

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação

ISSN - 0103-2577

**AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO  
EXPLÍCITO OU MANUAL  
Versão 1.0**

**SOLANGE OLIVEIRA REZENDE  
JAQUELINE BRIGLADORI PUGLIESI**

**Nº 37**

NOTAS DO ICMC  
Série Computação

São Carlos  
Mar./1998

# Aquisição de Conhecimento Explícito ou Manual <sup>1</sup>

**Solange Oliveira Rezende**  
**Jaqueline Brigladori Pugliesi**

Universidade de São Paulo  
Instituto de Ciências Matemáticas de São Carlos  
Departamento de Ciências de Computação e Estatística  
Caixa Postal 668, 13560-970 - São Carlos - SP  
E-mail: {solange, jbpuglie}@icmsc.sc.usp.br

Versão 1.0

**Março de 1998**

---

<sup>1</sup>Trabalho realizado com auxílio do CNPq e PROTEM-CC.

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Aquisição de Conhecimento</b>	<b>3</b>
2.1	Considerações Iniciais . . . . .	3
2.2	Engenharia de Conhecimento . . . . .	5
2.3	Componentes do Processo de Aquisição de Conhecimento . . . . .	6
2.3.1	Especialista . . . . .	7
2.3.2	Usuário . . . . .	8
2.3.3	Equipe de Aquisição de Conhecimento . . . . .	9
2.3.4	Pontos Complementares . . . . .	11
2.4	Aquisição de Conhecimento de Múltiplos Especialistas . . . . .	12
2.5	Administração da Aquisição de Conhecimento . . . . .	13
2.6	Ciclos de Vida para o Processo de Aquisição de Conhecimento . . . . .	15
2.7	Considerações Finais . . . . .	17
<b>3</b>	<b>Técnicas de Aquisição de Conhecimento Explícito ou Manual</b>	<b>18</b>
3.1	Considerações Iniciais . . . . .	18
3.2	Entrevista . . . . .	19
3.2.1	Habilidades e Técnicas Especiais de Entrevista . . . . .	22
3.2.2	Após o Término da Entrevista . . . . .	24

3.3	Brainstorming . . . . .	26
3.4	Análise de Protocolos . . . . .	27
3.5	Rastreamento de Processo . . . . .	27
3.6	Estudo de Casos . . . . .	28
3.7	Introspecção . . . . .	29
3.8	Repertório Grid . . . . .	29
3.9	Análise de Tarefas . . . . .	30
3.10	Simulações e Protótipos . . . . .	31
3.11	Card Sort . . . . .	31
3.12	Informações Complementares . . . . .	33
	3.12.1 Outras Técnicas para Aquisição de Conhecimento . . . . .	33
	3.12.2 Outras Fontes para Obtenção do Conhecimento . . . . .	35
	3.12.3 Maiores Classes de Técnicas Comumente Utilizadas . . . . .	36
3.13	Classificação Temporal das Técnicas de Aquisição de Conhecimento . . . . .	37
3.14	Considerações Finais . . . . .	38
<b>4</b>	<b>Conclusão</b>	<b>39</b>

# Lista de Figuras

2.1	Aquisição de Conhecimento. . . . .	4
2.2	Formulário para a Administração da Aquisição de Conhecimento. . . . .	14
2.3	Tarefas e Fases de Aquisição de Conhecimento. . . . .	15
2.4	A Natureza Iterativa da Aquisição de Conhecimento [Tuthill 90]. . . . .	16
3.1	Comunicação Verbal e Não Verbal. . . . .	21
3.2	Exemplo de um <i>grid</i> . . . . .	30

..... BRANCO .....

# Capítulo 1

## Introdução

A idéia de adquirir conhecimento de um especialista em um dado campo com o propósito de projetar uma apresentação específica da informação adquirida não é nova. Repórteres, jornalistas, escritores, locutores de rádio e projetistas instrucionais vêm praticando “aquisição de conhecimento” a anos. Além desse pessoal de ciências não computacionais, analistas de sistemas têm funcionado com um papel muito similar no projeto e desenvolvimento de sistemas de software convencionais. As responsabilidades do Engenheiro de Conhecimento (EC) e as tarefas que são requeridas para desenvolver bases de conhecimento precisas se paralelizam em várias maneiras às funções dos analistas de sistemas.

A expressão Aquisição de Conhecimento (AC) corresponde a todos os mecanismos para adquirir conhecimento a ser utilizado na modelagem de um domínio de conhecimento. Diversas fontes – especialistas humanos, livros, etc. – podem ser utilizadas na AC. Pode-se dizer também que a AC é o processo que visa obter toda a informação necessária à construção de uma Base de Conhecimento (BC) para Sistemas Inteligentes. Já a expressão Elicitação do Conhecimento designa a tarefa de apreensão do conhecimento de algum especialista através de sessões de AC. Ela alternativamente pode ser chamada de “aquisição de conhecimento explícito ou manual” e “elicitación de conhecimento”.

A Aquisição de Conhecimento é o elemento mais crítico no desenvolvimento de Sistemas Inteligentes, que consome muito tempo e pessoas. Enquanto o desenvolvimento de Sistemas Inteligentes descobre seu caminho fora dos laboratórios de pesquisa e dentro do mundo de negócios, o custo de consumir muito tempo e pessoas afetará o sucesso do projeto. Metodologias de desenvolvimento atuais enfatizam a abordagem de prototipação rápida, que provê algumas *guidelines* e procedimentos para ajudar o Engenheiro de Conhecimento (EC) a organizar o processo de Aquisição de Conhecimento.

A abordagem de AC explícito tem origem na integração das Ciências Humanas, tais como a Psicologia e a Sociologia, nas quais estuda-se o comportamento humano e técnicas de relacionamento interpessoal, com as técnicas de Inteligência Artificial, tais como Representação

de Conhecimento e construção de BC, que visam estruturar o conhecimento humano numa forma a ser interpretada e consultada pela máquina.

Embora a AC com o propósito de construir Sistemas Inteligentes (SI) tenha mudado sua ênfase durante os últimos anos, de Elicitação de Conhecimento (isto é, aquela desenvolvida diretamente através do contato com especialistas humanos) para abordagens mais “não-humanas”, é claro na literatura que ainda existe considerável interesse nessa área, particularmente em conjunção com outras técnicas e abordagens.

Apesar dessa mudança na ênfase mencionada, os autores acreditam que abordagens de Elicitação de Conhecimento para a construção de SI são recomendadas. Uma das razões para recente resistência ou hesitação no uso das técnicas residem no fato de que, embora numerosas tentativas para criar um *overview* da metodologia de Elicitação do Conhecimento, e produzir esquema de classificação e/ou busca de técnicas particulares com tipos específicos de conhecimento, ainda resta uma lacuna de clareza relativa a respeito das vantagens e desvantagens de várias abordagens de Elicitação de Conhecimento [Jones 96b].

O objetivo principal deste trabalho é discutir a Aquisição de Conhecimento manual, bem como as principais técnicas utilizadas neste processo. Vale ressaltar que este trabalho utiliza várias experiências adquiridas no desenvolvimento de trabalhos correlatos [Monard 89a, Monard 89b, Rezende 90, Monard 91, Oliveira 92, Rezende 93a, Rezende 93b, Oliveira 93a, Oliveira 93b, Rezende 93c, Rezende 95, Rozenfeld 95, Rezende 97, Rocha 97, Horst 98]

Este trabalho está organizado em quatro capítulos. No Capítulo 1 é apresentada uma introdução geral sobre Aquisição de Conhecimento. O Capítulo 2 apresenta vários conceitos relacionados à Aquisição de Conhecimento, como escolha da equipe de AC, sua administração, seus problemas, etc. Já no Capítulo 3 estão relacionadas algumas técnicas de Aquisição de Conhecimento mais conhecidas e importantes. No Capítulo 4 estão as conclusões do trabalho; e por fim, as referências bibliográficas consultadas para a elaboração deste relatório.

# Capítulo 2

## Aquisição de Conhecimento

### 2.1 Considerações Iniciais

A Aquisição de Conhecimento é um estágio crucial no desenvolvimento de Sistemas Inteligentes. Como um processo, a AC envolve a extração, interpretação e representação do conhecimento de um dado domínio e é considerada como sendo o estágio mais difícil e precário. Além disso, a AC não utiliza apenas uma disciplina, é uma área que inclui principalmente psicologia cognitiva e Inteligência Artificial [Goonatilake 95].

Adquirir conhecimento especialista envolve obter informação dos especialistas e/ou de fontes documentadas, classificação dessa informação em declarativa (factual) ou procedural, codificação dessa informação num formato utilizado pelo sistema, e checagem de consistência do conhecimento codificado com o conhecimento existente no sistema.

As técnicas de Aquisição de Conhecimento podem ser divididas em dois grandes grupos. O primeiro dele, do qual vai se tratar este trabalho, é a AC explícito ou manual (Figura 2.1 (a)), onde é necessária a presença de um ou mais especialistas do domínio, a partir dos quais os Engenheiros de Conhecimento farão toda a extração do conhecimento necessário para o desenvolvimento do sistema [Jones 96a, Jones 96b]. O segundo tipo é a AC implícito ou automática (Figura 2.1 (b)), que visa extrair conhecimento de dados e/ou informações referentes ao domínio, através de sistemas de Aprendizado de Máquina.

Neste trabalho será detalhada somente a Aquisição de Conhecimento explícita ou manual.

Há certas observações gerais sobre a conduta da elicitación que devem ser apresentadas num primeiro instante:

- assegurar a cooperação entre o elicitante e o(s) provedores(s) de conhecimento;

Figura 2.1: Aquisição de Conhecimento.

- não realizar mais do que uma reunião para EC com o mesmo perito em uma semana;
- reuniões não devem passar de 3 horas;
- sessões não podem passar de 40 minutos e devem ser divididas em períodos: 2/3 de EC e 1/3 para descanso;
- repassar os resultados da fase anterior antes do início da próxima fase;
- sempre usar a mesma técnica na mesma ordem com diferentes especialistas;
- garantir consistência e adequação ao ambiente.

A importância dessas normas não implica em que pausas ou mudanças não possam ser realizadas. Estas podem ser ricas em conhecimento, fazendo com que o elicitante (geralmente o Engenheiro de Conhecimento) mantenha-se atento a conversa durante o descanso e anote o que lhe parecer interessante para explorar na sessão seguinte.

O elicitante deverá ter clara idéia do que é necessário ser realizado durante a elicitação, ter a habilidade de passar esta idéia para os outros participantes e, assegurar e manter a cooperação dessas pessoas na sessão de AC, a perceptividade de monitorar o provedor

(normalmente o especialista) e flexibilidade para adaptar o processo de EC à melhor forma para cada provedor.

O elicitante deve ter paciência, habilidade para comunicar-se com o especialista, empatia, firmeza em seu contato com o especialista, demonstrar interesse pelo domínio do especialista e deve ser capaz de motivar o especialista em entregar seu conhecimento.

## 2.2 Engenharia de Conhecimento

A Engenharia de Conhecimento estuda o processo de transferência de conhecimento do especialista para o computador.

O profissional que extrai o conhecimento do(s) especialista(s) – ou de outra fonte – o interpreta e o representa em tipos e estruturas de conhecimento na Base de Conhecimento é conhecido como Engenheiro de Conhecimento (EC).

O Engenheiro de Conhecimento realiza as tarefas de: estruturar a área do problema; interpretar, traduzir e integrar conhecimento especialista ao sistema; traçar analogias; apresentar contra exemplos; trazer à luz conceitos difíceis; e checar a consistência do conhecimento.

Alguns pontos devem ser levados em consideração na escolha da equipe de Engenheiros de Conhecimento, como: habilidade para aprendizado, comunicação, organização, conceitualização, diplomacia, documentação e conhecimento de técnicas de desenvolvimento de Sistema Baseado em Conhecimento (SBC).

