

*Análise dos relacionamentos existentes na construção de um sistema especialista**

Cláudio Mazzilli

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Administração
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Professor do Instituto de Informática da Pontifícia Universidade
Católica do Rio Grande do Sul

Resumo

O artigo apresenta uma visão global das fases de Desenvolvimento de Sistemas Especialistas. É enfatizado o processo de aquisição do conhecimento visando a construção de um protótipo na área de Análise de Crédito. São enfocados os relacionamentos existentes entre o especialista, o usuário e o engenheiro do conhecimento.

Palavras-chave:

- sistema especialista
- aquisição de conhecimento
- base de conhecimento

* Este artigo é objeto de dissertação de Mestrado desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, dentro da linha de pesquisa "Sistemas Especialistas nas Organizações".

INTRODUÇÃO

A utilização de Sistemas denominados Especialistas, que podem simular o processo de inferência humana em um domínio específico do conhecimento, encontra-se em pleno processo de desenvolvimento na área administrativa.

Sistemas Especialistas propiciam melhorias no treinamento de funcionários e, conseqüentemente, na divisão do trabalho. Estas melhorias decorrem da difusão do conhecimento para os menos especialistas em uma determinada área do conhecimento. Disseminando o conhecimento, não há necessidade de centralização do processo de tomada de decisão, o que possibilita o aproveitamento dos especialistas em outras funções. O fato de oferecerem benefícios significativos imediatos faz com que os sistemas especialistas possuam grande potencial de aceitação no meio empresarial.

Atualmente, estamos vivendo a primeira fase de desenvolvimento desses sistemas em ambiente organizacional. Esta fase caracteriza-se pela implementação de pequenos sistemas especialistas que resolvam problemas específicos, dentro de um determinado domínio da área administrativa.

A segunda fase de seu desenvolvimento caracteriza-se pela construção de grandes sistemas especialistas utilizando interfaces de linguagem natural; estes sistemas podem competir fortemente com especialistas em relação à precisão de respostas e são disseminados por toda a organização.

A entrada na segunda fase da evolução de sistemas especialistas é determinada não só pelo aperfeiçoamento de ferramentas para a sua construção, mas também pelo aperfeiçoamento das abordagens utilizadas para aquisição do conhecimento. É esta que determina as heurísticas incorporadas na base de conhecimentos e conseqüente abrangência do sistema especialista. A aquisição do conhecimento é considerada como sendo o ponto crucial na construção de um sistema especialista. Esta constatação é decorrente da dificuldade em captar as heurísticas utilizadas pelo especialista no processo de tomada de decisão e incorporá-las à base de conhecimentos. A interação entre o engenheiro de conhecimento e o especialista neste processo é responsável pela abrangência do sistema especialista (Roth et alii, 1983; Duda & Shortcliff, 1983; Wilkings et alii, 1984).

A análise dos relacionamentos existentes entre o especialista, o engenheiro de conhecimento e o usuário possibilita-nos uma visão integrada do processo de desenvolvimento de um sistema especialista. O objetivo deste artigo é apresentar o processo de desenvolvimento de um protótipo de sistema especialista na área de análise de crédito para pessoa física, enfatizando a fase de aquisição do conhecimento e o relacionamento entre o engenheiro do conhecimento e o especialista.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Segundo Nilsson (1980), Inteligência Artificial (IA) é uma área de pesquisa que visa expressar conhecimentos, usando formalismos proposicionais, representados por estruturas de dados manipulados com flexibilidade e eficiência. A pesquisa em IA está voltada para o desenvolvimento de linguagens naturais, para a robótica e para o desenvolvimento de modelos computacionais dotados de comportamento inteligente, os quais são denominados de sistemas especialistas (SE) (Harmon & King, 1985; Viccari, 1985).

Definição de Sistemas Especialistas

SEs são sistemas que incorporam conhecimentos, experiências e processos de tomada de decisão de especialistas numa dada área profissional. Estes sistemas tentam limitar algumas formas de raciocínio humano na solução de domínios específicos do conhecimento humano, sendo, portanto, orientados para resolução de problemas pouco estruturados e bem delimitados.

Distinção entre Sistemas de Informação e Sistemas Especialistas

Os sistemas de informação (SI) apresentam as seguintes características principais:

- abordagem algorítmica para a resolução de problemas bem estruturados;
- programação orientada para o processamento numérico;
- processamento sequencial de informações.

SEs apresentam características distintas daquelas apresentadas pelos SIs. Estas diferenças estão presentes nos seguintes aspectos:

- resolução de problemas de um domínio específico de forma análoga à utilizada pelo especialista;
- uso de um conjunto de regras práticas (heurísticas) ao invés de algoritmos;
- processamento altamente interativo;
- programação orientada para o processamento simbólico.

Objetivos de um Sistema Especialista

O principal objetivo existente na construção de SE consiste na disseminação do conhecimento (Gonçalves, 1986; Weiss & Kulikowski, 1984; Ribeiro, 1987).

Este objetivo é fundamentado na constatação de que inexistia um processo integrado de disseminação do conhecimento e da heurística de um especialista para os menos especialistas que atuam em um mesmo domínio. Um SE, ao propiciar esta disseminação, possibilita a utilização mais eficiente do especialista no desempenho de outras funções.

Componentes de um Sistema Especialista

Um SE, sob o ponto de vista computacional, contém vários componentes ou sistemas constituindo sua arquitetura. Estes componentes podem ser agregados em uma base de conhecimentos (BC), em um só motor de inferência (MI) e em uma interface de comunicação (IC), conforme visualizado na Figura 1 (Roth et alii, 1983; Harmon & King, 1985).

