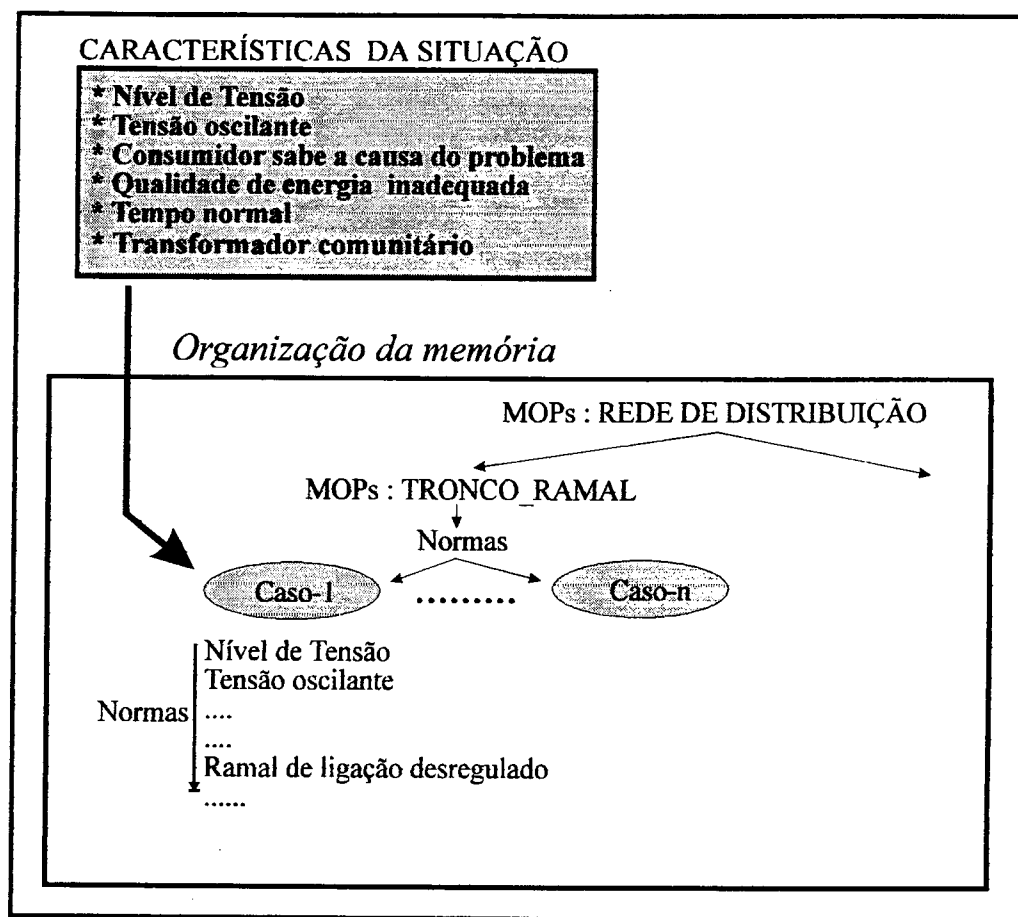


Fig. 32 - As características de uma situação apontando um caso.

Um conjunto de casos resultam inúteis, quando eles não podem ser trazidos em um determinado tempo. Por isso, necessitamos casos e uma organização de memória. Mas, a questão de organização de memória é atualmente uma questão de função ou de uso. Assim, qual é a função da memória de casos, que usa casos individuais a serem trabalhados? Em resposta a isto, começamos da básica necessidade de um recuperador de casos e expandimos a memória quando as necessidades são cada vez maiores.

Em CASOL por exemplo, as características que definem uma situação de iluminação pública, apontam para um ou mais casos que confrontam com esta situação.

Tal ligação na memória de **CASOL**, mostra os diferentes caminhos para encontrar os casos que satisfaçam o conjunto de características apresentadas.

Em cada caso na memória encontram-se suas características e suas explicações. Também, seus planos de ação e suas ações a evitar.

Freqüentemente, um sistema que tem como objetivo o diagnóstico de uma situação, por meio de casos, tem armazenado um conjunto de casos, simples ou complexos, que satisfaçam estas características. Por isso, é necessário uma memória de casos que seja organizada por simples ligações entre as características. Isto é, alocar um conjunto de características na memória e em resposta obter, um caso que satisfaça todas elas, se é que existe. A memória de um sistema baseado em casos tem que ser desenhada, de tal forma, que vários caminhos possam ser usados para encontrá-los na memória.

A memória de um sistema que tem como missão o diagnóstico de uma situação por meio de casos, tem que ser organizada de tal forma, que várias características combinadas podem ser usadas na sua pesquisa.

Uma forma de implementar na memória um conjunto de características indexadas em objetos, é através de uma rede discriminada. Para organizar e trazer casos pelas características que eles satisfaçam, a memória de **CASOL** é implementada como uma rede de casos na qual os discriminadores são as características que cada caso satisfaz. Dado um conjunto de características tais como inspecionar a rede ou a instalação consumidora, o transformador está enferrujado e é comunitário, e a situação do tempo é normal. Com esta informação **CASOL** pode encontrar através da rede discriminada um caso em memória que satisfaça estas características.

A organização básica de um caso em CASOL é em uma rede discriminada de casos indexados por suas características.

Existe uma perda muito grande de tempo quando um sistema, baseado em casos, não encontra uma experiência na memória que satisfaça todas as características de uma situação. Neste momento, "*a melhor ligação*" que o sistema faz, será um caso que satisfaça só algumas de suas características. Assim, os casos que satisfaçam as características similares às apresentadas podem ser identificados. De forma que, um conserto possa ser realizado na sua estrutura de conhecimento.

Imagine que **CASOL** está tentando encontrar um caso que seja similar a um problema apresentado (inspecionar rede/instalação consumidora), que inclui o fato a "*rede de distribuição está faiscando*". Imagine que na memória do sistema não existe

tal caso. Mas, existe outros casos com características similares, como o caso "inspecionar rede/instalação consumidora", que inclui "mau funcionamento de equipamentos e componentes da rede" e um caso de nível de tensão que inclui a característica "qualidade de energia inadequada". Seguindo a corrente do raciocínio baseado em casos, estes dois casos podem ser tratados como exemplos para solucionar a primeira situação. Isto resulta ser uma vantagem para o sistema ao escolher um caso que tenha características similares à situação apresentada. Precisamente, quando um caso não pode ser encontrado que satisfaça todos os objetivos diretamente. Desta forma, um sistema necessita ter alguma idéia de quais características são similares com outras. Uma solução pode ser utilizando a similaridade métrica para encontrar casos que pelo menos satisfaçam o conjunto de características.

6. Conclusões.

O modelo proposto aqui é fruto da análise ergonômica da atividade do operador desenvolvida no capítulo anterior e, ela representou a fonte de conhecimento para o desenvolvimento do protótipo, de um sistema de gerenciamento das informações neste posto de trabalho. Todos os conhecimentos e os processos de tratamento de informação determinados nesta análise não foram considerados na informatização do modelo para prever as diferentes situações no sistema, porque algumas são óbvias e outras difíceis de programar.

A formalização proposta levou em conta, em relação aos conhecimentos do operador e a seu funcionamento cognitivo, três aspectos fundamentais: a organização dos conhecimentos, o acesso a eles e as estratégias utilizadas.

A estrutura formada por uma hierarquia de **MOPs** com comportamento dinâmico (inteligente), possibilita um desenvolvimento incremental no sistema, já que a inclusão de uma nova atividade do processo consistirá na especialização de uma classe (memória) e na inclusão de seu conhecimento comportamental.

A ativação dos conhecimentos é feita por um conjunto de estratégias que determinam, segundo o contexto do problema, qual será o nível de memória mais adequado para tratar esta situação. O controle das inferências no sistema por meio de estratégias cognitivas permitiu simular os raciocínios pertinentes a uma lógica não uniforme, isto é, simular uma base de conhecimentos numa evolução constante. Evidentemente, este fato se aproxima muito de certas formas do pensamento humano. Isto é, no processo de resolução de problemas, a pessoa ao pensar, explora na sua

memória um conjunto de possibilidades, e seu raciocínio conduz a várias conclusões possíveis e, a representação do problema se ajusta a uma destas evoluções.

Na simulação, primeiramente, identificamos as características mais importantes para representar a situação de uma ocorrência na memória do sistema. O sistema utiliza a similaridade métrica para recuperar (lembrar) suas experiências (casos passados). Posteriormente, recupera um conjunto de planos de ação, com bons resultados no passado. Logo, analisa as diferenças entre as situações passadas e a nova situação e, finalmente, a solução encontrada, ora por adaptação ou por reconstrução, é armazenada segundo os índices que a identificam.

Conceber um modelo deste tipo é similar a pensar como as pessoas raciocinam, porque elas são capazes de construir, criar ou imaginar coisas que não esperam. O importante numa pessoa, na solução de um problema, é que a estratégia utilizada seja eficaz. Assim, armazenar uma informação não é só ligar um valor a ela, mas fazer com que este armazenamento seja o mais "*flexível*" possível. Esta flexibilidade deve permitir recuperar qualquer informação integrando nelas as modificações necessárias para adaptá-las a situação apresentada. No protótipo, o armazenamento e a recuperação de conhecimentos na sua memória não pode ser considerada como uma ativação ou uma seleção de fatos, senão como uma aproximação ao processo de resolução de problemas que os seres humanos realizam.

QUINTA PARTE - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Capítulo 5 Conclusões e recomendações

1. Análise dos resultados.

1.1 Um exemplo detalhado.

Uma ocorrência é apresentada ao sistema. Ela aconteceu no centro de Kobrasol, o cliente é um padeiro e não sabe a causa do problema, mais seus equipamentos estão funcionando mal e a luz está piscando. Neste momento está chovendo. O transformador é comunitário. Com esta informação **CASOL** analisa as características da ocorrência e determina o provável estado do consumidor, da rede e o estado generalizado da rede de distribuição. Além disso, **CASOL** pesquisa na sua memória de casos e determina que existem dois casos evidentes ("A" e "B") para a solução do problema (ver Fig. 33).

Segundo o modelo, a ocorrência apresentada tem especificamente dois estados. Neste momento **CASOL** está apto para produzir uma explicação e um conjunto de planos de ação. Todavia, é necessário esperar as informações complementares dos eletricitistas em campo. Eles determinaram que o ramal de ligação está desregulado e a braquete está solta ou danificada. Com esta informação adicional, **CASOL** pesquisa no seu **MOP_Causal** os casos que têm estes estados para explicar melhor a situação apresentada. Também, ele pesquisa no **MOP_Característica** outros casos para aplicar ou construir um plano de ação para resolver o problema. Assim, **CASOL**, com esta

informação, encontra três casos na sua memória. **CASOL** usa a similaridade métrica para recuperar os casos passados.

Em termos do número de características causais generalizadas em comum entre os casos recuperados e o caso apresentado, **CASOL** primeiro examina para justificar o caso com o mais alto índice alcançado na similaridade (ver Fig. 33). O primeiro caso é o "C". Na fase justificativa, **CASOL** determina que as explicações que contém este caso podem ser complementadas por outros casos. Além disso, a característica mais importante "*mau funcionamento de equipamentos e componentes*" não é explicada neste caso e, em consequência, o processo de justificativa falha. O trabalho de **CASOL** será encontrar que as diferenças entre estes dois casos não sejam grandes e a aplicação das estratégias de justificativa devem assegurar uma boa união entre suas características. Assim, **CASOL** passa a analisar o terceiro caso ("A"). Nesta situação **CASOL** encontra que o estado da rede de alto índice se encontra no caso e que as outras características com menos incidência não se encontram. Desta forma, **CASOL** faz as seguintes inferências ao tratar as diferenças entre ambos casos:

- * As regras relacionadas aos transformadores, tipos de consumidores e a situação do tempo no programa **SIR** nesta situação são julgadas como insignificantes.
- * Ambos casos têm o mesmo estado generalizado da rede de distribuição, então a diferença é considerada insignificante.
- * As características mais importantes de ambos casos são semelhantes.

Todas as diferenças entre o caso ("A") e o caso apresentado são insignificantes ou concertáveis. Assim, o "*match*" é justificado.

Para poder explicar ou transferir parte da explicação causal ao novo caso, **CASOL** atua por meio do justificador, as seguintes estratégias de concerto:

- *eliminar_o_condutor_da_rede_está_desregulado*
- *eliminar_o_fato_qualidade_de_energia_inadequada*
- *eliminar_o_fato_as_conexões_da_rede_são_de_CU/AL*
- *adicionar_estado_da_rede_braquete_partida_solta*

CASOL identifica os estados com sua explicação causal, que são diretamente ligados ao caso novo e, após de produzidas as modificações, indexa o caso apresentado na memória usando estes índices. De forma que situações posteriores, que contenham estas evidências, vão ter este caso analisado como uma experiência potencial.

<i>Descritores</i>	<i>"A"</i>	<i>"B"</i>	<i>"C"</i>	<i>Novo</i>
Nível de tensão	Sim	Sim	Sim	Sim
Tensão oscilante	Sim	Sim	Sim	Sim
O consumidor não sabe a ca				
do	Sim	Sim	Sim	--
O ramal de ligação está desregulado	Sim	--	--	Sim
A braquete está partida/solta ou danificada	--	--	Sim	Sim
Existe mau funcionamento dos equipamentos	Sim	--	--	Sim
Qualidade de energia inadequada	--	Sim	--	--
As conexões do ramal de ligação são de Cu/Cu	Sim	--	--	Sim
As conexões da rede são de Cu/Al	--	Sim	Sim	--
O transformador é..	C	C	Ind	Ind
O cliente é um consumidor..	D	D	Ind	Ind
A situação do tempo é ...	N	N	Ch.	Ch.
Total	5/8	2/7	6/7	
Observação:				
N : Normal ; Ch - Chuva ; D : Doméstico ; Ind : Industrial ; C : Comunitário				

Fig. 33 - Diferenças entre o caso apresentado e os casos recuperados na memória de CASOL.

De qualquer forma, CASOL tem uma abordagem conservadora e só adiciona um estado quando existe uma evidência para o estado do consumidor a qual está ligado a uma característica da rede de distribuição. CASOL tem que fazer a melhor união de um conjunto de explicações à uma situação para poder adicionar estados a sua base de conhecimentos.

2. Discussão e comentários.

2.1 Comentários sobre a teoria de casos.

O processo de resolução de problemas é uma área amplamente estudada por psicólogos e pesquisadores em IA. Em algumas destas pesquisas, o papel da experiência foi analisado (Kolodner, 1987A). Nossa pesquisa e outras (Kolodner 1987A/B; Schank, 1982) em cognição humana conduzem a supor que a experiência cumpre dois papéis importantes no processo de resolução de problemas. Primeiro, a experiência contribui no refinamento e na modificação do processo de raciocínio. As experiências de sucesso reforçam os fatos ou as hipóteses de uma atividade e, por outro lado, as decisões de fracasso requerem uma re-análise no raciocínio e no conhecimento usado. Assim, a experiência desenvolve um papel importante na ampliação do conhecimento humano, tornando os novatos em especialistas. O segundo papel da

experiência é igualmente importante, porque estas atuam como exemplos práticos, úteis nas tomadas de decisões e com mais confiabilidade. Neste sentido, a analogia de casos produzem melhores tomadas de decisões.

Na verdade, a aplicação do **CBR** é um paradigma quando aplicado num domínio, porque a técnica baseada em casos precedentes é usada para analisar, interpretar e avaliar os novos casos em termos de casos antigos e, o processo de tomada de decisão é justificado por meio deles. Normalmente, esta técnica trabalha com casos protótipos e um gradiente protótipo (por exemplo, quando uma explicação de um caso protótipo pode cobrir a de outro caso) para classificar um caso novo.

Por outro lado, muitas atividades de trabalho se caracterizam pela impossibilidade de prevenir de forma precisa a evolução das determinantes de uma situação. Neste sentido, muitas vezes, não é possível os operadores realizarem suas decisões sob regras mais ou menos gerais, para resolver um problema geral (principalmente, quando as restrições temporais são fortes ou quando a análise de uma situação é delicada). Pode-se observar que, nestas situações, os mecanismos de resolução de problemas são baseadas nas experiências. Este tipo de estratégia, às vezes, chamada raciocínio a partir de casos, apoia-se nas referências de episódios passados, que foram memorizadas e que são reativados em situações julgadas como semelhantes. O grande problema encontrado na aplicação desta teoria é a indexação de casos, o processo de abstração e generalização das características de uma situação, a identificação dos critérios que permitem julgar o melhor grau de similaridade entre as diferentes situações, os modos de ajustamento de um caso memorizado, etc.

2.2 Discussão sobre a metodologia de trabalho.

Os resultados obtidos mostram que a Simulação Cognitiva (S.C.), como descrita nesta tese, pode extrapolar os diferentes conhecimentos utilizados para a concepção de uma ferramenta informatizada de tipo cooperativo. Em efeito, esta ferramenta pode analisar e prever os comportamentos cognitivos de um operador na realização de sua tarefa. Isto é, por meio dela podemos prever as diferentes atividades cognitivas que não foram consideradas na "*maquetagem da atividade do operador*". Estas predições são conseguidas por meio de uma retroalimentação de informações, na forma de hipóteses ou questões ao sistema. Em contrapartida, o sistema pode informar sobre situações não consideradas ou analisadas dentro do estudo.

Em termos gerais, a vantagem de usar a Simulação Cognitiva e esta metodologia de concepção, no projeto de ferramentas informatizadas e cooperativas, é

de estabelecer formalmente e transparentemente um modelo de comportamento cognitivo de um ser humano. De fato, as metodologias tradicionais de concepção sempre subestimaram que o comportamento cognitivo do homem muda com a introdução de novos dispositivos e que este comportamento pode modificar as reações do sistema homem-máquina (De Medeiros, 1992).

Neste sentido, a Simulação Cognitiva permite abordar situações não consideradas, normalmente, na análise das atividades. Por isso, sua aplicação requer uma grande formalização de conceitos. Ela deve analisar normalmente, grupos de atividades cognitivas empregadas pelo operador na realização de sua tarefa. Estes grupos devem ser coerentes, transparentes e relativamente autônomos. De forma que, na identificação de um estado do domínio, na avaliação ou na tomada de uma decisão, sejam declaradas as diferentes funções do processamento da informação do comportamento da atividade cognitiva do operador. Assim, consideramos que a análise da atividade num posto de trabalho deve ter duas fases:

(1) *Uma análise da atividade global.* De acordo, com os princípios de análise da atividade clássica desenvolvidos em ergonomia e,

(2) *Uma análise fina da atividade cognitiva do operador.* Isto é, uma análise fina dos mecanismos cognitivos de regulação das atividades ativadas pelo operador, como evidência para a primeira fase (por exemplo, os estados do domínio e suas características). Um estudo dos mecanismos e estratégias utilizadas pelo operador para o cumprimento de suas atividades (processamento de informações), que lhe permitem garantir uma coerência e independência de suas funções cognitivas escolhidas num contexto preciso de uma atividade.

Finalmente, esta metodologia de análise das atividades está apoiada por certos princípios de base da Simulação Cognitiva num determinado contexto de trabalho.

(1) O homem dispõe de recursos cognitivos limitados;

(2) É preciso identificar e representar de forma simbólica os mecanismos de base colocados pelo operador na realização de sua tarefa;

(3) É preciso modelar e simular o comportamento humano a partir de situações reais de trabalho e não a partir de estudos de laboratórios, com a finalidade de levar em conta a complexidade do ambiente de trabalho.

2.3 Discussão sobre o modelo proposto.

Um sistema pode ganhar vantagens significativas, quando se combinam uma memória de casos passados (experiências ocorridas) com o raciocínio de um modelo causal como é realizado no modelo **CASOL**, com o objetivo de tornar mais eficiente e mais confiável o sistema.

CASOL combina a eficiência do raciocínio associativo com a habilidade de resolução de problemas do raciocínio baseado em modelos. Este pode reconhecer quando um caso é rotineiro e quando não o é. Este resolve eficientemente casos rotineiros ao fazer pequenas mudanças a uma solução passada. **CASOL** pode reconhecer que ele pode não resolver um problema particular. Quando isto ocorre, ele pode resolver o caso usando o programa **SIR**.

CASOL melhora seu desempenho com a experiência. Ele apreende a resolver problemas eficientemente na medida em que resolve mais problemas, porque ele lembra o que ele tem feito no passado. Esta forma de retroalimentação no sistema atualiza seu conhecimento e, assim, ele pode reconhecer melhor a situação a tratar.

CASOL pode adquirir novos conhecimentos automaticamente ao fazer uma analogia entre as situações de duas experiências (o caso apresentado e a experiência apreendida ou armazenada).

O componente de raciocínio baseado em modelos por **CASOL** é ampliado por sua habilidade de apreender novas associações e compilar estruturas de raciocínio detalhadas em simples associações entre as características e as soluções. Este resultado melhora sua velocidade de desempenho e a exatidão do programa, quando novas informações são adicionadas.

O componente baseado em casos no sistema é melhorado pelo uso de um modelo casual, porque o modelo pode demonstrar que uma recuperada solução vai ser útil no caso novo. Também, o modelo pode ser usado para identificar as características importantes para o "*matching*". Estes processos internos dentro do sistema eliminam os conhecimentos mais superficiais e com menos incidência na solução de um problema. Desta forma, o sistema chama importantes características na união de fatos.

CASOL pode produzir as mesmas soluções que o programa **SIR**, mas mais eficientemente. As habilidades de **CASOL** para melhorar a eficiência de **SIR** giram em torno de duas características de um programa posterior.

i) O programa **SIR** é determinístico. Assim, quando à ele é apresentado duas situações, cujas descrições são as mesmas, ele vai produzir a mesma explicação causal com uma grande quantidade de processamento de informação. De fato, a recuperação é sempre mais rápida que um reprocessamento de informação e isto quase sempre é verdadeiro. **CASOL** pode poupar tempo ao lembrar uma explicação causal em vez de gerar uma nova.

ii) O programa **SIR** não representa dentro de sua estrutura da base de conhecimento, todas as relações entre as diferentes soluções e os estados do modelo. **CASOL** pode apreender a identificar quais caminhos são importantes para solucionar um caso e quais devem ser ignorados. Assim, ao desenvolver as descrições básicas de vários estados do sistema, o programa **SIR** vai sempre produzir a mesma solução. Em essência, **CASOL** reconhece, modifica, justifica e registra os valores que têm sido previamente computados além disso, ele pode usar outros valores de prévios processamentos de tal forma, que ele pode usá-los para solucionar um problema. Esta idéia é fundamental, porque ao trabalhar com os conhecimentos generalizados de uma situação podemos distinguir e ignorar as características menos importantes para a solução de uma problema e neste sentido, o sistema melhora seu desempenho ao considerar a abstração de um fato que não requer que seja igual a outro para produzir uma perfeita união.

CASOL apreende novas associações entre as características e as soluções de uma situação. Como já foi mencionado anteriormente, o programa **SIR** não representa todos os relacionamentos que existem entre as características e os estados no modelo. Às vezes, o relacionamento entre uma característica e o estado no modelo não é conhecido ou pode ser que, num nível mais detalhado, o modelo **SIR** não o utilize. Neste caso, o programa **SIR** representa a probabilidade da característica sendo associada com um estado sem representar o mecanismo causal envolvido. Estes são os mesmos tipos de associações que **CASOL** descobre. Por exemplo, observamos que a característica "o cliente sabe a causa do problema", não esta associada com algum estado no modelo. Todavia, numa situação com "*falta de fase*", a característica "*o cliente sabe a causa do problema*" pode ser determinada. Assim, quando um conjunto de situações apresentam esta característica o programa reconhece a situação e usa como meio de predição o **MOPs** solução respectivo, que contém esta característica. Desta forma, **CASOL** pode predizer que as situações com esta característica tem um procedimento a aplicar.

CASOL pode, em princípio, produzir uma explicação casual normalmente, para problemas que o programa **SIR** não pode produzir. Um problema poderia ter um conjunto de lacunas de tal forma que o programa **SIR** não poderia produzir uma solução (quando ele não tem as características necessárias da situação que ajudem a deduzir uma solução), mas **CASOL** tem a suficiente habilidade para tratar esta informação e poder deduzir uma solução por analogia com uma experiência ou por correlacionando características causais generalizadas.

A determinação das características importantes são baseadas num modelo casual. Assim, poderíamos nos perguntar por que o modelo **SIR**, ao compilar toda sua base de conhecimento, não pode produzir com toda esta informação, um conjunto de regras associativas que mostrem importantes estados e características do sistema. De fato, isto é o que **CASOL** exatamente faz, quando ele compila seu conhecimento incrementado ao associar as características do problema com as soluções dos casos passados. Também, o programa **SIR** pode gerar soluções envolvendo diagnósticos múltiplos. Compilar toda a base de conhecimento do programa **SIR** considerando os múltiplos estados de diagnóstico para obter uma solução resulta computacionalmente intratável. **CASOL** compila o modelo **SIR** por combinações que são observadas. O modelo **SIR** dá uma relativa importância às características de uma situação para um simples diagnóstico. Ao contrário, **CASOL** considera as características generalizadas das situações que têm múltiplos diagnósticos. Isto cria um conhecimento associativo mostrando estas com diferentes soluções envolvendo diferentes estados do sistema.

A habilidade do raciocínio causal de **CASOL** produz uma análise completa do caso novo e não simplesmente uma referência para encontrar uma solução passada. Como foi mencionado anteriormente, o raciocínio baseado em casos sem nenhum método de avaliação tornar-se ineficiente, porque a declaração das diferentes características evidentes para uma solução não podem garantir que uma solução recuperada seja apropriada para o caso novo. O uso do modelo causal melhora a probabilidade de ter uma solução apropriada para o novo caso. Quando **CASOL** justifica uma união entre um caso antigo e um novo caso demonstra que existem diferenças entre os casos desta forma, o modelo casual apoia habilmente a solução recuperada.

2.4 Limitações.

A implementação realizada em **CASOL** tem algumas limitações. Mas, os problemas apresentados no sistema tem um longo número de explicações razoáveis.

CASOL não usa toda a informação quantitativa disponível no modelo **SIR**, que mostra uma diferença de soluções, estatisticamente, mais ou menos ampla.

Por exemplo, o programa é parcimonioso quando adicionamos estados com novas explicações causais. Assim, quando uma característica nova é adicionada ou atribuída para dois estados diferentes e, um deles já está incluído na transferida explicação causal, **CASOL** usa o estado que já se encontrava aí, e não a potencialidade do estado novo, porque é possível que esta característica tenha a mais alta probabilidade de ser causada pelo estado e não pela explicação. O modelo tem informação, que usada por **CASOL**, para encontrar esta circunstância. **CASOL** trabalha modificando uma solução particular, gerando múltiplas soluções e comparando-as, como no programa **SIR**. Esta forma de trabalho de **CASOL**, de avaliar a probabilidade de sua solução como correta, comparada com outras possíveis explicações para um mesmo período, resulta numa atividade complexa e com muito processamento de informação. O programa **SIR**, por outro lado, calcula as probabilidades de todas as possíveis explicações causais para um determinado período e escolhe uma solução com a mais alta probabilidade. Os usuários que trabalham com **SIR** necessitam a mais ampla explicação da situação em consulta. No caso de **CASOL**, o justificador reconhece quando uma solução criada não é boa e em que casos esta será rejeitada. Este processo requer a presença do programa **SIR**, com sua limitada capacidade de explicação, para avaliar a probabilidade em que uma mudança será feita e, que os dados analisados são caminhos certos no reconhecimento e na explicação da situação tratada.