Os SBCs<sup>1</sup> podem ser classificados como Sistemas Especialistas (SEs) quando o desenvolvimento do mesmo é voltado para aplicações onde o conhecimento a ser manipulado restringe-se a um domínio específico e conta com um alto grau de especialidade, possibilitando assim resultados mais precisos [Arantes 94].

Dentre as várias fontes de conhecimento destacam-se os especialistas humanos, que são pessoas com alto grau de conhecimento e experiência no domínio.

Outras fontes seriam os usuários finais, que normalmente têm uma boa visão geral do domínio do problema, e podem fornecer informações valiosas durante as investigações iniciais. Especialistas auxiliares podem fornecer conhecimento especializado de sub-problemas, porém podem levar a conselhos conflitantes.

Como uma fonte alternativa de conhecimento existe a literatura sobre o domínio: relatórios, *guidelines*, livros, manuais, documentos com relatos de experiências e estudos, etc., que oferecem *background* e informações nos estágios iniciais, bem como a experiência pessoal

---

<sup>1</sup>Os termos Sistema Baseado em Conhecimento (SBC) e Sistema Especialista (SE) serão utilizados indistintamente neste trabalho.

do Engenheiro do Conhecimento, questionários e anotações pessoais.

Uma outra fonte da qual se pode extrair conhecimento é através dos dados, pois em alguns domínios e situações a quantidade de dados armazenados em Bases de Dados pode ser muito relevante e interessante.

Quando a fonte de conhecimento é uma pessoa, a atividade é essencialmente um empreendimento social que requer cooperação entre o elicitante e o provedor de conhecimento (especialista do domínio). Ambas as partes interpretam a situação como sua progressão e ajustam suas respostas para tornarem-se apropriadas.

## 2.3 Componentes do Processo de Aquisição de Conhecimento

Comprometer-se com o projeto é uma atribuição de todos os membros para que o projeto seja bem sucedido.

A formação da equipe deve obedecer critérios de flexibilidade, comunicação, relacionamento e empatia em sua composição. Cada membro da equipe deve estar apto a desempenhar todas as funções existentes. Há dois tipos básicos de papéis a desempenhar: ativo - pesquisas e condução das sessões - e passivo - anotações, cuidados com equipamentos de gravação, etc. Quando desempenhando papel passivo, um membro não deve interferir na entrevista. Os papéis devem estar muito bem assimilados e separados.

A aquisição de conhecimento, geralmente, é realizada por uma pessoa. Porém, para um melhor andamento do projeto, deve haver uma equipe de profissionais engajada nesta tarefa. O recomendado é que esta equipe, consista em 3 grupos de pessoas: a equipe de Aquisição de Conhecimento, especialistas do domínio e usuários.

O Engenheiro de Conhecimento desempenha a função de analisar o problema, conceber a estratégia de AC, adquirir, representar e construir o conhecimento, além de testar o sistema.

Um Engenheiro de Conhecimento é considerado qualificado quando possui facilidade para adquirir, organizar e codificar conhecimento heurístico do domínio especialista. Além disso, deve mostrar educação, habilidades profissionais (definir metas), técnicas (conhecimento em informática), conhecimentos gerais em diversas áreas (agricultura, química, medicina) e ser observador de comportamentos. Já Waterman (1978) coloca que o Engenheiro de Conhecimento não deve ser o especialista [Tuthill 90].

A equipe gerencial deve controlar o orçamento do projeto, se preocupa em prover recursos, equipamentos, contratar pessoal gabaritado. Assim, o Engenheiro de Conhecimento pode

dispor de tempo total para realizar suas tarefas. Duas pessoas se destacam nesta equipe: o Líder do Projeto e o Gerente de Projeto (gerencia o andamento do projeto e o pessoal).

Os usuários podem ser considerados peças-chaves no desenvolvimento do sistema tendo em vista que a aplicação é desenvolvida para seu grupo. É importante que os usuários sejam envolvidos no projeto desde o início, determinando requisitos do sistema, interfaces e resultados.

### 2.3.1 Especialista

Os SIs fazem uso intenso do conhecimento especializado para resolver problemas em nível de um especialista humano. Um especialista é uma pessoa que é especializada em uma determinada área, isto é, possui conhecimento ou habilidades especiais que não são conhecidas nem disponíveis para muitas pessoas. Um especialista pode resolver problemas que muitas pessoas não podem resolver por inteiro ou os resolve muito mais eficientemente (mas não necessariamente a um custo menor) [Giarratano 94].

Conhecimento é a chave para a funcionalidade de Sistemas Inteligentes. Na maioria dos casos a origem para esse conhecimento é o especialista do domínio. O especialista do domínio é um indivíduo selecionado por seu alto grau de conhecimento em um dado campo e pela sua habilidade para comunicar esse conhecimento. Algumas variáveis determinam as qualificações do especialista do domínio, incluindo se ele é “prático” (comumente ativo no domínio) ou “experiente” (não comumente ativo no domínio). Especialistas do domínio são, muitas vezes, as únicas fontes de informação que as companhias especializadas desejam preservar. Em outros casos, vários especialistas do domínio podem ser visitados para oferecer conhecimento especializado, que podem ser combinadas e compartilhadas entre os trabalhadores menos especializados [McGraw 89].

Geralmente o especialista é sugerido pelo cliente do processo de AC, pois torna-se muito mais acessível para a empresa. Uma característica importante que deve ser verificada é a motivação deste especialista para a AC. Outro fator igualmente importante é a sua disponibilidade para este empreendimento. Deve-se planejar antecipadamente todo o processo, marcando datas e horários para as sessões de AC e outros possíveis encontros com o especialista - devendo ter sempre presente não apenas a noção de que a hora de trabalho de um especialista é cara, mas, sobretudo, que estes são indivíduos muito requisitados e qualquer alteração em suas agendas deve ser programada previamente - , o que não quer dizer que este plano se manterá estático ao longo de toda a aquisição. Entretanto, o cumprimento das metas estabelecidas é muito importante para o sucesso do processo. O EC deve estar preparado para possíveis dificuldades em relação à disponibilidade do especialista; por exemplo, pode ser necessária uma substituição temporária e repentina por outro especialista. Outro fator que deve estar previsto é a possibilidade de se necessitar trabalhar com mais de um especialista durante todo o processo. Neste caso, sugere-se encerrar cada fase

de uma sessão antes do início da fase posterior. Uma “linha cruzada” entre os especialistas seria desastroso, principalmente em casos do EC conhecer parcialmente o assunto.

Qualquer que seja o papel profissional inicial, a pessoa, para atuar como especialista do domínio, dependerá de características como habilidade para explicar conhecimentos ou heurísticas importantes, ser introspectivo, ser paciente, comunicar-se eficientemente e estar motivado para a construção do sistema.

Uma análise do perfil psicológico dos especialistas é de extrema importância para o bom andamento do processo de AC.

Para selecionar os especialistas apropriados, os Engenheiros de Conhecimento devem identificar experiências, características e atributos que os permitirão alcançar os objetivos de desenvolvimento da Base de Conhecimento. Um primeiro passo, é a identificação dos requisitos dos especialistas do domínio, que também devem possuir experiência no domínio em questão. Pode acontecer que os especialistas disponíveis não possuam um conhecimento atualizado, embora possuam uma grande experiência sobre como exercitar habilidades cognitivas profundas dentro do domínio. Especialistas que tiveram que treinar outras pessoas no domínio podem saber expressar melhor seus conhecimentos.

Dentre as características pessoais dos especialistas que participarão da equipe de Engenharia de Conhecimento, deve haver: habilidade de comunicação, paciência, dedicação ao trabalho, honestidade, organização e disponibilidade.

Algumas observações em relação aos especialistas são relevantes:

- eles podem fornecer conhecimento incompleto e inconsistente, durante as entrevistas;
- suas descrições de suas próprias atividades diferem geralmente das observações de suas ações pelos ECs, pois sua competência não é verbalizada;
- eles modificam seu conhecimento durante a Aquisição de Conhecimento ao construir interativamente um modelo de sua competência.

Um ponto muito importante para o sucesso do empreendimento é a motivação deste participante, pois as sessões de aquisição não se processarão adequadamente sem sua colaboração. É imprescindível para isso que ele não se sinta ameaçado pelo projeto, no caso de ele ser empregado de uma empresa.

### **2.3.2 Usuário**

O usuário é o responsável por apresentar o problema. É ele quem identifica a necessidade de um Sistema Inteligente e, portanto, de um processo de AC para armazenar e operacionalizar de algum modo o conhecimento de um indivíduo especializado em uma determinada área.

O usuário deverá ser consultado, no caso de posterior construção de um Sistema Inteligente, para que ele defina suas necessidades e possa também ajudar a construir algum modelo de operação que se adeque a elas. Ele deve descrever o ambiente no qual o sistema será operado, assim como assegurar a sua necessidade.

Devemos observar que o negligenciamento deste componente poderá acarretar na não utilização do sistema, independentemente da sua eficiência, bastando para isso que o usuário não se adeque à operação do sistema.

### 2.3.3 Equipe de Aquisição de Conhecimento

Uma característica fundamental para a formação da equipe de AC<sup>2</sup> é a interação. A interação entre os componentes de qualquer grupo de trabalho é indispensável - de certa maneira, isso é óbvio - principalmente na situação aqui tratada, que envolve um processo dependente da motivação de todos os participantes.

Uma equipe de AC normalmente é composta pelos seguintes membros: Gerente, Engenheiro de Conhecimento, Anotador/Assistente, Observador e Psicólogo. A seguir serão apresentadas algumas características e funções de um desses membros.

#### 1. Gerente

A coordenação de um projeto que envolva AC requer os mesmos procedimentos adotados em projetos convencionais de semelhante amplitude.

Compõem as atribuições de um gerente: assumir e delegar responsabilidades; estabelecer metas; alocar os recursos humanos e materiais necessários; monitorar e integrar os elementos envolvidos no processo; ser o interlocutor da equipe com a empresa e os usuários; e atuar como moderador dos debates.

Por outro lado, o gerente deve apresentar as seguintes qualidades: capacidade administrativa, espírito de liderança, objetividade, equilíbrio e senso de oportunidade.

Diversas falhas cometidas pelos gerentes podem inviabilizar a conclusão bem sucedida do projeto. Entre elas, destacam-se: a avaliação incorreta dos objetivos, ou falta de concordância do grupo quanto a eles; planejamento ineficiente para a alocação de tempo e recursos, que podem acarretar mudanças desastrosas no projeto; não estabelecimento de critérios de avaliação do desenvolvimento do projeto; e finalmente, um sistema de documentação inadequado, que não provê informações em tempo hábil.

---

<sup>2</sup>Neste trabalho, o termo Engenheiro de Conhecimento pode estar sendo utilizado para designar a equipe de Aquisição de Conhecimento.

## 2. Engenheiro de Conhecimento

O EC é o componente essencial da equipe de Aquisição de Conhecimento. O EC é o responsável por absorver, em curto espaço de tempo, informações suficientes sobre domínio de conhecimento, geralmente novo. Ele deve analisar e compreender o raciocínio do especialista, estabelecendo um diálogo produtivo com esse, de modo a permitir a construção do conhecimento em conjunto com o especialista.

São requisitos indispensáveis ao EC: grande capacidade de aprendizado; conhecimentos em Ciência da Cognição, Psicologia, Sociologia e, principalmente, técnicas de programação em IA; bom relacionamento interpessoal; boa comunicação; criatividade; paciência; e, por fim, disposição para reformular posições pessoais, caso seja necessário.