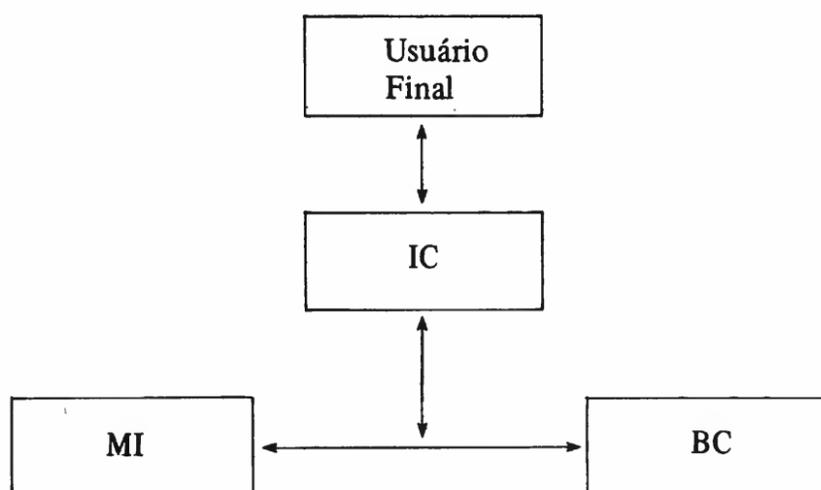


Figura 1: Arquitetura de um SE.

Base de Conhecimentos (BC)

O suporte para o processamento de conhecimento em SE encontra-se em uma BC que contém fatos, idéias, relações lógicas e regras relativas a uma área de especialização. A BC pode ser vista como um clone de conhecimento do especialista, devendo se aproximar, o máximo possível, de como este desempenha seu papel.

A BC possui um enfoque diferente dos bancos de dados utilizados nos sistemas de informação convencionais. Na BC, o conhecimento adquirido do especialista e suas heurísticas são interdependentes, sendo que a abrangência do SE é estabelecida em função do conhecimento

e das heurísticas existentes na BC. A identidade existente entre a BC e o conhecimento do especialista é a responsável pela potência do SE, em detrimento aos formalismos e esquemas de inferência utilizados (Gonçalves, 1986; Roth et alii, 1983).

Motor de Inferência (MI)

O Motor de Inferência atua como um processador, tentando disparar as regras do conhecimento, armazenadas na base de conhecimentos, segundo uma estratégia de controle, que determina a ordem em que as regras são disparadas.

As regras podem ser disparadas segundo dois tipos de estratégia de controle: a Irrevogável e a Tentativa (Nils-son, 1980).

Na estratégia de controle Irrevogável, uma regra é disparada sem que seja feita uma previsão *a posteriori* para se retornar a algum ponto para se aplicar uma nova regra.

Na estratégia de Tentativa é selecionada uma regra aplicável; após a aplicação da regra, retorna-se a algum outro ponto definido para se aplicar uma nova regra. Na estratégia de controle por tentativa caminho de volta, um ponto é selecionado e registrado; se existirem dificuldades em produzir solução, o ponto anterior é selecionado e outra regra é aplicada.

Na Técnica Busca para Trás, parte-se de uma regra considerada alvo (*goal*) e tenta-se, por um processo de derivação, validar ou confirmar a regra alvo.

Na Técnica Busca para Frente, parte-se de uma situação na BC e tenta-se aplicar uma regra qualquer. À medida que as regras são aplicadas, novos fatos são introduzidos na BC e novas regras são verificadas até atingir-se o alvo.

Interface de Comunicação (IC)

A Interface de Comunicação regula e controla o fluxo de dados entre o MI, a BC e o usuário final; uma forma adequada de interação amigável deve ser elaborada com o usuário. O diálogo entre o usuário e o SE pode ser estabelecido através de *menus*, *helps*, perguntas e respostas, ou, de outras formas isoladas. A Interface de Comunicação deve permitir que o próprio especialista se conduza no processo de solução do problema; isto é possível utilizando um módulo de explicação do raciocínio adotado.

Quando for detectado que o usuário não se conduz satisfatoriamente na solução de um problema específico, o processo de inferência deve ser interrompido, sendo

feitas advertências sobre as violações de restrições ou do afastamento da meta (*goal*) previamente declarada (Gonçalves, 1986; Weiss & Kulikowski, 1984).

Se uma determinada inferência não for realizada e as regras não forem disparadas, a interface pode emitir as seguintes mensagens:

- mensagens esclarecendo que a conduta adotada está errada, explicando o motivo e terminando; ou
- mensagens esclarecendo que existem erros e ensinando a forma que foi incorporada no sistema como sendo a correta para utilização do mesmo. O SE assume assim o papel de tutor. Ao assumir o papel de tutor, o SE pode tanto incorporar a experiência do usuário para futuros aconselhamentos, como apreender com o usuário, através de exemplos, soluções para problemas.

Métodos Utilizados para Representação do Conhecimento

Para representação do conhecimento na Base de Conhecimentos do SE, são utilizados, freqüentemente, os seguintes métodos: redes semânticas, lógica formal, quadros e regras de produção (Gonçalves, 1986; Nilsson, 1980).

Redes Semânticas

Em uma rede semântica, o conhecimento é modelado como um grafo composto de arcos e nodos. Os arcos estabelecem uma relação entre os nodos, os quais representam entidades ou atributos. Esta estrutura de dados é operada por meio de um conjunto especializado de procedimentos de inferência. O processo de herança (*inheritance*) é uma das propriedades da rede semântica.

Segundo este processo, todas as características de uma classe superior são transferidas a uma classe inferior, subordinada a essa (Harmon & King, 1985).

Lógica Formal

Utiliza a linguagem matemática do cálculo de predicados da lógica de primeira ordem.

O cálculo de predicados de primeira ordem é descrito por uma linguagem com componentes básicos, tais como: símbolos predicados, símbolos variáveis, símbolos funções, símbolos constantes, parênteses e vírgulas. As ligações entre as sentenças são feitas através de conectivos:

“V” (ou), “A” (E), “~” (não), “= =>” (implicação) (Nilsson, 1980). Neste tipo de representação, a BC é descrita por relações lógicas, podendo ser implementada através da linguagem de programação Prolog (*Programming in Logic*).

Quadros

A idéia de quadros é bem ampla e se baseia em considerar que as pessoas vejam ou percebam situações segundo cenas (*frames*). Um quadro é uma estrutura de dados utilizada para representar a percepção de uma situação (Gonçalves, 1986). Cada quadro que se configura mentalmente tem, em seu interior, uma série de informações. Dentre essas, existem informações de como usar o quadro e uma expectativa dos próximos quadros a serem usados. As pessoas detêm sua observação em elementos de um quadro, recolhem informações e buscam detalhes em outros subquadros, que são referenciados dentro do quadro original através de indicadores e, assim, sucessivamente.