Uma objeção que pode ser levantada pelo leitor é que **CASOL** faz boas predições (soluções apropriadas) baseadas em alguns casos passados - como resultado de generalizar as características causais e não causais do domínio. Uma simples solução para esta situação será esperar que a base de conhecimento do programa tenha um número mínimo desejado de casos para poder fazer um conjunto de predições. Por outro lado, uma das grandes habilidades de **CASOL** é usar um conjunto de generalizações alocadas nos casos para poder apreender amplamente. Por exemplo, quando o programa é confrontado com uma nova situação, ele procura um conjunto de casos similares ou da mesma espécie para produzir uma solução e, em situações difíceis ele solicita a presença de outro programa (o programa **SIR**) para dar uma explicação formal à situação tratada.

Uma outra objeção seria o uso da linguagem de programação Prolog para informatizar a atividade cognitiva do operador. Lamentavelmente, esta linguagem tem

uma memória trabalho pequena (64 Kbytes), para trabalhar projetos que exigem grande capacidade de processamento de dados. Da mesma forma, citamos outras limitações encontradas no desenvolvimento da tese, como a inexistência de ambientes e facilidades de programação adequados que permitam suportar o desenvolvimento e a utilização de programas de grande porte (editores potentes, facilidades gráficas e facilidades de depuração que considerem as particularidades inerentes a uma linguagem baseada em lógica), a limitação do poder de expressão a cláusulas definidas (na linguagem básica), o tratamento da negação lógica apenas através do conceito restrito de "*negação por falha finita*", etc. Contudo, o compilador Turbo Prolog foi selecionado por sua facilidade de criação de ambientes de execução de programas, ou seja, criação de janelas, monitoração do diretório corrente, manipulação de menus, edição de dados. Além disso, permite fazer codificações recursivas para descrição de processos e problemas dispensando os mecanismos tradicionais de controle, como o comando "go to" e laços "do", "for" e "while" (ver Rich, 1988).

Um problema que observamos é que **CASOL** com um número de casos relativamente pequeno, pode produzir caminhos incorretos, apesar do peso importante das características processadas, por razões óbvias. As probabilidades das características usadas no programa **SIR** são baseadas num estudo de registros e situações computados no posto de trabalho analisado e que foram apresentados ao programa **CASOL**. Quando foi colocado à **CASOL** um número determinado de casos (por exemplo, o mesmo número usado para desenvolver as estatísticas usadas no programa **SIR**), este encontra caminhos importantes, de pequenos exemplos passados, na solução do problema.

Finalmente, alguns pesquisadores podem não estar de acordo com a noção de raciocínio baseado num simples caso, que seja tão confiável e considerem isto como algo "anedótico". **CASOL** nunca raciocina a partir de um simples caso, a menos que ele faça uma perfeita união de características ou que encontre dois casos iguais. A solução recuperada é sempre avaliada antes de ser aplicada à nova situação (no contexto do modelo **SIR**), porque este representa informação detalhada de um amplo número de casos.

2.5 Perspectivas a curto prazo da pesquisa em simulação cognitiva.

Considerando a novidade desta tecnologia, seria temeroso raciocinar imediatamente em termos de aplicação. Tentativas de aplicação de uma forma prematura, de tecnologias ainda frágeis, tal como a simulação cognitiva, podem levar este novo campo de pesquisa a um certo descrédito. Entretanto, as pesquisas neste

campo podem ter, a curto prazo, um desenvolvimento considerável, ao menos por várias razões:

i) Fornecer uma ferramenta metodológica, extremamente potente, para analisar a atividade de trabalho de um determinado especialista. Potente, porque ela força a coerência na descrição e na interpretação dos fatos de observação e, abre uma porta à generalização, permitindo transferir conhecimentos de uma situação de trabalho à uma outra situação (por exemplo, a concepção de um sistema especialista);

ii) A introdução de tecnologia digital em controle de processos, particularmente no setor elétrico, abre uma perspectiva concreta para o desenvolvimento desta nova disciplina;

iii) Fornecer uma base sólida à especificação de uma pesquisa de longo prazo, na área de engenharia de produção. Neste sentido, é fundamental motivar o desenvolvimento desta linha de pesquisa no estudo do comportamento dos operadores num posto de trabalho, com o objetivo de fazer mais confiáveis os sistemas estruturados na cognição humana .

No desenvolvimento da tese foi apresentado vários simuladores cognitivos na qual ilustramos seus princípios, seu funcionamento e seus campos de ação com o objetivo de mostrar a importância estratégica das escolhas iniciais em matéria de arquitetura cognitiva. Mais, estes estudos não exaustivos, em termos de matéria de simulação cognitiva, eles são suficientes para ilustrar as principais dificuldades que se podem encontrar neste campo de estudo. Eles mostram, particularmente, a importância, nesse estágio da evolução da tecnologia, de encarar de frente uma análise do trabalho, de forma detalhada, em situações reais ou próximas da realidade. Assim como a necessidade de definir uma abordagem rigorosa em matéria de arquitetura cognitiva.

2.6 Trabalhos futuros a serem realizados.

Apesar desta tese ter desenvolvido e aplicado uma série de técnicas (análise ergonômica da atividade cognitiva do operador, por exemplo), este trabalho pode ser ampliado de muitas formas em futuros trabalhos de pesquisa.

Processamento de informação por meio de um PARSER ou de um conjunto de interfaces.

A interação do operador com o modelo cognitivo deveria ser segurado por meio de um "parser", com o objetivo de dar uma maior flexibilidade ao tratamento das informações e de produzir as generalizações necessárias para a interpretação das

informações de entrada e na formalização delas para seu posterior armazenamento e tratamento.

O "*parser*" é considerado de grande importância neste simulador, porque não existe um processo físico e as transformações das informações se produzem entre o operador e o sistema. Também, ele é importante porque a aquisição de um novo conhecimento na memória (processo de aprendizagem) resulta da abstração e generalização de conceitos processados entre os casos novos e passados.

Neste caso, o operador não seria limitado na expressão de suas sentenças ou no número de coisas que ele podasse expressar no questionamento de alguma situação ao sistema.

Por outro lado, esta interação também poderia ser feita por meio de um conjunto de interfaces, enfocando as características das telas e do seus encadeamentos.

As características das telas referem-se a apresentação da informação e estas estão relacionadas com as possibilidades do entendimento desta informação pelo usuário. Já as características do encadeamento afetam as possibilidades de navegação e exploração do sistema pelo usuário.

A análise da telas deveria iniciar-se pelas características semânticas, que estão ligadas ao conteúdo/significado do vocabulário empregado. A nível sintático devemos considerar os aspectos como o arranjo e agrupamento das informações, os feedbacks, os parâmetros, a gestão dos erros, etc. No tratamento destes aspectos os critérios mais adequados são a homogeneidade e a simplicidade, porque possibilitam a construção de automatismos na operação por parte do usuário. A nível léxico devem ser consideradas as características dos elementos individuais das entradas e saídas, como ícones, tipos, cores, as próprias telas e os manuais.

A análise do encadeamento das telas deve abranger inicialmente a estrutura seqüencial dos comandos ou das páginas de menus. Isto é, devemos considerar estruturas bem equilibradas em largura (número de opções por página) e profundidade (número médio de páginas por busca) que possibilitam tempos médios de procura menores.

Finalmente, a proposta de interface de compatível com o processo cognitivo do usuário na busca de uma informação no sistema.

Usando uma base de conhecimento.

Uma importante característica da estrutura da memória de **CASOL** é que ela pode ser usada para armazenar uma grande quantidade de conhecimento experimental. A memória de **CASOL** não está vazia quando começa a analisar as situações que lhe são apresentadas. Desta forma toma vantagem, porque de princípio existem bases de conhecimento do domínio que são protótipos de casos. Isto traz várias vantagens.

i) **CASOL** faz um esforço para apreender novas situações de problemas comuns,

ii) O programa não apresenta problemas raros, porque todas as situações são bem definidas e em consequência, em função à base de conhecimento formada, ele consegue apreender.

ii) O desempenho de **CASOL** é rápido, porque ele não necessita processar a informação de sua base de conhecimento cada vez que soluciona um problema. Ela fica atualizada em cada processamento.

A base de conhecimento de **CASOL** está armazenada em **MOPs**, como uma fonte estrutural que agrupa um conjunto de casos acontecidos. Os casos representam situações não usuais e combinações de estados. **CASOL** habilmente, apreende das clássicas descrições dos casos, porque estes têm fortes associações entre as características da rede de distribuição e o estados do domínio do consumidor.

A base de conhecimento proposta para **CASOL** é armazenada na forma de **MOPs**. A diferença está em que os pesos das comuns características de **MOPs** são colocados inicialmente para mostrar sua probabilidade num estado dado. Também, o peso para encontrar um determinado **MOPs** seria colocado inicialmente a priori deste estado na população.

Raciocínio em múltiplos níveis de detalhe.

O processo de abstração realizado inicialmente com evidências específicas em características causais generalizadas para identificar estados, é recursivo. A característica causal generalizada é uma evidência de um estado do consumidor num nível de descrição. **CASOL** foi projetado para mostrar múltiplos níveis de processamento da informação.

Assim, ao raciocinar nos múltiplos níveis de detalhe, **CASOL** requer índices adicionais, um para cada detalhe generalizado que seria usado para descrever um novo

nível. Desta forma, os casos seriam indexados em todos os níveis de descrição na mesma estrutura generalizada (isto é equivalente a raciocinar em múltiplos níveis de detalhes), ou cada nível seria armazenado numa estrutura separada (da mesma forma como a separação existente entre o MOP_Característica e o MOP_Causal). Esta situação dá à máquina de inferência um maior controle sobre os diferentes níveis de detalhe num determinado período de tempo.

Combinando um conjunto de soluções recuperadas.

CASOL não resolve casos envolvidos de forma múltipla, porque ele não tem visto antes um caso como uma combinação de diagnósticos. Também CASOL encontra casos precedentes com diferentes partes de uma solução e não conhece a forma de misturá-los. A habilidade de combinar as diferentes soluções de casos precedentes é uma lógica a ser desenvolvida no programa.

Aprendizado de erros.

Quando um usuário rejeita uma solução produzida por CASOL, o programa deveria armazenar a solução que foi da preferência do operador. Este processo de armazenar uma solução (preferida pelo usuário) é uma forma de CASOL apreender a partir dos erros. Assim, em situações futuras similares, CASOL vai retornar a solução que usuário determinou.

Melhorando o modelo SIR.

Ocasionalmente o programa SIR dá respostas muito abrangentes. Um interessante aproveitamento poderia ser que CASOL use certa informação do programa SIR de tal forma que ele possa ser levado a falsas conclusões. Este processo levaria a CASOL a examinar duas soluções e determinar que conhecimento no programa SIR foi o responsável por esta conclusão.

Comparando alternativas.

CASOL correntemente, recupera um número de casos passados para analisar um novo caso e, os avalia até encontrar uma solução satisfatória. Uma alternativa seria fazer com que CASOL justificasse todos os casos recuperados para o caso novo. Assim, alguns seriam excluídos e outros ficariam. Da quantidade de casos que ficarem, pode ser que a explicação causal não seja a mesma em todos os casos, porque:

i) CASOL apresenta várias explicações causais como alternativas. Realmente existe uma variedade razoável de explicações de situações.

ii) Também, **CASOL** poderia envolver uma grande quantidade de diferentes explicações causais. A parte da explicação envolvida é indicada na situação apresentada, porque isto é comum em todas as explicações.

iii) Quando existem diferentes planos de ação dependendo de diferentes explicações causais, **CASOL** pode sugerir que os estados identificados são diferentes.

iv) Quando não existe nenhuma diferença nos planos de ação como consequência das diferentes explicações causais, o usuário sentiria pouca confiança em seus planos de ação sabendo que não está seguro que a explicação causal é exata.

Criticando soluções.

Uma sugestão final é usar **CASOL** para fazer críticas. **CASOL** poderia ser usado para criticar um plano de ação, ou fazer um conjunto de recomendações de uma situação. Isto é, fazer críticas na base das características da situação e do caso passado chamado pelo sistema. Por exemplo, o usuário pode dar uma determinada recomendação para uma situação e **CASOL** poderia encontrar diferentes recomendações ou planos de ação ao observar o **MOP_Recomendações** (este seria um novo **MOP** a criar na sua base de conhecimento). Esta estrutura armazenaria situações de acordo às recomendações da situação. Assim, **CASOL** criticaria o plano de ação do usuário ao comparar a nova situação com a situação recuperada, e usando informação adicional no modelo, quando necessário.

3. Conclusões.

Na área de **I.A.**, os pesquisadores têm-se preocupado tradicionalmente com o aspecto heurístico de modelos computacionais. Estes refletem uma interpretação "ingênua e errônea" do comportamento inteligente do homem, por parte dos próprios pesquisadores. Evidentemente, esta interpretação representa um armazenamento constante, baseado no senso comum, de informações a respeito do que as pessoas são capazes de pensar ou aprender. No entanto, estas interpretações ingênuas sofrem de uma explicitação de seus conceitos básicos e também de uma confirmação de suas hipóteses. Normalmente, o que entra em jogo é simplesmente a intuição de quem projeta o modelo.

Uma melhor alternativa seria convergir várias disciplinas sistemáticas onde um modelo de "*inteligência*" possa ser obtido para, só então, cogitarmos um modelo computacional de inteligência. No caso específico desta pesquisa, utilizamos as teorias da Psicologia Cognitiva e os métodos de análise da atividade da Ergonomia para conceber um modelo "*cognitivo da memória*". Esta concepção contrapõe-se às

abordagens tradicionais, onde o sistema é controlado por soluções algorítmicas, sobre modelos matemáticos internos da realidade com altas demandas de processamento.

A análise ergonômica realizada limitou-se a aplicar os métodos propostos pela ergonomia, para poder avaliar as cargas cognitivas de trabalho inerentes a esta atividade. Assim, um plano metodológico foi feito para explicitar os diferentes processos cognitivos e os conhecimentos utilizados pelos operadores na realização de sua atividade. Em função dos resultados obtidos nesta análise, construímos o modelo de comportamento do operador.

No controle da distribuição e manutenção da rede de energia elétrica, observou-se por meio da análise ergonômica que estes operadores têm, por um lado, uma estrutura rígida de normas técnicas imposta pela organização da empresa e, de outro lado, eles dispõem de uma ampla liberdade na escolha do melhor plano de ação na solução de um problema. Assim, os planos de ação e as explicações declaradas pelo despachante, no atendimento de uma ocorrência, foram comparados com os resultados obtidos na mesma situação pelos eletricitistas.

Realizar a análise ergonômica neste posto de trabalho mostrou-se uma tarefa complexa, devido à interação de muitos fatores no ambiente de trabalho, os quais abrangeram desde a aquisição de conhecimentos até a regulação e controle das atividades.

A técnica da Simulação Cognitiva utilizada foi um forte instrumento para o desenvolvimento do protótipo, porque permitiu o estudo das conseqüências de um conjunto de atividades e permitiu prever o comportamento futuro do operador na realização de sua tarefa.

Obviamente, a Simulação Cognitiva não eliminou a necessidade de realização de ensaios, mas permitiu uma diminuição do número destes, representando uma economia de tempo e de recursos no desenvolvimento do protótipo. Neste sentido, dizemos que os procedimentos computacionais e experimentais devem ser interligados.

Os resultados obtidos demonstram como a Engenharia Cognitiva e a Simulação Cognitiva podem ser usadas no projeto de sistemas e de interfaces inteligentes, especialmente em ambientes complexos e dinâmicos. Em tais situações, os operadores adotam estratégias para expor os diferentes conhecimentos e processos complexos

dentro de sua memória. Estas estratégias são difíceis de programar por meio das metodologias tradicionais no desenvolvimento de sistemas.

O modelo esboçado, nesta tese, está baseado na análise da atividade do operador. Ele ainda não possui uma formulação definitiva. No entanto, foi possível implementá-lo em uma arquitetura que suporta representações de tipo *frame* combinados com redes semânticas. Esta abordagem, ainda pouco utilizada nos modelos computacionais, demonstra o potencial inexplorado destes modelos.

O sistema proposto, **CASOL**, em seu estado atual, não permite dar soluções em todo o campo do domínio, porque seu universo de conhecimentos ainda é pequeno e a interação de suas funções não estão totalmente integradas.

As decisões de **CASOL**, na maioria das vezes, concordou com os planos de ação e as explicações propostas pelos despachantes. É de considerar que neste ambiente existem muitas situações com diferentes soluções possíveis e, nenhuma solução proposta por **CASOL** foi inválida, porque várias alternativas de solução foram dadas à situação apresentada. A validação do modelo, para todo o domínio, constitui uma das próximas etapas no desenvolvimento do modelo.

Por outro lado, o programa utiliza os diferentes mecanismos e processos cognitivos do operador que são próprios em certos tipos de tarefas no tratamento das informações do sistema. Neste desenvolvimento evitamos colocar programas computacionais já prontos como "*caixas pretas*". Esta alternativa foi descartada, porque o modelo contém somente as características e os processos cognitivos próprios mais relevantes dos operadores no processo de resolução de problemas.

Em contraste com outros modelos, **CASOL** contém um conjunto de conhecimentos e estratégias dos operadores, reduzindo assim, em muito, os graus de liberdade da simulação. Ele integra um raciocínio associativo, um raciocínio baseado em modelos e técnicas de aprendizado. Ele pode apreender de suas experiências e resolver problemas novos de forma ampla, porque ele usa o conhecimento detalhado do domínio. De qualquer forma, os métodos usados no sistema são de domínio independente e poderiam ser aplicáveis em outros domínios com modelos semelhantes.

BIBLIOGRAFIA

- AIELLO, L. & CECCHI, C. & SARTINI, D., "Representation and use of meta knowledge", IEEE Transaction on automatic control, 74(10):1304-1321p, Oct-1986.
- ALMALBERTI, R. & VALOT, C., "Champ de validité pour une population de pilotes de l'expertise de l'un d'entre eux", Le Travail Humain, 53:313-328, 1990.
- ALMALBERTI, R., "Prise de décision sous pression temporelle en aviation de combat", Médecine et Armées, 6(19):359-362, 1991A.
- ALMALBERTI, R., "Savoir-Faire de l'opérateur: aspects théoriques et pratiques en ergonomie" em "Modèles en analysis du travail" por R. Almalberti & De Montmollin & Theureau, 279-294p, Ed. Mardaga, 1991B.
- ALTERMAN, C., "Case Representation", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, Concluções, Florida, Jun-1989.
- ALTERMAN, R. & WENTWORTH, M., "Determining the important features of a case", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 193-196p, Florida, Jun-1989.
- ALTERMAN, R., "A concept space for reasoning about cases involving event structure", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 16-19p, Florida, Jun-1989.
- ANDERSON, J., "Cognitive Psychology", Artificial Intelligence, 23:1-11p, 1984.
- ANDERSON, J., "Methodologies for studying human knowledge", Behavioral and Brain Sciences, 10:467-505p, 1987.
- ANDERSON, J., "The Architecture of Cognition", Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1983.
- ASHLEY, K. & RISSLAND, E., "Compare and Contrast, A test of Expertise", Sixth National Conference on Artificial Intelligence AAAI-87, 273-278p, Seattle, Washington, 1987.
- ASHLEY, K., "Assessing similarities among cases a position paper", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 72-76p, Florida, Jun-1989A.
- ASHLEY, K., "Indexing and analytic models", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 197-202p, Florida, Jun-1989B.
- ASHLEY, K., "Reasoning with cases and hypotheticals in HYPO", Int. J. Man-Machine Studies, 34:753-796p, 1991.
- BAIN, W., "Case-Based Reasoning: a computer model of subjective assessment", PhD Thesis, Yale University, 1986.
- BAINBRIDGE, L., "Cognitive science approaches to process operation. Present gaps and future requirements" em Second European Meeting on "Cognitive Science approaches to process control", 1-11p, Siena-Italia, Oct-1989A.
- BAINBRIDGE, L., "Cognitive task analysis for process operations. A model of cognitive processes and its implications" em Workshop Cognitive Processes in Complex Tasks, Wilgersdorf, RDA, Dic-1989B.
- BAREISS, R., & KING, J., "Similarity assessment in Case-Based Reasoning", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 67-71p, Florida, Jun-1989.
- BARLETTA, R. & HENNESSY, D., "Case adaptation in autoclave layout design", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 203-207p, Florida, Jun-1989.
- BARLETTA, R. & MARK, W., "Explanation-Based Indexing of Cases", The Seventh National Conference on Artificial Intelligence AAAI-88, 541-545p, Saint Paul, Minnesota, 1988.

- BARLETTA, R., "An Introduction to Case-Based Reasoning", *AI Expert*, 43-49p, 1991.
- BARNARD, P. & WILSON, M. & MACLEAN, A., "Approximate modelling of cognitive activity with an expert system: a theory-based strategy for developing an interactive design tool", *The Computer Journal*, 31(5):445-456, 1988.
- BENCHEKROUN, T & PAVARD, B., Analyse ergonomique et conception d'un outil d'aide à la communication dans un centre SAMU. 1er Congrès d'Ergonomie Hospitalière, Paris. 1991.
- BERSINI, H. & CACCIABUE, P. & MANCINI, G., "Cognitive Model for Representing Knowledge, Intentions and Actions of Process Plant Operators", *First European meeting on Cognitive Science Approaches to Process Control*, Marcousis, France, Oct-1987.
- BERSINI, H. & CACCIABUE, P. & MANCINI, G., "Cognitive Modelling: a Basic Complement of Human Reliability Analysis", *Reliability Engineering and System Safety*, 22:107-128p, 1988.
- BERSINI, H., "La Modelisation Cognitive dans l'etude des Systemes Homme-Machines", Tese de Dr., Université Libre de Bruxelles, 1989.
- BOY, G., "Assistance a l'Operateur: une approche de l'Intelligence Artificiel", Teknea, 1988.
- BRANTING, K., "Integrating generalizations with Exemplar-Based Reasoning", *Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning*, 224-229p, Florida, Jun-1989.
- BRANTING, L., "Building explanations from rules and structured cases", *Int. J. Man-Machine Studies*, 34:797-637p, 1991.
- BREHMER, B. & ALLARD, R. "Dynamic Decision Making: a general paradigm and some experimental results", Raport de Dpto. of Psychology, Uppsala University, Sweden, 1987.
- BURSTEIN, M., "Analogy vs. CBR: the purpose of mapping", *Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning*, 133-136p, Florida, Jun-1989.
- CACCIABUE, P. & DECORTIS, F. & DROZDOWICZ, B. & MASSON, M. & NORDVIK, J., "COSIMO: a Cognitive Simulation Model of Decision Making and Behaviour in Complex Work Environments", EUR 13805 EN, 1991.
- CACCIABUE, P. & MANCINI, G. & BERSINI, H., "A model of Operator Behaviour for Man-Machine System Simulation", *Automática*, 26(6):1025-1034, Pergamons Press, Oxford, 1990.
- CACCIABUE, P., "Evaluation of Human Factor and Man-Machine Interaction Problems in the Safety of Nuclear Power Plants", *Nucl. Engin. and Des.* 109:417-431p, 1988.
- CAHOUR, B., "Simulations of interactions between userd and a KBS", Vol-1: Description of the Experimentation, Deliverable 14, MM12 Project, Esprit, 1989.
- CALLAN, J. & FAWCETT, T. & RISSLAND, E., "CABOT: An Adaptive Approach to Case-Based Search", IJCAI-91, 12th *International Joint Conference on Artificial Intelligence*, 803-808p, Australia, 1991.
- CARROLL, J. & AARONSON, "Learning by doig with a simulated intelligent help", *Communications of the ACM*, 31(9):1064-1079, 1988.
- CAUZINILLE-MARMECHE, E., "Apprendre à utiliser ses connaissances pour la résolution de problèmes: analogie et transfert", *Bulletin de Psychologie*, Tome XLIV, Núm.-399, 156-164p, 1990/1991.

- CHARNIAK, E. & McDERMOTT, D., "Introduction to artificial intelligence", Addison-Wesley Publishing Company, 1986.
- CHI, M. & BASSOK, M. LEWIS, M. & REIMANN, P. & GLASER, R., "Self-Explanations: how students study and use examples in learning to solve problems", Cognitive Science, 13:145-182p, 1989.
- CHI, M. & FELTOVICH, P. & GLASER, R. "Categorization and representation of psychics knowledge by experts and novices", Cognitives Sciences, 5:121-152p, 1981.
- CLAES, G. & SALEMBIER, P., "Analyse de l'activité tutorielle et représentation des connaissances dans un système d'autoformation", Direction Support Bull-MTS, Paris, 1991.
- CLEEREMANS, A., "Relations entre performance et connaissance verbalisables dans le contrôle de processus", Le Travail Humain, 51(2):97-110, 1988.
- COLLINS, G., "Plan Adaptation: a transformational approach", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 90-93p, Florida, Jun-1989.
- CONVERSE, T. & HAMMOND, K. & MARKS, M., "Learning modification rules from expectation failure", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 110-114p, Florida, Jun-1989.
- COOK, L., "Teaching expertise: using Case-Based Systems to transfer Real-World experience", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 235-238p, Florida, Jun-1989.
- COURTEX, S., "Etude du poste de préparateur CORTA", Rapport de TPB CENA/N90016, 1989.
- DANIELLOU, F. & GARRIGOU, A., "Analyse du travail et conception des situations de travail" em l'Analyse du Travail, Ed. G. de Terssac, CEREQ, Paris, 1990.
- DANIELLOU, F., "Eléments sur la collaboration de deux opérateurs dans une tâche d'identification, de contrôle et de marquage", Psychologie Française, 28(3/4):283-288, 1983.
- DANIELLOU, F., "Méthodes d'introduction de l'ergonomie dans la conception des postes de travail" em "l'Ergonomie de conception" por V., De Keyser & Van Dache, Editions Universitaires, 1989.
- DARPA: Machine Learning Program Plan, "Case-Base Reasoning", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 1-13p, Florida, Jun-1989.
- DAVIS, R., "Knowledge based systems", Science, 231:957-963p, Feb-1986.
- DAVIS, R., "Meta-Rules: reasoning about control", Artificial Intelligence, 15:179-222p, 1980.
- DECORTIS, F. & CACCIABUE, C. "Modelisation cognitive et analyse de l'activité cognitive" em "Modèles en analysis du travail" por R. Almalberti & De Montmollin & Theureau, 85-119p, Ed. Mardaga, 1991.
- DECORTIS, F. & DROZDOWICZ, B. & MASSON, M., "The Operator model as a framework of research on errors and temporal, qualitative and analogical reasoning", Reactor Safety Research - The CEC Contribution. Proceeding of the Seminar on the Commission Contribution to Reactor Safety Research, Varese, Italia, Nov-1989.
- DECORTIS, F., Modelisation cognitive et analyse de L'activite. XXIV° Congrès de la Société d'Ergonomie de langue française, 10-21p., Paris, Set-1988.
- DEJONG, G. & MOONEY, R., "Explanation-Based Learning: an alternative view", Machine Learning, 1(2):145-176, 1986.