Além do gerente, o EC também pode comprometer dramaticamente todo o processo, desde que cometa falhas, tais como: não estabelecer um bom relacionamento com o especialista, que detém o conhecimento e pode se recusar a cooperar; não conseguir analisar o conhecimento do domínio, não podendo estabelecer a melhor maneira de representá-lo para a máquina; e, por último, não aplicar as técnicas adequadas ao especialista e ao ambiente de trabalho, podendo inserir-se em um ciclo ininterrupto na AC no qual não consegue absorver nenhum conhecimento significativo.

## 3. Anotador/Assistente

O anotador/assistente é o responsável pelas anotações durante as sessões de AC. Constam das anotações comentários importantes, explicações e descrições do especialista, que devem ser detalhadamente anotadas, seguindo com fidelidade o raciocínio do especialista, para que a equipe possa posteriormente analisá-lo. Devem também fazer parte dessas anotações as questões levantadas pelo EC e os pontos não esclarecidos para serem questionados ao especialista nas sessões seguintes.

## 4. Observador

O observador não é considerado um elemento permanente da equipe de AC, mas pode fazer parte das sessões de AC quando conveniente. A esse componente cumpre apenas observar a sessão, não devendo intervir. Sua função principal é analisar as sessões, para sugerir posteriormente à equipe novas técnicas que conduzam a um melhor aproveitamento do tempo e do conhecimento do especialista.

O observador deve ser uma pessoa experiente ou na tarefa de AC ou no domínio do conhecimento tratado nas sessões.

## 5. Psicólogo

A presença de um psicólogo na equipe não é muito difundida. Na literatura, a sua participação se restringe a estudos e pesquisas, desenvolvidos à parte, para auxiliar o processo de AC [Pereira 97a].

Considera-se, entretanto, que sua contribuição pode ser mais efetiva. Esse elemento pode auxiliar o EC na preparação das técnicas de AC a serem utilizadas nas sessões,

e na elaboração de fichas de avaliação das mesmas, de acordo com os objetivos pre-estabelecidos no planejamento.

A presença de um psicólogo na equipe possibilita uma melhor elaboração dos momentos de desânimo durante as sessões, uma vez que o processo de AC depende do relacionamento humano.

### 2.3.4 Pontos Complementares

Convém não esquecer as vantagens que uma preparação preliminar pode trazer ao EC na condução do processo de AC, desde a primeira sessão. O conhecimento de qualquer matéria se processa em vários níveis, dos quais um dos primeiros é o nível dissertativo e um dos últimos é o procedimental, isto é, o que o indivíduo é capaz de fazer com a massa de informações que acumulou naquele campo. Assim, obtém-se melhores resultados, e mais rapidamente, se o EC dedicar certo tempo, antes das sessões com o especialista, para ler alguns textos introdutórios e manuais de referência do assunto [Pereira 97a].

Do mesmo modo que familiarizar-se preliminarmente com o jargão profissional típico da área de conhecimento em que vai trabalhar facilitará a tarefa do EC, é igualmente importante que ele procure se inteirar da documentação técnica existente sobre o assunto; relatórios de casos e procedimentos consagrados podem ser de grande valia na compreensão geral da matéria.

Um recurso auxiliar muito valioso é proceder regularmente a uma verificação do progresso feito até então. Resumir o que já foi dito, interpretar o jargão profissional e a linguagem de gestos do entrevistado são técnicas de verificação do nível de compreensão alcançado pela equipe, na matéria.

Uma documentação minuciosa das sessões e das discussões do grupo e da equipe facilita grandemente a verificação dos objetivos. Nenhuma informação deve ser descartada “a priori”, pois pode revelar-se fundamental em etapas mais avançadas do processo; assim, convém manter registros bem detalhados. Em geral é preferível fazer esses registros logo após as sessões, quando os tópicos abordados ainda estão frescos na mente, para garantir que nada se perca.

Também não deve ser diminuída a importância de fornecer relatórios/resumos ao Gerente do projeto, sempre que necessário; mantê-lo a par do ritmo e das dificuldades do processo é indispensável para que ele possa prever recursos adicionais, reformular metas intermediárias, adaptar cronogramas etc.

A criação de um glossário ou dicionário do conhecimento é de vital importância num processo de AC. Todos os termos e expressões aprendidos previamente na consulta bibliográfica aos manuais realizada pelo EC e aqueles utilizados pelo especialista devem ser catalogados e apresentados ao especialista para que ele valide ou crie definições próprias.

## 2.4 Aquisição de Conhecimento de Múltiplos Especialistas

Problemas complexos da vida real são raramente tão simples que possam ser resolvidos baseados em consultas a um único especialista. Na maioria das vezes, um problema complexo requer acessos a diferentes tipos de conhecimentos e assim, a mais de um especialista. Em circunstâncias onde existe apenas um especialista, normalmente fica difícil se encontrar com esse indivíduo devido a demanda do seu tempo.

Alguns pontos que mostram a necessidade de participação de múltiplos especialistas são: inconsistência entre o domínio do problema e a especialidade disponível, subdivisão do conhecimento entre vários especialistas, e conjuntos alternados de solução.

Os múltiplos especialistas podem ser usados de várias maneiras, incluindo: individualmente, como especialista primário ou secundário, em pequenos grupos e como um painel de especialistas.

Muitas vezes, a complexidade de várias situações de decisão motiva a utilização de conhecimento de múltiplos especialistas. Um bom resumo dos benefícios dessa situação é a seguinte:

1. na média, um grupo cometerá menos erros que especialistas sozinhos;
2. vários especialistas em um grupo podem muitas vezes reduzir, ou eliminar, a necessidade de um especialista de domínio com conhecimento geral (que é muitas vezes caro e difícil de encontrar);
3. o conjunto de conhecimento especializado de múltiplos especialistas será frequentemente mais vasto e profundo do que de um único especialista;
4. na maioria das vezes, as considerações simultâneas de pensamentos de especialistas resultará numa percepção mais profunda do problema à mão.

Vantagens:

- especialista em um sub-domínio;
- disponibilidade;
- motivação de trabalho em grupo para desenvolvimento do sistema.

Desvantagens:

- validação dos diferentes conhecimentos;
- conflito entre especialistas, se trabalho em grupo;
- conflitos sobre o conhecimento adquirido;
- gerenciamento do conhecimento adquirido de cada especialista.

O uso de múltiplos especialistas pode ser uma maneira de garantir a validade de grandes SIs, não permitindo um único ponto de vista a ser refletido no produto final.

## 2.5 Administração da Aquisição de Conhecimento

Vários fatores influenciam a escolha de uma técnica de AC (que estão descritas no Capítulo 3), que depende, entre outros, da escala do problema e do tipo de metas. Por exemplo, as entrevistas desestruturadas e análise de conceitos são mais úteis nos estágios iniciais, enquanto entrevistas estruturadas, rastreamento do problema e simulações tendem a ser mais úteis depois que o domínio estiver claramente definido. Outro ponto que vale destacar na determinação das técnicas a serem utilizadas refere-se às fontes de conhecimento, levando em consideração a disponibilidade de especialistas, o número e experiência desses especialistas, bem como a disponibilidade de exemplos e Bases de Dados.

Um ponto chave na administração da AC é o formulário que documenta os planos ou os resultados das sessões de AC [McGraw 89]. Inicialmente, esse formulário pode ser usado para planejar a sessão de AC e alertar o especialista do domínio para os tópicos que serão discutidos. Posteriormente, ele pode ser expandido para documentar as principais conclusões da sessão, planos futuros, e/ou uma representação intermediária de possíveis regras de conhecimento.

Os formulários para documentar a AC devem possuir no mínimo o número, a data e a hora em que foi realizada a sessão; o nome do Engenheiro de Conhecimento, do especialista ou de materiais consultados; fatos, regras ou conceitos principais que foram derivados; e pontos levantados e áreas que requerem maior refinamento em sessões futuras. A Figura 2.2 apresenta um exemplo de um formulário para a administração da AC.

Outro ponto que merece ser considerado refere-se aos problemas que normalmente ocorrem durante a Aquisição de Conhecimento. Independentemente das habilidades da equipe de AC, a natureza interpessoal da sessão de AC, juntamente com a dificuldade da tarefa, assegura que problemas devam surgir [McGraw 89]. As seguintes dificuldades serão, muito provavelmente, evidentes por elas mesmas:

Figura 2.2: Formulário para a Administração da Aquisição de Conhecimento.

- negativismo e apatia;
- falta de compromisso;
- blocos de comunicações verbais e não verbais;
- hostilidade e reações defensivas;
- conflitos entre expectativas e realidades;
- conhecimento irrelevante, incorreto, incompleto ou inconsistente;
- incapacidade do especialista de verbalizar o seu conhecimento e/ou raciocínio;
- especialista não pode especificar o raciocínio;
- discordância entre múltiplos especialistas.

## 2.6 Ciclos de Vida para o Processo de Aquisição de Conhecimento

Para cada ciclo de desenvolvimento, existem algumas fases discerníveis. Na maioria dos casos, essas fases seguem o nível de especialidade da informação desejada [McGraw 89]. Segundo McGraw a AC pode ser dividida em três grandes fases. A Figura 2.3 mostra uma visão geral dessas fases de AC, quem são os maiores responsáveis por cada fase, tarefas específicas a serem conduzidas durante cada fase e estimativa da porcentagem total de esforço humano necessário. Essa porcentagem representa a divisão de tempo exigida para cada grupo – Equipe de Aquisição de Conhecimento e especialista do domínio – completar suas tarefas.

Figura 2.3: Tarefas e Fases de Aquisição de Conhecimento.

Os esforços de AC da Fase 1, em um dado ciclo de desenvolvimento, são mais gerais, e quando finalizados, proporcionam um alicerce para o conhecimento que será extraído. Tarefas importantes a serem completadas durante essa fase incluem desenvolver um dicionário de conhecimento do vocabulário e conceitos do domínio, e identificar relações entre esses conceitos, bem como suas principais funções, entradas e saídas atuais. Nessa fase, técnicas como entrevistas desestruturadas (descrita na seção 3.2) podem ser apropriadas, sendo que o maior esforço será por parte da equipe de AC. À medida que as informações se tornam mais específicas, o desenvolvimento passa para a Fase 2, e técnicas como entrevista estruturada (descrita na seção 3.2) e análise de protocolos (descrita na seção 3.4) se tornam mais apropriadas. Nessa fase, ocorre a elaboração de exemplos e grafos de conhecimento, o desenvolvimento de um pseudocódigo e a revisão de notas de sessões anteriores. A Fase 3 inclui a representação do conhecimento em pseudocódigo, seu refinamento, bem como teste

de cenários ou testes através de painéis.

É aceito que não se constrói um SI de maneira linear. Modelos de desenvolvimento com essa característica estão sendo substituídos por aqueles com ciclos entre seus estágios (protótipos são projetados, construídos e testados e então versões revisadas são novamente projetadas, construídas e testadas).

Martin e Oxman (1988) consideram que esse processo iterativo depende do tamanho do sistema a ser construído, profundidade e amplitude da tarefa a ser suportada, e a qualidade do conhecimento adquirido. Sua visão do processo é expressada pela Figura 2.4.

Figura 2.4: A Natureza Iterativa da Aquisição de Conhecimento [Tuthill 90].

Os passos que compõem o processo iterativo de Martin e Oxman são os seguintes:

1. adquirir conhecimento inicial do domínio;
2. prototipar o conhecimento e colocá-lo em um SHELL para testes;
3. dar ao protótipo um exemplo de tarefa;
4. deixar o especialista observar o sistema;
5. se a BC está razoavelmente completa, sair;
6. deixar o especialista inferir o que é necessário para a BC;
7. adquirir conhecimento necessário;
8. adicionar o conhecimento necessário a BC;
9. retornar ao passo 3.

Outro ciclo de vida para AC que vem sendo utilizado é o modelo incremental, que será detalhado em trabalhos futuros.