Regras de Produção

Permitem representar situações ou condições que, por sua vez, ajudam a definir a solução do problema, através da indicação de transformações que devem ser realizadas no conjunto de informações armazenadas relativas ao problema; as regras de produção relacionam as cláusulas antecedentes e as cláusulas conseqüentes de uma sentença, de forma recíproca. Quando as cláusulas antecedentes são verdadeiras, as conseqüentes também o são e vice-versa. Esta mesma constatação é válida para quando as cláusulas forem falsas.

FASES DE DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA ESPECIALISTA

A seguir, são descritas as fases existentes na construção de um SE. Foi considerada, como área específica de aplicação, a análise de crédito para pessoa física, onde estamos desenvolvendo um protótipo.

São expostos os fatores que devem ser considerados em cada fase, assim como as atividades necessárias para a realização de cada uma destas.

Fase 1 – Seleção de um Problema Específico

A identificação de um problema específico para ser solucionado através da construção de um SE, a delimitação de um domínio de conhecimento que será necessário para definição da BC e a meta principal que se pretende atingir são considerados como fatores críticos para o desenvolvimento do SE. A seleção de um domínio do conhecimento tem como ponto principal uma minuciosa revisão dos prováveis domínios em que o SE poderá ser utilizado, observando a real necessidade de desenvolvimento do SE. Se o conhecimento for estável, numérico e puder ser facilmente delimitado, a abordagem algorítmica, tradicional dos SIs, pode ser utilizada, não existindo necessidade da construção de um SE.

A área de análise de crédito de pessoa física é considerada como sendo uma área em que a ocorrência de eventos externos à organização exige a atenção permanente do especialista. Em decorrência desta característica, é necessário que o especialista incorpore heurísticas de ordem maior, ou seja, heurísticas que não sofram grande variação no tempo. Considerando um ambiente conturbado do ponto de vista econômico, como o atual, a área de análise de crédito para pessoa física encontra-se sujeita a mudanças bastante drásticas na política de concessão de crédito. Estas mudanças somente irão fortalecer as heurísticas utilizadas pelo especialista, em deferência ao seu conhecimento descritivo.

Fase 2 – Desenvolvimento do Protótipo de Sistema Especialista

O Engenheiro do Conhecimento (EC) e o especialista trabalharão juntos durante todas as fases de desenvolvimento do SE, sendo mais intensa a relação na fase de desenvolvimento do protótipo de SE (Figura 2 – Desenvolvimento de SE). Esta fase engloba especificações da aquisição do conhecimento, da representação do conhecimento e das estratégias de inferência. Cabe ao EC analisar os seguintes fatores para elaborar um plano de desenvolvimento de um protótipo de SE:

- escolha de uma abordagem adequada para aquisição do conhecimento;
- possibilidades do SE ser construído com ferramentas específicas já existentes;
- colaboração efetiva do especialista;
- custos e benefícios que reverterão para a organização.

Estes fatores, em relação à área de análise de crédito de pessoa física, foram especificados de acordo com os seguintes critérios:

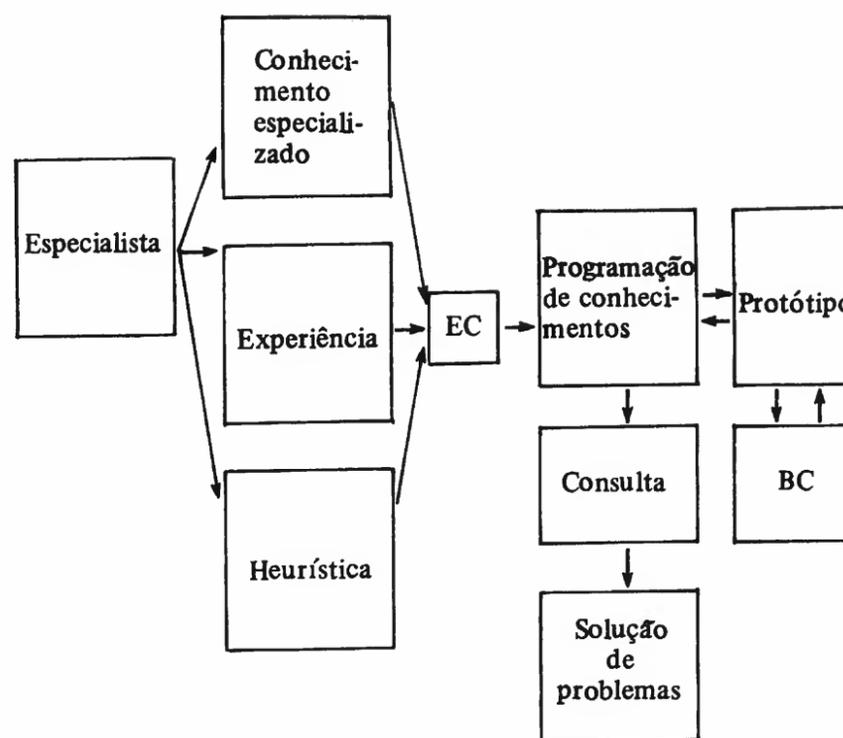


Figura 2: Desenvolvimento de SE

- Escolha de uma abordagem adequada para aquisição do conhecimento.

A abordagem escolhida para a aquisição do conhecimento é a abordagem de fatores críticos de sucesso em sistemas especialistas, proposta por Gonçalves (1986).

- Possibilidade do SE ser construído com ferramentas específicas já existentes.

Utilizamos, em nosso estudo, um *software* específico (*SHELL*), como ambiente para desenvolvimento do SE. A ação de um *software* para a construção do SE possibilita que seja dada ênfase ao processo de aquisição do conhecimento em detrimento ao projeto físico do sistema especialista. Ao considerarmos como objetivo de um SE a disseminação do conhecimento, orientamos o mesmo para o usuário final, com conhecimentos básicos de informática. Neste caso, o uso de um *SHELL* foi a melhor opção.

O *SHELL* escolhido, *VP-Expert*, é um *software* que possui como características o interfaceamento com banco de dados, planilhas eletrônicas e outros programas, além de recursos gráficos bastante poderosos. Pode ser utilizado em qualquer computador pessoal com 640 Kbytes de memória. Este *software* possui como estratégia de controle a busca para trás e como modo de representação do conhecimento regras de produção.