- DEUGO, D. & OPPACHER, F., "Applications of Case-Based Reasoning using knowledge based and genetic techniques", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 239-243p, Florida, Jun-1989.
- DUBOIS, D., "Sciences Cognitives et Ergonomie: effet de mode, enrichissement réciproque ou normalisation ?", Le Travail Humain, Numéro especial, 1991.
- de KEYSER, V. & DECORTIS, F. & HOUSIAUX, A. & VAN DAELE, A., "Les communications hommes-machines dans les systemes complexes", Service de Psychologie du travail, Université de Liège, Bruxelles, 1987.
- de KEYSER, V., "De la contingence à la complexité: l'Evolution des idées dans l'étude des processus continus", Le Travail Humain, 51(1):1-18, 1988.
- de KEYSER, V., "La fiabilité humaine dans le processus continu, le centrales thermo électriques et nucléaires", Rapport C.E.R.I., Bruxelles, 1981.
- de MEDEIROS, E., Analyse des mecanismes de resolution de problèmes en vue de la conception d'un outil cooperatif d'aide à la prise de decisions: Cas du diagnostic par téléphone, Thèse Doctoral d'Ergonomie, Paris, 1992.
- de TERSSAC, G., "Analysis du travail et qualification" em "Modèles en analysis du travail" por R. Almalberti & De Montmollin & Theureau, 295-315p, Ed. Mardaga, 1991.
- EBERTS, R. & NOF, S. & ZIMOLONG, B. & SALVENDY, D., "Dynamic process control: cognitive requeriments and expert systems", Human-Computer Interaction, 215-228p, Amsterdam, 1984.
- ELIO, R. & SCHARF, P., "Modeling Novice-to-Expert Shifts in Problem Solving Strategy and Knowledge Organization", Cognitive Science, 14(4):579-639, 1990.
- ESCARABAJAL, M., "A propos de la validité des medèles de simulation de processus", Psychologie Cognitive. Modèles et méthodes, 427-442p, P.U.G., 1988.
- FALINOWER, C., "Une maquette système expert pour la modélisation de la connaissance de conduite d'une centrale classique", Département de Traitement de l'Information et Etudes Mathématiques, EDF Electricité de France, 1-24p, Mar-1989.
- FALZON, P., "Ergonomie Cognitive du Dialogue", Sciences et Technologies de la Connaissance, Paris, 1989.
- FALZON, P., "Langages opératifs et compréhension opérative", Thèse 3-cycle, Paris, 1986.
- FALZON, P., "Les activités verbales dans le travail" em "Modèles en analysis du travail" por R. Almalberti & De Montmollin & Theureau, 229-278p, Ed. Mardaga, 1991A.
- FALZON, P., Copias do Curso "Représentations et Raisonnements Finalisés", Laboratoire d'Ergonomie et de Neurophysiologie du travail, C.N.A.M., 1991B.
- FAVERGE, J., "l'Analysis du travail" em "Traité de Psychologia Appliquée", Vol-3, por M., Reuchlin, Paris: Presses Universitaires de Frances, 1972.
- FAYOL, M., "Psychologie Cognitive et Instruction" em "La psychologie scientifique et ses applications" por J. Monteil & M. Fayol, Cap-7, Presses Universitaires de Grenoble, 1989.
- GAILLARD, J., "Emploi des outils et traitement de l'information par le controleur du trafic aérien en centre de controle regional", Rapport Interne, CORTA, 1989.
- GENTNER, D. & LANDERS. R., Analogical Reminding: A Good Match is Hard to Find., Proceedings of the International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Tuscon, AZ, November, 1985.

- GENTNER, D. & TOUPIN, C., "Systematicity and surface similarity in the development of analogy", Cognitive Science, 10:277-300p, 1986.
- GENTNER, D., "Finding the needle: accessing and reasoning from prior cases", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 137-141p, Florida, Jun-1989.
- GENTNER, D., "Structure-Mapping: a theoretical framework for analogy", Cognitive Science, 7:155-170p, 1983.
- GICK, M., & HOLYOAK, K., Schema induction and analogical transfer, Cognitive Psychology, 15:1-38, 1983.
- GLEIZES, M, & GLIZE, P., "Les systèmes multi-expert", Ed. Hermes, Paris, 1990.
- GOODMAN, M., "CBR in battle planning", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 264-269p, Florida, Jun-1989.
- GREEN, W. & COBERT, M. LONG, J., "Some requeriments and suggestions for a methodology to develop knowledge based systems", Ergonomics, 32(11):1499-1512, Nov-1989.
- GROOT, A.D., Thought and choice in chess, Mouton, La Haya, 1965.
- GUERIN, F. & LAVILLE, A. & DANIELLOU, F. DURAFFOURG, F. & KERGUELEN, A., "Comprendre le travail pour le transformer", Ed. l'ANACT, 1991.
- HAMMOND, K., "Adaptation of Cases", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 88-89p, Florida, Jun-1989.
- HAMMOND, K., "Case-Based Planning: a framework for planning from experience", Cognitive Science, 14(3):385-443, 1990.
- HARRIS, S. & HELANDER, M, "Machine intelligence in real systems: some ergonomics issues", Human-Computer Interaction, 267-277p, Amsterdam, 1984.
- HATON, J., "Intelligence Artificielle: panorama des techniques et des domaines d'applications" em "Intelligence des Mécanismes, Mécanismes de l'Intelligence", 55-72p, por J. le Moigne, Fondation Diderot Fayard, 1986.
- HOC, J. & SAMURCAY, R., "An ergonomic approach to knowledge representation" em 2nd European Meeting on Cognitive Science Approaches to Process Control, Siena (Italia), 1989C.
- HOC, J., "La conduite d'un processus continu a longs délais de réponse: une activité de diagnostic" Le Travail Humain, 52(4):289-315p, 1989A.
- HOC, J., "Psychologie et ergonomie cognitive du raisonnement", CIRILLE, 4ème Université d'Été "Méthodes de raisonnement en Intelligence Artificielle", Lyon, Jul-1990.
- HOC, J., "Strategies in controlling a continous process with long response latencies: needs for computer support to diagnosis", Man-Machine Studies, 30:47-67p, 1989B.
- HOC, J., "Psychologie cognitive de la planification", Grenoble, PUG, 1987.
- HOLYOAK, K. & THAGARD, P. "Analogical mapping by constraint satisfaction", Cognitive Science, 13:295-355p, 1989.
- HUNTER, L., "Finding paradigm cases or When is a case worth remembering ?", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 57-61p, Florida, Jun-1989.
- INDURKHYA, B., "Approximate semantic transference: a computacional theory of metaphors and analogies", Cognitive Science, 11:445-480p, 1987.

- JANSWEIJER, W. & ELSHOUT, J. & WEILINGA, B., "The expertise of novice problem solvers" em The 7th European Conference on Artificial Intelligence, 576-585p, Jul-1990.
- KAMBHAMPATI, S., "Integrating Planning and Reuse: a framework for flexible plan reuse", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 280-284p, Florida, Jun-1989A.
- KAMBHAMPATI, S., "Representational requirements for plan reuse", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 20-23p, Florida, Jun-1989B.
- KASS, A., "Strategies for adapting explanations", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 119-123p, Florida, Jun-1989.
- KJAER-HANSEN, J. & CACCIABUE, C. & DROZDOWICZ, B., "A Framework for Cognitive Simulation", Commission of the European Communities Joint Research Centre, ISPRA, Italia, 1991.
- KLEIN, G. & CALDERWOOD, R. "How do people use analogues to make decision?" em Proceeding of the DARPA Workshop on Case-Based Reasoning, Vol-1, Ed. J Kolodner, 209-223p, San Mateo, Calif.: Morgan Kaufmann, 1988.
- KLEIN, G. & WHITAKER, L. & KING, J., "Using analogues to predict and plan" em Proceeding of the DARPA Workshop on Case-Based Reasoning, Vol-1, Ed. J Kolodner, 224-232p, San Mateo, Calif.: Morgan Kaufmann, 1988.
- KOLODNER, J. & RIESBECK, C., Experience, Memory, and Reasoning, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, London, 1986.
- KOLODNER, J. & SIMPSON, R. & SYCARA-CYRANSKI, K., "A process model of Case-Based reasoning in problem solving", Proceeding of the Ninth International Joint Conference on Artificial Intelligence IJCAI-85, University of California at Los Angeles, 284-290p, Ago-1985.
- KOLODNER, J. & SIMPSON, R., "THE MEDIATOR: a case study of a Case-Based problem solver", School of Information and Computer Science, Georgia Institute of Technology, Atlanta, 1-53p, Feb-1988.
- KOLODNER, J., "Maintaining Organization in a Dynamic Long-Term Memory", Cognitive Science, 7:243-280p, 1983B.
- KOLODNER, J., "Capitalizing on failure through Case-Based inference" em The Ninth Annual Conference of the COGNITIVE SCIENCE SOCIETY, Seattle, Washington, 715-725p, 1987A.
- KOLODNER, J., "Extending problem solver capabilities through Case-Based inference", Proceeding of the Fourth International Workshop on "Machine Learning", University of California, Irvine, 167-178p, Jun-1987B.
- KOLODNER, J., "Improving human decision making through Case-Based decision aiding", AI Magazine, 52-68p, 1991.
- KOLODNER, J., "Judging which is the Best case for a Case-Based Reasoning", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 77-81p, Florida, Jun-1989A.
- KOLODNER, J., "Reconstructive Memory: a Computer Model", Cognitive Science, 7:281-328p, 1983A.
- KOLODNER, J., "Selecting the best case for a Case-Based reasoner", The 11th Annual Conference of the COGNITIVE SCIENCE SOCIETY, University of Michigan, 155-162p, Ago-1989B.

- KOTON, P., "Reasoning about evidence in causal explanations" em Proceedings AAAI-88, 256-261p, St. Paul, MN: American Association for Artificial Intelligence, 1988.
- KOTON, P., "SMARTplan: A Case-Based Resource allocation and scheduling system", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 285-289p, Florida, Jun-1989.
- KOUBEK, R. & SALVENDY, G., "The implementation and evaluation of a theory for high level cognitive skill acquisition through expert system modelling techniques", Ergonomics, 32(11):1419-1430, 1989.
- KRAUSE, W & SEIFERT, R. & SOMMERFELD, E., "Effective cognitive structures in simple problem solving" em "Human Memory and Cognitive Capabilities", Elsevier Science Publisher, 1001-1015p, 1986.
- KRECKEL, M., "Communicative acts and extralinguistic knowledge" em "The Analyses of Action" por M. Von Cranach & R. Farré (Eds), London Cambridge University Press, 1982.
- KUIPERS, B. & KASSIRER, J., "How to discover a knowledge representation for causal reasoning by studying an expert physician", Proceeding of eight IICAI, 1983.
- LACOSTE, M., "Les communications de travail comme interactions" em "Modèles en analysis du travail" por R. Almalberti & De Montmollin & Theureau, 191-227p, Ed. Mardaga, 1991.
- LAURING, W. & ROMBACH, V., "Expert systems in ergonomics: requirements and an approach", Ergonomics, 32(7):793-811, 1989.
- LEAKE, D., "The effect of explainer goals on Case-Based Explanation", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 290-294p, Florida, Jun-1989.
- LEBOWITZ, M., "Generalization from natural language text", Cognitive Science, 7:1-40p, 1983.
- LEBOWITZ, M., "Intergrated Learning: Controlling Explanation", Cognitive Science, 10:219-240p, 1986.
- LEHNERT, W., "Case-Based Problem Solving with a Large Knowledge Base of Learned Cases", Sixth National Conference on Artificial Intelligence AAAI-87, 301-306p, Seattle, Washington, 1987.
- LEONTIEV, A., Le développement du psychisme. Editions Sociales. Paris. 1972.
- LEPLAT, J. & HOC, J., "Subsequent verbalisation in the study of cognitive processes", Ergonomics, 24:743-755p, 1981.
- LEPLAT, J. & PAILHOUS, J., "L'acquisition des habiletés mentales : la place des techniques. Le travail Humain, 44:275-282p, 1981.
- LEPLAT, J., "Error analysis, instrument and object of task analysis", Ergonomics, 33:(7):813-822, 1989.
- LEPLAT, J., "Relations between task and activity: elements for elaborating a framework for error analysis", Ergonomics, 33(10/11):1389-1402, 1990.
- LEPLAT, J., "Subsequent verbalisation in the study of cognitive processes", Ergonomics, 24:743-755p, 1981.
- LEPLAT, J., "Task complexity in work situations" em "Task, errors and mental models" por L. Goodsteins & H., Anderson & S., Olsen (Eds), London: Taylor & Francis, 1988.
- MALATERRE, G. & FERNANDES, F. & FLEURY D. & LECHNER, D., "Decision Making in Emergency situations", Ergonomics, 31:(4):643-656, 1988.

- MANDIAU, R. & KOLSKI, C. & MILLOT, P. & CHAIB-DRAA, B., "A new approach for the cooperation between human(s) and assistance system(s): a system based on intentional states" em Word began in Expert System, 16-19p, Pergamon Press, Dec-1991.
- MARTIN, C., "Complex Indices: a metaphorical example", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 295-299p, Florida, Jun-1989A.
- MARTIN, C., "Indexing using complex features", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 26-30p, Florida, Jun-1989B.
- MARTIN, J., "Retrieving reasonable predictions from case bases", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 300-303p, Florida, Jun-1989.
- MASSON, M & CACCIABUE, C., "The contribution of Cognitive Modelling to the Development of Training Technology and Safety Improvements", Proceeding of the International Meeting on Education and Training for Prevention, 221-226p, Paris, Jun-1989.
- MASSON, M., "How do differences in process knowledge relate to differences in monitoring style and efficiency. Some results from a field study in a thermoelectrical power plant", Proceedings of the Tenth European Annual Conference on Human Decision Making and Manual Control, Nov-1991.
- MEDIN & EDELSON, "Problem structure and the use of base-rate information from experience", Journal of Experimental Psychology General, Vol-1, 68-85p, 1988.
- MICHAUT, G., "Les simulateurs de conduite automobile", Le Travail Humain, 33(3/4):353-378, 1970.
- MITCHELL, T. & UTGOFF, P. & BANERJI, R., "Learning by experimentation: acquiring and refining problem-solving heuristics" em "Machine Learning: an Artificial Intelligence Approach" por R. Michalski & J. Carbonell & T. Mitchell (eds), 163-190p, Morgan Kaufmann Publishers, Inc. Los Altos, CA. 1983.
- MITCHELL, T., Learning and Problem Solving, Proceedings of the Eighth International Joint Conference on Artificial Intelligence, Karlsruhe, Germany, Computers and Thought Award Lecture, Ag-1983,
- MOONEY, R., "Learning plan schemata from observation: Explanation-Based learning for plan recognition", Cognitive Science, 14(4):483-510, 1990.
- MORAY, N. & SANDERSON, P. & VICENTE, K., "Cognitive Task Analysis of a Team in a Complex Work Domain: a Case Study", 2nd European Conference on Cognitive Science Approaches to Process Control, Siene, Italia, Oct-1989.
- NEWELL, A. & SIMON, H., "Human Problem Solving", Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall, 1972.
- NEWELL, A. & SIMON, H., "Simulation of human thought" em "Computer simulation of human behavior" por J., Dutton & W., Starbuck, Ed. John Wiley & Sons Inc., New York, 1971.
- NORMAN, D.A., "Human Cognition", em Proceedings of workshop on cognitive modelling of nuclear plant control room operators, NUREG/CR-3414, 1983.
- OCHANINE, D., Le rôle des images opératives dans la régulation des activités de travail. Psychologie et Education, 3, 63-65p, 1978.
- OWENS, C., "Plan transformations as abstract indices", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 62-65p, Florida, Jun-1989.

- PAVARD, B. & BENCHEKROUN, T. & SALEMBIER, P., "La regulation collective des communications: analysis et modelisation", Université de Paris 8 & C.N.A.M., 1-16p, 1991.
- PAVARD, B. & SALEMBIER, P. & BENCHEKROUN, T. & DE MEDEIROS, E., "Simulation Cognitive de la conduite de procès: evaluation de différentes approches", Rapport Intermédiaire N-1, ARD-AID T5403T, C.N.A.M., 1-120p, 1989.
- PAVARD, B. & SALEMBIER, P., "Aides intelligentes à la régulation du trafic aérien", Projet C.E.N.A.-C.N.A.M., 1990.
- PAVARD, B., "Introductive paper to the Workshop on Cognitive Simulation and Computer Architecture", 1-4p, C.N.A.M., Paris, 1989.
- PAVARD, B., "Quel paradigme utiliser pour etudier les systems complexes ?", em Actes du 11ème Congrès de l'Association Internationale d'Ergonomie, Paris, 1991.
- PAYNE, S., "A descriptive study of mental models", Behaviour & Information Technology, 10(1):3-21, 1991.
- PAZZANI, M., "Indexing strategies for goal specific retrieval of cases", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 31-35p, Florida, Jun-1989.
- PIAGET, J., La prise de conscience, Presses Universitaires de Frances, Paris, 1974.
- PINSKY, L., "Activité, action et interprétation" em "Modèles en analysis du travail" por R. Almalberti & De Montmollin & Theureau, 120-149p, Ed. Mardaga, 1991.
- PITRAT, J., "Connaissances et Métaconnaissances" em "Intelligence des Mécanismes, Mécanismes de l'Intelligence", 75-113p, par J. le Moigne, Fondation Diderot Fayard, 1986.
- PORTER, B., "Similarity assessment: Computation vs. Representation", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 82-84p, Florida, Jun-1989.
- QUEINNEC, Y. & MARQUIE, J. & THON, B. "Modèles, comportement et analyse du travail" em "Modèles en analysis du travail" por R. Almalberti & De Montmollin & Theureau, 25-47p, Ed. Mardaga, 1991.
- RAM, A., "Incremental learning of paradigmatic cases", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 304-308p, Florida, Jun-1989.
- RASMUSSEN, J. & GOODSTEIN, L., "Information technology and work" em "Handbook of Human-Computer Interaction" por M. Helander, Elsevier Sciences Publishers, B.V. 175-202p, 1988.
- RASMUSSEN, J., "Outlines of a Hibrid Model of the Process Operator" em "Monitoring Behavior and Supervisory Control" por T. Sheridan & G. Johannsen (Eds), N.Y., 1976.
- RASMUSSEN, J., "Strategies for state identification and diagnosis in supervisory control tasks, and design of computer-bases support systems", Advances in Man-Machine Systems Research, 1:139-193, 1984.
- RASMUSSEN, J., "Technologies de l'information et analyse de l'activité cognitive" em "Modèles en analysis du travail" por R. Almalberti & De Montmollin & Theureau, 49-84p, Ed. Mardaga, 1991.
- RASMUSSEN, J., "The human operator as a system component: bite and pieces of a model", Riso Nat. Lab. Riso-M-1922., Jun-1974.
- RASMUSSEN, J., "The role of erro in organizing behaviour", Ergonomics, 33(10/11):1185-1199, 1990.

- REASON, J., "Intensions, errors and machines: a cognitive science perspective", *Aspects of Consciousness and Awareness*. Bielefeld, W. Germany December, 1-3, 1986.
- REASON, J., "Human Error", Cambridge University Press, 1990.
- REDMOND, M., "Learning from others experience: creating cases from examples", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 309-312p, Florida, Jun-1989.
- RICH, E., "Inteligência Artificial", Mc Graw-Hill, 1988.
- RICH, E., "User modeling via stereotypes", Cognitive Science, 3:329-354p, 1979.
- RICHARD, J. & GEORGE, C., "l'Approche psychologique de la Cognition" em "Intelligence des Mécanismes, Mécanismes de l'Intelligence", 155-172p, por J. le Moigne, Fondation Diderot Fayard, 1986.
- RICHARD, J., "Les activités mentales: comprendre, raisonner, trouver des solutions", Ed. Armand Colin, Paris, 1990.
- RIEL, M., & LEVIN, L. & MILLER-SOUVINEY, B., "Learning with interactive Media: Dinamic support for students and teachers" em "Artificial Intelligence and Education", Vol-I, "Learning environments and tutoring systems", Cap-6, por R. Lawler & M. Yazdani, Ed. Ablex Publishing Corporation, New Yersey, 1991.
- RIESBECK, C. & SCHANK, R. "Inside Case-Based Reasoning", Lawrence Erlbaum Associates Publishers, New Jersey, 1989.
- RIESBECK, C., "Failure-driven reminding for incremental learning", Proceeding of the 7th International Joint Conference on Artificial Intelligence, 115-120p, Menlo Park, CA, IJCAI, 1981.
- RISSLAND, E. & SKALAK, D., "CABARET: rule interpretation in a hybrid architecture", Int. J. Man-Machine Studies, 34:839-887p, 1991.
- ROGALSKI, J., "Analyse cognitive d'une méthode de raisonnement tactique et de son enseignement a des professionnels", Le Travail Human, 50(4):305-317, 1987.
- ROSS, B., "Reminding and their effects in learning a cognitive skill", Cognitive and Instructional Sciences Series CIS 19, Palo alto, CA: Serox Palo Alto Research Centers, 1982.
- ROSS, B., "Some psychological results on Case-Based Reasoning", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 144-147p, Florida, Jun-1989.
- ROTH, E. & POPLER, Jr. H. & WOOD, D., "Extending the Modeling Capabilities of the Cognitive Environment Simulation: Modeling an ISLOCA scenario", Division of Systems Research Office of Nuclear Regulatory Research, Washington, Mai-1990.
- ROTH, E. & WOOD, D., "Aiding Human Performance I: cognitive analysis", Le Travail Human, 51:(2):39-63, 1988.
- ROUSE, W., "Human-Computer interaction in the control of dynamic systems", Computing Surveys, 13(1):71-99, Mar-1981.
- SALEMBIER, P. & PAVARD, B. & BENCHEKROUN, T. & de MEDEIROS, E., "Cognitive Simulation: a new paradigm for ergonomics?", *Work with Display Units*, L. Berliguet & D. Berthelette (Eds), North Holland, 1990.
- SALLANTIN, J., "Logiques et comportements des systèmes rationnels" em "Intelligence des Mécanismes, Mécanismes de l'Intelligence", 116-136p, por J. le Moigne, Fondation Diderot Fayard, 1986.

- SANDERSON, P. & VERHAGE, A. & FULD, R., "State-Space and verbal protocol methods for studying the human operator in process control", Ergonomics, 32(11):1373-1373, 1989.
- SAVOYANT, A., "Coordination et communications dans une équipe de travail", Le Travail Humain, 40(1):41-54, 1977.
- SAVOYANT, A., "Statut et fonction des communications dans l'activité des équipes de travail", Psychologie Française, 28(3/4):247-253, 1983.
- SCHANK, R. & ABELSON, R., "Scripts, plans, goals and understanding", Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 1977.
- SCHANK, R., "Dynamic Memory: a Theory of Learning in Computers and People", Cambridge University Press, 1982.
- SCHANK, R., "Explanation Patterns: understanding mechanically and creatively", Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N.J., 1986.
- SEBILLOTE, S., "La conception de scénarios interactifs: analyse de l'activité", Le Travail Humain, 50(4):319-334, 1987.
- SEIFERT, C., "Analogy and Case-Base Reasoning", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 125-129p, Florida, Jun-1989.
- SELF, J., "The application of machine learning to student modelling" em "Artificial Intelligence and Education", Vol-I, "Learning environments and tutoring systems", Cap-13, por R. Lawler & M. Yazdani, New Jersey, 1991.
- SELFIDGE, M. & CUTHILL, B., "Retrieving relevant out-of- context cases: a dynamic memory approach to Case-Based Reasoning", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 313-317p, Florida, Jun-1989.
- SHERIDAN, T., "Human and computer roles in supervisory control and telerobotics: musings about function, language and hierarchy" em "Task, Errors and Mental Models" por L. Goodstein & H. Anderson & S. Olsen (Eds), London: Taylor & Francis, 1988.
- SKORSTAD, J. & FALKENHAINER, B. & GENTNER, D., "Analogical Processing: A Simulation and Empirical Corroboration", Sixth National Conference on Artificial Intelligence AAAI-87, 322-326p, Seattle, Washington, 1987.
- SNELL, J., "A systems model of cognition for improving human factors of computing environments", Computer Systems Technical Group, 14(1):10-13, Mar-1987.
- STERNBERG, R., "A componential theory of analogical reasoning" em "Intelligence information processing and analogical reasoning: the componential analysis of human abilities", Ed. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1977.
- SYCARA, K. & NAVINCHANDRA, D., "Index Transformation Techniques for Facilitating Creative use of Multiple Cases", 12th International Joint Conference on Artificial Intelligence, 347-352p, Australia, 1991.
- SYCARA, K. & NAVINCHANDRA, D., "Index transformation and generation for case retrieval", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 324-328p, Florida, Jun-1989.
- THAGARD, P. & HOLYOAD, K., "Why indexing is the wrong way to think about analog retrieval", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 36-39p, Florida, Jun-1989A.

- THAGARD, P. & HOLYOAK, K., "How to compute semantic similarity", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 85-86p, Florida, Jun-1989B.
- THEUREAU, J. "Les raisonnements dans le travail" em "Modèles en analysis du travail" por R. Almalberti & De Montmollin & Theureau, 159-190p, Ed. Mardaga, 1991.
- THOMPSON, K. & LANGLEY, P., "Organization and retrieval of composite concepts", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 329-333p, Florida, Jun-1989.
- TIBERGHIEU, G., "Psychologie Cognitive, Science de la Cognition et Technique de la Connaissance" em "Intelligence des Mécanismes, Mécanismes de l'Intelligence" por J. le Moigne, Fondation Diderot Fayard, 1986.
- TIBERGHIEU, G., "Psychologie Cognitive, Science de la Cognition et Technologie de la Connaissance" em "La psychologie scientifique et ses applications" por M., Monteil & M., Fayol, Cap-1, Ed. Press Universitaires de Grenoble, 1989.
- TURNER, R., "Case-Based and Schema-Based Reasoning for Problem Solving", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 341-344p, Florida, Jun-1989.
- VAN DE VELDE, W., "Explainable knowledge production", Seventh European Conference on Artificial Intelligence, Brrington, Jan-1986.
- VELOSO, M. & CARBONELL, J., "Learning analogies by analogy: the closed loop of memory organization and problem solving", Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning, 153-158p, Florida, Jun-1989.
- VERGARA, WALTER H. & MENEGON, N. & DOS SANTOS, N., "Análise ergonômica do sistema-tarefa na operação de uma subestação de energia" e, "Human-Problem Solving: Uma abordagem da ergonomia cognitiva", no 4º Seminário Brasileiro de Ergonomia, Rio de Janeiro, R.J., 1989.
- VERGARA, WALTER H. & DOS SANTOS, N., "Ergonomia Cognitiva: Uma solução útil para sistemas homem-máquina", no XIII encontro Nacional de Engenharia de Produção, Florianópolis, Santa Catarina, 1993.
- VERGARA, WALTER H. & DOS SANTOS, N. & CYBIS, W., "Reflexões teóricas sobre a prática da ergonomia", no XI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, (comunicação), Rio de Janeiro, R.J., 1991A.
- VERGARA, WALTER H., "Resolução de Problemas Baseados no Conhecimento Humano: as Contribuições da Psicologia e da Inteligência Artificial à Ergonomia Cognitiva", Diss. de Mestre, PPGE, U.F.S.C., 1990B.
- VERGARA, WALTER H. & DOS SANTOS, N., "Simulação Cognoscitiva: Herramienta de análisis en Ingeniería de Sistemas", nas Primeras Jornadas de Ingeniería de Sistemas informáticos y de Computación, Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador, 1990A.
- VERGARA, WALTER H. & DOS SANTOS, N., "Um modelo cognitivo numa arquitetura computacional", no X Encontro Nacional de Engenharia de Produção, (comunicação), Belo Horizonte, Minas Gerais, 1990C.
- WANG, A. & LIU, X., "Cognitive strategies in solving covariance-problems in process control", Ergonomics, 33(7):891-906, 1990.
- WONG-MING WANG, "Information Structure and Cognitive Strategies in Decision-Making on Systems Development", Ergonomics, 33(7):907-916, Jul-1990.
- WOOD, D. & ROTH, E. & POPLE, Jr. H., "Cognitive Environment Simulation: an Artificial Intelligence System for Human Performance Assessment", 2da parte, "Modeling Human

Intention Formation", Division of Reactor and Plant systems Office of Nuclear Regulatory Research, Washington, 35-110p, Set-1987B.