## 2.7 Considerações Finais

A Aquisição de Conhecimento é uma atividade muito importante no desenvolvimento de Sistemas Inteligentes. É um processo chave, que deve ser realizado de forma muito perspicaz.

Nessa seção foram apresentados alguns dos principais pontos relacionados à Aquisição de Conhecimento, que é uma das etapas mais importantes e difíceis no desenvolvimento de um Sistema Inteligente.

Sendo objetivo do processo de AC a obtenção do máximo de conhecimento possível, é ideal que se mantenha o especialista bem a vontade. Quando isto não for alcançado, a utilização de outra técnica de AC, ainda não usada, talvez seja uma opção para se alcançar este objetivo.

Há uma infinidade de técnicas para adquirir conhecimento. A entrevista tende a ser a técnica mais utilizada por ser facilmente compreendida tanto pelo Engenheiro do Conhecimento quanto pelo especialista do domínio. Considerando a importância de se deixar o especialista o mais descontraído possível para obter melhores informações, pode-se concluir que a entrevista é uma técnica extremamente favorável e utilizável nos processos de Aquisição de Conhecimento.

O próximo capítulo abordará, principalmente, algumas técnicas de Aquisição de Conhecimento explícito, visando enfatizar seus pontos positivos, negativos e suas aplicações.

# Capítulo 3

## Técnicas de Aquisição de Conhecimento Explícito ou Manual

### 3.1 Considerações Iniciais

Estabelecer procedimentos de Aquisição de Conhecimento também acarreta determinar quais técnicas de AC serão utilizadas e a etapa da estrutura que será aplicada ao processo de AC.

No desenvolvimento de uma Base de Conhecimento são utilizadas diversas técnicas e métodos de aquisição, estruturação e representação do conhecimento. A escolha da metodologia apropriada para cada tipo depende de vários fatores.

O conjunto de técnicas de AC é vasto e são projetadas para uma grande variedade de áreas de atuação. Alguns desses incluem palestras (para educação e treinamento), construções pessoais (psicologia), *brainstorming* (negócios), consenso (comunicação), análise de tarefas (projeto instrucional), análise de protocolo (ciência da computação) e prototipação (engenharia de software). Claramente, não pode-se dar um justo ou mesmo casual tratamento para uma lista exaustiva de tais técnicas.

Neste capítulo serão abordadas as principais técnicas de Aquisição de Conhecimento explícito ou manual, onde é necessária a presença de um ou mais especialistas do domínio, a partir dos quais a equipe de AC fará toda a extração do conhecimento necessário para o desenvolvimento de um Sistema Inteligente [Jones 96a, Jones 96b].

## 3.2 Entrevista

Se houver uma pesquisa para determinar a técnica mais comum para eliciação do conhecimento do domínio a partir de um especialista, desenvolvedores de Sistemas Inteligentes provavelmente irão responder, “a entrevista”. Alguns irão até dizer que eles entrevistaram um especialista por umas poucas horas uma semana e foram “direto para o código” com o conhecimento adquirido. Talvez essa metodologia foi efetiva se o sistema desenvolvido era pequeno, orientado a pesquisa e o conhecimento requerido de um único especialista. Nesse caso, existia menos necessidade de sustentar resultados como tornar eficiente o uso do tempo do especialista, traçar conhecimento do fonte para o código, ou a aplicação de uma abordagem de sistemas para AC. O código foi descartado, e prototipação rápida foi a metodologia aceita.

De fato, a habilidade do Engenheiro de Conhecimento para entrevistar efetivamente é um fator significativo na determinação do sucesso da entrevista e na obtenção de conhecimento útil.

De uma perspectiva da AC, existem dois tipos de entrevista: desestruturada e estruturada. Cada uma pode ser apropriada, dado os objetivos da sessão. Uma entrevista desestruturada pode ser apropriada quando o Engenheiro de Conhecimento deseja explorar um problema (isto é, durante os estágios iniciais da consideração de um tópico). Já uma entrevista estruturada é apropriada quando o Engenheiro de Conhecimento deseja informações específicas do conteúdo e do problema, resultando em dados mais úteis para a Base de Conhecimento.

Segundo McGraw, Gammack and Young (1985), a entrevista é a técnica mais utilizada por Engenheiros de Conhecimento para a eliciação de conhecimento a partir de um especialista [McGraw 89].

Essa técnica de Aquisição de Conhecimento permite ao Engenheiro de Conhecimento compreender rapidamente conceitos e vocabulários importantes do domínio. Elas são muitas vezes utilizadas nos estágios iniciais da AC.

Engenheiros de Conhecimento não especializados podem considerar a entrevista como a única técnica de eliciação e podem ter uma percepção imprecisa de seu propósito ou estrutura. Entretanto, a entrevista nem sempre é a técnica mais adequada e, além disso, muitas vezes ela é incorretamente aplicada.

Antes da sessão de entrevista para AC, o especialista do domínio pode ter gasto anos ganhando conhecimento sobre um domínio particular através de uma educação e exposição profissional contínua para resolução de problemas do próprio domínio. Esse extenso *background* de experiência e conhecimento é trazido para a sessão de AC. Igualmente, o Engenheiro de Conhecimento previamente adquiriu conhecimento de Inteligência Artificial e SIs, e dos dados e representações que serão necessários para a Base de Conhecimento. Adicionalmente, o *background* de experiência do Engenheiro de Conhecimento deve incluir o uso

efetivo de técnicas de AC, incluindo entrevista para o conteúdo da Base de Conhecimento.

### 1. Planejando a entrevista

Uma vez que tópicos tenham sido selecionados, o EC desenvolve uma agenda e exemplos de questões para serem usadas durante a entrevista. O EC também deve planejar para ter as ferramentas necessárias (por exemplo: papel, quadro branco, gravador de fita, filmadora) no local antes da entrevista. As ferramentas também podem incluir aquelas que o especialista do domínio usará como suporte, tais como modelos ou pedaços reais de equipamento, mapas, documentos e até simulações por computador. Durante o estágio de planejamento, Engenheiros de Conhecimento devem também considerar quanto de informação pode ser coberta durante a sessão (aproximadamente uma hora de duração) e como aquela informação está sendo armazenada ou gravada. É imperativo que o EC (1) decida antes da entrevista qual processo de anotação irá usar, (2) prepare o equipamento apropriado antes que a sessão se realize, e (3) anuncie a metodologia de anotação para o especialista do domínio antes da sessão de AC.

A preservação das informações da sessão de AC pode ser efetuada de uma das três maneiras: tomar nota manualmente, gravar em fita cassete ou de vídeo. Mesmo que o EC conte com notas manuais, usar um gravador ou filmadora, ou combinar essas características, depende de consentimento dos participantes.

Cada método possui seus pros, contras e considerações. O método e estilo de gravar os dados deve ir de encontro com as necessidades do EC e o propósito e a estrutura da sessão de AC.

### 2. Començando a entrevista

Uma fase crítica de qualquer entrevista é a introdução ou abertura. Existe um consenso, desde a muito tempo, que a principal função dessa fase é motivar os participantes a uma comunicação ativa.

Outras tarefas incluem fornecer um resumo verbal do problema a mão ou o propósito da sessão, mencionando a quantidade de tempo que a sessão irá necessitar, e fazendo uma pergunta inicial que está relacionada ao tópico global da sessão.

### 3. O corpo da entrevista

O formulário de AC sugerido na seção 2.5 e apresentado na Figura 2.2 pode servir como modelo para o corpo ou parte principal de uma sessão de AC. Apropriadamente construído, esse formulário pode ser usado para alcançar os seguintes tópicos:

- pover ao especialista uma visão geral dos tópicos a serem discutidos na sessão;
- ajudar o EC a recuperar áreas e/ou questões importantes;
- servir como uma ferramenta de re-focalização caso a entrevista saia fora do caminho;

- servir como uma ferramenta através da qual o EC possa julgar o progresso da entrevista.

Mais importante ainda é que o formulário proporciona áreas planejadas a serem cobertas, ao contrário de perguntas randômicas que podem não proporcionar investigações adequadas em um tópico ou área.

A Figura 3.1 ilustra o processo de comunicação, no qual ambos, verbal e não verbal, fazem parte. A comunicação verbal é a forma mais aberta pelo qual o significado é transmitido durante a entrevista. Tanto o especialista do domínio quanto o EC expressam significados interiores através da escolha de suas próprias palavras. Então, a comunicação verbal pode ser imperfeita, pois o significado que uma pessoa atribui para as palavras usadas pode não ser o significado que é extraído pela outra parte. A ambiguidade verbal é um fator que cada EC deve considerar, pois pode trazer vários efeitos negativos.

Figura 3.1: Comunicação Verbal e Não Verbal.

A maneira na qual a mensagem verbal é “compreendida” depende em parte da similaridade de *backgrounds*, vocabulários e experiências dos comunicadores. Disparidades nessas fundamentações da comunicação resulta em interferência. Concorrentemente, outros sinais (por exemplo, intonação, altura, voz) acompanham e podem distorcer ou clarear a mensagem verbal.

A comunicação não verbal transmite significados que podem melhorar, substituir ou contradizer a comunicação verbal simultânea.

Textos de comunicação em geral concordam que o entrevistador transmite certas mensagens não verbais durante a entrevista. Por exemplo, fala rápida pode indicar importância ou urgência; voz sussurada pode transmitir nervosismo; e fala que vacila pode transmitir incerteza.

O *feedback* é o “dar e receber” pelo qual o EC recebe, entende e comunica que o

entendimento ocorreu. O *feedback* deve ser contínuo e imediato. Em geral, ele é realizado de uma das três formas: verificação, discordância ou revisão.

#### 4. Terminando a entrevista

Após uma hora de sessão de intensa concentração e escuta ativa, o EC pode ser tentado a deixar de fazer um encerramento apropriado das atividades. De fato, observação de vídeos de sessões de AC indicam que essa é uma tendência comum. Atividades envolvidas no encerramento e resumo da sessão de AC tendem a receber menos pontuação quando avaliada pelos ECs e especialistas do domínio.

Términos podem ser uma parte importante da entrevista. Pesquisas psicológicas revelam que pessoas tendem a lembrar o que acontece primeiro em uma interação (“primeira impressão”); e também possuem a tendência a lembrar ou julgar uma interação baseado no que acontece por último. Se o EC faz um bom trabalho resumindo os pontos principais e o propósito da sessão de AC, ele provê uma oportunidade para o especialista do domínio clarear ou revisar esses pontos, e diz ao especialista o que espera a seguir, e é bem provável que deixe ao especialista a impressão que o tempo foi bem gasto. Com essa compreensão mútua intensa, a tendência dos especialistas é fazer parte nas próximas sessões, e a inclinação do especialista a falar bem do seu programa aos outros.

### 3.2.1 Habilidades e Técnicas Especiais de Entrevista

Algumas variáveis irão determinar o sucesso da entrevista estruturada em AC. Habilidades que impactam sucesso incluem os ECs estarem apto a apresentar vários tipos de perguntas e sequenciar as perguntas selecionadas numa maneira que acentue a especialização da informação adquirida. A capacidade de manipular múltiplos tipos de técnicas de questionamento pode ajudar os ECs a selecionar aquelas que melhor convirem para a elicitación das informações para uma sessão de AC particular.

#### 1. Usando efetivamente as perguntas

As perguntas podem ser categorizadas ou classificadas de várias maneiras. Uma das maneiras mais comum para categorizá-las é como aberta e fechada.

Perguntas abertas tendem a ser não específicas e colocam pouco constrangimento na resposta do especialista do domínio. Elas não são seguidas por alternativas, e encorajam resposta livre. Perguntas abertas são apropriadas quando o EC deseja observar respostas de alto nível para reconhecer o escopo de entendimento do especialista, a correteude da resposta, e o que o pensa ser importante sobre o tópico. Elas também possibilitam o especialista fornecer informações que o EC não tem conhecimento para perguntar, uma situação provável em sessões de AC.