Dos métodos utilizados para a representação do conhecimento, o método das regras de produção é o mais indicado neste estudo, devido às seguintes características:

- visão conceitual da regra;
- facilidade de construir uma regra;
- criação de regras com o auxílio do EC.

Alia-se a estas três características, a constatação que somente existem disponíveis nos *softwares* utilizados para construção de SE, a representação do conhecimento utilizando regras de produção. As características citadas influenciam diretamente na construção do SE, visto que facilitam a interação entre o especialista e o EC na aquisição do conhecimento. Esta interação é possível devido à simplicidade existente na compreensão e utilização do método. O método das regras de produção é o único que possibilita assegurar um grau de certeza ao fato inferido, assim como escolher a estratégia utilizada para inferência.

- Custos e benefícios que reverterão para a Organização

O maior custo da organização será a disponibilidade de tempo em que o especialista estará se submetendo ao processo de aquisição do conhecimento.

Os benefícios para a organização serão a implementação de uma nova política de concessão de crédito, visando atingir todas as classes sociais e não somente as classes alta, média alta e média, respectivamente classes A, B e C. O SE assume, assim, um papel normativo dentro da organização, uniformizando decisões.

Aquisição do Conhecimento

A aquisição do conhecimento, visando a resolução de problemas e conseqüente difusão do conhecimento, é um processo duro e trabalhoso. Esta evidência é decorrente da constatação de que raramente o especialista consegue decompor em etapas o seu processo de tomada de decisão. Não existem opiniões consensuais sobre como o especialista explicita e como elabora as regras que descrevem seu conhecimento. Segundo Feigenbaum (1979), o conhecimento é um conjunto de regras práticas não explicitadas pelo especialista. A elaboração de um SE é viável se o especialista for capaz de comunicar as heurísticas que utiliza na abordagem de problemas e estas puderem ser apresentadas em forma computável.

A heurística, em seu sentido mais amplo, engloba um julgamento interno que precede uma ação descrita pelo conjunto de regras de decisão inferidas pelo especialista. Este julgamento caracteriza-se pela informalidade, não seguindo um modelo pré-definido de tomada de decisão.

À medida em que se dá o amadurecimento do especialista na sua área de atuação, o corpo de fatos específicos de seu domínio de conhecimento cresce, enquanto que o antigo corpo de heurísticas torna-se mais ou menos importante, podendo ou não servir como base para o processo de descoberta de novas heurísticas.

O amadurecimento do especialista na sua área de atuação possibilita que a tomada de decisão seja baseada em processos de reavaliação de heurísticas passadas, as quais são obtidas através da especialização, generalização e analogia específicas de cada especialista.

É necessário conceituar o termo especialista para proporcionar uma visão real da sua importância na aquisição do conhecimento.

Segundo Gonçalves (1986), o especialista é “um indivíduo que é capaz de abordar problemas (sentido mais amplo) em um certo domínio (ou área de conhecimento). Conseguir, através de algum processo decisório, usando de recursos pertinentes e disponíveis (ferramentas, análise, síntese e outros), identificar, propor e/ou solucionar no todo (ou em parte) problemas daquele domínio” Para isso, utiliza fatos e regras de decisão segundo sua heurística.

Em uma visão mais ampla, podemos considerar o especialista como o indivíduo que, embora não esteja resolvendo problemas bem delimitados de sua especialidade todo o dia, é capaz de, através de seus conhecimentos adquiridos, elaborar processos de raciocínio para a abordagem de problemas (Gonçalves, 1986).

Entre as características do especialista, que influenciam na aquisição do conhecimento, podemos citar:

- heurísticas adotadas na abordagem de problemas;
- estilos cognitivos e comportamentais adotados pelo especialista;
- natureza dos problemas abordados;
- grau de conhecimento do especialista e sua experiência no domínio específico de conhecimento.

O especialista na área de análise de crédito de pessoa física ou analista de crédito é definido como sendo um profissional eminentemente prático.

Neste caso, observa-se uma ênfase muito grande na sua experiência e não no seu nível de instrução. A não definição de critérios específicos para concessão de crédito faz com que a liberação do mesmo esteja sujeita a regras práticas não explícitas e, conseqüentemente, sujeitas a uma margem de erro. Esta pode ser ou não devido à falta de um maior embasamento teórico.

- Relacionamento Especialista \longleftrightarrow Conhecimento.

O processo de aquisição do conhecimento fundamenta-se no relacionamento existente entre especialista

↔ conhecimento (Figura 3 – Relacionamentos existentes em um SE).

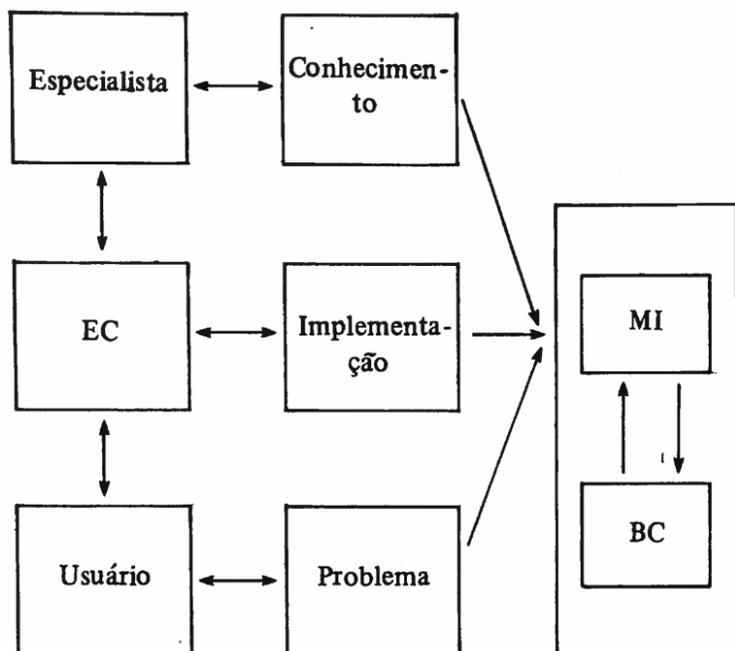


Figura 3: Relacionamentos existentes em um SE

O relacionamento especialista ↔ conhecimento refere-se ao processo de obter de um especialista humano o conhecimento necessário à solução de um problema.