WOOD, D. & ROTH, E. & POPLER, Jr. H., "Modeling human intension formation for reliability assessment", Westinghouse, Research and Development Center Pittsburgh, 15-35p, Set-1987A.

WOOD, D. & ROTH, E., "Aiding Human Performance II: from cognitive analysis to support systems", Le Travail Human, 51:(2)139-171, 1988.

WOOD, D., "Coping with complexity: the psychology of human behavior in complex systems" em "Task, errors and mental models" por L. Goodstein & H. Anderson & S. Olsen, London: Taylor & Francis, 1988.

TABELAS

TABELA 1

Os percentagens dos motivos das ocorrências no ano 1993.

Percentagens	Motivos das ocorrências
23.1%	Falta de energia fase
22.1%	Falta de energia no consumidor
0.7%	Choque na instalação
4.6%	Defeito no medidor (caído, podre etc.)
2.7%	Substituir disjuntor
3.7%	Tensão oscilante
0.2%	Tensão alta
1.0%	Tensão baixa
0.4%	Abalroamento
0.5%	Braquete solta
0.4%	Poste podre ou caído
5.4%	Ramal de ligação partido
1.5%	Condutor de rede partido
0.9%	Ramal de ligação desregulado/trançado
2.7%	Luz piscando-intermitente
0.9%	Vegetação na rede
0.5%	Religar corte a pedido
2.4%	Religar, desligado pelo COS para reparos
4.0%	Outros
0.1%	Chamada não completada (caiu)
0.7%	Engano
1.8%	Solicitação de informação
0.1%	Ocorrência já registrada
17.0%	Iluminação pública
0.0%	Condutor de rede desregulado
0.5%	Transferir ramal de ligação para nova armação
0.0%	Serviço programado
0.0%	Abertura de solicitação de inspeção

ANEXOS

ANEXO 1

OS CASOS

Data: 23-11-93

Hora: 16:35

Nó: 01

Cliente: Telesc

Bairro: Palhoça

Carac. da Situação:

- 1- Falta de energia
- 2- Falta de energia no consumidor
- 3- O consumidor sabe a causa do problema
- 4- O disjuntor está danificado

Carac. Secundárias:

Nenhuma

Carac. Complementares:

- 5 - O transformador é particular
- 6 - O cliente é um consumidor Industrial
- 7 - A situação do tempo é normal

Explicações:

1,2,3,4 - Nesta situação não é preciso realizar uma pesquisa minuciosa de todos os equipamentos envolvidos e os fatos que condicionam esta situação. Porque existe um equipamento (o disjuntor) que está em má condições e é preciso tracá-lo.

1,2,4- Os bornes do disjuntor estão estragados. Existe uma má conexão no interior do disjuntor que não permite a passagem de energia.

7- Características circunstanciais.

Plano de ação:

1,2,4 - Se o consumidor tem o novo disjuntor. Proceder da seguinte forma, abrir as chaves-fusíveis do ramal de alta tensão. Trocar ou deixar que o consumidor troque seu disjuntor interno. Fechar as chaves-fusíveis do ramal de alta tensão. Em caso contrário orientar ao consumidor a comprar um novo disjuntor e, depois, ligar para 196 (Plantão da CELESC) para proceder a troca do equipamento.

7 - []

MOP_da_História: Consumidor_Primário

Observações: Nenhuma

Data: 13-12-93

Hora: 13:27

Nó: 02

Cliente: Alencar

Bairro: São_José

Carac. da Situação:

1- Falta de energia

2- Falta de energia no consumidor

3- O consumidor não sabe a causa do problema

Carac. Secundárias:

4- O disjuntor esta danificado

Carac. Complementares:

5- O transformador é comunitário

6- O cliente é um consumidor doméstico

7- A situação do tempo é normal

Explicações:

1,2,3- Nesta situação é preciso realizar uma pesquisa minuciosa de todos os equipamentos envolvidos e os fatos que condicionam esta situação. Porque, provavelmente, existe um equipamento que está em má condições e é preciso tracá-lo.

1,2,4- Existe uma falha interna no disjuntor. A vida útil do equipamento terminou.

5,6,7- Características circunstanciais.

Plano de ação:

1,2,3,4,5 - Verificar se os condutores estão bem conectados na roldana e nos bornes do medidor de kWh. Verificar as emendas existentes nos condutores no poste do consumidor. Solicitar que o consumidor ligue todas as cargas (lâmpadas, chuveiros, etc.) e verificar a tensão de energia.

1,2,4- Se o consumidor tem o novo disjuntor. Proceder da seguinte forma, Trocar o disjuntor interno do consumidor. Em caso contrário orientar ao consumidor a comprar um novo disjuntor e, depois, ligar para 196 (Plantão da CELESC) para proceder à troca do equipamento.

5,6,7- []

MOP da História: Consumidor_Doméstico

Observações: Nenhuma

Data: 26-11-93

Hora: 08:47

Nó: 03

Cliente: Nilson

Bairro: Centro_Florianópolis

Características da Situação:

- 1- Falta de energia
- 2- Falta de energia no consumidor
- 3- O consumidor sabe a causa do problema
- 4- O ramal de ligação está partido
- 5- A braquete está partida/solta ou danificada

Carac. Secundárias:

Nenhuma

Carac. Complementares:

- 6- O transformador é comunitário
- 7- O cliente é um consumidor industrial
- 8- A situação do tempo é normal

Explicações:

1,2,3,4,5- Estas características sugerem que nesta situação não é preciso realizar uma pesquisa minuciosa de todos os equipamentos envolvidos e os fatos que condicionam esta situação.

1,2,4- Existe um defeito no ramal de ligação. Isto pode ter ocorrido por uma fadiga mecânica ou por dilatação do ramal de ligação de serviço.

1,2,5- O pino da roldana está enferrujado e a madeira está podre.

6,7,8 - Características circunstanciais.

Plano de ação:

1,2,4- Emendar o ramal de ligação do consumidor.

1,2,5- Orientar ao consumidor a comprar uma armação monofásica de porcelana (roldana). Depois de comprado o equipamento, o consumidor deve ligar para 196 (Plantão da CELESC) e solicitar a troca do equipamento. Provisoriamente, colocar o equipamento até que o consumidor compre outra se é possível.

3,6,7,8 - []

MOP_da_História: Consumidor_Doméstico

Observações:

* Braquete é um velho equipamento, isolador, de suporte do ramal de ligação do consumidor. Hoje é substituído por uma armação monofásica de porcelana (roldana).

Data: 01-12-93

Hora: 15:03

Nó: 04

Cliente: Jorge

Bairro: Estreito_Florianópolis

Características da Situação:

- 1- Falta de energia
- 2- Falta de energia no consumidor
- 3- O consumidor sabe a causa do problema
- 4- O ramal de ligação está partido
- 5- O ramal de ligação está desregulado
- 6- Caixa da medição caída/solta ou danificada

Carac. Secundárias:

Nenhuma

Carac. Complementares:

- 7- A conexão do ramal de ligação é de cobre a cobre.
- 8- O transformador é comunitário
- 9- O cliente é um consumidor doméstico
- 10- A situação do tempo é normal

Explicações:

1,2,3,4,5,6- Estas características sugerem que nesta situação não é preciso realizar uma pesquisa minuciosa de todos os equipamentos envolvidos e os fatos que condicionam esta situação.

1,2,4- Um caminhão bateu nos fios do ramal de ligação do consumidor. Assim, ele ficou partido.

6- A caixa da medição ficou danificada pela batida do caminhão aos fios do ramal de ligação.

1,2,5,7- No poste existe uma má conexão com o conector. O ramal de ligação ficou deregulado.

8,9,10 - Características circunstanciais.

Plano de ação:

1,2,4- Emendar o neutro ou a fase do ramal de ligação do consumidor.

6- Re-colocar a caixa de medição do consumidor.

1,2,5,7 - Tensionar e trocar o conector de parafuso fendido na conexão da fase ou o neutro do ramal de ligação com a rede de distribuição e trocar o conector de parafuso fendido.

3,8,9,10 - []

MOP_da_História: Consumidor_Doméstico

Observações: Nenhuma

Data: 01-12-93

Hora: 18:41

Nó: 05

Cliente: Zulmira

Bairro: Coqueiros

Características da Situação:

- 1- Falta de energia
- 2- Falta de energia no consumidor
- 3- O consumidor sabe a causa do problema
- 4- A braquete está partida/solta ou danificada

Carac. Secundárias:

Nenhuma

Carac. Complementares:

- 5- O transformador é comunitário
- 6- O cliente é um consumidor doméstico
- 7 - A situação do tempo é normal

Explicações:

1,2,3,4- Estas características sugerem que nesta situação não é preciso realizar uma pesquisa minuciosa de todos os equipamentos envolvidos e os fatos que condicionam esta situação.

1,2,4- A braquete está corroída e danificada, pela ação do meio ambiente.

5,6,7- Características circunstanciais.

Plano de ação:

1,2,4-Orientar ao consumidor a comprar uma armação monofásica de porcelana (roldana). Depois de comprado o equipamento, o consumidor deve ligar para 196 (Plantão da CELESC) e solicitar a troca do equipamento. Provisoriamente, colocar o equipamento até que o consumidor compre outra se é possível.

3,5,6,7- []

MOP da História: Consumidor_Doméstico

Observações

* Braquete é um velho equipamento, isolador, de suporte do ramal de ligação do consumidor. Hoje é substituído por uma armação monofásica de porcelana (roldana).

Data: 23-11-93

Hora: 14:57

Nó: 06

Cliente: Famist

Bairro: São_José

Carac. da Situação:

- 1- Falta de energia
- 2- Falta de energia no consumidor
- 3- O consumidor não sabe a causa do problema

Carac. Secundárias:

- 4- O ramal de ligação está desregulado

Carac. Complementares:

- 5- As conexões do ramal de ligação são de cobre/alumínio
- 6- O transformador é comunitário
- 7- O cliente é um consumidor Industrial
- 8 - A situação do tempo é normal

Explicações:

1,2,3- Estas características sugerem que nesta situação é preciso realizar uma pesquisa minuciosa de todos os equipamentos envolvidos e os fatos que condicionam esta situação.

1,2,4,5- Existe uma má conexão da fase ou do neutro do ramal de ligação com a rede distribuição. O conector bimetálico está corroído e desgastado.

6,7,8 - Características circunstanciais.

Plano de ação:

1,2,3- Verificar se os condutores estão bem conectados na rede e nos bornes do medidor de kWh. Verificar as emendas existentes nos condutores no poste do consumidor. Solicitar que o consumidor ligue todas as cargas (lâmpadas, chuveiros, etc.) e verificar a tensão.

1,2,4,5- Trocar o conector oxidado por um conector bimetálico na conexão do neutro ou da fase do ramal de serviço com a rede distribuição.

6,7,8- []

MOP da História: Tronco_Ramal

Observações:

* Na conexão cobre/cobre utiliza-se o conector de parafuso fendido.

* Na conexão cobre/alumínio utiliza-se o conector bimetálico.

Data: 29-11-93

Hora: 14:26

Nó: 07

Cliente: Methodos_Eng

Bairro: São_José

Carac. da Situação:

- 1 - Nível de tensão
- 2 - Tensão oscilante
- 3 - O consumidor não sabe a causa do problema

Carac. Secundárias:

- 4 - O condutor da rede está desregulado
- 5 - O ramal de ligação está desregulado
- 6 - Existe mau funcionamento de equipamentos

Carac. Complementares:

- 7- As conexões do ramal de ligação são de cobre a cobre
- 8- As conexões da rede são de cobre a alumínio
- 9 - O transformador é comunitário
- 10 - O cliente é um consumidor doméstico
- 11 - A situação do tempo é normal

Explicações:

1,2,3,5 - Estas características sugerem que nesta situação é preciso realizar uma pesquisa minuciosa de todos os equipamentos envolvidos e os fatos que condicionam esta situação.

4,5 - Esta situação supoe que a rede ou o ramal de ligação de ligação foi albaroadado (caiu vegetação; existiu uma sobrecarga, etc.) a qual provocou uma má conexão.

1,2,4,8 - O WPP é de cobre. A rede de baixa tensão é de cobre. O conetor é bimetálico e está corroido. Esta conexão é inadequada.

1,2,5,7 -Existe uma má conexão da fase ou do neutro do ramal de ligação com a rede distribuição. O conetor de parafuso fendido está desgastado.

9,10,11 - Características circunstanciais

Plano de ação:

1,2,3,5 - Verificar se o ramal de ligação está bem conectado na rede e nos bornes do medidor de kWh. Verificar as emendas existentes nos condutores no poste do consumidor. Solicitar que o consumidor ligue todas as cargas (lâmpadas, chuveiros, etc.) e verficar a tensão. Caso os valores de tensão obtidos, através das medições indicadas, apresentem valores fora dos limites estabelecidos, deverão ser verificados os conectores no ponto de conexão do ramal de ligação, com a rede de distribuição, a fim de detectar se existe mau contacto. Algumas providências devem ser tomadas entre o ponto de conexão do consumidor com a rede de distribuição e o medidor de kWh, tais como:

- * Verificar as emendas existentes nos condutores
- * Verificar a existência de fio partido

* Verificar a conexão dos condutores com o ramal de entrada (braquete e/ou roldana)

* Bitola dos condutores do ramal de ligação

1,2,4,8 - Trocar o conector existente por um conector bimetálico na conexão dos condutores na rede distribuição.

1,2,5,7 - Colocar um conector de parafuso fendido na conexão da fase ou do neutro do ramal de ligação com a rede de distribuição.

9,10,11 - []

MOP_da_História: Tronco_Ramal

Observações:

* Na conexão cobre/cobre utiliza-se o conector de parafuso fendido.

* Na conexão cobre/alumínio utiliza-se o conector bimetálico.

Data: 29-11-93

Hora: 20:58

Nó: 08

Cliente: Katia

Bairro: Costeira

Carac. da Situação:

- 1 - Nível de Tensão
- 2 - Tensão oscilante
- 3 - O consumidor não sabe a causa do problema
- 4 - Qualidade inadequada de energia

Carac. Secundárias:

- 5 - O ramal de ligação está desregulado

Carac. Complementares:

- 6 - As conexões do ramal de ligação são de cobre a cobre
- 7 - O transformador é comunitário
- 8 - O cliente é um consumidor doméstico
- 9 - A situação do tempo é normal

Explicações:

1,2,3,4 - Estas características sugerem que nesta situação é preciso realizar uma pesquisa minuciosa de todos os equipamentos envolvidos e os fatos que condicionam esta situação.

1,2,5,6 - Existe uma má conexão do neutro ou da fase do ramal de ligação com a rede distribuição. O conector de parafuso fendido está corroído e desgastado.

7,8,9 - Características circunstanciais.

Plano de ação:

1,2,3,4 - Verificar se os condutores estão bem conectados na rede e nos bornes do medidor de kWh. Verificar as emendas existentes nos condutores no poste do consumidor. Solicitar que o consumidor ligue todas as cargas (lâmpadas, chuveiros, etc.) e verificar a tensão de energia.

1,2,5,6 - Trocar o conector de parafuso fendido na conexão do neutro ou da fase do ramal de serviço com a rede distribuição.

7,8,9 - []

MOP da História: Tronco_Ramal

Observações:

- * Na conexão cobre/cobre utiliza-se o conector de parafuso fendido.
- * Na conexão cobre/alumínio utiliza-se o conector bimetálico.

Data: 03-12-93

Hora: 12:48

Nó: 09

Cliente: Maria

Bairro: Costeira

Carac. da Situação:

- 1- Falta de energia
- 2- Falta de energia no consumidor
- 3- O consumidor não sabe a causa do problema

Carac. Secundárias:

- 4- O consumidor foi desligado pelo serviço comercial.

Carac. Complementares:

- 5- O transformador é comunitário
- 6- O cliente é um consumidor doméstico
- 7- A situação do tempo é normal

Explicações:

1,2,3,4- Estas características sugerem que nesta situação não é preciso realizar uma pesquisa minuciosa de todos os equipamentos envolvidos e os fatos que condicionam esta situação.

1,2,4- A caixa de medição está lacrada e uma fase está desligada no medidor. A energia foi cortada pela área comercial por falta de pagamento.

5,6,7- Características circunstanciais

Plano de ação:

1,2,4- Orientar ao consumidor a pagar a conta da luz, no horário comercial, na CELESC.

3,5,6,7- []

MOP da História: Consumidor_Doméstico

Observações: Nenhuma

Data: 03-12-93

Hora: 20:00

Nó: 10

Cliente: Hilario

Bairro: Centro_Florianópolis

Carac. da Situação:

- 1- Falta de energia
- 2- Falta de fase
- 3- O consumidor não sabe a causa do problema

Carac. Secundárias:

- 4- A chave-fusível está desregulada/danificada

Carac. Complementares:

- 5- O transformador é comunitário
- 6- O cliente é um consumidor doméstico
- 7- A situação do tempo é normal

Explicações:

1,2,3- Estas características sugerem que nesta situação é preciso realizar uma pesquisa minuciosa de todos os equipamentos envolvidos e os fatos que condicionam esta situação

1,2,4- A chave-fusível do ramal está desregulada pela dilatação do gancho de abertura ou de fechamento da chave. Existe uma má conexão em chave-fusível.

5,6,7- Características circunstanciais.

Plano de ação:

1,2,3- Abrir as outras chaves-fusíveis. Percorrer a rede secundária para localizar e sanear outras possíveis causas de ocorrência. Nesta pesquisa deverão ser tomadas algumas providências entre o ponto de conexão dos consumidores com a rede de distribuição, tais como: a) verificar as emendas existentes nos condutores, b) verificar a existência de fio partido, etc. Verificar de forma geral o estado das chaves-fusíveis do ramal. Logo que percebido o defeito, aplicar um plano de ação a fim de resolver o problema encontrado. Finalmente, fechar as três chaves-fusíveis do ramal.

1,2,4- Regular e ajustar a chave-fusível do ramal.

5,6,7- []

MOP_da_História: Tronco_Ramal

Observações: Nenhuma

Data: 24-11-93

Hora: 19:31

Nó: 11

Cliente: Antonio

Bairro: Biguaçu

Carac. da Situação:

1- Falta de energia

2- Falta de fase

3- O consumidor não sabe a causa do problema

Carac. Secundárias:

4- Pára-raios estourados/queimados

Carac. Complementares:

5- O transformador é comunitário

6- O cliente é um consumidor doméstico

7- A situação do tempo é normal

Explicações:

1,2,3- Estas características sugerem que nesta situação é preciso realizar uma pesquisa minuciosa de todos os equipamentos envolvidos e os fatos que condicionam esta situação.

1,2,4- A queima do elo da chave-fusível do ramal foi provocada por uma falha na porcelana do pára-raios na linha de alta tensão na assimilação de uma descarga atmosférica.

5,6,7- Características circunstanciais

Plano de ação:

1,2,3,4- Abrir as outras chaves-fusíveis. Percorrer a rede primária para localizar e sanear outras possíveis causas de ocorrência. Nesta pesquisa deverão ser tomadas algumas providências entre o ponto de conexão dos consumidores com a rede de distribuição, tais como: a) verificar as emendas existentes nos condutores, b) verificar a existência de fio partido, etc. Verificar de forma geral o estado das chaves-fusíveis do ramal. Logo que percebido o defeito, aplicar um plano de ação a fim de resolver o problema encontrado. Trocar o pára-raios e o elo da respectiva chave-fusível do ramal observando a capacidade do transformador e o pára-raios queimado. Finalmente, fechar as três chaves-fusíveis do ramal.

5,6,7- []

MOP_da_História: Tronco_Ramal

Observações: Nenhuma

Data: 01-12-93

Hora: 18:55

Nó: 12

Cliente: Plates

Bairro: Centro_Florianópolis

Carac. da Situação:

- 1- Falta de energia
- 2- Falta de fase
- 3 O consumidor não sabe a causa do problema

Carac. Secundárias:

- 4- O condutor está desregulado/trançado

Carac. Complementares:

- 5 - As.conexões da rede são de cobre a cobre
- 6- O transformador é comunitário
- 7- O cliente é um consumidor doméstico
- 8- A situação do tempo é normal

Explicações:

1,2,3 - Estas características sugerem que nesta situação é preciso realizar uma pesquisa minuciosa de todos os equipamentos envolvidos e os fatos que condicionam esta situação.

1,2,4,5 - Muita vegetação pendurada na rede provocou que duas fases do condutor de ligação da rede se juntassem provocando um curto-circuito no sistema de distribuição. Muita vegetação na rede provocou o desregulamento dos condutores da linha secundária tendo assim um curto circuito no sistema de distribuição.

6,7,8 - Características circunstanciais.

Plano de ação:

1,2,3,4,5 - Abrir as outras chaves-fusíveis. Percorrer a rede secundária para localizar e sanear outras possíveis causas de ocorrência. Nesta pesquisa deverão ser tomadas algumas providências entre o ponto de conexão dos consumidores com a rede de distribuição, tais como: a) verificar as emendas existentes nos condutores, b) verificar a existência de fio partido, etc. Verificar de forma geral o estado das chaves-fusíveis do ramal. Logo que percebido o defeito, aplicar um plano de ação a fim de resolver o problema encontrado. Cortar a vegetação que está na rede. Trocar o elo da respectiva chave-fusível do ramal observando a capacidade do transformador. Finalmente, fechar as três chaves-fusíveis do ramal.

6,7,8 - []

MOP_da_História: Tronco_Ramal

Observações: Nenhuma

ANEXO 2

O CAMPO DE CONHECIMENTO NO SISTEMA DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

GENERALIZAÇÃO

- A- Falta de energia
- B- Choque na instalação
- C- Nível de tensão
- D- Serviço comercial
- E- Inspeccionar rede/instalação consumidora
- I- Iluminação pública

ESTADOS DO CONSUMIDOR

- Armação caída/solta
- Braquete partida
- Braquete solta
- Caixa caída/solta
- Caixa danificada
- Chave desregulada/danificada
- Chave magnética defeituosa
- Chave-faca frouxa
- Chave-fusível frouxa
- Condutor de rede desregulado (baixo ou frouxo)
- Condutor de rede partido (solto ou arrebentado)
- Condutor de rede trançado
- Condutor/bornes danificados no disjuntor ou no medidor
- Conector corroído
- Consumidor desligado a pedido
- Consumidor desligado pelo COD
- Cruzeta queimada/partida
- Curto circuito na rede
- Defeito em poste da rede
- Defeito em poste do consumidor
- Defeito na rede
- Defeito no pontalete
- Desbalanceamento de tensão
- Deslocamento desnecessário
- Disjuntor danificado
- Elo inadequado
- Encontrado normal
- Equipamentos e componentes da rede danificados
- Fusível queimado
- Lâmpada queimada
- Mau funcionamento de equipamentos e componentes da rede
- Medidor danificado
- Pára-raios estourado/queimado

Passagem de energia para terra
Pontaleta caído
Poste da rede caído
Poste do consumidor caído
Poste escavado
Poste torto ou fora do prumo
Qualidade de energia inadequada
Ramal de ligação desregulado (baixo ou frouxo)
Ramal de ligação partido (solto ou arreventado)
Ramal de ligação trançado
Reator queimado
Rede faiscando
Relé fotoelétrico defeituoso
Religador desligado
Serviço não realizado
Sobre tensão na rede
Subst./Inst./Relig. de equipamentos de rede
Transformador com ruído
Transformador com vazamento
Transformador enferrujado
Transformador queimado
Tubo de fenolite danificado/queimado

CARACTERÍSTICAS DA REDE

Chave sem cartucho
Cheiro de queimado na medição
Choque na instalação da rede
Choque na instalação do consumidor
Choque na instalação do medidor
Choque na instalação do poste
Choque na instalação iluminação pública
Circuito de I.P. aceso
Circuito de I.P. apagado
Condutor de rede danificado
Condutor de rede desregulado (baixo ou frouxo)
Defeito em componentes de rede
Defeito em poste do consumidor
Defeito na armação
Defeito na braquete ou na roldana
Defeito na caixa de medição
Defeito na pontaleta
Defeito na rede do consumidor

Defeito no disjuntor
Defeito no medidor
Defeito no poste da rede
Fiscamento na rede
Falta de energia no consumidor
Falta de fase
Interferência nos equipamentos
Lâmpada acesa
Lâmpada apagada
Pára-raios solto
Ramal de ligação desregulado (baixo ou frouxo)
Religar corte a pedido
Religar, desligado pelo COD
Substituir disjuntor
Substituir medidor
Tensão alta
Tensão baixa
Tensão oscilante
Tubo de fenolite danificado
Vegetação na rede

EXPLICAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS DA REDE

Albalramento
Armação enferrujado
Aterramento inadequado
Caixa podre/corroída
Carro bateu no poste
Chave magnética defeituosa
Chave-faca desregulada
Chave-fusível desregulada
Chave-fusível sem cartucho
Circuito mal dimensionado
Condutor danificado
Condutor inadequado
Consumidor desligado para reparos
Consumidor desligado pelo COD
Consumidor desligado pelo serviço comercial
Consumidor não estava em casa
Cruzeta podre
Curto circuito na tubulação
Defeito em poste da rede
Defeito em poste do consumidor