Porém, perguntas abertas também possuem algumas desvantagens. As respostas a essas perguntas consomem muito tempo, e podem trazer pouca informação. O EC pode ter muito trabalho para controlar a entrevista, incluindo a focalização e o redirecionamento do especialista. Um outro problema, é que esse tipo de pergunta pode causar dificuldade de anotação e codificação da informação que estão embutidas nas respostas.

Perguntas fechadas setam limites no tipo, nível e quantidade de informação fornecida pelo especialista do domínio. Elas fornecem uma escolha de alternativas ou níveis de resposta, e podem variar no quanto são fechadas.

## 2. Níveis das perguntas

Existem dois níveis de perguntas: primárias e secundárias. Perguntas primárias são aquelas que o entrevistador usa para introduzir áreas ou transições para outras áreas. Perguntas secundárias são muitas vezes perguntas exploradoras. O propósito desse tipo de pergunta é descobrir mais sobre as informações oferecidas em resposta a primárias ou uma pergunta secundária anterior. Elas permitem o EC seguir um tópico da área, solicitando mais informações específicas.

## 3. Sequência das perguntas

Vários especialistas em comunicação descrevem técnicas que entrevistadores usam para conectar perguntas que incluem uma sessão de entrevista. Qualquer uma dessas técnicas pode descrever toda uma entrevista para AC, ou pode ser usada com um subconjunto específico da entrevista. Técnicas de sequenciamento, que são mais apropriadas para sessões de AC, incluem a sequência funil e funil invertida.

A sequência funil começa com perguntas abertas e termina com perguntas fechadas e mais restritas; a ligação das idéias é mais facilmente estabelecida; e permite o EC avaliar as respostas e refinar as próximas perguntas.

A sequência funil invertida é oposta à anterior, ou seja, começa com perguntas fechadas e restritas e termina com perguntas abertas. É menos comum em sessões de AC, e permite o especialista refrescar a memória, setando os próximos tópicos a serem discutidos.

## 4. Pontos importantes no questionamento

Os ECs descobrirão rapidamente que mesmo tendo um conhecimento apropriado de questionamento, eles ainda podem se sentir desconfortáveis com a entrevista. Porém, a prática do EC vai permitir entrevistas mais eficientes e estruturadas.

Um ponto importante, é o conceito do tempo de espera, que se refere ao período de tempo após o EC ter feito uma pergunta, ou seja, o tempo que o especialista pensa antes de responder. Pesquisas em outras áreas indicam que o aumento do tempo de espera de 3 a 5 segundos aumenta o tamanho da resposta e diminui a falha de um indivíduo ao responder. Portanto, os ECs são aconselhados a permanecer quietos

após colocar uma pergunta e ficar atento a não utilizar insinuações não verbais que comunique impaciência.

Durante as entrevistas para AC, situações surgirão que irão interferir nos objetivos da sessão. Muitos desses problemas são comuns em qualquer sessão de AC, e devem ser trabalhados, contornados e resolvidos pelo EC. Tais problemas podem ser: refocalização do especialista, ocasionalmente um especialista difícil, respostas ambíguas, comentários irrelevantes, respostas genéricas, etc.

### 3.2.2 Após o Término da Entrevista

Quando a entrevista termina, o trabalho do EC está apenas parcialmente completo. Após o especialista ter sido questionado, informações importantes resumidas, e tarefas e expectativas futuras esquematizadas, o EC entra na fase de *follow-up*. A fase de *follow-up* para uma sessão de AC na qual a técnica foi uma entrevista estruturada não é muito diferente da de uma sessão que foi caracterizada pelo uso de análise de protocolo ou atividades de simulação. Após o uso de qualquer uma dessas técnicas, o EC ainda deve traduzir os dados das sessões em um formato útil.

#### 1. Transcrevendo informações da sessão

A administração do programa deve primeiro decidir se transcreverá as fitas da sessão (pesando os custos e benefícios). Se a transcrição for necessária, o formato da transcrição da sessão de Aquisição de Conhecimento deve ser especificado. Alguns projetos podem solicitar que um escrevente digite tudo que foi dito, atribuindo a declaração à pessoa apropriada.

Outros projetos podem decidir gravar a sessão e transcrever apenas os pontos mais importantes. A fita gravada é obtida para propósitos de arquivo, porém as anotações são utilizadas para resumir e indexar as informações para acesso fácil.

Os desenvolvedores devem decidir quem ficará responsável pela transcrição das fitas referentes às sessões de AC. O EC encarregado pela sessão normalmente manuseia isso; entretanto, a transcrição resultante reflete apenas a interpretação de uma pessoa do que é importante na sessão. Alguns autores sugerem o uso de dois ECs na transcrição dos dados de uma sessão de AC, mas isso pode variar de acordo com o programa e reserva de tempo e computador.

#### 2. Decidindo o que é “importante”

Decidir o que é realmente digno de nota, especialmente nas fases iniciais de AC, não é uma tarefa trivial. A seguir são apresentadas algumas *guidelines* para separar o trigo do joio:

- insistir que o especialista revise o plano antes da sessão aumenta a probabilidade dele vir preparado para discutir as informações que sejam mais relevantes ao tópico corrente;
- fazer uso frequente de perguntas secundárias e exploratórias, a fim de manter o especialista do domínio no caminho e reduzir a quantidade de informação que está “fora das fronteiras”;
- durante a sessão, tomar nota em forma de esboço e colocar uma estrela ou marca ao lado das áreas/tópicos que parecem ser mais relevantes, assim como dos tópicos que se mostrem úteis neste ponto do ciclo de desenvolvimento;
- pedir a ajuda de outro EC na seleção de informações críticas durante o processo de transcrição e resumo;
- durante o processo de transcrição, utilizar todo o material que ajudará a determinar a utilidade dos dados, tais como: diagramas de análise funcional ou de tarefa, descrição funcional do ciclo de prototipação corrente ou dos planos de AC atual;
- em casos problemáticos, chamar um especialista da casa para auxiliar no processo de revisão e transcrição, ficando preparado para lidar com alguns problemas que surgem ao se consultar múltiplos especialistas;
- gravar a sessão de AC, pois permitirá recuperar informações que inicialmente pareciam superficiais, e se tornando importante em momentos posteriores.

### 3. Movendo para a representação

Uma vez que a metodologia e o formato de transcrição tenham sido estabelecidos, a equipe de AC se torna responsável por dar um sentido aos dados e informações que foram recuperados, de modo que esse conhecimento possa ser transcrito para um formato a ser utilizado na Base de Conhecimento. Algumas tarefas envolvidas nesta fase são:

- enviar os formulários de AC para o especialista do domínio para revisão e resposta;
- acompanhar o especialista para assegurar que o material está revisado e retornado;
- determinar o material importante para o ciclo de prototipação corrente;
- traduzir os dados para uma linguagem de representação de conhecimento de acordo com a codificação;
- completar os formulários de projeto de regras apropriados ou outros mecanismos para delinear as regras das sessões de AC para regras da Base de Conhecimento.

### 3.3 Brainstorming

*Brainstorming* originou-se da preocupação dos altos executivos de negócios para com os gerentes que eles supervisionavam. Estes sempre repetiam e imitavam a sabedoria de seus superiores. Embora isso fosse uma maneira politicamente segura de agir, acabava por excluir as idéias deles que pudessem ser úteis. Assim, criou-se essa técnica para encorajar a criatividade em grupo [McGraw 89].

Portanto, *brainstorming* é um método formal usado para ajudar um grupo a gerar tantas idéias quanto forem possíveis num pequeno espaço de tempo. O máximo de benefício pode ser tirado de *brainstorming*, ao se adotar a regra formal de sempre definir as idéias centrais e assegurar-se de que todos concordem com elas.

*Brainstorming* é uma técnica geralmente empregada para trabalho em equipe com múltiplos especialistas, e é bastante útil principalmente para as sessões iniciais de Aquisição de Conhecimento, quando deseja-se gerar soluções e/ou problemas, mas não necessariamente avaliá-las. Também ajuda tanto o especialista quanto o Engenheiro de Conhecimento a “fugir” do lugar comum, e estimular soluções mais criativas e muitas vezes melhores, além de reduzir críticas imediatas e comentários inibidores numa discussão.

*Brainstorming* também pode ser usado para auxiliar especialistas e Engenheiros de Conhecimento a libertarem-se de soluções óbvias ou convencionais para problemas complexos.

Essa é a maneira mais comum de grupos interagirem. Os especialistas se concentram em gerar muitas idéias para resolver um problema sem prestar atenção na praticabilidade ou qualidade. É um método que quando todos “sabem” são suspensos e idéias grandemente especulativas é a norma. Não é permitido críticas, embora pegar carona é encorajado.

Em discussões de grupo, *brainstorming* é uma técnica útil para encorajar os participantes a expressarem suas idéias, sendo particularmente útil em discussões sobre os objetivos do sistema. *Brainstorming* pode ser uma maneira produtiva para um grupo formular idéias; ela pode servir como meio de garantir que serão vistos todos os tópicos que qualquer membro do grupo considere importante.

As regras elementares em uma sessão de *brainstorming* são:

- qualquer um pode apresentar espontaneamente uma idéia. As idéias devem ser relacionadas ao tópico correntemente em discussão;
- ninguém pode responder a uma idéia que tenha sido sugerida. Por exemplo, um participante não deve expressar discordância com a idéia de um outro participante, criticar a idéia, ou comentar sobre a importância da idéia. É aceitável, claro, um participante expandir a idéia com detalhes adicionais ou idéias relacionadas.

## 3.4 Análise de Protocolos

Análise de protocolos é um método usado para entender a maneira como uma pessoa resolve um problema e as operações específicas utilizadas para mover-se de um estado de conhecimento para outro [McGraw 89].

A análise de protocolos é uma técnica para analisar os resultados de uma sessão de Aquisição de Conhecimento. Em geral, pode ser antecedido por uma sessão de entrevista ou rastreamento de processo (descrito a seguir).

Protocolos são registros gravados ou transcritos a partir de uma dada sessão, para análise posterior. Essas informações podem ser formadas tanto por sinais verbais, por exemplo, tom de voz, como por não-verbais, como coçar a cabeça.

Vale ressaltar, que o processo de transcrição leva em geral de duas a três vezes mais tempo que a sessão de Aquisição de Conhecimento. Por isso, deve-se decidir entre seguir um procedimento rígido para criar protocolos formais ou simplesmente tomar notas informais a partir de uma fita gravada.

Análise de protocolos pode ser útil na eliciação da estrutura geral do conhecimento que um especialista processa, e da maneira que ele é empregado.

Essa técnica possui algumas desvantagens:

- o papel do EC se torna passivo;
- apenas uma visão geral do conhecimento do especialista é obtida, o que requer que essa técnica seja combinada com outra técnica, por exemplo, entrevista, para capturar os detalhes;
- o sucesso dessa técnica depende do caso escolhido.

## 3.5 Rastreamento de Processo

Rastreamento de processo é qualquer conjunto de técnicas que permite um EC determinar como um especialista soluciona uma tarefa ou toma uma decisão, ou seja, é uma série de técnicas que permitem a determinação do processo (modo) de pensar de um indivíduo enquanto ele realiza uma tarefa ou chega a uma conclusão [McGraw 89].

Em geral, o rastreamento de processo pode ser realizado de uma das seguintes maneiras:

- Verbalização Concorrente: o especialista verbaliza seu processo de raciocínio enquanto realiza a tarefa que está sendo investigada; ele deve “pensar em voz alta” ao mesmo

tempo em que resolve o problema.