No processo de aquisição do conhecimento, através da adoção de uma abordagem específica, o EC tenta compreender as heurísticas que o especialista utiliza para solucionar problemas de um domínio de conhecimento. A verificação das heurísticas do especialista conduzem o EC à identificação dos fatos e relacionamentos integrantes do domínio do conhecimento.

- Abordagem para aquisição do conhecimento de fatores críticos de sucesso em sistemas especialistas.

Orienta os esforços do especialista e do engenheiro do conhecimento quando da formalização do conhecimento. A abordagem é adequada para problemas que admitem o raciocínio monotônico, baseado na premissa que, uma vez o fato determinado, não pode ser alterado durante o desenvolvimento do processo de raciocínio. Neste tipo de enfoque é possível adotar um modo linear de raciocínio, de acordo com uma lógica específica para a resolução de problemas, organizando o conhecimento hierarquicamente. Para problemas que não admitem uma linha monotônica de raciocínio, a hierarquização de fatores conduz a distorções. Estas distorções são de natureza estrutural, decorrentes da incompatibilidade funcional entre o modelo e a natureza do problema real.

As principais etapas da abordagem são:

- descoberta dos contextos de conhecimento: os princípios da abordagem são explicados ao especialista, são

explicitados os contextos em que o tomador de decisão atua e uma estrutura que descreva o conhecimento;

- obtenção dos Fatores Críticos de Sucesso;
- refinamento dos Fatores Críticos de Sucesso: esta fase caracteriza-se pela identificação de objetos, atributos e valores. Estes últimos são refinados e a eles são atribuídos graus de importância;
- estabelecimento de precedências entre os fatores;
- elaboração de regras de produção na forma bruta “se... então”;
- validação inicial das regras de produção introduzidas na BC de um protótipo;
- refinação das regras de produção, identificação de sinônimos e validação da rede semântica;
- validação final das regras de produção introduzidas na BC do protótipo construído (Gonçalves, 1986).

Os fatores críticos de sucesso obtidos, em ordem decrescente de importância foram: identidade, função, renda, residência, experiência financeira e experiência comercial.

Estes fatores críticos de sucesso sofreram a atribuição de pesos, refletindo o seu grau de importância em relação à concessão de crédito.

- Descrição dos fatores críticos de sucesso em análise de crédito.

Os fatores identidade, função, renda e residência foram divididos em duas classes: documentos de fácil violação e documentos de difícil violação.

Fator 01 – Identidade

Documentos de difícil violação:

- carteira de identidade civil;
- carteira de identidade militar;
- carteira de identidade superior – carteiras emitidas por órgãos de classe profissional;
- carteira de identidade pública – carteiras emitidas por órgãos públicos como, por exemplo, ministérios e secretarias.

Documentos de fácil violação:

- outros.

Fator 02 – Função

Documento utilizado pelo cliente para comprovar sua atividade profissional.

Documentos de difícil violação:

- carteira de identidade militar;
- carteira de identidade superior;
- carteira de identidade pública.

Documentos de fácil violação:

- outros.

Fator 03 – Renda

Documentos de difícil violação:

- contra-cheque;
- resumo do Imposto de Renda;
- recibo de aluguel;
- aplicações superiores a 500 OTNs.

Documentos de fácil violação:

- outros.

Fator 04 – Residência

Documentos de difícil violação:

- conta de água;
- conta de telefone;
- catálogo telefônico;
- carnê do IPTU;
- escritura de imóvel registrada;
- certidão de posse de imóvel rural (Certidão INCRA).

Documentos de fácil violação:

- outros.

Fator 05 – Experiência financeira

- O fator experiência financeira identifica através de respostas “sim” ou “não” se o cliente possui cartões de crédito e, conseqüentemente, tradição no mercado financeiro.

Fator 06 – Experiência comercial

- O fator experiência comercial permite identificar através de respostas “sim” ou “não” se o cliente é bom

pagador, ou seja, se este cliente não está cadastrado no serviço de proteção ao crédito, nos cartórios ou no serviço dos cheques sem fundo.

Construção de Protótipos de Sistemas Especialistas

O conhecimento obtido na aquisição de conhecimentos, quando representado de forma explícita, compõe uma BC útil, obtida através da evolução de protótipos de BC parciais e incompletas.

O objetivo do EC, ao construir protótipos de SE, é estabelecer se a ferramenta utilizada para o desenvolvimento do SE, o modo de representação do conhecimento e as estratégias de inferência são adequados em função dos critérios anteriormente estabelecidos. São discutidas as heurísticas utilizadas e a construção de regras; a BC é revisada, podendo ou não ser ampliada e reformulada, utilizando o enfoque evolutivo.

O enfoque evolutivo foi inicialmente desenvolvido para a área de Sistemas de Apoio à Decisão. Caracteriza-se por um processo de desenvolvimento de sistemas em pequenos ciclos, por uma avaliação permanente deste processo e pelas possibilidades de evolução dadas ao sistema. Os ciclos de desenvolvimento são compostos pelas etapas: análise, concepção, implantação, utilização e avaliação. O enfoque evolutivo está baseado no desenvolvimento de protótipos de sistemas e na sua evolução, ao invés de fundamentar-se no processo de análise do sistema (Tolovi, 1980; Hoppen, 1981; Hoppen & Mazzilli, 1988).

Descrição do Protótipo de SE Construído

O protótipo de SE construído para análise de crédito de pessoa física (Anexo I – Protótipo KBS) permite o armazenamento dos fatores de decisão normativos em uma BC compartilhada (JHS-KBS) com a BC principal (Protótipo KBS), onde estão armazenados os fatores de decisão descritivos.

O objetivo principal do protótipo de SE desenvolvido é fornecer para o cliente o seu limite de crédito. Este constitui-se em nossa meta global, sendo definido pelo comando *FIND*.

Na BC principal são definidas as questões e as opções que serão dirigidas para o usuário, através, respectivamente, dos comandos *ASK* e *CHOICES*. O comando *PLURAL* permite que cada uma das variáveis especificadas, utilizando o comando *ASK*, possa assumir todas as opções de respostas constantes no comando *CHOICES*.

As questões referentes às variáveis prestação, vezes, quitadas, salário, moradia e OTN foram formuladas com o objetivo de fornecer ao protótipo informações referentes à situação do cliente, se este já for cliente da empresa.