Defeito interno em relé fotoelétrico
Defeito na braquete ou na roldana
Defeito no capacitor
Defeito no condutor (fadiga...
Defeito no consumidor primário ou secundário ...
Defeito no regulador
Defeito no transformador
Descarga atmosférica
Descordenação da proteção
Disjuntor desligado
Elo da chave-fusível desregulado/inadequado
Elo da chave-fusível inadequado
Endereço não encontrado
Engano do consumidor
Erro de triagem do atendente
Falha interna no disjuntor
Falha interna no medidor
Falta de inspeção/poda
Falta de isolamento na rede
Fio desencapado
Fusível da medição queimada
Isolador com salitre
Jumper/Fly-type inadequado
Ligação inadequada
Ligações novas; religar corte
Luz cortada a pedido
Luz cortada pela área comercial
Luz cortada pelo COD
Luz cortada por engano
Má conexão com o conector
Má conexão em chave
Má conexão em chave magnética
Má conexão em chave-faca
Má conexão em chave-fusível
Má conexão fio a fio
Má conexão no condutor Fase
Má conexão no condutor Neutro
Má conexão no disjuntor
Má conexão no medidor
Má conexão nos bornes do disjuntor
Má conexão nos bornes do medidor
Má conexão nos bornes do transformador
Mau funcionamento de eletrodomésticos

Meio ambiente (vento, tempestade, etc.)
Meio ambiente animal
Núcleo do transformador frouxo
Objeto caído na rede
Pára-raios solto
Pico de corrente
Pino da braquete enferrujado/medeira podre
Pino enferrujado
Pino solto
Pontalete enferrujado
Pontalete quebrado
Poste abalroado
Poste da rede caído
Poste do consumidor caído
Ramal de ligação tencionado em excesso
Ramal de ligação tencionado pela TELESC
Segurança aérea
Serviço programado
Sobrecarga
Sobretensão em manobra
Substituição de medidor/disjuntor
Substituição/instalação de elo inadequado
Tencionamento em excesso
Tensão de despacho alta
Tensão de despacho baixa
Transferir medidor para novo local
Transferir ramal de ligação para novo local
Trote
Tubo de fenolite danificado
Vegetação na rede
Verificar medidor
Vida útil ultrapassada

A- Falta de energia***Estados do consumidor:***

1- Falta de energia no consumidor

2- Falta de fase

Características da rede:

Armação caída/solta ou danificada

Braquete partida/solta ou danificada

Caixa caída/solta ou danificada

Chave-faca com defeito

Chave-fusível desregulada/danificada

Condutor da rede desregulado/trançado

Condutor da rede partido

Conector corroído

Cruzeta queimada/partida

Disjuntor danificado

Encontrado normal

Fusível da medição queimado

Mau funcionamento de equipamentos e componentes da rede

Medidor danificado

Pára-raios estourado/queimado

Pontalete caído

Poste da rede quebrado/caído

Poste do consumidor caído

Ramal de ligação partido

Rede sem defeito aparente

Religador desligado

Segurança aérea

Serviço não realizado/deslocamento desnecessário

Transformador queimado

Tubo de fenolite danificado/queimado

Explicações das características da rede:

Abalroamento

Aplicação mal feita/incorrecta

Armação enferrujada

Caixa podre/corroída

Chave-fusível estragada

Circuito mal dimensionado

Conector inadequado (Cu/Al)

Consumidor desligado pelo serviço comercial

Consumidor não estava em casa

Cruzeta podre

Defeito interno no capacitor
Defeito interno no regulador
Defeito interno no religador
Defeito interno no transformador
Defeito no condutor (fadiga mecânica, dilatação, etc)
Defeito no consumidor primário ou secundário (após a medição)
Defeito transitório/causa ignorada
Descarga atmosférica
Descordenação da proteção
Disjuntor desligado
Disjuntor quebrado por terceiros
Elo instalado incorretamente
Endereço não encontrado
Erro na triagem do atendente
Falha interna no disjuntor
Falha interna no medidor
Falta de informação/Entrevista mal feita
Isolador com salitre
Jumper/Fly-type inadequado
Má conexão com o conector
Má conexão em chave-faca
Má conexão em chave-fusível
Má conexão fio a fio
Má conexão nos bornes do disjuntor
Má conexão nos bornes do medidor
Má conexão nos bornes do transformador
Medidor quebrado por terceiros
Meio ambiente (vento, tempestade, etc.)
Meio ambiente animal
N.R. Cancelada
Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)
Pico de corrente
Pino da armação enferrujado/solto
Pino da braquete enferrujado/madeira podre
Pontalete enferrujado/quebrado
Poste da rede podre
Poste do consumidor podre
Poste escavado pela chuva
Poste escavado por terceiros
Qualidade do material
Serviço programado
Sobrecarga
Sobretensão em manobra

Substituição/instalação de elo inadequado
Tampa retirada por terceiros
Trote
Tubo de fenolite inadequado
Vegetação na rede

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de energia no consumidor

Características da rede:

* Armação caída/solta ou danificada [1..5]

Explicações das características da rede:

- 1- Abaloamento
- 2- Armação enferrujada
- 3- Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)
- 4- Pino da armação enferrujado/solto
- 5- Vegetação na rede

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de energia no consumidor

Características da rede:

* Braquete partida/solta ou danificada [1..4]

Explicações das características da rede:

- 1- Abaloamento
- 2- Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)
- 3- Pino da braquete enferrujado/madeira podre
- 4- Vegetação na rede

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de energia no consumidor

Características da rede:

* Caixa caída/solta ou danificada [1..3]

Explicações das características da rede:

- 1- Abaloamento
- 2- Caixa podre/corroída
- 3- Tampa retirada por terceiros

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de energia no consumidor

Características da rede:

* Disjuntor danificado [1..3]

Explicações das características da rede:

- 1- Falha interna no disjuntor
- 2- Má conexão nos bornes do disjuntor
- 3- Disjuntor quebrado por terceiros

Generalização: Falta de energia*Estado do consumidor:* Falta de energia no consumidor*Características da rede::*

- * Fusível da medição queimado [1..3]

Explicações das características da rede:

- 1- Defeito no consumidor primário ou secundário (após a medição)
- 2- Falha interna no medidor
- 3- Má conexão nos bornes do medidor

Generalização: Falta de energia*Estado do consumidor:* Falta de energia no consumidor*Características da rede:*

- Medidor danificado [1..3]

Explicações das características da rede:

- 1- Falha interna no medidor
- 2- Má conexão nos bornes do medidor
- 3- Medidor quebrado por terceiros

Generalização: Falta de energia*Estado do consumidor:* Falta de energia no consumidor*Características da rede:*

- * Pontaleta caído [1..4]

Explicações das características da rede:

- 1- Abalroamento
- 2- Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)
- 3- Pontaleta enferrujado/quebrado
- 4- Vegetação na rede

Generalização: Falta de energia*Estado do consumidor:* Falta de energia no consumidor*Características da rede:*

- * Poste do consumidor caído [1..7]

Explicações das características da rede:

- 1- Abalroamento
- 2- Meio ambiente (vento, tempestade, etc.)
- 3- Meio ambiente animal
- 4- Poste do consumidor podre
- 5- Poste escavado pela chuva

6- Poste escavado por terceiros

7- Vegetação na rede

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de energia no consumidor

Características da rede:

* Ramal de ligação partido [1..12]

Explicações das características da rede:

1- Abalroamento

2- Defeito no condutor (fadiga mecânica, dilatação, etc)

3- Defeito no consumidor primário ou secundário (após a medição)

4- Falha interna no disjuntor

5- Falha interna no medidor

6- Má conexão com o conector

7- Má conexão fio a fio

8- Meio ambiente (vento, tempestade, etc.)

9- Meio ambiente animal

10- Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)

11- Poste do consumidor podre

12- Vegetação na rede

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de energia no consumidor

Características da rede:

* Serviço não realizado/deslocamento desnecessário [1..9]

Explicações das características da rede:

1- Consumidor desligado pelo serviço comercial

2- Consumidor não estava em casa

3- Disjuntor desligado

4- Endereço não encontrado

5- Erro na triagem do atendente

6- Falta de informação/Entrevista mal feita

7- N.R. Cancelada

8- Serviço programado

9- Trote

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de energia no consumidor

Características da rede:

* Encontrado normal [1..3]

Explicações das características da rede:

1- Erro na triagem do atendente

2- Falta de informação/Entrevista mal feita

3- Trote

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de energia no consumidor

Características da rede:

- * Segurança aérea [1..9]

Explicações das características da rede:

- 1- Defeito no condutor (fadiga mecânica, dilatação, etc)
- 2- Defeito no consumidor primário ou secundário (após a medição)
- 3- Falha interna no disjuntor
- 4- Falha interna no medidor
- 5- Má conexão com o conector
- 6- Má conexão nos bornes do disjuntor
- 7- Má conexão nos bornes do medidor
- 8- Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)
- 9- Vegetação na rede

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de fase

Características da rede:

- * Chave-fusível desregulada/danificada [1..3]

Explicações das características da rede:

- 1- Chave-fusível estragada
- 2- Elo instalado incorretamente
- 3- Má conexão em chave-fusível

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de fase

Características da rede:

- * Condutor da rede desregulado/trançado [1..18]

Explicações das características da rede:

- 1- Abalroamento
- 2- Circuito mal dimensionado
- 3- Condutor inadequado (Cu/Al)
- 4- Defeito no condutor (fadiga mecânica, dilatação, etc)
- 5- Defeito no consumidor primário ou secundário (após a medição)
- 6- Descarga atmosférica
- 7- Jumper/Fly-type inadequado
- 8- Má conexão com o conector
- 9- Má conexão fio a fio
- 10- Meio ambiente (vento, tempestade, etc.)
- 11- Meio ambiente animal
- 12- Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)

- 13- Poste da rede podre
- 14- Poste do consumidor podre
- 15- Poste escavado pela chuva
- 16- Poste escavado por terceiros
- 17- Sobrecarga
- 18- Vegetação na rede

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de fase

Características da rede:

- * Condutor da rede partido [1..18]

Explicações das características da rede:

- 1- Abalroamento
- 2- Circuito mal dimensionado
- 3- Condutor inadequado (Cu/Al)
- 4- Defeito no condutor (fadiga mecânica, dilatação, etc)
- 5- Defeito no consumidor primário ou secundário (após a medição)
- 6- Descarga atmosférica
- 7- Jumper/Fly-type inadequado
- 8- Má conexão com o conector
- 9- Má conexão fio a fio
- 10- Meio ambiente (vento, tempestade, etc.)
- 11- Meio ambiente animal
- 12- Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)
- 13- Poste da rede podre
- 14- Poste do consumidor podre
- 15- Poste escavado pela chuva
- 16- Poste escavado por terceiros
- 17- Sobrecarga
- 18- Vegetação na rede

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de fase

Características da rede:

- * Conector corroído [1..4]

Explicações das características da rede:

- 1- Má conexão com o conector
- 2- Qualidade do material
- 3- Conector inadequado (Cu/Al)
- 4- Aplicação mal feita/incorrecta

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de fase

Características da rede:

- * Cruzeta queimada/partida [1..4]

Explicações das características da rede:

- 1- Abalroamento
- 2- Cruzeta podre
- 3- Isolador com salitre
- 4- Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de fase

Características da rede:

- * Mau funcionamento de equipamentos e componentes da rede [1..4]

Explicações das características da rede:

- 1- Defeito interno no capacitor
- 2- Defeito interno no regulador
- 3- Defeito interno no religador
- 4- Defeito interno no transformador

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de fase

Características da rede:

- * Pára-raios estourado/queimado [1,2]

Explicações das características da rede:

- 1- Descarga atmosférica
- 2- Sobretensão em manobra

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de fase

Características da rede:

- Poste da rede quebrado/caído [1..8]

Explicações das características da rede:

- 1- Abalroamento
- 2- Meio ambiente (vento, tempestade, etc.)
- 3- Meio ambiente animal
- 4- Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)
- 5- Poste da rede podre
- 6- Poste escavado pela chuva
- 7- Poste escavado por terceiros
- 8- Vegetação na rede

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de fase

Características da rede:

- * Religador desligado [1..3]

Explicações das características da rede:

- 1- Descordenação da proteção
- 2- Pico de corrente
- 3- Sobrecarga

Generalização: Falta de energia*Estado do consumidor:* Falta de fase*Características da rede:*

- * Transformador queimado [1..24]

Explicações das características da rede:

- 1- Abalroamento
- 2- Circuito mal dimensionado
- 3- Condutor inadequado
- 4- Defeito interno no transformador
- 5- Defeito no condutor (fadiga mecânica, dilatação, etc)
- 6- Defeito no consumidor primário ou secundário (após a medição)
- 7- Descarga atmosférica
- 8- Descordenação da proteção
- 9- Jumper/Fly-type inadequado
- 10- Má conexão com o conector
- 11- Má conexão fio a fio
- 12- Má conexão nos bornes do transformador
- 13- Meio ambiente (vento, tempestade, etc.)
- 14- Meio ambiente animal
- 15- Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)
- 16- Pico de corrente
- 17- Poste da rede podre
- 18- Poste escavado pela chuva
- 19- Poste escavado por terceiros
- 20- Sobrecarga
- 21- Sobretensão em manobra
- 22- Substituição/instalação de elo inadequado
- 23- Tubo de fenolite inadequado
- 24- Vegetação na rede

Generalização: Falta de energia*Estado do consumidor:* Falta de fase*Características da rede:*

- * Tubo de fenolite danificado/queimado [1..3]

Explicações das características da rede:

- 1- Descarga atmosférica

- 2- Sobrecarga
- 3- Tubo de fenolite inadequado

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de fase

Características da rede:

- * Rede sem defeito aparente [1]

Explicações das características da rede:

- 1- Defeito transitório/causa ignorada

Generalização: Falta de energia

Estado do consumidor: Falta de fase

Características da rede:

- * Chave-faca com defeito [1..3]

Explicações das características da rede:

- 1- Isolador com salitre
- 2- Má conexão em chave-faca
- 3- Qualidade do material

B- Choque na instalação

Estado do consumidor: Passagem de energia para terra

Características da rede:

- Choque na instalação da rede
- Choque na instalação do consumidor
- Choque na instalação do medidor
- Choque na instalação do poste
- Choque na instalação de iluminação pública

Explicações das características da rede:

- 1- Aterramento inadequado
 - 2- Fio desencapado
 - 3- Ligação inadequada
-

Generalização: Choque na instalação

Estado do consumidor: Passagem de energia para terra

Características da rede:

- * Choque na instalação da rede [1..3]
- * Choque na instalação do consumidor [1..3]
- * Choque na instalação do medidor [1..3]
- * Choque na instalação do poste [1..3]
- * Choque na instalação iluminação pública [1..3]

Explicações das características da rede:

- 1- Aterramento inadequado
- 2- Fio desencapado
- 3- Ligação inadequada

C- Nível de tensão

Estado do consumidor: Tensão alta, Tensão baixa, Tensão oscilante

Características da rede:

- 1- Desbalanceamento de tensão
- 2- Equipamentos e componentes da rede danificados
- 4- Qualidade de energia inadequada
- 5- Rede faiscando
- 6- Sobre tensão na rede

Explicações das características da rede

Circuito mal dimensionado
 Condutor danificado
 Condutor inadequado
 Defeito interno no regulador
 Defeito interno no transformador
 Defeito no consumidor primário ou secundário (após a medição)
 Jumper/Fly-type inadequado
 Má conexão com o conetor
 Má conexão em chave-faca
 Má conexão em chave-fusível
 Má conexão fio a fio
 Má conexão no condutor Fase
 Má conexão no condutor neutro
 Má conexão nos bornes do disjuntor
 Má conexão nos bornes do medidor
 Má conexão nos bornes do transformador
 Pico de corrente
 Sobrecarga
 Sobretensão em manobra
 Tensão de despacho alta
 Tensão de despacho baixa

Generalização: Nível de tensão

Estado do consumidor: Tensão alta

Características da rede [*Explicações das características da rede*]

- * Desbalanceamento de tensão
 - [Circuito mal dimensionado
 - Defeito interno no regulador
 - Defeito interno no transformador
 - Jumper/Fly-type inadequado
 - Má conexão com o conetor
 - Má conexão em chave-faca

Má conexão em chave-fusível
 Má conexão fio a fio
 Má conexão no condutor fase
 Má conexão no condutor neutro
 Má conexão nos bornes do transformador

* Equipamentos e componentes da rede danificados

[Defeito interno no regulador
 Defeito interno no transformador
 Má conexão em chave-faca
 Má conexão em chave-fusível]

* Sobretensão na rede

[Defeito interno no regulador
 Defeito interno no transformador
 Má conexão no condutor neutro
 Tensão de despacho alta
 Sobretensão em manobra]

Generalização: Nível de tensão

Estado do consumidor: Tensão baixa

Características da rede [Explicações das características da rede]

* Equipamentos e componentes da rede danificados

[Defeito interno no regulador
 Defeito interno no transformador
 Má conexão em chave-faca
 Má conexão em chave-fusível]

* Desbalanceamento de tensão

[Circuito mal dimensionado
 Defeito interno no regulador
 Defeito interno no transformador
 Má conexão no condutor fase
 Má conexão nos bornes do transformador
 Má conexão com o conetor
 Jumper/Fly-type inadequado
 Má conexão fio a fio
 Má conexão no condutor neutro
 Má conexão em chave-faca
 Má conexão em chave-fusível]

* Qualidade de energia inadequada

[Circuito mal dimensionado
 Condutor danificado
 Condutor inadequado
 Defeito interno no regulador
 Defeito interno no transformador

Jumper/Fly-type inadequado
 Má conexão com o conector
 Má conexão em chave-faca
 Má conexão em chave-fusível
 Má conexão fio a fio
 Má conexão no condutor fase
 Má conexão no condutor neutro
 Má conexão nos bornes do disjuntor
 Má conexão nos bornes do medidor
 Má conexão nos bornes do transformador
 Pico de corrente
 Sobrecarga
 Sobretensão em manobra
 Tensão de despacho alta
 Tensão de despacho baixa]

Generalização: Nível de tensão

Estado do consumidor: Tensão oscilante

Características da rede [Explicações das características da rede]

* Equipamentos e componentes da rede danificados

[Defeito interno no regulador
 Defeito interno no transformador
 Má conexão em chave-faca
 Má conexão em chave-fusível]

* Qualidade de energia inadequada

[Má conexão no condutor Fase
 Má conexão nos bornes do transformador
 Má conexão fio a fio
 Má conexão com o conector
 Má conexão no condutor neutro
 Má conexão nos bornes do disjuntor
 Má conexão nos bornes do medidor
 Má conexão em chave-faca
 Má conexão em chave-fusível]

* Rede faiscando

[Má conexão no condutor fase
 Má conexão nos bornes do transformador
 Má conexão fio a fio
 Má conexão com o conector
 Má conexão no condutor neutro
 Má conexão nos bornes do disjuntor
 Má conexão nos bornes do medidor
 Má conexão em chave-faca

Má conexão em chave-fusível]

D- Serviço comercial***Estados do consumidor:***

- 1- Consumidor desligado a pedido
- 2- Consumidor desligado pelo COD
- 3- Disjuntor danificado
- 4- Medidor danificado
- 5- Outros serviços
- 6- Consumidor desligado pelo serviço comercial

Características da rede:

- 1- Religar desligado a pedido
- 2- Religar, desligado pelo COD
- 3- Religar, desligado pelo S. Comercial
- 4- Substituir disjuntor
- 5- Substituir medidor
- 6- Solicitação de serviços comerciais

Explicações das características da rede:

- 1- Consumidor desligado para reparos
 - 2- Ligações novas; religar corte
 - 3- Luz cortada a pedido
 - 4- Luz cortada pela área comercial
 - 5- Luz cortada pela Área comercial
 - 6- Religar luz, cortada por engano
 - 7- Substituição de medidor/disjuntor
 - 8- Transferir medidor para novo local
 - 9- Transferir ramal de ligação para novo local
 - 10- Verificar medidor/disjuntor
-

Generalização: Serviço comercial

Estado do consumidor: Consumidor desligado a pedido

Características da rede:

- * Religar corte a pedido [1,2]
- * Substituir disjuntor [3]
- * Substituir medidor [3]

Explicações das características da rede:

- 1- Consumidor desligado para reparos
- 2- Luz cortada a pedido
- 3- Substituição de medidor/disjuntor

Generalização: Serviço comercial

Estado do consumidor: Consumidor desligado pelo COD

Características da rede:

- * Religar, desligado pelo COD [1,2,3]
- * Substituir disjuntor [3]

Explicações das características da rede:

- 1- Consumidor desligado para reparos
- 2- Luz cortada a pedido
- 3- Substituição de medidor/disjuntor

Generalização: Serviço comercial

Estado do consumidor: Disjuntor danificado

Características da rede:

- * Substituir disjuntor [1]

Explicações das características da rede:

- 1- Substituição de medidor/disjuntor

Generalização: Serviço comercial

Estado do consumidor: Medidor danificado

Características da rede:

- * Substituir medidor [1]

Explicações das características da rede:

- 1- Substituição de medidor/disjuntor

Generalização: Serviço comercial

Estado do consumidor: Outros serviços

Características da rede:

- * Solicitação de outros serviços comerciais [1..6]

Explicações das características da rede:

- 1- Ligações novas; religar corte
- 2- Religar luz, cortada por engano
- 3- Substituição de medidor/disjuntor
- 4- Transferir medidor para novo local
- 5- Transferir ramal de ligação para novo local
- 6- Verificar medidor/disjuntor

Generalização: Serviço comercial

Estado do consumidor: Consumidor desligado pelo serviço comercial

Características da rede:

- * Religar, desligado pelo S. Comercial [1]

Explicações das características da rede:

- 1- Luz cortada pela Área comercial

I- Iluminação pública***Estados do consumidor:***

- 1- Chave magnética danificada
- 2- Lâmpada queimada
- 3- Reator queimado
- 4- Relé fotoelétrico danificado

Características da rede

- 1- Circuito de I.P. aceso
- 2- Circuito de I.P. apagado
- 3- Lâmpada acesa
- 4- Lâmpada apagada

Explicações das características da rede

- 1- Defeito interno em relé fotoelétrico
 - 2- Defeito interno na chave magnética
 - 3- Defeito interno no reator
 - 4- Má conexão com o conector
 - 5- Má conexão em chave magnética
 - 6- Má conexão fio a fio
 - 7- Má conexão no condutor Neutro
 - 8- Meio ambiente (vento, tempestade, etc.)
 - 9- Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)
 - 10- Vida útil ultrapassada
-

Generalização: Iluminação pública***Estado do consumidor:*** Chave magnética danificada***Características da rede:***

- * Circuito de I.P. aceso [1,2]
- * Circuito de I.P. apagado [1,2]
- * Lâmpada acesa [1,2]
- * Lâmpada apagada [1,2]

Explicações das características da rede:

- 1- Defeito interno na chave magnética
- 2- Má conexão em chave magnética

Generalização: Iluminação pública***Estado do consumidor:*** Lâmpada queimada/quebrada***Características da rede:***

- * Lâmpada apagada [1..6]

Explicações das características da rede:

- 1- Má conexão com o conector
- 2- Má conexão fio a fio
- 3- Má conexão no condutor Neutro
- 4- Meio ambiente (vento, tempestade, etc.)
- 5- Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)
- 6- Vida útil ultrapassada

Generalização: Iluminação pública*Estado do consumidor:* Reator queimado*Características da rede:*

- * Lâmpada apagada [1]

Explicações das características da rede:

- 1- Defeito interno no reator

Generalização: Iluminação pública*Estado do consumidor:* Relé fotoelétrico danificado*Características da rede:*

- * Circuito de I.P. aceso [1]
- * Circuito de I.P. apagado [1]
- * Lâmpada acesa [1]
- * Lâmpada apagada [1]

Explicações das características da rede:

- 1- Defeito interno em relé fotoelétrico

E- Inspeccionar rede/installação consumidora***Estados do consumidor:***

Armação caída/solta ou danificada
Braquete partida/solta ou danificada
Caixa caída/solta ou danificada
Chave-faca com defeito
Chave-fusível desregulada/danificada
Condutor de rede desregulado
Cruzeta queimada/partida
Disjuntor danificado
Encontrado normal
Interferência em equipamentos
Mau funcionamento de equipamentos e componentes da rede
Medidor danificado
Pára-raios estourado/queimado
Pontalete caído
Poste do consumidor fora do prumo
Ramal de ligação desregulado/trançado
Rede faiscando
Transformador com ruído
Transformador com vazamento
Transformador enferrujado
Tubo de fenolite danificado/queimado
Vegetação na rede

Características da rede

Armação caída/solta ou danificada
Braquete partida/solta ou danificada
Caixa caída/solta ou danificada
Chave-faca com defeito
Chave-fusível desregulada/danificada
Condutor de rede desregulado
Cruzeta queimada/partida
Disjuntor danificado
Encontrado normal
Interferência em equipamentos
Mau funcionamento de equipamentos e componentes da rede
Medidor danificado
Pára-raios estourado/queimado
Pontalete caído
Poste do consumidor fora do prumo
Ramal de ligação desregulado/trançado
Rede faiscando

Transformador com ruído
Transformador com vazamento
Transformador enferrujado
Tubo de fenolite danificado/queimado
Vegetação na rede

Explicações das características da rede:

Abalroamento
Aplicação mal feita/incorreta
Armação enferrujada
Arvore sobre ou tocando a rede
Caixa podre/corroída
Chave magnética defeituosa
Chave-fusível estragada
Circuito mal dimensionado
Condutor inadequado (Cu/Al)
Cruzeta podre
Defeito interno no capacitor
Defeito interno no regulador
Defeito interno no transformador
Defeito no condutor (fadiga mecânica, dilatação, etc)
Descarga atmosférica
Elo instalado incorretamente
Falta de informação/Entrevista mal feita
Isolador com salitre
Jumper/Fly-type inadequado
Má conexão com o conector
Má conexão em chave-faca
Má conexão em chave-fusível
Má conexão fio a fio
Má conexão nos bornes do disjuntor
Má conexão nos bornes do medidor
Má conexão nos bornes do transformador
Mau funcionamento de eletrodomésticos
Meio ambiente (vento, tempestade, etc.)
Meio ambiente animal
Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)
Pino da armação enferrujado/solto
Pino da braquete enferrujado/madeira podre
Pontalete enferrujado/quebrado
Poste do consumidor podre
Poste escavado pela chuva
Poste escavado por terceiros

Qualidade do material
 Ramal de ligação tencionado em excesso
 Reator com defeito
 Sobrecarga
 Sobretensão em manobra
 Tampa retirada por terceiros
 Tencionamento em excesso
 Transformador com ruído
 Transformador com vazamento
 Transformador enferrujado
 Tubo de fenolite inadequado
 Vegetação na rede

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora

Estado do consumidor: Armação caída/solta ou danificada

Características da rede:

* Armação caída/solta ou danificada [1..5]

Explicações das características da rede:

- 1- Abalroamento
- 2- Armação enferrujada
- 3- Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)
- 4- Pino da armação enferrujado/solto
- 5- Vegetação na rede

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora

Estado do consumidor: Braquete partida/solta ou danificada

Características da rede:

* Braquete partida/solta ou danificada [1..4]

Explicações das características da rede:

- 1- Abalroamento
- 2- Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)
- 3- Pino da braquete enferrujado/madeira podre
- 4- Vegetação na rede

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora

Estado do consumidor: Caixa caída/solta ou danificada

Características da rede:

* Caixa caída/solta ou danificada [1..3]

Explicações das características da rede:

- 1- Abalroamento
- 2- Caixa podre/corroída

3- Tampa retirada por terceiros

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora

Estado do consumidor: Disjuntor danificado

Características da rede:

* Disjuntor danificado [1]

Explicações das características da rede:

1- Má conexão nos bornes do disjuntor

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora

Estado do consumidor: Medidor danificado

Características da rede:

Medidor danificado [1]

Explicações das características da rede:

1- Má conexão nos bornes do medidor

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora

Estado do consumidor: Pontaleta caído

Características da rede:

* Pontaleta caído [1..4]

Explicações das características da rede:

1- Abalroamento

2- Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)

3- Pontaleta enferrujado/quebrado

4- Vegetação na rede

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora

Estado do consumidor: Poste do consumidor fora do prumo

Características da rede:

* Poste do consumidor fora do prumo [1..7]

Explicações das características da rede:

1- Abalroamento

2- Meio ambiente (vento, tempestade, etc.)