- Verbalização Retrospectiva: o especialista verbaliza seu processo de raciocínio depois de realizar a tarefa que está sendo investigada; o Engenheiro de Conhecimento registra ou grava o procedimento utilizado para resolver o problema, para mais tarde poder revisar a sessão junto com o especialista e produzir um protocolo.

Os métodos mais utilizados são: observação do ambiente, informações limitadas, soluções limitadas, cenários simulados, analogias episódicas e análise de casos difíceis.

É claro que não é suficiente para um EC identificar fatos e conceitos conhecidos pelos especialistas. É imperativo que o EC seja capaz de interpretar corretamente as decisões a respeito de como tal conhecimento é realmente utilizado para resolver um problema, tanto problemas comuns quanto os difíceis. A aplicação de conhecimento real para resolução de problemas é de vital importância.

Note que essa técnica de AC não utiliza o diálogo visto nas entrevistas. Em rastreamento de processo, o EC grava as ações do especialista do domínio quando este está trabalhando em um problema. As ações podem tanto ser acompanhadas por “pensar em voz alta” ou ser gravada para posterior reprodução e revisão.

Esse conjunto de técnicas onde se apresenta um cenário e depois questiona o especialista a resolvê-lo pode ser usado tanto para tarefas rotineiras quanto para tarefas difíceis. No último caso, o especialista é muitas vezes questionado a fazer uso de analogias. Aqui o interesse é determinar qual conhecimento episódico o especialista grava, e quais insinuações de situações similares prévias estão sendo usadas.

## 3.6 Estudo de Casos

Através de casos já documentados, elicitase o conhecimento do especialista. Os casos devem cobrir várias possibilidades dentro do domínio, para elicitare conhecimentos específicos. O estudo de casos é útil para identificar sutilezas do especialista na tomada de decisões.

Deve haver material suficiente dentro do domínio para desenvolver o estudo. O conhecimento obtido provavelmente vai ser insuficiente: entrevistas e análise de protocolos podem ajudar e o sucesso do método depende dos casos escolhidos.

Nesse caso, o Engenheiro de Conhecimento solicita ao especialista que fale sobre casos reais que tenha solucionado. Ou ainda, que o especialista descreva o caso mais difícil que solucionou, explicitando os passos desenvolvidos, assim como, por que o considerou mais difícil. Um fator importante nessa técnica é que o caso normalmente não é dado ao especialista para que ele resolva. Ele próprio escolhe um ou mais casos resolvidos por ele, o que pode deixá-lo mais a vontade.

## 3.7 Introspecção

Na introspecção, o especialista verbaliza sensações, memórias, sentimentos e imagens que experimentou durante a resolução de um problema. Pode ser dito, que essa é uma forma de “pensar alto” enquanto resolve um problema imaginário. Essa técnica é útil para obter uma estratégia global da forma de resolução do problema.

São identificadas três abordagens na utilização desse método: (1) descrição retrospectiva de casos, que trata com casos passados; (2) simulação de cenários precoce, que usa um caso hipotético; e (3) episódio crítico, que utiliza casos difíceis.

As desvantagens dessa técnica são:

- o conhecimento pode não refletir verdadeiramente o processo de tomada de decisão do especialista, pois algumas informações permanecerá no subconsciente do especialista;
- o sucesso do método é dependente do caso.

## 3.8 Repertório Grid

Repertório grid é uma técnica para elicitación e análise de um modelo do domínio do especialista. A teoria estabelece que cada pessoa age como um “cientista” que classifica e organiza o seu mundo. Baseado nessas classificações, o indivíduo está apto a construir teorias de como um domínio particular funciona, e agir no domínio baseado em suas teorias pessoais.

O repertório grid é um modelo multidimensional que tem como finalidade mostrar a estrutura de um conjunto particular de conceitos, identificar similaridades entre objetos, e agrupá-los conceitualmente. É uma técnica focada, e normalmente usada para obter informações sobre opiniões ou outros conhecimentos imprecisos.

O repertório grid pode também ser usada para representar uma organização dos conceitos básicos do especialista num domínio específico. Para projetar uma *grid*, o Engenheiro de Conhecimento deve primeiro elicitación um conjunto de construtores (por exemplo, características bipolares, como estável/não-estável).

Essa técnica é apropriada quando existem vários conceitos relacionados, normalmente não identificados por novatos e é mais utilizada nas últimas fases de Aquisição de Conhecimento.

Ela também tem sido usada em vários domínios, desde pesquisas de mercado até aconselhamento. A intenção é para o especialista do domínio representar um conjunto de conceitos

básicos em um domínio específico, pela medida de similaridades e distâncias entre objetos e representar isso graficamente em uma *grid*.

Um conjunto de construtores, desenhados a partir da teoria construtiva pessoal de um psicólogo ou características bipolar, por exemplo, “frio” e “quente”, é desenvolvido. Depois, o EC constrói elementos exemplos que possuem atributos a serem classificados nesses construtores, por exemplo, desde o “frio” do oxigênio líquido até o “quente” da água fervendo. Um exemplo de *grid* é mostrado na Figura 3.2. O especialista do domínio é questionado a classificar cada elemento em cada construtor, em uma determinada escala.

Figura 3.2: Exemplo de um *grid*.

Os resultados são então analisados por meio de análise de fator ou *cluster* para determinar similaridades e diferenças.

Essa técnica é útil para elicitare componentes dentro do domínio e suas relações umas com as outras. O método é largamente utilizado em sistemas que trabalham com ferramentas de Elicitação Automática.

Entretanto, essa técnica apresenta as seguintes desvantagens:

- em certos domínios o número de elementos é muito grande e conseqüentemente fica inviável a aplicação dessa técnica;
- apenas os resultados de um exercício de resolução de problema são fornecidos.

### 3.9 Análise de Tarefas

À medida que aumenta o conhecimento especializado do especialista do domínio, ele se torna menos e menos provável de ser capaz de articular os métodos usados para resolver problemas difíceis, isto é, a articulação do gargalo do conhecimento se torna mesmo estreito. Portanto, técnicas como análise de tarefas são importantes à medida que elas permitam uma maneira de alcançar esse nível inconsciente. O EC é munido de métodos para isolar

as tarefas principais, constrangimentos, pré-requisitos e ações usadas pelo especialista do domínio quando resolve problemas típicos.

Essa ferramenta descreve as funções desenvolvidas pelo especialista humano e também determina a relação de cada tarefa com o trabalho geral. Uma vez mais, pessoas no projeto instrucional e ambientes de treinamento industrial vêm usando essa técnica por décadas.

### 3.10 Simulações e Protótipos

Essas técnicas são mais úteis nas fases finais de AC. Elas permitem que o especialista do domínio interaja diretamente com uma ferramenta automatizada para resolver um problema, de modo que eles podem finalmente começar a ver um esqueleto do sistema a ser acabado, ao invés de ver apenas um aspecto ou regra de cada vez. Sabe-se também que a integração do sistema é uma tarefa muito diferente do que aquela de desenvolvimento e teste de unidades.

Simulações são muito familiares para a maioria das pessoas, pois elas permitem aos especialistas resolverem problemas em um ambiente bem próximo ao real, mas não tão complexo. Simuladores de vôo são exemplos comuns. O EC pode observar o comportamento manual real do especialista, ao invés de pedir que ele explique algumas heurísticas normalmente profundamente enraizadas.

Protótipos estão crescendo rapidamente em popularidade. Uma *shell* do sistema completo é construída no começo, e é atualizada constantemente, através de iterações frequentes entre o especialista do domínio e o EC. Engenheiros de software estão se tornando fortes advogados dessa abordagem, pois o sistema resultante vai ser uma versão mais fiel do que o cliente realmente deseja. Na verdade, envolver o usuário final nos estágios iniciais do desenvolvimento é desordenadamente caro; isso é bem conhecido, após mais de 20 anos fazendo exatamente isso. Porém, envolver o usuário imediatamente reduz a probabilidade que erros na análise de requisitos irá propagar para estágios posteriores.

### 3.11 Card Sort

O card sort é uma técnica conceitualmente simples. Consiste de um número de cartões, onde se escrevem os nomes de conceitos ou características supostamente relevantes de um domínio, sendo cada nome em um cartão [Pereira 97a].

O especialista estuda os cartões e os organiza segundo a sua visão de como os conceitos estejam agrupados no domínio. Este processo é repetido várias vezes e, a cada vez, o

especialista pode rearranjar os cartões em grupos diferentes. Cada arranjo revelará uma dimensão na qual o especialista classifica os conceitos.

Ao final, os cartões dentro de cada categoria serão arranjados em ordem, seguindo uma escala que mostre as distâncias relativas entre eles. As distâncias serão inseridas em uma “matriz de proximidade”, que permite sua tradução para uma rede semântica que represente a visualização do especialista sobre o domínio.

Essa técnica é utilizada para eliciar a estrutura do domínio e dos seus subdomínios. Deve-se primeiramente estabelecer quais conceitos se relacionam uns com os outros e depois esclarecer a natureza dos relacionamentos (usando uma combinação de descrições verbais e de taxas de distâncias).

O especialista pode ordenar os conceitos em qualquer número de grupos ao longo de qualquer dimensão, de acordo com o critério que considere mais apropriado. E, durante o processo, ele deve ser solicitado a comentar os detalhes de seu raciocínio para arranjar os cartões e relacionar os conceitos, a fim de se obter um protocolo verbal além do registro das posições dos cartões.

Duas etapas devem ser seguidas durante a organização dos cartões:

- relacionar cada conceito com todos os outros restantes, agrupando cada conceito restante em uma das três categorias de relacionamento: nenhum relacionamento, relacionamento possível e relacionamento definitivo;
- eliciar maiores detalhes sobre a força das relações entre os conceitos. Estabelecer 10 graus de proximidade entre conceitos - de 1 (mais próximo) a 10 (menos próximo). Depois, seleciona-se um conceito referencial e o especialista agrupa os restantes segundo esta escala, excluindo os conceitos que não se relacionam com o referencial. Conceitos que sejam intimamente relacionados a todos os outros podem existir em alguns domínios; esses devem ser ignorados, pois são de pouca utilidade.

A partir da formação dos subgrupos, pode-se construir uma tabela que agrupe os conceitos segundo sua pertinência a um subdomínio. Posteriormente, seleciona-se cada subdomínio e constrói-se uma matriz relacional com os conceitos agrupados naquele subdomínio.

Analisando a matriz relacional, pode-se obter um caso, como o exemplificado a seguir. O conceito  $j$  em relação ao conceito  $i$  tem uma força  $F$  (na matriz, subdomínio  $X_{ji}$ , escala  $F$ ) e o conceito  $i$  em relação ao conceito  $j$  tem uma força  $F'$  diferente de  $F$  (na matriz, subdomínio  $X_{ij}$ , escala  $F'$ ).

Há duas explicações possíveis para esta diferença entre as distâncias: falha do especialista ou do EC; ou alguma falha no método de eliciação (embora já tenha sido testado por muitos). Algumas providências podem ser tomadas em relação a essas discrepâncias nos

relacionamentos, tais como: aplicar a ambos a média aritmética dos valores discrepantes ou reapresentá-los ao especialista, para que ele corrija a situação apresentada.

A seguir tem-se as principais vantagens do Card Sort:

- o especialista é compelido a considerar o domínio sob um novo ângulo ou perspectiva - útil para eliciação do conhecimento;
- como os conceitos são apresentados ao especialista a técnica requer menos lembranças de situações passadas que outras técnicas; requer, entretanto, mais reconhecimentos;
- os cartões provêem um foco para o especialista, restringindo tendências a considerar tópicos adjacentes não relevantes, que tomam tempo e desviam os padrões de pensamento;
- permite atingir um conhecimento profundo, difícil de ser acessado, relativo à forma como o especialista percebe o arranjo dos conceitos.