A BC na qual estão inseridos os fatores normativos é acessada através do comando *CCALL*. Este comando possibilita que seja chamado o programa RoT1. O programa RoT1.PAS foi desenvolvido em Pascal e tem como objetivo o fornecimento de dois parâmetros à BC principal. Estes parâmetros são referentes ao limite atual de crédito, se o cliente já tiver realizado compras a crédito junto à empresa e ao limite de crédito fornecido, de acordo com a pontuação definida para os fatores críticos de sucesso em análise de crédito. Este limite de crédito será passado à variável global *creditocli*.

Fase 3 – Avaliação do Protótipo de Sistemas Especialistas

Esta fase é caracterizada pelo teste do desempenho do protótipo de SE. Este teste é feito através da interação de diversos usuários com o SE. São verificadas as falhas e a potencialidade do protótipo construído.

É enfatizado, nesta fase, o relacionamento usuário \longleftrightarrow problema (Figura 3 – Relacionamentos existentes em um SE).

O relacionamento usuário \longleftrightarrow problema refere-se à aplicação do conhecimento para um caso particular de problema, reproduzindo a solução que o especialista daria para este caso.

O EC deve especificar os critérios segundo os quais é avaliado o desempenho de um SE. Estes critérios devem estar de acordo com o desempenho do SE em comparação com as heurísticas adotadas pelo especialista na resolução de problemas.

A interação entre o usuário, a BC e o desempenho do protótipo de SE deve ser analisada visando, se necessário, o seu aperfeiçoamento.

Em relação à interação usuário e BC, observa-se que o usuário pode assumir papel ativo ou passivo perante a BC. A forma ativa dá-se quando o usuário formula questões em uma sintaxe apropriada e dirige-se à BC; enquanto que a forma passiva dá-se quando é a BC, após ser ativada, que dirige as questões ao usuário.

Fase 4 – Implementação do Sistema Especialista

A fase de implementação envolve a interação entre o SE e o meio ambiente propriamente dito. O processo de implementação pode ser compreendido como sendo o conjunto de todos os procedimentos necessários para implantar um SE dentro do ambiente organizacional.

Nesta fase, deve ser implementado o SE completo, obtido através da evolução dos protótipos. Os seguintes

fatores devem ser considerados, visando a implementação do sistema:

- avaliação do desempenho do sistema;
- confiabilidade, integridade e abrangência da BC;
- análise de desempenho, confiabilidade e aderência do protótipo.

O relacionamento Engenheiro do Conhecimento \longleftrightarrow Implementação (Figura 3 – Relacionamentos existentes em um SE) compreende todos os recursos metodológicos, *software* e *hardware* utilizados para o desenvolvimento de um SE. A função do EC consiste em identificar fatos e regras de um domínio limitado de conhecimento e representá-los em forma computacional, reproduzindo, dessa forma, o conhecimento intrínseco do especialista, do qual extraiu o conhecimento.

A implementação de um SE é uma tarefa que deve ser desempenhada pelo EC em conjunto com o especialista e os usuários do SE. A implementação de um SE somente será possível se a validação do SE em questão for composta dos pareceres do especialista, que verifica as regras a nível de contexto global; dos usuários e do EC responsável pela execução das modificações e ampliação da BC.

O processo de implementação é determinado fundamentalmente pela metodologia empregada para a aquisição do conhecimento e pelo processo iterativo entre o grupo de trabalho constituído. Não existindo confiabilidade no conhecimento obtido, torna-se a implementação um processo degenerativo e falho, conduzindo ao fracasso e desuso do SE.

Metodologia para a Implementação de Sistemas Especialistas

Pesquisa-Ação:

A pesquisa-ação propicia, devido ao seu enfoque, a implementação de um SE em um contexto adaptado para este fim, através de um processo de mudança organizacional. Propicia, também, uma abordagem evolutiva no processo de desenvolvimento do SE, especialmente na fase de aquisição do conhecimento.

Fundamentos da Pesquisa-Ação:

Segundo Susman & Evered (1978), a pesquisa-ação é uma abordagem de pesquisa que une a geração de uma teoria com a mudança de um sistema social. Esta mudança é realizada através da atuação pró-ativa do pesquisador no contexto organizacional. A atuação do pesquisador visa a

constante descoberta, avaliação e modificação dos fatos observados e que constituem uma teoria (Trist, 1973).

Com o objetivo de deflagração de mudanças organizacionais, a pesquisa-ação concentra-se em três fatores específicos para efetuar a análise de um problema: a natureza deste problema, as características pessoais do pesquisador e o desenvolvimento de um domínio teórico (Hoppen, 1980).

Fases da Pesquisa-Ação:

A pesquisa-ação pode ser vista como um processo cíclico sujeito a constante retroalimentação. Este processo é composto das seguintes fases:

- *Diagnóstico*

É nesta fase que é apreendido o ambiente organizacional pelo pesquisador.

Planejamento da Ação

Consiste no estudo das alternativas de intervenções que podem ser feitas visando a resolução de um problema.

- *Ação*

Consiste na escolha de uma das alternativas de intervenção que podem ser feitas visando a resolução de um problema.

- *Avaliação*

Nesta fase são estudadas e avaliadas as conseqüências da intervenção realizada.

- *Especificação do Conhecimento Adquirido*

Consiste na identificação das contribuições obtidas através das intervenções realizadas.

Observa-se que estas fases são influenciadas pelo desenvolvimento de uma infra-estrutura específica para pesquisa integrada pelos seguintes fatores condicionantes: o objeto da pesquisa, os atores (pessoas que executam atividades específicas dentro do contexto organizacional), o pesquisador e o ambiente.

A observação participante, inserida na abordagem da pesquisa-ação fornece subsídios valiosos para a utilização desta. Estes subsídios encontram-se presentes na especificação da conduta do pesquisador (Spradley, 1980).