3- Meio ambiente animal

4- Poste do consumidor podre

5- Poste escavado pela chuva

6- Poste escavado por terceiros

7- Vegetação na rede

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora

Estado do consumidor: Encontrado normal

Características da rede:

* Encontrado normal [1]

Explicações das características da rede:

- 1- Falta de informação/Entrevista mal feita

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora

Estado do consumidor: Chave-fusível desregulada/danificada

Características da rede:

- * Chave-fusível desregulada/danificada [1..3]

Explicações das características da rede:

- 1- Chave-fusível estragada
- 2- Elo instalado incorretamente
- 3- Má conexão em chave-fusível

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora

Estado do consumidor: Condutor da rede desregulado

Características da rede:

- * Condutor da rede desregulado [1..16]

Explicações das características da rede:

- 1- Abalroamento
- 2- Circuito mal dimensionado
- 3- Condutor inadequado
- 4- Defeito no condutor (fadiga mecânica, dilatação, etc)
- 5- Defeito no consumidor primário ou secundário (após a medição)
- 6- Jumper/Fly-type inadequado
- 7- Má conexão com o conector
- 8- Má conexão fio a fio
- 9- Meio ambiente (vento, tempestade, etc.)
- 10- Meio ambiente animal
- 11- Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)
- 12- Poste da rede podre
- 13- Poste do consumidor podre
- 14- Poste escavado pela chuva
- 15- Poste escavado por terceiros
- 16- Vegetação na rede

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora

Estado do consumidor: Conector corroído

Características da rede:

- * Conector corroído [1..4]

Explicações das características da rede:

- 1- Má conexão com o conector
- 2- Qualidade do material
- 3- Conector inadequado (Cu/Al)
- 4- Aplicação mal feita/incorrecta

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora*Estado do consumidor:* Cruzeta queimada/partida*Características da rede:*

- * Cruzeta queimada/partida [1..4]

Explicações das características da rede:

- 1- Abalroamento
- 2- Cruzeta podre
- 3- Isolador com salitre
- 4- Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora*Estado do consumidor:* Mau funcionamento de equipamentos e componentes da rede*Características da rede:*

- * Mau funcionamento de equipamentos e componentes da rede [1..4]

Explicações das características da rede:

- 1- Defeito interno no capacitor
- 2- Defeito interno no regulador
- 3- Defeito interno no transformador
- 4- Transformador enferrujado

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora*Estado do consumidor:* Pára-raios estourado/queimado*Características da rede:*

- * Pára-raios estourado/queimado [1,2]

Explicações das características da rede:

- 1- Descarga atmosférica
- 2- Sobretensão em manobra

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora*Estado do consumidor:* Poste da rede fora do prumo*Características da rede:*

- Poste da rede fora do prumo [1..8]

Explicações das características da rede:

- 1- Abalroamento
- 2- Meio ambiente (vento, tempestade, etc.)
- 3- Meio ambiente animal
- 4- Objeto caído na rede (bola, pipa, arame, etc)
- 5- Poste da rede podre
- 6- Poste escavado pela chuva
- 7- Poste escavado por terceiros
- 8- Vegetação na rede

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora

Estado do consumidor: Tubo de fenolite danificado/queimado

Características da rede:

- * Tubo de fenolite danificado/queimado [1..3]

Explicações das características da rede:

- 1- Descarga atmosférica
- 2- Sobrecarga
- 3- Tubo de fenolite inadequado

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora

Estado do consumidor: Chave-faca com defeito

Características da rede:

- * Chave-faca com defeito [1..3]

Explicações das características da rede:

- 1- Isolador com salitre
- 2- Má conexão em chave-faca
- 3- Qualidade do material

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora

Estado do consumidor: Rede faiscando

Características da rede:

- * Rede faiscando [1..5]

Explicações das características da rede:

- 1- Isolador com salitre
- 2- Má conexão em chave-faca
- 3- Má conexão em chave-fusível
- 4- Má conexão com o conector
- 5- Má conexão fio a fio

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora

Estado do consumidor: Interferência em equipamentos

Características da rede:

- * Interferência em equipamentos [1..5]

Explicações das características da rede:

- 1- Chave magnética defeituosa
- 2- Má conexão com o conector
- 3- Má conexão fio a fio
- 4- Mau funcionamento de eletrodomésticos
- 5- Reator com defeito

Generalização: Inspeccionar rede/instalação consumidora

Estado do consumidor: Vegetação na rede

Características da rede:

* Vegetação na rede [1]

Explicações das características da rede:

1- Arvore sobre/tocando a rede

OBSERVAÇÕES:

(1) O *estado do consumidor* é o estado do cliente numa determinada situação.

(2) A *característica da rede* é uma situação em que se encontra a rede de distribuição ou uns de seus componentes.

(3) A *explicação* é o esclarecimento de uma determinada característica ou estado.

Do ponto de vista do operador (despachante), o estado da instalação do consumidor pode ser uma explicação de uma determinada característica da rede.

ANEXO 3

O PROGRAMA “CASOL”

PROJECT "CASOL"

% " MODELAGEM COGNITIVA DE UM OPERADOR QUE REALIZA SUA
TOMADA DECISÕES A PARTIR DE CASOS "

% " CASOL: UM SISTEMA BASEADO NA MEMÓRIA, EXPERIÊNCIA E NA
APRENDIZAGEM

% INCLUSÃO DE OUTROS PROGRAMAS

% *****

include "tdoms.pro"

include "tglobal.pro"

include "tpreds.pro"

include "menu.pro"

PREDICATES

border(int)

capa

editar

ir_dos

processo(int)

run

sair

salvar(char, string, string)

nondeterm

test(string)

GAOL

capa,

run.

CLAUSES

capa:-

detectgraph(Gd,Gm),

Gd <> 0,

initgraph(Gd,Gm,_,_, "c:\\prolog"),

getmaxx(X),

getmaxy(Y),

X1 = X - 20, Y1 = Y - 10,

setbkcolor(1),

settextstyle(1,0,4),

rectangle(0,0,X,Y),rectangle(20,10,X1,Y1),

outtextxy(30,80,"CASOL: UM SISTEMA COGNITIVO PARA"),

outtextxy(40,130," O CONTROLE E DISTRIBUIÇÃO DE"),

```

outtextxy(50,180," ENERGI A ELÉTRICA"),
settextstyle(2,0,7),
outtextxy(200,420,"Espere um momento"),
outtextxy(110,350,"(produzido pelo ENG. WALTER VERGARA)"),
delay(500),
closegraph.

```

% MENU PRINCIPAL

```

run:-
Border(9),
clearwindow,
makewindow(1,16,113," C A S O L L 1",0,0,24,80),
MAKEWINDOW(55,15,0,"L55",24,0,1,80),
linstatus(2),
repita,
menu(7,24,15,11,["Tutorial",
"Consulta ao simulador cognitivo",
"Verificar no justificador",
"Editar base de conhecimento",
"Ir para o dos",
"Sair do sistema"],
" Menu Principal ", 1, Escolha),
Escolha < 0,
processo(Escolha).
Border(Couleur) :-
bios($10, reg($0B00,Couleur,0,0,0,0,0),_).

```

% PROCESSO DE ESCOLHA

```

processo(1):-!,tutorial.
processo(2):-!,simula.
processo(3):-!,consulta.
processo(4):-!,editar.
processo(5):-!,ir_dos.
processo(6):-!,sair.

```

% EDITAR BASE DE CONHECIMENTO

```

editar:-
shiftwindow(55),
linstatus(1),
pick_dba("*.dba",Filename),
file_str(Filename,Data),
shiftwindow(55),
linstatus(4),

```

```

makewindow(2,112,113," EDIÇÃO DO CONHECIMENTO L2",0,0,24,80),
edit(Data,NewData),
shiftwindow(Atual),
clearwindow,
cursor(10,12),
write(" Deseja Salvar Base de Conhecimento < s ou n > "),
readchar(Anss),
shiftwindow(Atual),
upper_lower(Ans,Anss),
salvar(Ans,NewData,Filename).

```

```

salvar('S',D,Filename):-!,
cursor(10,20),
write(" SALVANDO BASE DE CONHECIMENTO "),
field_attr(10,20,34,134),
openwrite(save_file,Filename),
writedevic(save_file),
write(D),
closefile(save_file),
field_attr(10,20,34,6),
removewindow,
shiftwindow(Atual),
shiftwindow(55),
linstatus(2),
shiftwindow(Atual),
fail.

```

```

salvar('N',_,_):-
shiftwindow(Atual),
shiftwindow(55),
linstatus(2),
shiftwindow(Atual),
fail.

```

```

salvar(_,_,_):-
removewindow,
shiftwindow(Atual),
shiftwindow(55),
linstatus(2),
shiftwindow(Atual),
fail.

```

% SAIR DA SHELL

```

sair :-
makewindow(4,112,113," C A S O L L4",0,0,25,80),
cursor(10,24),
write(" Voc^ tem certeza ? < s / n > "),

```



```

repita,
readchar(Ans) ,
str_char(Ans1, Ans) ,
upper_lower(Ans1, Ans2) ,
test(Ans2), !, fail.

```

```

test(Ans) :-
Ans = "s", !,
removewindow,
removewindow,
removewindow,
Border(0), exit ;
Ans = "n", removewindow,
shiftwindow(Atual),
shiftwindow(55),
linstatus(2),
shiftwindow(Atual).

```

```

test(_):-
beep, fail.

```

```
% SAIR PARA O DOS
```

```

ir_dos:-
!,
system(""),
fail.

```

```
% PROGRAMA ROTGRAL - DEFINIÇÃO DAS ROTINAS GERAIS DO SISTEMA
```

```

PROJECT "CASOL"
include "TDOMS.PRO"
include "TGLOBAL.PRO"
include "TPREDS.PRO"
include "BOXMENU.PRO"

```

```
PREDICATES
```

```

coloca(lista, lista, lista)
agrupar_Complementos(unos, STRINGLIST, STRINGLIST)
apresentacao
continua_avaliacao(int, int)
delay_aux(integer,integer)

```

```

delay_numero(integer)
diferente(integer,integer)
diferente(no,no)
diferente(string,string)
escrever_direito(string,lista,integer)
finalizar_questionario(int)
inserir_Complementos(INTEGERLIST, unos)
retorna
seguir_questionario(lista2)
tempo(string,real)
verifica_impressao(string)

```

CLAUSES

```

%          ROTINAS DE ESCREVER
%          *****

conclusao:-
clearwindow,
makewindow(13,112,113,"      RESULTADOS      E      CONCLUSÕES
L13",0,0,25,80),
write("      RESULTADO DO PROCESSO DE RECONHECIMENTO DAS
CARACTERÍSTICAS"),
cursor(3,0),
apresentacao.

apresentacao :-
prob_caract(Characteris,Probab),
Grau1 = Probab * 100,
writef("          Característica - %-15      -->      Probabilidade :
%6.2g",Characteris,Grau1),
write(" %"),nl,
fail.

apresentacao:-
cursor(22,30),
write("Pressione a barra de espaços para continuar"),
field_attr(22,30,43,139),
readchar(_),
field_attr(22,30,43,6).

completa_conclusao(Estado):-
corpl(Estado,carac(Lista_Carc)),
write("      Fatos que identificam este estado : "),nl,
write("      "),
escrever_ate_40_COL(Lista_Carc,0),nl,nl,
fail.

```

```
completa_conclusao(_).
```

```
escrever0([]):-!.
escrever0([X|Cauda]):-
write(X," "),
escrever0(Cauda).
```

```
escrever1([]):-!.
escrever1([X|Cauda]):-
write(X," "),
escrever1(Cauda).
```

```
escrever22(_,[_]):-!.
escrever22(N,[exp1(causas(C),explica(E))|Resto1]):-
N1 = N + 1,
write(N1," A(S) CAUSA(S) DE :"),
write(" "),escrever_ate_40_COL(C,0),nl,
write("> É PRODUZIDA PORQUE: "),
write(" "),write(E),nl,
escrever22(N1,Resto1).
```

```
escrever3([]):-!.
escrever3([case(_X,_1_Caract(L))|Resto]):-
write("> Caso - ",X),nl,
write("> Características : "),escrever1(L),nl,
escrever3(Resto).
```

```
escrever4([]):- !,nl.
escrever4([exp1(causas(C),explica(E))|Resto1]):-
write(" A(s) Causa(s) ",C," são provocadas por ",E),nl,
escrever4(Resto1).
```

```
escrever5([]):- !.
escrever5([caso(_Y)|Resto]):-
write(" Caso - ",Y," "),
escrever5(Resto).
```

```
escrever6([]):-!.
escrever6([exp3(diagn(L),explica1(L1))|Cauda]):-
write(" ESTADO DE DIAGNÓSTICO: "),
write(L),nl,
write(" Suas Explicações: "),
write(" "),
escrever1(L1),nl,
escrever6(Cauda).
```

```
escrever7([]):-!.
escrever7([exp5(diagn(_),recom(L3))|Cauda1]):-
```

```
escrever_ate_40_COL(L3,0),
escrever7(Caudal).
```

```
escrever8([]):-!.
escrever8([poli(Estado,L_Rec)|Cauda]):-
write("Estado : ",Estado),nl,
write("Recomendações : "),
escrever1(L_Rec),
escrever8(Cauda).
```

```
%          ROTINAS DE ESCREVER
%          *****
```

```
escrever_ate_40_COL([],_):-!.
escrever_ate_40_COL([Cabeca|Resto],Soma):-
str_len(Cabeca,Longitude),
write(Cabeca," "),
Soma1 = Soma + Longitude,
Soma1 <= 50,!,
escrever_ate_40_COL(Resto,Soma1).
```

```
escrever_ate_40_COL([_|R],_):-
cursor(X,_),
Y1 = 3,
X1 = X + 1,
cursor(X1,Y1),
escrever_ate_40_COL(R,0).
```

```
escrever_ate_40_COL1([],_):-!.
escrever_ate_40_COL1([no(Cabeca,_)|Resto],Soma):-
str_len(Cabeca,Longitude),
write(Cabeca," "),
Soma1 = Soma + Longitude,
Soma1 <= 50,!,
escrever_ate_40_COL1(Resto,Soma1).
```

```
escrever_ate_40_COL1([no(_,_)|R],_):-
cursor(X,_),
Y1 = 2,
X1 = X + 1,
cursor(X1,Y1),
escrever_ate_40_COL1(R,0).
```

```
escrever_ate_40_COL2([],_):-!.
escrever_ate_40_COL2([relac(Cabeca,Estad)|Resto],Soma):-
str_len(Estad,Longitude1),
str_len(Cabeca,Longitude),
writef("%- ",Cabeca),
```

```

write(" ",Estad,""),
Soma1 = Soma + Longitude + Longitude1 + 2,
Soma1 <= 50,!,
escrever_ate_40_COL2(Resto,Soma1).

```

```

escrever_ate_40_COL2([relac(,_)|R],_):-
cursor(X,_),
Y1 = 4,
X1 = X + 1,
cursor(X1,Y1),
escrever_ate_40_COL2(R,0).

```

```

escrever_ate_40_COL3([],_):-!.
escrever_ate_40_COL3([relac(Cabeca,Estad)|Resto],Soma):-
str_len(Cabeca,Longitude),
writef("%- ",Cabeca),write("("),write(Estad),write("), "),
Soma1 = Soma + Longitude + 12,
Soma1 <= 50,!,
escrever_ate_40_COL3(Resto,Soma1).

```

```

escrever_ate_40_COL3([relac(,_)|R],_):-
cursor(X,_),
Y1 = 4,
X1 = X + 1,
cursor(X1,Y1),
escrever_ate_40_COL3(R,0).

```

```
% *****
```

```
escrever_direito("",[],_):-!.
```

```

escrever_direito(S,[Cabeca|Resto],Soma):-
bound(S),
fronttoken(S,Cabeca,Cauda),
str_len(Cabeca,Longitude),
Soma1 = Soma + Longitude,
Soma1 <= 40,
delay(10),
verifica_impressao(Cabeca),
!,
escrever_direito(Cauda,Resto,Soma1).

```

```

escrever_direito(L,R,_):-
cursor(X,_),
Y1 = 12,
X1 = X + 1,
cursor(X1,Y1),
escrever_direito(L,R,0).

```

```
verifica_impressao(Cabeca):-
Cabeca = ". ",!,
write(Cabeca).
```

```
verifica_impressao(Cabeca):-
Cabeca = " ",!,
write(Cabeca).
```

```
verifica_impressao(Cabeca):-
write(" ",Cabeca).
```

% ROTINA DE INFERÊNCIA DA ATIVIDADE DE RECONHECIMENTO

```
ato_de_RECONHECER:-
pergunta_inicial(Numero,Pergunta,ini(Uniao),liga(Ligacoes),superf(SOS)),
clearwindow,
cursor(4,12),
escrever_direito(Pergunta,_0),
opcao_de_respostas(Uniao,Lista_de_Respostas),
shiftwindow(Atual),
shiftwindow(55),
linstatus(2),
shiftwindow(Atual),
boxmenu_leave(10,15,1,46,11,15,Lista_de_Respostas," Caixa de respostas
",1,Escolha1),
removewindow,
avaliar_escolha(Numero,Escolha1,Ligacoes,SOS).
```

```
ato_de_RECONHECER:-
removewindow,
shiftwindow(Atual),
shiftwindow(55),
linstatus(2),
shiftwindow(Atual),!
```

```
ordenar:-
retract(latente5(Characteris,Probab)),
ordenar_Elementos(Characteris,Probab),!
```

```
ordenar_Elementos(Characteris,Probab):-
tempo(Characteris1,Probab1),
bound(Characteris),
Probab >= Probab1,
assertz(ja_analisado(Characteris1,Probab1)),
retract(latente5(Characteris1,Probab1)),
ordenar_Elementos(Characteris,Probab),!
```

```
ordenar_Elementos(Caracteris,Probab):-
retract(latente5(Caracteris1,Probab1)),
bound(Probab),bound(Caracteris),
asserta(ja_analisado(Caracteris,Probab)),
ordenar_Elementos(Caracteris1,Probab1),!.
```

```
ordenar_Elementos(Caracteris,Probab):-
bound(Caracteris),
assertz(prob_caract(Caracteris,Probab)),
retorna,
retract(latente5(Caracteris1,Probab1)),
ordenar_Elementos(Caracteris1,Probab1),!
ordenar_Elementos(,_):-!.
```

```
tempo(Caracteris,Probab):-
latente5(Caracteris,Probab),
!.
```

```
retorna:-
retract(ja_analisado(Caracteris,Probab)),
asserta(latente5(Caracteris,Probab)),
fail.
retorna.
```

% MÓDULO DE ESPERA

```
delay(0):-!.
delay(Veces):-
delay_aux(Veces,0).
```

```
delay_aux(Veces,Contador):-
Contador <= Veces,!,
delay_numero(1000),
Novo_contador = Contador + 1,
delay_aux(Veces,Novo_contador).
```

```
delay_aux(Veces,Novo_contador) :-
Novo_contador > Veces.
```

```
delay_numero(0) :-!.
delay_numero(Numero):-
Novo_numero = Numero - 1,
delay_numero(Novo_numero).
```

% MÓDULO DE AJUDA

```
help:-
shiftwindow(55),
```

```

cursor(0,0),
linstatus(1),
makewindow(2,112,113," H E L P ",0,0,24,80),nl,
write("      Generalidades "),nl,
write("      ***** "),nl,
write(" * para obter uma resposta      - <ÄÜ (ENTER) "),nl,
write(" * para deslocar-se para acima  - - "),nl,
write(" * para deslocar-se para baixo  - "),nl,
write(" * para voltar a um menú prévio  - Esc "),nl,
nl,
write(" * No menú de respostas Múltiplas "),nl,
write(" ***** "),nl,
write(" * Selecione todas as opções que você considere verdadeiras"),nl,
write(" e pressione ENTER. Esta informação , processada ao  "),nl,
write(" pressionar a tecla < F10 >"),nl,
cursor(L,C),
attribute(Cor_ante),
field_attr(L,C,1,0),
readchar(_),
attribute(Cor_ante),!,
removewindow,
shiftwindow(55),
cursor(0,0),
linstatus(2),
shiftwindow(81).

```

% ROTINAS DE INFERÊNCIA GENERALIZADAS

```

avaliar_escolha(Numero,Escolha,Ligacoes,SOS):-
Escolha = 1,
escolha(Numero,Escolha,Caracteris,Probab),
assertz(latente5(Caracteris,Probab)),
seguir_questionario(Ligacoes),
finalizar_questionario(SOS),!.

```

```

avaliar_escolha(_Escolha,_):-
Escolha = 2,!.

```

```

avaliar_escolha(Numero,Escolha,Ligacoes,SOS):-
Escolha = 3,
escolha(Numero,Escolha,Caracteris,Probab),
assertz(latente5(Caracteris,Probab)),
seguir_questionario(Ligacoes),
finalizar_questionario(SOS),!.

```

```

avaliar_escolha(_Escolha,_):-

```


Escolha = 4,!.

avaliar_escolha(,,,_):-!.

seguir_questionario([]):-!.

seguir_questionario([Numero1|Cauda]):-

clearwindow,

pergunta(Numero1,Pergunta1,ini(Codigo)),

cursor(4,12),

escrever_direito(Pergunta1,_,0),

opcao_de_respostas(Codigo,Lista_de_Respostas),!,

shiftwindow(Atual),

shiftwindow(55),

linstatus(2),

shiftwindow(Atual),

·boxmenu_leave(10,15,1,46,11,15,Lista_de_Respostas," Caixa de respostas",1,Escolha1),

removewindow,

continua_avaliacao(Escolha1,Numero1),

seguir_questionario(Cauda).

continua_avaliacao(Escolha1,Numero):-

Escolha1 = 1,

escolha(Numero,Escolha1,Caracteris,Probab),

assertz(latente5(Caracteris,Probab)),!.

continua_avaliacao(Escolha1,_):-

Escolha1 = 2,!.

continua_avaliacao(Escolha1,Numero):-

Escolha1 = 3,

escolha(Numero,Escolha1,Caracteris,Probab),

assertz(latente5(Caracteris,Probab)),!.

continua_avaliacao(Escolha1,_):-

Escolha1 = 4,!.

continua_avaliacao(,,_):-!.

finalizar_questionario(SOS):-

clearwindow,

retract(outras_respostas(SOS,Complement)),!,

agrupar_Complementos(Complement,[],Complementos),

invertir(Complementos,L_Ordenada),

shiftwindow(Atual),

shiftwindow(55),

linstatus(3),

shiftwindow(Atual),

```

boxmenu_mult(7,10,5,56,15,11,L_Ordenada," Setor a controlar - Complemento
do diagnóstico ",[],CHOIXL),
removewindow,
inserir_Complementos(CHOIXL,Complemt).

```

```

finalizar_questionario(_):-
clearwindow.

```

```

inserir_Complementos([],_):-!.
inserir_Complementos([Codigo|Cauda],Complemt):-
contido(Codigo,Complemt,Carac,Prob),!,
asserta(latente5(Carac,Prob)),
asserta(latente1(Carac)),
inserir_Complementos(Cauda,Complemt).

```

```

disgregar([dado(Carac,_)|Resto],[Carac|Resto1):-
disgregar(Resto,Resto1).

```

```

disgregar([],[]):-!.

```

```

inter([],[],_):-!.
inter([X|Lista_F],[no(X,_)|Lista1],Lista2):-
menbro(X,Lista2),!,
inter(Lista_F,Lista1,Lista2).

```

```

inter(Lista_F,[_|Lista1],Lista2):-
inter(Lista_F,Lista1,Lista2).

```

```

contador(0,[]):-!.
contador(N,[_|R]):-
contador(NN,R),
N = NN + 1.

```

```

concate([],L,L):-!.
concate([E|R1],L2,[E|R3]):-
concate(R1,L2,R3).

```

```

menbro(X,[X|_]):-!.
menbro(X,[_|R]):-
menbro(X,R).

```

```

menbro1(Caract,[no(Caract,_)|_]):-!.
menbro1(Caract,[_|R]):-
menbro1(Caract,R).