Porém, essa técnica também apresenta desvantagens, que são as seguintes:

- obtenção inicial dos conceitos do domínio; geralmente alguns métodos não *scaling* são necessários para supri-los;
- não funciona bem para domínios com uma estrutura mal definida, pois a técnica requer do especialista uma estruturação clara do domínio;
- alguns especialistas podem interpretar a técnica como uma espécie de jogo, irritando-se com ela;
- teoricamente, os especialistas conseguiriam manipular, em média, 24 termos conceituais, mas, na prática, após 15, ele começa a esgotar-se.

Experiência sobre o uso desta técnica pode ser encontrada em [Pereira 97a].

## 3.12 Informações Complementares

### 3.12.1 Outras Técnicas para Aquisição de Conhecimento

Há uma variedade de técnicas utilizadas para obter conhecimento. Alguns tipos de técnicas para eliciação do conhecimento, a partir de pessoas e outras, são mostrados a seguir.

- Discussão Dirigida: atividade de elicitación semelhante a estratégia de pergunta/resposta da entrevista, no que diz respeito a designar relatórios verbais. É considerada como introspectiva. O provedor de conhecimento é questionado sobre o que pensa e imagina de algum ponto de interesse do elicitante. Classificada como atividade tri-partide: o elicitante, o entrevistado e o mediador.
- “Teach Back”: considerada primariamente como uma técnica de “feedback” e verificação, também pode ser efetivamente utilizada para obtenção de material novo. O processo envolve uma parte inversa na qual o elicitante ensina o especialista do domínio alguns aspectos do conhecimento que tem sido elicitado. Esta técnica deve ser usada com o especialista do domínio nas subseqüentes sessões.
- Elicitación Construtiva: baseia-se na Teoria Construtiva Pessoal (Personal Construct Theory - PCT), trabalho de George Kelly (1955,1964). Seu potencial reconhecido no campo da psicologia clínica, faz com que seja utilizada em aplicações comerciais e, no contexto de SBC, como uma técnica de elicitación de conhecimento e como base para aquisição de conhecimento automatizada.
- Classificação de Tarefas: utiliza elementos de um domínio para entender como o provedor de conhecimento conceitualiza este mundo. As coisas para serem classificadas, os elementos, são elicitadas do provedor, ou obtidos de análises do domínio e escritas em pequenos cartões. Com estas informações em mãos pode-se trabalhar de várias formas. O elicitante pode usar pilhas de cartões para dirigir a discussão, perguntando, por exemplo, se existe alguma pilha que pareça necessária e discutindo-a.
- Escalonamento: descrita por Hinkle (1965) e ampliada por Fransella e Bannister (1977). A técnica é disponível para geração de várias hierarquias de conceitos. Obtém-se conceitos superiores (Por que...?), conceitos subordinados (Como...?) e conceitos no mesmo nível questiona-se sobre exemplos alternativos de determinado conceito.
- 20 Questões: utilizada por etnógrafos como técnica de pesquisa. Nela o elicitante seleciona um item de um conjunto conhecido pelo especialista. Este tenta determinar qual destes itens foi o selecionado pelo elicitante, através das respostas negativas ou positivas que o elicitante dará as suas questões. O especialista demonstrará seu conhecimento de forma mais adequada através das questões do que faria com respostas.
- Geração de Matriz: úteis quando se necessita tabular informações. Nestas técnicas pode-se ter tabelas “two-way” (linhas e colunas) e “two-mode” (com lista de partes dos produtos como cabeçalhos para as linhas e lista dos produtos como cabeçalhos das colunas), e ainda tabelas “one-mode two-way” (matrizes cujos cabeçalhos das colunas e linhas são a mesma lista). Valores independentes ou valores de variáveis independentes são usualmente dados ao longo do eixo horizontal, enquanto variáveis dependentes são usualmente dados ao longo do eixo vertical.

- Julgamento: discussão dos prós e contras da abordagem proposta para comparar com alternativas as quais podem ser razoáveis ou preferidas. É particularmente útil como técnica de elicitação em domínios onde não há somente um modo de realizar coisas.
- Desempenho de papéis: o provedor adota uma função e ordena uma situação na qual perícia é utilizada. No mínimo outra pessoa é necessária, alguém do domínio ou membro do grupo do elicitante. Pessoas devem discutir a situação e trabalhá-la de acordo ou individualmente sem saber o que outras pessoas tem dito.

### 3.12.2 Outras Fontes para Obtenção do Conhecimento

Ainda, pode-se obter conhecimento de outras fontes:

- Sistemas existentes: no desenvolvimento de SBCs para monitoração ou controle, um sistema existente é uma das mais valiosas fontes de conhecimento. O elicitante deve estar ciente da modo como deve negociar com os guardiãs do sistema para acessar o material e prover ajuda no uso do sistema. Material de sistemas devem ser processados, analisados pelo especialista no domínio antes de utilizado pelo elicitante pode ser considerados como vindo de um especialista humano.
- Ambientes físicos ou sociais: há quatro técnicas envolvidas com obtenção de material vindo de ambientes:
  - Observação: atividade de notar e registrar características de situações naturalmente ocorridas, e dos eventos e ações relacionados a elas.
  - Delineamento de objetos: técnica na qual o uso ou localização de um objeto é registrada em algum processo, alternativamente pode ser utilizada para registrar a carreira do objeto e incluir detalhes de sua criação, cada mudança ocorrida, seu armazenamento e destruição.
  - Listagem: listar e fazer um audio ou escrever registros de sons é claramente útil para elicitação de conhecimento a partir de conversações humanas, mas também pode ser útil quando se obter material de ambientes. Frequência, natureza, extensão e sequência de sons podem ser importantes em sistemas de monitoração, desenvolvimento de interfaces, entre outros.
  - Coleção de artefatos: incluem documentos como registros, manuais, memorandos e cartas mas não se restringem nisso. Deve notificar a existência, conteúdo, posição, extensão e natureza do uso de um artefato.
- Documentos: há técnicas de reprodução, seleção, segmentação, agregação e condensação envolvidas com obtenção de material vindo de documentos. As quatro primeiras tratam do processo de cortar e copiar originais de documentos para produzir material sobre temas particulares.

### 3.12.3 Maiores Classes de Técnicas Comumente Utilizadas

Tuthill (1990) considera apenas as seis maiores classes de técnicas para Aquisição de Conhecimento comumente usadas. Além das já citadas (entrevistas e protocolos), ele descreve as técnicas de programação neurolinguística (NLP), “Traits”, análise e aquisição automatizada.

- Programação Neurolinguística: método para capturar informações a partir de sinais não verbais, que representam atividades internalizadas (visão, audição, etc.) do provedor de conhecimento.
- “Traits”: a força da maioria dos SBC’s está na habilidade de selecionar opções, baseando-se em características das informações. A maioria dos especialistas tomam suas decisões baseados em atributos de objetos ou eventos capazes de diferenciar os mesmos de outros objetos ou eventos. Num caso deste, uma estratégia para adquirir o conhecimento é trabalhar com conjuntos de objetos similares. O engenheiro do conhecimento e o especialista estabelecem fatores e atributos característicos de objetos, que são refinados e então incorporados à aplicação.
- Análise: deve-se analisar e organizar toda fonte de dados explorada, além de compará-la com os objetivos do domínio. O objetivo da análise de material fornecedor de conhecimento é construir representações de conhecimento para validação e construção do sistema. É usada para esclarecer situações problemáticas, considerações alternativas e conjuntos de soluções apropriadas.
- Aquisição Automatizada: a aquisição manual de conhecimento é um processo caro e demorado, porém, a utilização de ferramentas para aquisição automatizada (AKATS) de conhecimento reduz estes pontos negativos. Uma série de módulos integrados realizam alguns aspectos dos processos de aquisição e representação de conhecimento, e geração de código. Outro tipo de aquisição automatizada é o aprendizado de máquina, onde o sistema consegue buscar novos conhecimentos a partir de bases de dados, textos, periódicos que serão digitalizados, analisados, sintetizados e incorporados a uma base de conhecimento inicial. Este processo emula o processo humano de remontar modelos através da captação de informações recentes.

Chorafas (1990) descreve como mais importantes metodologias usadas: entrevistas, sessões de gravação, observação do especialista em seu trabalho, cenário próprio (“Self Service Scenario”), modelo causal para inferência e indução automática de regras.

- Sessão de gravação: filmando o especialista falar sobre a sua área de domínio para outras pessoas, consegue-se captar muitas informações. O filme pode ser visto e revisto pelo Engenheiro do Conhecimento, com isso ele será capaz de visualizar novos detalhes importantes ao processo.

- Observação do especialista em seu trabalho: como o especialista normalmente tem dificuldade de expressar o seu conhecimento sobre o domínio, mas desempenha a tarefa muito bem, as sessões de observação do especialista se tornam valiosas para refinar o conhecimento anteriormente obtido através de entrevistas e sessões de gravação. Waterman recomenda que o engenheiro do conhecimento não acredite em tudo que o especialista diz, deve-se observá-lo em atividade.
- Cenário próprio: difere da entrevista pela eliminação do engenheiro do conhecimento. O especialista é entrevistado por ele próprio, assistido por um ambiente de suporte apropriado. Este ambiente deve incluir um “shell” e prototipação, e será ainda melhor caso atue como um tutorial. Atualmente, existem vários sistemas tutoriais: BIP e PROUST (para programação), WEST (aritmética), GUIDON (medicina) e SOPHIE (circuitos eletrônicos).
- Modelo Causal para Inferência: a construção deste modelo, utilizado para trabalhar com a casualidade, facilita o esclarecimento de regras. O modelo é baseado em situações de causa-efeito claras o bastante para gerar informações necessárias ao Engenheiro do Conhecimento. Este conhecimento está contido em regras e procedimentos existentes na organização, que são estudadas pelo Engenheiro do Conhecimento, para que se possa desenvolver o modelo causal. Ferramentas como os sistemas tutoriais do Cenário Próprio podem também auxiliar na construção do modelo causal, desde que sejam especializadas.
- Indução automática de regras: trata-se de um método de aquisição automatizada de conhecimento através de análise de textos. Baseada em técnicas de tradução de linguagem natural e entendimento de textos.

Diante disso, pode-se dizer que a entrevista é um consenso entre os autores como um dos métodos mais usados. Embora sendo a mais comum, nem sempre é o primeiro, último ou melhor método de aprendizado das técnicas e regras heurísticas do domínio [Tuthill 90].

### 3.13 Classificação Temporal das Técnicas de Aquisição de Conhecimento

Uma sugestão de classificação temporal para técnicas de AC [Pereira 97b]:

- Etapas Iniciais
  - Entrevista aberta
  - Questionário sim/não

- *Brainstorming*
- Observação simples
- Etapas Intermediárias
  - Entrevista focada ou estruturada
  - *Card sort*
- Etapas Finais
  - Entrevistas focadas: Questionários específicos e Tabelas
  - *Process tracing*: Análise de protocolos, Informação restrita, Processamento restrito e Análise de casos
  - Repertório grid

### 3.14 Considerações Finais

Será um erro perguntar qual das técnicas apresentadas se baseia em um modelo correto, pois modelos diferentes podem ser mais apropriados para diferentes conjuntos de tipos de dados. Além disso, até para um mesmo conjunto de dados diferentes métodos de análises podem ser melhor satisfeitos para apresentar aspectos informativos para a estrutura fundamental.