Fundamentos da observação participante:

- estabelecimento de um duplo objetivo: o observador deve participar das atividades próprias da situação e, ao

mesmo tempo, observar as atividades, as pessoas e os elementos físicos ligados à situação;

- *atenção concentrada*: o observador deve estar constantemente atento a tudo que ocorre no ambiente, a fim de evitar distorções provocadas pela “desatenção seletiva”;
- *visão global do ambiente*: o observador deve captar, a cada momento, o maior conjunto possível de elementos integrantes de situações específicas diagnosticadas no contexto organizacional;
- *combinação insider-outsider*: o observador deve tanto concentrar-se “dentro” do fenômeno, como parte integrante do mesmo, assim como “fora” do fenômeno, assumindo o papel de analista imparcial da situação apreendida;
- *registro sistemático*: o observador deve registrar permanentemente, em um caderno de anotações, suas observações objetivas, seus sentimentos e sensações pessoais perante os fatos apreendidos;
- *sessões de debriefing*: o observador deve discutir as suas impressões acerca das situações observadas com pessoas externas à organização, periodicamente, a fim de evitar uma visão distorcida dos fatos.

Validação interna e validação externa da pesquisa-ação:

Em relação à validação interna, observa-se que a pesquisa-ação é o método indicado para a implementação de sistemas em organizações. O estudo do relacionamento entre os atores envolvidos no processo de implementação de sistemas possibilita o desenvolvimento de uma teoria acerca do tema. Esta teoria é sujeita a novas avaliações e reestruturações, visando a caracterização do ambiente organizacional transformado. É neste ambiente transformado que será implantado o sistema (Susman & Evered, 1978).

A validação externa da pesquisa-ação encontra no fato desta ser situacional sua principal restrição. Os relacionamentos existentes entre os atores de uma organização específica não podem ser generalizados para outras organizações. A generalização invalida a existência de uma teoria gerada pelas ações dos atores no ambiente organizacional.

Fase 5 – Manutenção do Sistema Especialista

A manutenção do SE deve observar a volatilidade do conhecimento em um domínio específico (Gonçalves, 1986; Harmon & King, 1985). Tal volatilidade, dependendo do grau, pode ocasionar dificuldades na validação da BC, exigindo constantes alterações na mesma.

CONCLUSÕES

A contribuição imediata da implementação de SE refere-se à elaboração de novos conceitos relativos à divisão de trabalho. A descentralização do trabalho decorre do aproveitamento de especialistas mais competentes em outras atividades que não envolvam tomadas de decisões rotineiras. O melhor aproveitamento das potencialidades maximiza a capacidade produtiva da empresa e a sua competitividade a nível de mercado (Harmon & King, 1985).

Para a década de 1990 está prevista a segunda fase de desenvolvimento em SE. Nesta fase, a característica principal será o uso generalizado de SE na maioria das médias e grandes empresas. A adoção de SE será necessária para a manutenção da competitividade destas empresas, que

está presente na constatação de que SEs podem ajudar a resolver problemas de produtividade existentes no ambiente organizacional, possibilitando às empresas reorganizarem-se de forma mais efetiva. Este aumento de produtividade é verificado na existência de um ambiente de trabalho mais organizado e racional.

Para a maximização dos benefícios da utilização de SE em ambiente organizacional, é necessário o desenvolvimento de abordagens para aquisição do conhecimento. A aquisição do conhecimento está centrada no relacionamento existente entre o EC e o especialista.

A integração entre o EC, o especialista e o usuário traz como consequência o atingimento da disseminação do conhecimento de forma generalizada entre os usuários do SE.

ANEXO

ACTIONS

FIND creditocli

DISPLAY "JHS é um sistema especialista para análise de crédito de pessoa física. O sistema tem como objetivo estabelecer o limite de crédito baseado na atribuição de pesos e fatores condicionantes de crédito";

ASK identidade: "Qual o documento de identidade fornecido pelo cliente para obter crédito;

CHOICES identidade: carteira-identidade, carteira-militar, carteira-superior, carteira-pública, outros;

PLURAL: identidade;

ASK função: "Qual o documento utilizado pelo cliente para comprovar sua atividade profissional?";

CHOICES função: carteira-superior, carteira-militar, carteira-pública, outros;

PLURAL: função;

ASK renda: "Qual o documento fornecido pelo cliente para comprovar sua renda mensal?";

CHOICES renda: contra-cheque, resumo-ir, aluguel, aplicação-500otn, outros;

PLURAL: renda;

ASK residência: "Como o cliente comprova sua residência?";

CHOICES residência: conta-água, conta-telefone, carne-iptu, registro-escritura, certidão-incra, outros;

PLURAL: residência;

ASK experiência: "O cliente possui cartões de crédito?";

CHOICES experiência: sim, não;

PLURAL: experiência;

ASK spc: "O cliente encontra-se no SPC, ou no Serviço dos Cheques sem Fundos ou nos cartórios?";

CHOICES spc: sim, não;

PLURAL: spc;

ASK salário: “Qual a quantia (– IR – INPS) que o cliente ganha como salário?”;

ASK moradia: “Qual o valor que o cliente gasta mensalmente com moradia?”;

ASK otn: “Qual o valor atual da otn?”;

ASK prestação: “Se o cliente já é cliente do JH. Santos, qual o valor da sua prestação?”;

ASK vezes: “Se o cliente já é cliente do JH. Santos, a sua compra foi parcelada em quantas vezes?”;

ASK quitadas: “Quantas parcelas da compra anteriormente realizada foram quitadas?”;

RULE 1

IF identidade = outros AND
 função = outros AND
 renda = outros AND
 residência = outros AND
 experiência = sim AND
 spc = sim

THEN peso = 24

 nsálario = (salário – moradia / otn)

 nvalor = (valor * otn)

 vprest = prestação

 nuprest = (((vezes * vprest) – (quitadas * vprest)) * otn)

 saldo = (nvalor – nuprest)

 DISPLAY “Salário em otn {nsálario}, valor da otn {otn}, Saldo {saldo}, Peso dos Fatores {peso}. ”;

 CCALL rot1

 creditocli = (crédito);

RULE 2

IF identidade = carteira-identidade
 OR identidade = carteira-superior
 OR identidade = carteira-militar
 OR identidade = carteira-pública AND
 função = outros AND
 renda = outros AND
 residência = outros AND
 experiência = sim

THEN peso = 35

RULE 3

IF identidade = carteira-identidade
 OR identidade = carteira-superior
 OR identidade = carteira-militar
 OR identidade = carteira-pública
 AND função = outros

AND renda = outros
AND residência = outros
AND experiência = não
AND spc = sim

THEN peso = 51

RULE 4

IF identidade = carteira-identidade
OR identidade = carteira-superior
OR identidade = carteira-militar
OR identidade = carteira-pública
AND função = outros
AND renda = outros
AND residência = outros
AND experiência = sim
AND spc = não