```

```

nao_membro(_,[]):-!.
nao_membro(X,[Y|L]):-
diferente(X,Y),

```

```
nao_membro(X,L).
```

```
invertir(Lista,LF):-
troca(Lista,[],LF).
```

```
troca([],L1,L1):-!.
troca([E|L0],L1,LF):-
troca(L0,[E|L1],LF).
```

```
somar([],0):-!.
somar([no(_,Y)|R],Som):-
somar(R,Som1),
Som = Som1 + Y.
```

```
impar(MM):-
0 <> MM mod 2.
```

```
par(M1):-
0 = M1 mod 2.
```

```
cambio(_,[case(X0,X,X1,l_caract(L1)),case(Y0,Y,Y1,l_caract(L2))|Cauda],[cas
e(Y0,Y,Y1,l_caract(L2)),case(X0,X,X1,l_caract(L1))|Cauda]):-
maior(Y1,X1),!.
```

```
cambio(L_Car_Evident,[case(X0,X,X1,l_caract(L)),case(Y0,Y,Y1,l_caract(L1)
)|Cauda],[case(Y0,Y,Y1,l_caract(L1)),case(X0,X,X1,l_caract(L))|Cauda]):-
igual(X1,Y1),
inter(R1,L_Car_Evident,L),
contador(N1,R1),
inter(R2,L_Car_Evident,L1),
contador(N2,R2),
maior(N2,N1),!.
```

```
cambio(L_Car_Evident,[W|L1],[W|L2]):-
cambio(L_Car_Evident,L1,L2).
```

```
maior(X,Y):-
Y < X.
```

```
igual(X,Y):-
X = Y.
```

```
diferente(X,Y):-
not(X = Y).
```

```
% ROTINAS DE LIMPEZA
```

```
limpar:-
```

```
retract(prob_caract(_,_),!).
limpar.
```

```
limpar_pos:-
retract(pos(_),!).
limpar_pos.
```

```
% *****
```

```
agrupar_Complementos([],L,L):-!.
agrupar_Complementos([uno(_no(Caract,_))|Cauda],Aberta,Complementos):-
agrupar_Complementos(Cauda,[Caract|Aberta],Complementos).
```

```
refina([],[]):-!.
refina([X|Cauda],ListaRR):-
menbro(X,Cauda),!,
refina(Cauda,ListaRR).
```

```
refina([X|List1],[X|List2):-
refina(List1,List2).
```

```
agrupar_Caract(L1,L_Car_Evident):-
retract(prob_caract(Caract,Probab)),
agrupar_Caract([no(Caract,Probab)|L1],L_Car_Evident),!.
agrupar_Caract(Lista1,Lista1).
```

```
espere(P,Delay,Legenda):-
Re = P - 1,
Re >= 0,
makewindow(31,112,113,"",15,18,3,42),
write(Legenda),
write(Re),
delay(Delay),
removewindow,
espere(Re,Delay,Legenda),!.
```

```
espere(_,_):-!.
```

```
sao_iguais([],_):-!.
sao_iguais([X|L1],L2):-
menbro(X,L2),
sao_iguais(L1,L2).
```

```
selecao_Caract_Causais([],L,L):-!.
```

```
selecao_Caract_Causais([causas(X1)|Resto],L_Aberta,L_Final):-
coloca(X1,L_Aberta,L2),
selecao_Caract_Causais(Resto,L2,L_Final).
```

```
coloca([],L,L):-!.
```

```
coloca([X|R],L1,L2):-
  membro(X,L1),!,
  coloca(R,L1,L2).
```

```
coloca([X|R],L1,L2):-
  coloca(R,[X|L1],L2).
```

```
selecao_Carc_Circunstan([],_,L,L):-!.
selecao_Carc_Circunstan([Y|Cauda],L_Caus_Situac,Abert,Circuns):-
  membro(Y,L_Caus_Situac),!,
  selecao_Carc_Circunstan(Cauda,L_Caus_Situac,Abert,Circuns).
```

```
selecao_Carc_Circunstan([Y|Cauda],L_Caus_Situac,Abert,Circuns):-
  nao_membro(Y,L_Caus_Situac),
  selecao_Carc_Circunstan(Cauda,L_Caus_Situac,[Y|Abert],Circuns).
```

```
expurga([],L,L):-!.
expurga([dado(X,Y)|Resto],R,L_Compensada):-
  Y >= 0,
  expurga(Resto,[X|R],L_Compensada).
```

```
pick_dba(Ext,Data) :-
  makewindow(3,15,15," ESCOLHA A BASE DE CONHECIMENTO
DESEJADA L3",10,10,10,60),
  dir("",Ext,Data),
  !, removewindow.
```

```
pick_dba(_,_) :-!,
  shiftwindow(Atual),
  shiftwindow(55),
  linstatus(2),
  shiftwindow(Atual),
  removewindow, fail.
```

```
% PROGRAMA TGLOCAL - CONTÉM OS PREDICADOS GLOBAIS DO
SISTEMA
```

```
GLOBAL PREDICATES
```

```
agrupar_Caract(nos, nos) - (i,o)
avaliar_escolha(int, int, lista2, int) - (i,i,i,i)
cambio(nos, lista6, lista6) - (i,i,o)
```

completa_conclusao(string) - (i)
 concate(lista,lista,lista) - (i,i,o)
 conclusao
 consulta
 contador(integer,lista) - (o,i)
 contador(integer,nos) - (o,i)
 contido(integer, unos, string, real) - (i,i,o,o)
 delay(integer) - (i)
 disgregar(lista5,lista) - (i,o)
 encontrar_Recomend(string, exp6, lista) - (i,i,o)
 escrever_ate_40_COL(lista,integer) - (i,i)
 escrever_ate_40_COL1(nos,integer) - (i,i)
 escrever_ate_40_COL2(relacao,integer) - (i,i)
 escrever_ate_40_COL3(relacao,integer) - (i,i)
 escrever0(l_Estados) - (i)
 escrever1(lista) - (i)
 escrever22(integer,exp2) - (i,i)
 escrever3(lista6) - (i)
 escrever4(exp2) - (i)
 escrever5(dif_cas) - (i)
 escrever6(exp4) - (i)
 escrever7(exp6) - (i)
 escrever8(poli1) - (i)
 espere(integer,integer,string) - (i,i,i)
 esta_em(lista, nos) - (i,i)
 expurga(lista5, lista, lista) - (i,i,o)
 help
 igual(real,real) - (i,i)
 igual(string,string) - (i,i)
 impar(int) - (i)
 inter(lista,nos,lista) - (o,i,i)
 invertir(lista,lista) - (i,o)
 invertir(nos,nos) - (i,o)
 invertir(STRINGLIST,STRINGLIST) - (i,o)
 limpar
 limpar_pos
 maior(real,real) - (i,i)
 membro(string,lista) - (i,i)
 membro1(string,nos) - (i,i)
 nao_membro(no,nos) - (i,i)
 nao_membro(string,lista) - (i,i)
 ordenar
 ordenar_Elementos(string,real) - (i,i)
 par(int) - (i)
 pick_dba(string,string) - (i,o)
 refina(lista, lista) - (i,o)
 sao_iguais(lista, lista) - (i,i)
 selecao_Caract_Causais(lista7, lista, lista) - (i,i,o)

selecao_Carc_Circunstan(lista, lista, lista, lista) - (i,i,i,o)
 simula
 somar(nos,real) - (i,o)
 troca(lista,lista,lista) - (i,i,o)
 troca(nos,nos,nos) - (i,i,o)
 troca(STRINGLIST,STRINGLIST,STRINGLIST) - (i,i,o)
 tutorial

NONDETERM

ato_de_reconhecer

GLOBAL DATABASE - permanente

apoio(complemento, carac, explica)
 corp(string, carac)
 escolha(int, int, string, real)
 opcao_de_respostas(int, STRINGLIST)
 outras_respostas(integer, unos)
 pergunta(int, string, ini)
 pergunta_final(int, string, superf)
 pergunta_inicial(int, string, ini, liga, superf)
 regra(int, string)
 sub_corp(string, explica1, recom)

GLOBAL DATABASE - trabalho

captura_estados(string, nos)
 caso_c1(int, int, corpo_t2)
 caso_c2(int, int, corpo_t2)
 ja_analisado(string, real)
 latente1(string)
 latente5(string, real)
 mop_Caus(integer, l_Carac1, list_dif1, l_Estados)
 mop_Caus1(integer, l_Carac1, list_dif1, l_Estados)
 pergunta_feita(int)
 pontos(string, nos, real)
 pos(integer)

GLOBAL DATABASE - trabalho1

apoiol(complemento, carac, explica)
 cas_latente(integer, integer, l_Car, explicacao1, saldo)
 cas_latente1(integer, integer, l_Car, explicacao1, saldo)
 caso_c5(int, int, corpo_t2)
 caso_c6(int, int, corpo_t2)
 caso_c7(int, int, corpo_t2)
 caso4(int, int, string, data, int, corpo_t1)
 con(integer, integer)

```

conco(integer, integer, integer)
dat(poli1)
forma(exp1)
formal(exp1)
ja_analisado1(integer, integer, integer)
latente(integer, integer, integer)
modu(causas, explica)
prob_caract3(integer, integer, integer)
som(integer, integer)
soma(integer, integer, integer)
sub_corp1(string, explica1, recom)

```

GLOBAL DATABASE - parcial

```

conjunto(string,string)
data(integer,integer,integer)

```

GLOBAL DATABASE - mops

```

mop_causal(integer, norma_t)
mop_carac(integer, norma_t)

```

GLOBAL DATABASE - casos

```

caso_c(int, int, corpo_t2)
caso(int, int, string, data, int, corpo_t1)

```

GLOBAL DATABASE

```

prob_caract(string, real)
corp1(string, carac)
identidade(string)
ideal(string, explica1, recom)

```

PROJECT "CASOL"

```

include "TDOMS.PRO"
include "TGLOBAL.PRO"
include "TPREDS.PRO"

```

CLAUSES

```

tutorial:-
shiftwindow(55),
linstatus(1),
file_str("TUTORAL.TXT",Data),

```



```

shiftwindow(55),
linstatus(4),
makewindow(5,15,113," TUTORIAL ",0,0,24,80),
edit(Data,_,"","","0","0,1,1,0,_),
shiftwindow(Atual),
shiftwindow(55),
linstatus(2),
shiftwindow(Atual),
removewindow,
fail.

```

```

----
%                PROGRAMA : CONSULTA - JUSTIFICADOR

```

```

PROJECT "CASOL"
INCLUDE "TDOMS.PRO"
INCLUDE "TGLOBAL.PRO"
INCLUDE "TPREDS.PRO"
INCLUDE "MENU.PRO"
INCLUDE "BOXMENU.PRO"

```

PREDICATES

```

apresentacao1
apresentacao2
conclusao2
conclusao3
contabilizar
estados_selecionados
identificar_Estados
interceptar_elementos(nos)
ligacao(nos, lista, nos, nos)
observacao
processar_concluir_pesquisa
situacao_Explicada_Orientada
unicos(lista, lista)

```

CLAUSES

```

%MOTOR DE INFERÊNCIA DO JUSTIFICADOR

```

```

%*****

```

```

consulta:-
clearwindow,
makewindow(6,112,113," JUSTIFICADOR L6",0,0,24,80),
retractall(_permanente),

```

```

retractall(_trabalho),
consult("coringa3.dba",permanente),
ato_de_RECONHECER,
processar_concluir_pesquisa,
clearwindow,
cursor(10,19),
write(" Deseja continuar sua pesquisa ? < s / n > "),
readchar(O),
shiftwindow(Atual),
shiftwindow(55),
linstatus(2),
shiftwindow(Atual),
write(O),
removewindow,!,
upper_lower('S',O),
clearwindow,
consulta.

```

```

processar_concluir_pesquisa:-
ordenar,
conclusao,
identificar_Estados,
situacao_Explicada_Orientada,
conclusao2.

```

```

situacao_Explicada_Orientada:-
retract(identidade(Estado)),
retract(sub_corp(Estado,explica1(Explicacoes),recom(Recomendacoes))),
asserta(ideal(Estado,explica1(Explicacoes),recom(Recomendacoes))),
asserta(sub_corp1(Estado,explica1(Explicacoes),recom(Recomendacoes))),
fail.
situacao_Explicada_Orientada.

```

```

identificar_Estados:-
agrupar_Caract([],Caract_Evidentes),
interceptar_elementos(Caract_Evidentes),
contabilizar,
limpar,
estados_selecionados,
conclusao3.

```

```

interceptar_elementos(Caract_Evidentes):-
retract(corp(Estado,carac(Lista_Carac))),
ligacao(Caract_Evidentes,Lista_Carac,[],L_Caract_Evidentes),
assertz(captura_estados(Estado,L_Caract_Evidentes)),
assertz(corp1(Estado,carac(Lista_Carac))),
fail.
interceptar_elementos(_).

```

```

contabilizar:-
retract(captura_estados(Estado,L_Caract_Evidentes)),
somar(L_caract_Evidentes,Prob_Total),
asserta(pontos(Estado,L_Caract_Evidentes,Prob_Total)),
fail.
contabilizar.

```

```

estados_selecionados:-
retract(pontos(Estado,_,Prob_Total)),
ordenar_Elementos(Estado,Prob_Total),
fail.
estados_selecionados.

```

```

ligacao([],_,L,L):-!.
ligacao([no(Carac,Prob)|Resto],Lista_Carac,Aberta,L_Caract_Evidentes):-
  membro(Carac,Lista_Carac),!,
  ligacao(Resto,Lista_Carac,[no(Carac,Prob)|Aberta],L_Caract_Evidentes).

```

```

ligacao([_|Resto],Lista_Caract,Aberta,L_Caract_Ev):-
  ligacao(Resto,Lista_Caract,Aberta,L_Caract_Ev).

```

```

conclusao3:-
clearwindow,
write("RESULTADO DO PROCESSO DE RECONHECIMENTO DOS
ESTADOS "), nl,
write("          PELO ==> JUSTIFICADOR <==          "), nl,
cursor(3,0),
apresentacao1.

```

```

conclusao2:-
clearwindow,
write("RESUMO E CONCLUSÕES DA SITUAÇÃO APRESENTADA "),nl,
write("          REALIZADA PELO ==> JUSTIFICADOR <=="),nl,
cursor(3,0),
apresentacao2.

```

```

apresentacao1:-
retract(prob_caract(Estado,Prob_Total)),
Grau1 = Prob_Total * 100,
Grau1 > 1,
asserta(identidade(Estado)),
writef("    ESTADO - %-2 --> Grau de aceitação : %6.2g",Estado,Grau1),
write(" %"),nl,
completa_conclusao(Estado),
fail.

```

```

apresentacao1:-

```

```

    cursor(17,0),nl,nl,
    write("NOTA: As características seguintes não explicam a situação do
estado,"),nl,
    write("    mais ajudam a identificá-los: "),nl,
    cursor(X,_),
    Y1 = 7,
    cursor(X,Y1),
    observacao,
    cursor(22,30),
    write("Pressione a barra de espaços para continuar"),
    field_attr(22,30,43,139),
    readchar(_),
    field_attr(22,30,43,6).

```

apresentacao2:-

```

retract(ideal(Estado,explica1(Explicacoes),recom(Recomendacoes))),
writef(" ESTADO - %-2 ",Estado),nl,
write(" EXPLICAÇÃO DA SITUAÇÃO :"),
write(Explicacoes),nl,
write(" RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES PARA A SITUAÇÃO :"),
escrever1(Recomendacoes),nl,nl,
fail.

```

apresentacao2:-

```

cursor(22,30),
write("Pressione a barra de espaços para continuar"),
field_attr(22,30,43,139),
readchar(_),
field_attr(22,30,43,6).

```

observacao:-

```

unicos([],COMPLE),
escrever_ate_40_COL(COMPLE,0).

```

unicos(L1,Lista1):-

```

retract(latente1(Caract)),
unicos([Caract|L1],Lista1),!.

```

```

unicos(Lista1,Lista1).

```

PROJECT "CASOL"

```

include "S_JUSTIF.PRO"
include "TPREDS.PRO"

```

PREDICATES

```

analisa_mop(nos, lista4, lista4)
analise_dos_MOPs
atividade_de_JUSTIFICACAO(lista, integer, nos)
atividade_de_RECONHECIMENTO
atividade_de_RECUPERACAO_MODIFICACAO
casos_similares(dif_cas, lista, dif_cas, dif_cas)
complet
construir_Caso(lista6, lista, relacao, relacao, relacao, nos)
construir_Caso1(nos, exp2, lista6)
encontrar_Explicacoes_nos_Casos(nos, exp2, exp2, lista7, lista7)
escolher_MOP_Chave(lista4, mop)
esta(exp1, exp2, exp1, exp2, exp2)
existem_Casos(integer, l_Estados, lista, nos, exp2, lista, dif_cas)
limpar_p
max1(mop, mop, mop)
obter_L_Bruta(nos, lista, lista)
obter_L_Causal_Evid(nos, nos, nos)
ordem_de_Importancia
ordem_de_Prioridade(nos, lista6, lista6)
pontagem_Casos_Select(nos, dif_cas, lista6, lista6)
processo_de_RECONHE_MODIFI
seleciona(nos, lista, lista, lista, lista, lista)
separar_as_C_das_E(exp2, lista7, lista7)
unificar_Caract(exp2, nos, exp2, exp2, lista7, lista7)
unificar_Caract_Explicacoes(exp2, exp2, exp2)
unificar_Caract_iguais(nos, lista, lista, lista)

```

NONDETERM

```
test1(string)
```

CLAUSES

```
% MOTOR DE INFERÊNCIA DO SIMULADOR COGNITIVO
% *****
```

```
simula:-
```

```

clearwindow,
makewindow(8,112,113,"CONSULTA EM CASOLL8",0,0,24,80),
retractall(_permanente),
retractall(_trabalho),
retractall(_trabalho1),
retractall(_mops),
retractall(_casos),
retractall(_parcial),

```

```

% cursor(10,20),write(" CARREGANDO BASE DE CONHECIMENTO
"),
consult("CORINGA3.dba",permanente),

```

```

consult("B_MOPS1.dba",mops),
consult("B_CASOS2.dba",casos),
atividade_de_RECONHECIMENTO,
atividade_de_RECUPERACAO_MODIFICACAO,
% atividade_de_JUSTIFICACAO,
% atividade_de_ADAPTACAO,
clearwindow,removewindow,
makewindow (9,112,113," C A S O L L9",0,0,25,80),
cursor(10,19),
write(" Deseja continuar sua pesquisa ? < s / n > "),
readchar(O),removewindow,
shiftwindow(Atual),
shiftwindow(55),
linstatus(2),
shiftwindow(Atual),
write(O),!,
upper_lower('S',O),
clearwindow,
removewindow,
simula.

```

```

atividade_de_RECONHECIMENTO:-
ato_de_RECONHECER,
ordem_de_Importancia,
conclusao,!.

```

```

ordem_de_Importancia:-
ordenar.

```

```

atividade_de_RECUPERACAO_MODIFICACAO:-
clearwindow,
processo_de_RECONHE_MODIFI.

```

```
% *****> ATIVIDADE DE MODIFICAÇÃO DE HISTORIAS
```

```

processo_de_RECONHE_MODIFI:-
analise_dos_MOPs.

```

```

analise_dos_MOPs:-
agrupar_Caract([],L_Car_Ev),
invertir(L_Car_Ev,L_Car_Evident),
analisa_mop(L_Car_Evident,[],L_Hierarquica_MOPs),
escolher_MOP_Chave(L_Hierarquica_MOPs,mop(MOPc,_)),
mop_Caus(MOPc,list_caract(Lista_Causal),list_dif(L_Casos),Estados),!,
expurga(Lista_Causal,[],L_Car_G_MOPs),
encontrar_Explicacoes_nos_Casos(L_Car_Evident,[],L_Expli_Situac,[],L_Caus
al_do_Caso),

```

```
unificar_Caract_Explicacoes(L_Expli_Situac,[],L_Unif_CE_Situac),
selecao_Caract_Causais(L_Causal_do_Caso,[],L_Caus_Situac),
```

```
casos_similares(L_Casos, L_Caus_Situac, [], Casos_Selecionados),
existem_Casos(MOPc, Estados, L_Caus_Situac,
L_Car_Evident,L_Unif_CE_Situac, L_Car_G_MOPs, Casos_Selecionados),!
```

```
analisa_mop(L_Car_Evident,Aberta,L_Hierarquica_MOPs):-
retract(mop_causal(Numero,norma(list_caract(Lista_C),list_dif(Cas),E))),
asserta(mop_Caus(Numero,list_caract(Lista_C),list_dif(Cas),E)),
asserta(mop_Caus1(Numero,list_caract(Lista_C),list_dif(Cas),E)),disgregar(Lis
ta_C,Lista2),
inter(Lista_F,L_Car_Evident,Lista2),
contador(Pontos,Lista_F),
analisa_mop(L_Car_Evident,[mop(Numero,Pontos)|Aberta],L_Hierarquica_M
OPs),!.
```

```
analisa_mop(_,L,L):-!.
```

```
encontrar_Explicacoes_nos_Casos(L_Car_Evident,L_Explic,L_Explic2,L_Cau
sal,L_Causal2):-
```

```
retract(caso_c(X,Y,corp1(l_caract(L),explicacao(L_Cau_Exp))),
unificar_Caract(L_Cau_Exp,L_Car_Evident,L_Explic,L_Explic1,L_Causal,L_
Causal1),
```

```
asserta(caso_c1(X,Y,corp1(l_caract(L),explicacao(L_Cau_Exp))),
asserta(caso_c2(X,Y,corp1(l_caract(L),explicacao(L_Cau_Exp))),
asserta(caso_c5(X,Y,corp1(l_caract(L),explicacao(L_Cau_Exp))),
encontrar_Explicacoes_nos_Casos(L_Car_Evident,L_Explic1,L_Explic2,L_Ca
usal1,L_Causal2),!
```

```
encontrar_Explicacoes_nos_Casos(_,L,L,L1,L1):-!.
```

```
unificar_Caract_Explicacoes([],L,L):-!.
```

```
unificar_Caract_Explicacoes([exp1(causas(X),explica(Y))|Cauda],Cauda1,Lista
RR):-
```

```
esta(exp1(causas(X),explica(Y)),Cauda,N_Elem,[],RSaldo),!,
unificar_Caract_Explicacoes(RSaldo,[N_Elem|Cauda1],ListaRR).
```

```
esta(Elem,[],Elem,S,S):-!.
```

```
esta(exp1(causas(X),explica(Y)),[exp1(causas(X1),explica(Y1))|Cauda],Eleme
nto,Sald,RSaldo):-
```

```
igual(Y,Y1),
concate(X,X1,Res_P),
refina(Res_P,Res),!,
esta(exp1(causas(Res),explica(Y)),Cauda,Elemento,Sald,RSaldo).
```

```
esta(exp1(causas(X),explica(Y)),[exp1(causas(X1),explica(Y1))|Cauda],Eleme
nto,Sald,RSaldo):-
```

```
esta(exp1(causas(X),explica(Y)),Cauda,Elemento,[exp1(causas(X1),explica(Y1
))|Sald],RSaldo).
```

```
escolher_MOP_Chave([mop(X,Y)],mop(X,Y)):-!.
```

```
escolher_MOP_Chave([mop(X,Y),mop(Z,R)|Resto],mop(M,M1)):-
max1(mop(X,Y),mop(Z,R),mop(MM,MM1)),
escolher_Mop_Chave([mop(MM,MM1)|Resto],mop(M,M1)).
```

```
max1(mop(X,Y),mop(_R),mop(X,Y)):-
Y > R, !.
```

```
max1(_mop(Z,R),mop(Z,R)).
```

```
casos_similares([],_L2,L2):-!.
```

```
casos_similares([caso(X,Y)|Resto3],L_Causal_Final,Resto4,Casos):-
retract(caso_c1(X,Y,corpo1(l_caract(_),explicacao(Lista_C_E))))),
separar_as_C_das_E(Lista_C_E,[],L_Causal),
selecao_Caract_Causais(L_Causal,[],L_Causal_do_Caso_Recp),
sao_iguais(L_Causal_do_Caso_Recp,L_Causal_Final),
sao_iguais(L_Causal_Final,L_Causal_do_Caso_Recp),!,
casos_similares(Resto3,L_Causal_Final,[caso(X,Y)|Resto4],Casos).
```

```
casos_similares([caso(_,_)|Resto3],L_Causal2,Resto4,Casos):-
```

```
casos_similares(Resto3,L_Causal2,Resto4,Casos).
```

```
existem_Casos(MOPc,_,_L_Car_Evident,_,_[]):-
```

```
obter_L_Bruta(L_Car_Evident,[],L_Bruta),
```

```
obter_L_Causal_Evid(L_Car_Evident,[],L_Car_Evid),
```

```
clearwindow,
```

```
cursor(8,5),
```

```
write("====> NÃO EXISTEM CASOS IGUAIS SITUAÇÃO
APRESENTADA <==== "),
```

```
cursor(10,5),
```

```
write(" ***** "),
```

```
cursor(22,1),
```

```
espere(3,300,"Espere um momento, <processando....> "),
```

```
!,
```

```
atividade_de_JUSTIFICACAO(L_Bruta,MOPc,L_Car_Evid),
```

```
removewindow, clearwindow.
```

```
existem_Casos(MOPc,Estados,L_Caus_Situac,L_Car_Evident,L_Unif_CE_Sit
uac,L_Car_G_MOPs,Casos_Selecionados):-
```

```
pontagem_Casos_Selec(L_Car_Evident,Casos_Selecionados,[],Pontagem_Caso
s),
```

```
ordem_de_Prioridade(L_Car_Evident,Pontagem_Casos,Result1),
```

```
clearwindow,
```

```
write(" RESULTADO DA PESQUISA REALIZADA ", "\n\n"),
```

```
write("O MOP causal selecionado ,: ",MOPc, "\n"),
```



```

write("A explicaç#o geral da situaç#o esta inserida no(s) estado(s) :","\n"),
escrever0(Estados),nl,nl,
write("EXPLICAÇÃO DA SITUAÇÃO APRESENTADA POR MEIO DE
CASOS :","\n"),
escrever22(0,L_Unif_CE_Situac),nl,
write("LISTA DE CARACTERISTICAS CAUSAIS GENERALIZADAS DA
SITUAÇÃO :","\n"),
write(" "),
escrever_ate_40_COL(L_Caus_Situac,0),nl,
write("CASOS IGUAIS · SITUAÇÃO INICIAL: "),
escrever5(Casos_Selecionados),nl,
write("PRIORIDADE DE UTILIZAÇÃO "),
write("(de acordo ao conceito de Similaridade Métrica) :","\n"),
escrever3(Result1),
cursor(22,30),
write("Pressione a barra de espacos para continuar"),
field_attr(22,30,43,139),
readchar(_),
field_attr(22,30,43,6),
clearwindow,

seleciona(L_Car_Evident,L_Car_G_MOPs,[],L_Restos,[],L_Caus_Gen),
apoiam_Explic(L_Restos,L_Unif_CE_Situac,[],Apoiam_Expl),
selecao_Carc_Circunstan(L_Caus_Gen,L_Caus_Situac,[],Circuns),
apoiam_Estados(L_Restos,Estados,[],Apoiam_Est,[],Nao_Apoiam_Est),
construir_Caso(Result1,Circuns,Apoiam_Est,Nao_Apoiam_Est,Apoiam_Expl,L
_Car_Evident),
construir_Caso1(L_Car_Evident,L_Unif_CE_Situac,Result1),!.

obter_L_Bruta([],L,L):-!.
obter_L_Bruta([no(X,_)|Cauda],Aberta,L_Bruta):-
obter_L_Bruta(Cauda,[X|Aberta],L_Bruta).

obter_L_Causal_Evid([],P,P):-!.
obter_L_Causal_Evid([no(X,Prob)|Cauda],Aberta,L_Car_Evid):-
Prob > 0.01,!,
obter_L_Causal_Evid(Cauda,[no(X,Prob)|Aberta],L_Car_Evid).

obter_L_Causal_Evid([no(_,_)|Cauda],Aberta,L_Car_Evid):-
obter_L_Causal_Evid(Cauda,Aberta,L_Car_Evid).

atividade_de_JUSTIFICACAO(L_Bruta_Car,MOPc,L_Car_Evident):-
processo_de_JUSTIFICAR_UM_CASO(L_Bruta_Car,MOPc,L_Car_Evident).

pontagem_Casos_Selec(_,[],L,L):-!.
pontagem_Casos_Selec(L_Car_Evident,[caso(MOPc,Caso_Num)|Cauda],L_Ab
erta,Pontagem_Casos):-

```

```

retract(caso_c2(MOPc,Caso_Num,corpo1(l_caract(L_Caract),explicacao(_))),!)
,
unificar_Caract_iguais(L_Car_Evident,L_Caract,[],Lista),
contador(N_Elem,Lista),
pontagem_Casos_Selec(L_Car_Evident,Cauda,[case(MOPc,Caso_Num,N_Elem,l_caract(L_Caract))|L_Aberta],Pontagem_Casos).

unificar_Caract_iguais([],_,L,L):-!.
unificar_Caract_iguais([no(X,_)|Resto],L_Caract,Aberta,Lista):-
  membro(X,L_Caract),!,
  unificar_Caract_iguais(Resto,L_Caract,[X|Aberta],Lista).

unificar_Caract_iguais([no(_,_)|Resto],L_Caract,Aberta,Lista):-
  unificar_Caract_iguais(Resto,L_Caract,Aberta,Lista).

ordem_de_Prioridade(L_Car_Evident,Lista,Lista2R):-
  cambio(L_Car_Evident,Lista,ListaR),!,
  ordem_de_Prioridade(L_Car_Evident,ListaR,Lista2R).

ordem_de_Prioridade(_,L,L).

seleciona([],_,L,L,L1,L1):-!.
seleciona([no(X,_)|Resto],L_Comp,Resto1,Restos,Abert,L_Caus_Gen):-
  membro(X,L_Comp),!,
  seleciona(Resto,L_Comp,Resto1,Restos,[X|Abert],L_Caus_Gen).

seleciona([no(X,_)|Resto],L_Comp,R1,Restos,Abert,L_Caus_Gen):-
  nao_membro(X,L_Comp),
  seleciona(Resto,L_Comp,[X|R1],Restos,Abert,L_Caus_Gen).

construir_Caso([case(MOPc,Caso_,l_caract(_))|_],Circuns,Apoiam_Est,_,Apoi
am_Expl,L_Car_Evident):-
  caso(MOPc,Caso_,data(,,),_,corpo(l_caract(_),diagnoses(L_Diagn),recome
ndacoes(L_Recom),_)),
  ultimo_Caso(MOPc,_,Posicao),!,
  asserta(pos(Posicao)),
  Novo_Nç = Posicao + 1,
  R = Posicao + 1,

  reporte1(MOPc,R,Novo_Nç),
  write(" CARACTERÍSTICAS QUE IDENTIFICAM ESTA SITUAÇÃO:"),nl,
  write(" "),
  escrever_ate_40_COL1(L_Car_Evident,0),nl,
  escrever6(L_Diagn),nl,
  write(" RECOMENDAÇÕES · SITUAÇÃO APRESENTADA:"),nl,
  write(" "),
  escrever7(L_Recom),nl,
  reporte2(Apoiam_Est,Apoiam_Expl,Circuns).