Neste capítulo foram vistas as principais técnicas utilizadas para a extração do conhecimento que fará parte da Base de Conhecimento, bem como algumas classificações dessas técnicas. As técnicas de AC vistas são apenas as manuais, onde existe um contato direto entre o especialista do domínio e a equipe de Aquisição de Conhecimento encarregada dessa tarefa. Foram levantadas suas vantagens, desvantagens e em qual momento do processo de AC são viável sua utilização. As classificações das técnicas apresentadas levam em consideração a utilização de um conjunto formado por mais uma técnica, de modo a usufruir das vantagens apresentadas por cada uma delas; e lembrando que não existe a melhor técnica de Aquisição de Conhecimento, mas sim a melhor a ser empregada em uma determinada situação em um determinado momento.

O próximo capítulo apresenta as conclusões deste trabalho, e é seguido pela bibliografia utilizada para a realização do mesmo.

# Capítulo 4

## Conclusão

Como pode ser visto, a Aquisição de Conhecimento é uma tarefa difícil e é semelhante ao desejo de praticabilidade que os analistas de sistemas trazem consigo. Ela é facilmente afetada por um conjunto de fatores, incluindo: controvérsias, contradições e visões limitadas.

Neste trabalho foi vistos os conceitos e definições de AC, e principalmente, técnicas que podem ser utilizadas pelo EC para adquirir conhecimento para a BC a partir de especialista do domínio. O processo de comunicação envolvido na AC requer que o EC seja competente na área de técnicas de AC, e tenha a habilidade de avaliar como o especialista do domínio pensa, raciocina e soluciona problemas. As técnicas utilizadas e as habilidades do EC estão intimamente ligadas – o nível de especialização em um afetará o outro e vice versa.

Através do processo de AC, o EC desenvolve uma produção crescente da BC e começa a modelá-la em algum tipo de estrutura hierárquica. Características, atributos e exemplos coletados são analisados a fim de se criar regras. O que segue é a tarefa de analisar e organizar a coleção de modo que ela esteja pronta para ser inserida na estrutura de um sistema.

Uma outra abordagem de AC explícito utiliza Modelos Estruturais Hierárquicos, que envolve a decomposição do sistema físico numa estrutura de classe/subclasse, formando uma árvore. A Aquisição de Conhecimento é feita recursivamente a cada nível desta árvore, onde os diagnósticos são os subsistemas gerados pela decomposição do subsistema imediatamente superior. A cada um destes subsistemas são associados parâmetros que influenciam no diagnóstico. O especialista é solicitado a preencher uma tabela com conceitos que representam o grau de influência do parâmetro em questão sobre os diagnósticos daquele nível [Aragon 97].

A partir das informações contidas nas tabelas, pode-se gerar a árvore de decisão para o problema. Nesta árvore, cada nó consiste em um teste, associado a um parâmetro, cujas possibilidades são os valores que podem ser assumidos pelo parâmetro. Nas folhas da

árvore, os diagnósticos são organizados segundo um grau de certeza. A árvore é gerada de tal forma que os parâmetros capazes de distinguir melhor os diagnósticos são colocados em níveis superiores da árvore.

# Referências Bibliográficas

- [Aragon 97] Aragon, D. F.; Branco, A. C. S.; Pereira, L. F. S. M. *Aquisição de Conhecimento Baseada em Modelos*. Relatório Técnico, ILTC, Niterói-RJ, n. 01/97, 15p., 1997.
- [Arantes 94] Arantes, A. C.; Rodrigues, S. R. *Um Sistema Tutorial para o Ambiente que Auxilia a Construção de Núcleos Específicos de Sistemas Especialistas (ANSEsp)*. Relatórios Técnicos do ICMSC-USP, n. 19, 48p., 1994.
- [Bruner 56] Bruner, J. S.; Goodnow, J. J.; Austin, G. A. *A Study of Thinking*. Wiley, 1956.
- [Durkin 96] Durkin, J. *Expert Systems: A View of the Field*. IEEE-Expert, pp. 56-66, April, 1996.
- [Eriksson 96] Eriksson, H. *Expert Systems as Knowledge Servers*. IEEE-Expert, pp. 14-19, June, 1996.
- [Giarratano 94] Giarratano, J. C.; Riley, G. *Expert Systems: Principles and Programming*. PWS Publishing Company, 2nd edition, 1994.
- [Goonatilake 95] Goonatilake, S.; Khebbal, S. *Intelligent Hybrid Systems: Issues, Classifications and Future Directions (Chapter 1)*. Intelligent Hybrid Systems, Edited by S. Goonatilake and S. Khebbal, John Wiley & Sons Ltd, 1995.
- [Horst 98] Horst, P. S.; Padilha, T. P. P.; Rocha, C. A. ; Rezende, S.O.; Carvalho, A. C. P. L. *Knowledge Acquisition Using Symbolic and Connectionist Algorithms for Credit Evaluation*. IJCNN 98 – International Joint Conference on Neural Networking, Alaska, EUA, 1998.
- [Jackson 86] Jackson, P. *Introduction to Expert Systems*. Addison-Wesley, 1986.
- [Jones 96a] Jones, S. R.; Miles, J. C.; Read, M. W. *Standardising the Elimination of Unnecessary Data from Interview Transcripts for the Purposes of Knowledge-Based Systems - A Case Study*. Expert Systems, vol. 13, n. 1, pp. 3-14, February, 1996.

- [Jones 96b] Jones, S. R.; Miles, J. C.; Read, M. W. *A Comparison of Knowledge Elicitation Methods*. Expert Systems, vol. 13, n. 4, pp. 277-295, November, 1996.
- [Jong 91] Jong, T. *Learning and Instruction with Computer Simulations*. Education & Computing 6, pp. 217-229, 1991.
- [Liebowitz 89] Liebowitz, J.; De Salvo, D. A. *Structuring Expert Systems: Domain, Design and Development*. Yourdon Press, 1989.
- [Lu 96] Lu, J. J.; Nerode, A.; Subrahmanian, V. S. *Hybrid Knowledge Bases*. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, vol. 8, n. 5, pp. 773-785, October, 1996.
- [McGraw 89] McGraw, K. L.; Briggs, K. H. *Knowledge Acquisition: Principles and Guidelines*. Prentice Hall, 1989.
- [Monard 89a] Monard, M. C.; Scarpelli, H. A.; Rezende, S. O. *Implementação de uma Base de Conhecimento para Apoio a Usuários da Biblioteca NAG*. Boletim da SBMAC, vol. 1, n. 2, pp. 17-20, Setembro, 1989.
- [Monard 89b] Monard, M. C.; Scarpelli, H. A.; Rezende, S. O. *Implementação de uma Base de Conhecimento para Apoio a Usuários da Biblioteca NAG*. Resumo dos Trabalhos XII CNMAC, pp. 349-352, Setembro, 1989.
- [Monard 91] Monard, M. C.; Rezende, S. O. *An Environment for Developing Expert System's Shells*. Expert Systems World Congress Proceedings, Jay Liebowitz (Ed.), Pergamon Press, vol. 3, pp. 1757-1765, December, 1991.
- [Oliveira 92] Oliveira, M. A.; Rezende, S. O. *Aquisição de Conhecimento para um Sistema de Planejamento Automático para Peças Rotacionais*. Anais CICTE, Dezembro, 1992.
- [Oliveira 93a] Oliveira, M. A.; Rezende, S. O. *Aquisição de Conhecimento para um Sistema Automático de Planejamento de Processo para Eixos de Redutores*. Anais I Simpósio de Iniciação Científica do ICMSC, pp. 17-20, Abril, 1993.
- [Oliveira 93b] Oliveira, M. A.; Rezende, S. O. *Aquisição de Conhecimento para um Sistema de Planejamento Automático de Operações para Carcaças de Redutores*. Anais CICTE/93, 1p., Dezembro, 1993.
- [Pereira 97a] Pereira, L. F. S. M.; Aragon, D. F. *A Aquisição de Conhecimento e o Processo de Modelagem*. Relatório Técnico, ILTC, Niterói-RJ, n. 02/97, 46p., Dezembro, 1997.

- [Pereira 97b] Pereira, L. F. S. M.; Ramos, N.; Hiratsuka, M. P.; Vieira, E. *Aquisição de Conhecimento em Planejamento para Células Flexíveis de Manufatura*. Relatório Técnico, ILTC, Niterói-RJ, n. 03/97, 40p., 1997.
- [Pugliesi 97] Pugliesi, J. B.; Rezende, S. O. *Ferramenta Flex para Desenvolvimento de Sistemas Baseados em Conhecimento*. Notas Didáticas do ICMSC, n. 27, Abril, 1997.
- [Rezende 90] Rezende, S. O. *Um Ambiente para Auxiliar a Construção de Núcleos Específicos de Sistemas Especialistas*. Dissertação de Mestrado, ICMSC-USP, Março, 1990.
- [Rezende 93a] Rezende, S. O.; Rozenfeld, H. *Um Sistema Baseado em Conhecimento para o Planejamento do Processo de Peças Rotacionais Integrado à um Sistema de Projeto Orientado à Manufatura*. Anais da 1ª Jornada USP - SUCESU-SP de Informática e Telecomunicações, São Paulo, SP, pp. 335-344, Junho, 1993.
- [Rezende 93b] Rezende, S. O.; Oliveira, M. A. *Aquisição de Conhecimento para Eixos de Redutores*. Relatórios Técnicos ICMSC-USP, n. 15, 72p., Novembro, 1993.
- [Rezende 93c] Rezende, S. O. *Criação e Aplicação de Módulos Automáticos para o Planejamento de Processo Assistido por Computador em Soluções Híbridas de Planejamento*. Dissertação de Doutorado, EESC-USP, Dezembro, 1993.
- [Rezende 95] Rezende, S. O.; Arantes, A. C. N.; Caulkins, C. W.; Oliveira, M. A. *Desenvolvimento de um Sistema Baseado em Conhecimento para Configuração de Tornos Mecânicos*. Relatórios Técnicos ICMSC-USP, n. 34, 26p., Junho, 1995.
- [Rezende 97] Rezende, S. O.; Caulkins, C. W.; Silva, R. M.; Silva, V. A. *Sistema Baseado em Conhecimento para Diagnóstico de Erros na Apresentação da FIM*. Relatórios Técnicos ICMSC-USP, 51p., Maio, 1997.
- [Rich 93] Rich, E.; Knight, K. *Inteligência Artificial*. (2a Ed.) Makron Books, 1993.
- [Rocha 97] Rocha, C. A. J.; Padilha, T. P. P.; Horst, P. S.; Rezende, S. O. *Processo de Desenvolvimento de Sistemas Baseados em Conhecimento Considerando Aspectos de Qualidade*. Anais da SEPAI - Semana Paraense de Informática, Belém, Dezembro, 1997.
- [Rodríguez 97] Rodríguez, C. H. *Knowledge Acquisition: Techniques in and Barriers to Knowledge Acquisition*. In:

<http://osiris.sund.ac.uk/~cs0che/chweb/paper2.htm>, 9p., March, 1997.

- [Rozenfeld 95] Rozenfeld, H.; Rezende, S. O.; Silva, V. A. *Um Sistema de Diagnóstico para a Fábrica Integrada Modelo*. XIII Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, Dezembro, 1995.
- [Rush 97] Rush, R.; Wallace, W. A. *Elicitation of Knowledge from Multiple Experts Using Network Inference*. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, vol. 9, n. 5, pp. 688-696, September/October, 1997.
- [Russell 95] Russell, S. J.; Norvig, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall, 1995.
- [Scott 91] Scott, A. C.; Clayton, J. E.; Gibson, E. L. *A Practical Guide to Knowledge Acquisition*. Addison-Wesley, 1991.
- [Tecuci 95] Tecuci, G.; Kodratoff, Y. *Machine Learning and Knowledge Acquisition: Integrated Approaches*. Academic Press, 1995.
- [Tuthill 90] Tuthill, G. S. *Knowledge Engineering: Concepts and Practices for Knowledge-Based Systems*. TAB Books Inc., 1990.