```

```

    reporte2(Apoiam_Est,Apoiam_Expl,Circuns):-
    write(" INFORMAÇÕES ADICIONAIS : "),nl,
    write(" > Fatos que apoiam na identificaçãO do(s) Estado(s):"),nl,
    write("   "),
    escrever_ate_40_COL2(Apoiam_Est,0),nl,
    write(" > Fatos que apoiam na ExplicaçãO Causal da SituaçãO:"),nl,
    write("   "),
    escrever_ate_40_COL3(Apoiam_Expl,0),nl,
    write(" > Características circunstanciais que nãO tãem explicaçãO : "),nl,
    write("   "),
    escrever_ate_40_COL(Circuns,0),nl,
    cursor(22,02),
    write("  NOTA:  Desta forma, este caso será incorporado no
MOPcaracterística."),
    readchar(_),
    clearwindow.

    construir_Casol(L_Car_Evident,L_Unif_CE_Situac,[case(MOPc,_,_,l_caract(
))|_]):-
    pos(Posicao),!,
    R = Posicao + 1,
    clearwindow,
    write("      ESTRUTURA DO NOVO CASO CRIADO A SER ANEXADO
NO MOPc CAUSAL \n"),nl,
    writef(" Número de MOPs - %-2u",MOPc),
    writef("   Número de Caso - %-2u",R),nl,
    write(" AS CARACTERÍSTICAS QUE IDENTIFICAM ESTA SITUAÇÃO
SÃO:","\n"),
    write("   "),
    escrever_ate_40_COL1(L_Car_Evident,0),nl,nl,
    escrever22(0,L_Unif_CE_Situac),
    cursor(22,02),
    write("  NOTA:  Desta forma, este caso ser incorporado no MOP Causal."),
    readchar(_),
    clearwindow,
    fim,
    limpar_pos.

% *****>

% Depois de mostrar o caso, ele deve ser armazenado imediatamente na memória,
% Isto ,, colocar sua identificaçãO no MOP_causal, no MOP_caract e o caso novo
% totalmente descrito na Base de conhecimento de Casos (Caract-Causal).

fim:-
clearwindow,
cursor(10,7),
write(" Você deseja registrar a soluçãO proposta por CASOL ? < s / n > "),

```

```

repita,
readchar(Ans) ,
str_char(Ans1, Ans) ,
upper_lower(Ans1, Ans2) ,
test1(Ans2), !, fail.

```

```

test1(Ans) :-
Ans = "s" ,!, clearwindow, removewindow, complet,
shiftwindow(Atual),
shiftwindow(55),
linstatus(2),
shiftwindow(Atual) ;

```

```

Ans = "n", clearwindow, removewindow,
shiftwindow(Atual),
shiftwindow(55),
linstatus(2),
shiftwindow(Atual).

```

```

test1(_):-
beep, fail.

```

```

complet:-
limpar_p,
makewindow(20,11,112,"          INFORMAÇÃO          COMPLEMENTAR
L20",0,0,25,80),
makewindow (21,15,11,"L21",2,15,9,50),
time (H,M,_,_),
date (Ano,Mes,Dia),
write("  MODELAGEM COGNITIVA DE UM OPERADOR QUE "),nl,
write("  REALIZA SUA TOMADA DECISÕES A PARTIR DE CASOS"),nl,
write ("Nome da história: "),
readln(Nome),
write ("\n"),
write ("          DATA : ",Dia," / ",Mes," / ",Ano),nl,
write ("          HORAS : ",H,"hr : ",M,"m"),
makewindow(22,113,11,"L22",11,2,13,75),
edit("",Outras_Recom,"OUTRAS RECOMENDAÇÕES :", "", "Pressione <F10>
para registrar as informacoes ou <Esc> para sair",0,"",1,1,1,1,_,_),
asserta(data(Dia,Mes,Ano)),
asserta(conjunto(Nome,Outras_Recom)),
removewindow,removewindow,removewindow,
clearwindow.

```

```

limpar_p:-
retractall(_,parcial),!.
limpar_p.

```

```
separar_as_C_das_E([],L,L):-!.  
separar_as_C_das_E([exp1(causas(L),explica(_))|Resto],Aberta,L_Causal):-  
separar_as_C_das_E(Resto,[causas(L)|Aberta],L_Causal).
```

```
unificar_Caract([],_L2,L2,L3,L3):-!.  
unificar_Caract([exp1(causas(C),explica(E))|Resto],L_Car_Evident,Resto1,L_E  
xplic,Resto2,L_Causal):-  
esta_em(C,L_Car_Evident),!,  
unificar_Caract(Resto,L_Car_Evident,[exp1(causas(C),explica(E))|Resto1],L_E  
xplic,[causas(C)|Resto2],L_Causal).
```

```
unificar_Caract([exp1(causas(_),explica(_))|Resto],L_Car_Evident,Resto1,L_E  
xplic,Resto2,L_Causal):-  
unificar_Caract(Resto,L_Car_Evident,Resto1,L_Explic,Resto2,L_Causal).
```


% PROGRAMA "S_JUSTIF.PRO" - Módulo dependente de simula.

```
include "TDOMS.PRO"  
include "TGLOBAL.PRO"  
include "PROCESSO.PRO"
```

PREDICATES

```
agrupacao_Total  
agrupar_CE(exp2, exp2)  
agrupar_Fator(integer)  
apoiam_Estados(lista, l_Estados, relacao, relacao, relacao, relacao)  
apoiam_Explic(lista, exp2, relacao, relacao)  
carct_caso_Recuperados(integer)  
carct_em_Comun(lista, integer)  
conclusao1  
criar_UM_CASO_COM_O_JUSTIFIC(nos)  
encontrar_L_Casual_da_Situacao(lista, lista, lista, lista)  
escrever  
fim  
formacao_do_relatorio(integer, exp2)  
formar_Explic(nos, exp2)  
guarda  
lapso(integer, integer, integer)  
ordenar_Carc_Evidtes(integer, integer, integer)  
organizar_um_caso(integer, nos)  
pesquisa_uma_solu(integer, lista, nos)  
pontos_Estados_Evidentes(integer, lista, nos)  
priorizar  
processo_de_JUSTIFICAR_UM_CASO(lista, integer, nos)
```

```

quais(string, exp2, relacao, relacao)
quais_Elem(lista, string, lista, relacao, relacao, relacao, relacao)
recolocar
reporte1(integer, integer, integer)
reporte2(relacao, relacao, lista)
restar(nos, lista, nos, nos)
seleciona1(lista, lista, lista, lista, lista, lista)
separ(exp2, exp2)
separar_as_C_E(lista7, lista7)
ultim(dif_cas, caso, integer)
ultimo_Caso(integer, caso, integer)
voltar

```

CLAUSES

```

processo_de_JUSTIFICAR_UM_CASO(L_Bruta_Car,MOPc,L_Car_Evident):
-
clearwindow,
pontos_Estados_Evidentes(MOPc,L_Bruta_Car,L_Car_Evident),
guarda,
priorizar,
write("PRIORIDADE DE USO DE CASOS POR MEIO DA
SIMILARIDADE MÉTRICA \n"),nl,
organizar_um_caso(MOPc,L_Car_Evident),readchar(_),
clearwindow,
pesquisa_uma_solu(MOPc,L_Bruta_Car,L_Car_Evident),
!.

% *****>

organizar_um_caso(MOPc,Lista_Evident):-
write("LISTA_EVIDENT >> ",Lista_Evident),nl,nl,
retract(prob_caract3(Caso,_,_)),
getbacktrack(B),
caso_c7(MOPc,Caso,corpo1(l_caract(_),explicacao(L_Cau_Exp))),
formar_Explic(Lista_Evident,L_Cau_Exp),
agrupar_CE([],L_Explicativa),
separar_as_C_E([],L_Causal),
selecao_Caract_Causais(L_Causal,[],L_da_Relacao_C),
restar(Lista_Evident,L_da_Relacao_C,[],Saldo),
write("CASO - ",Caso),nl,
write("LISTA_EXPLIC >> ",L_Explicativa),nl,
write("CARACTERÍSTICA NÃO EXPLICADA ",Saldo),nl,nl,
assertz(cas_latente(MOPc,Caso,l_caract(Lista_Evident),explicacao(L_Explicati
va),saldo(Saldo)),trabalho1),
%
assertz(cas_latente1(MOPc,Caso,l_caract(Lista_Evident),explicacao(L_Explica
tiva),saldo(Saldo)),trabalho1),

```

```

cutbacktrack(B),
fail.
organizar_um_caso(,_):-!.

% *****>

pesquisa_uma_solu(MOPc,L_Bruta,L_Car_Evident):-
retract(cas_latente(_Caso,l_caract(_),explicacao(L_Explicativa),saldo(Saldo))),
Saldo = [],
formacao_do_relatorio(Caso,L_Explicativa),
invertir(L_Bruta,L_Bruta1),
mop_Caus1(MOPc,list_caract(L_Causal),list_dif(_),Estados),!,
expurga(L_Causal,[],L_Car_G_MOPs
encontrar_L_Casual_da_Situacao(L_Bruta,L_Car_G_MOPs,[],L_Caus_Situac)

seleciona1(L_Bruta,L_Car_G_MOPs,[],L_Restos,[],L_Caus_Gen),
apoiam_Explic(L_Restos,L_Explicativa,[],Apoiam_Expl),
selecao_Carc_Circunstan(L_Caus_Gen,L_Caus_Situac,[],Circuns),
apoiam_Estados(L_Restos,Estados,[],Apoiam_Est,[],_) % não_Apoiam_Est

ultimo_Caso(MOPc,_Posicao),
asserta(pos(Posicao)),
Novo_Nç = Posicao + 1,
R = Posicao + 1,
reporte1(MOPc,R,Novo_Nç),
write("CARACTERÍSTICAS QUE IDENTIFICAM ESTA SITUAÇÃO:"),nl,
escrever1(L_Bruta1),nl,
write("EXPLICAÇÕES : "),nl,
escrever22(0,L_Explicativa),nl,
write("ESTADOS E RECOMENDAÇÕES DA SITUAÇÃO
APRESENTADA"),nl,
conclusao1,nl,
reporte2(Apoiam_Est,Apoiam_Expl,Circuns),

clearwindow,
write(" ESTRUTURA DO NOVO CASO CRIADO A SER ANEXADO
NO MOPc CAUSAL \n"),nl,
writef(" Número de MOPs - %-2u",MOPc),
writef(" Número de Caso - %-2u",R),nl,
write(" AS CARACTERÍSTICAS QUE IDENTIFICAM ESTA SITUAÇÃO
SÃO:","\n"),
write(" "),
escrever_ate_40_COL1(L_Car_Evident,0),nl,nl,
escrever22(0,L_Explicativa),
cursor(22,02),
write(" NOTA: Desta forma, este caso ser incorporado no MOP Causal."),
readchar(_),
clearwindow,

```

```

fim,
limpar_pos,
removewindow,
shiftwindow(1),
!,fail.

```

```

pesquisa_uma_solu(MOPc,L_Bruta,L_Car_Evident):-
clearwindow,
cursor(10,5),
write("TODOS OS CASOS ANALISADOS TÊM PELOS MENOS ALGUMA
CARACTERÍSTICA"),nl,
cursor(11,5),
write("CAUSAL NÃO EXPLICADA. ASSIM ==> CASOL <= SOLICITA A
PRESCÊNCIA "),nl,
cursor(12,5),
write("DO JUSTIFICADOR PARA CRIAR UMA SOLUÇÃO DE ACORDO
AO ESTADO NORMAL "),nl,
cursor(13,5),
write("DA SITUAÇÃO."),
espere(5,500,"Espere um momento < processando...> "),
criar_UM_CASO_COM_O_JUSTIFIC(L_Car_Evident),
recolocar,
separ([],L_Explicat),
invertir(L_Bruta,L_Bruta1),
mop_Caus1(MOPc,list_caract(L_Causal),list_dif(_),Estados),
expurga(L_Causal,[],L_Car_G_MOPs), % L_Compensada : são as Caract. do
MOPs selecionado

```

```

encontrar_L_Casual_da_Situacao(L_Bruta,L_Car_G_MOPs,[],L_Caus_Situac)

```

```

seleciona1(L_Bruta,L_Car_G_MOPs,[],L_Restos,[],L_Caus_Gen),
apoiam_Explic(L_Restos,L_Explicat,[],Apoiam_Expl),
selecao_Carc_Circunstan(L_Caus_Gen,L_Caus_Situac,[],Circuns),
apoiam_Estados(L_Restos,Estados,[],Apoiam_Est,[],_), % Nao_Apoiam_Est

```

```

ultimo_Caso(MOPc,_,Posicao),
asserta(pos(Posicao)),
Novo_Nç = Posicao + 1,
R = Posicao + 1,

```

```

reporte1(MOPc,R,Novo_Nç),
write("CARACTERÍSTICAS QUE IDENTIFICAM ESTA SITUAÇÃO:"),nl,
escrever1(L_Bruta1),nl,
write("EXPLICAÇÕES : "),nl,
escrever22(0,L_Explicat),nl,
write("ESTADOS E RECOMENDAÇÕES DA SITUAÇÃO
APRESENTADA:"), nl,
reporte2(Apoiam_Est,Apoiam_Expl,Circuns),

```



```

clearwindow,
write("      ESTRUTURA DO NOVO CASO CRIADO A SER ANEXADO
NO MOPc CAUSAL \n"),nl,
writef(" Número de MOPs - %-2u",MOPc),
writef("      Número de Caso - %-2u",R),nl,
write(" AS CARACTERÍSTICAS QUE IDENTIFICAM ESTA SITUAÇÃO
SÃO:", "\n"),
write(" "),
escrever_ate_40_COL1(L_Car_Evident,0),nl,nl,
escrever22(0,L_Explicat),
cursor(22,02),
write(" NOTA: Desta forma, este caso será incorporado no MOP Causal."),
readchar(_),
clearwindow,
fim,
limpar_pos,
removewindow,
shiftwindow(1),
!.

```

```
% *****>
```

```

criar_UM_CASO_COM_O_JUSTIFIC(L_Car_Evident):-
retract(apoio(complemento(Complem),carac(Lista_C),explica(Ex))),
assertz(apoio1(complemento(Complem),carac(Lista_C),explica(Ex))),
estara1(L_Car_Evident,Lista_C,[],L_Car,0,Prob_T),
Prob_T > 0.001,
assert(modu(causas(L_Car),explica(Ex))),
fail.
criar_UM_CASO_COM_O_JUSTIFIC(_):-!.

```

```

recolocar:-
retract(apoio1(complemento(Complem),carac(Lista_C),explica(Ex))),
asserta(apoio(complemento(Complem),carac(Lista_C),explica(Ex))),
fail.
recolocar.

```

```

separ(Aberta,L_Causal_Explicat):-
retract(modu(causas(L_Car),explica(Ex))),
separ([exp1(causas(L_Car),explica(Ex))|Aberta],L_Causal_Explicat),!.
separ(L,L):-!.

```

```

conclusao1:-
retract(dat(Estad_Rec)),!,
escrever8(Estad_Rec).

```

```
% *****>
```

```

formacao_do_Relatorio(_,[]):-!.
formacao_do_Relatorio(Caso,[expl(causas(_),explica(Expl))|Cauda]):-
retract(caso4(_,Caso,_,data(,_,_),_,corpo(l_caract(_),diagnoses(Diag_Expl),rec
omendacoes(Estad_Recom),_))),
encontrar_Estados(Expl,Diag_Expl,Estad_Recom,[],Estados_Rec),!,
asserta(dat(Estados_Rec)),
formacao_do_Relatorio(Caso,Cauda).

formacao_do_Relatorio(Caso,[expl(causas(_),explica(_))|Cauda]):-
formacao_do_Relatorio(Caso,Cauda).

```

```
% *****>
```

```

separar_as_C_E(Aberta,L_Causal):-
retract(formal(expl(causas(L),explica(_)))),
separar_as_C_E([causas(L)|Aberta],L_Causal),!.
separar_as_C_E(L,L):-!.

```

```

formar_Explic(_,[]):-!.
formar_Explic(Lista_Evident,[expl(causas(X),explica(Y))|Cauda]):-
esta_em(X,Lista_Evident),!,
assertz(forma(expl(causas(X),explica(Y)))),
assertz(formal(expl(causas(X),explica(Y)))),
formar_Explic(Lista_Evident,Cauda).

```

```

formar_Explic(Lista_Evident,[expl(causas(_),explica(_))|Cauda]):-
formar_Explic(Lista_Evident,Cauda).

```

```

agrupar_CE(L1,L_Explicativa):-
retract(forma(expl(causas(X),explica(Y)))),
agrupar_CE([expl(causas(X),explica(Y))|L1],L_Explicativa),!.
agrupar_CE(Lista1,Lista1).

```

```
% *****>
```

```

guarda:-
retract(soma(Caso>Total,Comuns)),
assertz(latente(Caso>Total,Comuns)),
fail.
guarda.

```

```

escrever:-
retract(prob_caract3(Caso>Total,Comuns)),
write("CASO >> ",Caso,"\n","TOTAL >> ",Total,"COMUNS >>
",Comuns,"\n\n"),
fail.
escrever.

```

```

pontos_Estados_Evidentes(MOPc,Lista_Bruta,Lista_Evidentes):-
contador(N_Total,Lista_Evidentes),
carct_caso_Recuperados(MOPc),
agrupar_Fator(N_Total),
carct_em_Comun(Lista_Bruta,MOPc),
agrupacao_Total.

```

```

agrupacao_Total:-
retract(som(Caso,Soma)),
retract(conco(Caso,Quant,COMUNS)),
Total = Soma - Quant,
assertz(soma(Caso,Total,COMUNS)),
fail.
agrupacao_Total:-!.

```

```

agrupar_Fator(N_Total):-
retract(con(Caso,Total)),
Soma = N_Total + Total,
assertz(som(Caso,Soma)),
fail.
agrupar_Fator(_):-!.

```

```

carct_em_Comun(Lista_Bruta,MOPc):-
retract(caso_c6(MOPc,Caso,corpo1(l_caract(List),explicacao(E)))),
retract(caso(MOPc,Caso,NO,data(D,M,A),T,corpo(l_caract(List_Car),diagnose
s(Diag),recomendacoes(R),N))),
estara(Lista_Bruta,List_Car,[],COMUNS,[],_),
contador(Quan_T,COMUNS),
estara(List,List_Bruta,[],_,[],N_CASADAS),
contador(Quant,N_CASADAS),
assertz(conco(Caso,Quant,Quan_T)),
assertz(caso_c7(MOPc,Caso,corpo1(l_caract(List),explicacao(E)))),
asserta(caso4(MOPc,Caso,NO,data(D,M,A),T,corpo(l_caract(List_Car),diagnos
es(Diag),recomendacoes(R),N))),
fail.
carct_em_Comun(_,_):-!.

```

```

carct_Caso_Recuperados(MOPc):-
retract(caso_c5(MOPc,Caso,corpo1(l_caract(L_Car_Gen),explicacao(E)))),
contador(Total,L_Car_Gen),
assertz(caso_c6(MOPc,Caso,corpo1(l_caract(L_Car_Gen),explicacao(E))),
assertz(con(Caso,Total)),
fail.
carct_Caso_Recuperados(_).

```

```

priorizar:-
retract(latente(Characteris,Probab,Comuns)),
ordenar_Carc_Evidtes(Characteris,Probab,Comuns),!.

```

```
ordenar_Carc_Evidtes(Characteris,Probab,Comuns):-
lapso(Characteris1,Probab1,Comuns1),
bound(Characteris),
Probab >= Probab1,
Comuns >= Comuns1,
assertz(ja_analisado1(Characteris1,Probab1,Comuns1)),
retract(latente(Characteris1,Probab1,Comuns1)),
ordenar_Carc_Evidtes(Characteris,Probab,Comuns),!.
```

```
ordenar_Carc_Evidtes(Characteris,Probab,Comuns):-
retract(latente(Characteris1,Probab1,Comuns1)),
bound(Probab),bound(Characteris),
asserta(ja_analisado1(Characteris,Probab,Comuns)),
ordenar_Carc_Evidtes(Characteris1,Probab1,Comuns1),!.
```

```
ordenar_Carc_Evidtes(Characteris,Probab,Comuns):-
bound(Characteris),
assertz(prob_caract3(Characteris,Probab,Comuns)),
voltar,
retract(latente(Characteris1,Probab1,Comuns1)),
ordenar_Carc_Evidtes(Characteris1,Probab1,Comuns1),!.
```

```
ordenar_Carc_Evidtes(,,):-!.
```

```
lapso(Characteris,Probab,Comuns):-
latente(Characteris,Probab,Comuns),
!.
```

```
voltar:-
retract(ja_analisado1(Characteris,Probab,Comuns)),
asserta(latente(Characteris,Probab,Comuns)),
fail.
```

o

```
voltar.
```

```
restar([],_,L,L):-!.
restar([no(X,_)|Resto],L_da_Relacao_C,Aberta,Saldo):-
menbro(X,L_da_Relacao_C),!,
restar(Resto,L_da_Relacao_C,Aberta,Saldo).
```

```
restar([Y|Resto],L_da_Relacao_C,Aberta,Saldo):-
restar(Resto,L_da_Relacao_C,[Y|Aberta],Saldo).
```

```
encontrar_L_Casual_da_Situacao([],_,L,L):-!.
encontrar_L_Casual_da_Situacao([X|Resto],L_Causal,Aberta,L_Caus_Situac):-
menbro(X,L_Causal),!,
encontrar_L_Casual_da_Situacao(Resto,L_Causal,[X|Aberta],L_Caus_Situac).
```

```
encontrar_L_Casual_da_Situacao([_|Resto],L_Causal,Aberta,L_Caus_Situac):-
```

```
encontrar_L_Casual_da_Situacao(Resto,L_Causal,Aberta,L_Caus_Situac).
```

```
seleciona1([],_,L,L,L1,L1):-!.
seleciona1([X|Resto],L_Comp,Resto1,Restos,Abert,L_Caus_Gen):-
  membro(X,L_Comp),!,
seleciona1(Resto,L_Comp,Resto1,Restos,[X|Abert],L_Caus_Gen).
```

```
seleciona1([X|Resto],L_Comp,R1,Restos,Abert,L_Caus_Gen):-
  nao_membro(X,L_Comp),
seleciona1(Resto,L_Comp,[X|R1],Restos,Abert,L_Caus_Gen).
```

```
apoiam_Explic([],_,L,L):-!.
apoiam_Explic([X|Cauda],Lista,Apoiam,Apoiam2):-
  quais(X,Lista,Apoiam,Apoiam1),
apoiam_Explic(Cauda,Lista,Apoiam1,Apoiam2).
```

```
quais(_,[],K,K):-!.
quais(X,[exp1(causas(_),explica(Ex))|Resto],Aberta,Apoio):-
  apoio(complemento(Complem),carac(_),explica(Ex)),
  membro(X,Complem),!,
quais(X,Resto,[relac(X,Ex)|Aberta],Apoio).
```

```
quais(X,[exp1(causas(_),explica(_))|Resto],Aberta,Apoio):-
  quais(X,Resto,Aberta,Apoio).
```

```
apoiam_Estados(_,[],L,L,L1,L1):-!.
apoiam_Estados(L_Restos,[Estad|Resto],Apoiam,Apoiam2,Nao_Apoiam,Nao_
Apoiam2):-
  corp(Estad,carac(Lista)),!,
  quais_Elem(L_Restos,Estad,Lista,Apoiam,Apoiam1,Nao_Apoiam,Nao_Apoia
m1),
  apoiam_Estados(L_Restos,Resto,Apoiam1,Apoiam2,Nao_Apoiam1,Nao_Apoia
m2).
```

```
quais_Elem([],_,_,L2,L2,R,R):-!.
quais_Elem([X|Cauda],Estad,Lista,Aberta,Apoio,Aberta1,N_Apoiam):-
  membro(X,Lista),!,
  quais_Elem(Cauda,Estad,Lista,[relac(X,Estad)|Aberta],Apoio,Aberta1,N_Apoia
m).
quais_Elem([X|Cauda],Estad,Lista,Aberta,Apoio,Aberta1,N_Apoiam):-
  nao_membro(X,Lista),
  quais_Elem(Cauda,Estad,Lista,Aberta,Apoio,[relac(X,Estad)|Aberta1],N_Apoia
m).
```

```
ultimo_Caso(MOPc,Caso,Posicao):-
  retract(mop_caus1(MOPc,list_caract(_),list_diff(Casos),_)),!,
  ultim(Casos,Caso,Posicao).
```

```
ultim([caso(X,Y)],caso(X,Y),Y):-!.  
ultim([_|L],Y1,T):-  
ultim(L,Y1,T).
```

```
reportel(MOPc,R,Novo_Nç):-  
clearwindow,  
write("    ESTRUTURA DO NOVO CASO CRIADO A SER ANEXADO  
NO MOPc CARACTERISTICA \n"),nl,  
writef(" Número de MOPs - %-2u",MOPc),  
writef("    Número de Caso - %-2u",R),nl,  
writef(" Número de N - %-2u",Novo_Nç),nl.
```