THEN peso = 55

RULE 5

IF identidade = carteira-identidade
OR identidade = carteira-superior
OR identidade = carteira-militar
OR identidade = carteira-pública
AND função = outros
AND renda = outros
AND residência = outros
AND experiência = não
AND spc = não

THEN peso = 51

RULE 6

IF identidade = outros
AND função = carteira-superior
OR função = carteira-militar
OR função = carteira-pública
AND renda = outros
AND residência = outros
AND experiência = sim
AND spc = sim

THEN peso = 29

RULE 7

IF identidade = outros
AND função = carteira-superior

OR função = carteira-militar
OR função = carteira-pública
AND renda = outros
AND residência = outros
AND experiência = não
AND spc = sim

THEN peso = 33

RULE 8

IF identidade = outros
AND função = carteira-superior
OR função = carteira-militar
OR função = carteira-pública
AND renda = outros
AND residência = outros
AND experiência = sim
AND spc = não

THEN peso = 49

RULE 9

IF identidade = outros
AND função = carteira-superior
OR função = carteira-militar
OR função = carteira-pública
AND renda = outros
AND residência = outros
AND experiência = não
AND spc = não

THEN peso = 45

RULE 10

IF identidade = outros
AND função = outros
AND renda = contra-cheque
OR renda = resumo-ir
AND residência = outros
AND experiência = sim
AND spc = sim

THEN peso = 27

RULE 11

IF identidade = outros
AND função = outros
AND renda = contra-cheque

OR renda = resumo-ir
AND residência = outros
AND experiência = sim
AND spc = não

THEN peso = 47

RULE 12

IF identidade = outros
AND função = outros
AND renda = contra-cheque
OR renda = resumo-ir
AND residência = outros
AND experiência = não
AND spc = sim

THEN peso = 23

RULE 13

IF identidade = outros
AND função = outros
AND renda = contra-cheque
OR renda = resumo-ir
AND residência = outros
AND experiência = não
AND spc = não

THEN peso = 43

RULE 14

IF identidade = outros
AND função = outros
AND renda = aluguel
OR renda = aplicação-500otn
AND residência = outros
AND experiência = sim
AND spc = sim

THEN peso = 21

RULE 15

IF identidade = outros
AND função = outros
AND renda = aluguel
OR renda = aplicação-500otn
AND residência = outros
AND experiência = sim
AND spc = não

THEN peso = 41

RULE 16

IF identidade = outros
AND função = outros
AND renda = aluguel
OR renda = aplicação-500otn
AND residência = outros
AND experiência = não
AND spc = sim

THEN peso = 17

RULE 17

IF identidade = outros
AND função = outros
AND renda = aluguel
OR renda = aplicação-500otn
AND residência = outros
AND experiência = não
AND spc = não

THEN peso = 37

RULE 18

IF identidade = outros
AND função = outros
AND renda = outros
AND residência = conta-água
OR residência = conta-telefone
OR residência = catálogo-telefone
OR residência = carnê-iptu
OR residência = escritura-registro
AND experiência = sim
AND spc = sim

THEN peso = 39

RULE 19

IF identidade = outros
AND função = outros
AND renda = outros
AND residência = conta-água
OR residência = conta-telefone
OR residência = catálogo-telefone
OR residência = carnê iptu
OR residência = escritura-registro
AND experiência = sim
AND spc = não

THEN peso = 59

Abstract

The present paper focuses the phases in the process of developing of expert systems including analysis of elements as knowledge engineer, user and expert.

The approach to knowledge acquisition aimed at buildup of the knowledge base in the area of credit analysis.

Uniterms:

- expert systems
- knowledge acquisition
- knowledge base

Referências Bibliográficas

- DUDA, R.O & SHORTCLIFF, E.H. Expert systems research. *Science*, 1983, p.220, 261-8.
- FEIGENBAUM, Edward. Themes and cases studies in knowledge engineering. In D. Michie (Org.). *Expert systems in the micro-electronic age*. Edinburgh Press, 1979.
- GONÇALVES, Carlos Alberto. *Aquisição e representação do conhecimento para sistemas especialistas*. São Paulo, 1986. (Tese Dout. Adm.) – Universidade de São Paulo, 433p.
- HARMON, Paulo & KING, David. *Artificial intelligence in business*. New York, John Willey & Sons, Inc., 1985.
- HOPPEN, Norberto & MAZZILLI, Cláudio. *Aquisição de conhecimentos em sistemas especialistas: proposições para uma metodologia*, Porto Alegre, 1988, mimeo.
- HOPPEN, Norberto. *L'implémentation des systemes interactifs d'aide a la decision dans les organisations complexes: vers une approche dynamique*. Grenoble, 1980. (Tese Dout. Adm.) – Université des Sciences Sociales de Grenoble, França, 285p.
- HOPPEN, Norberto. O enfoque dinâmico: um método para a implementação de Sistemas de Apoio à Decisão. *XIV Congresso Nacional de Informática, SUCESU, Anais*, São Paulo, outubro de 1981, p.275-81.
- NILSSON, N.J. *Problem solving method in artificial intelligence*. New York, McGraw-Hill, 1971.
- NILSSON, N.J. *Principles of artificial intelligence*. Palo Alto Califórnia, Tioga, 1980.
- RIBEIRO, Horácio da Cunha e Souza. *Introdução aos sistemas especialistas*. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1987.
- ROTH, Frederick et alii. *Building expert system*. London, Addison Wesley, 1983.
- SUSMAN, Gerald I. & EVERED, Roger D. An assessment for the scientific merits of action research. *Administrative Science Quarterly*, 1978, 23, p.582-602.
- SPRADLEY, J.P. *Participant observer*. New York, Holt, Rinehardt & Winston, 1980.
- TOLOVI, Jr., José & GRAJEW, Jakow. *A informática e a tomada de decisão na empresa: perspectivas para os anos de 80*. *Revista de Administração de Empresas*, 20(4):45-50 out./dez.1980.
- TRIST, Eric. Epilogue: action research and adaptative planning. In A. W. Clark (Org.). *Experimenting with organization life: the action research approach*. New York: plenum, 1973.
- VICCARI, Rosa Maria. *Sistema para instrução assistida por computador em inteligência artificial*. Porto Alegre, 1985. (Tese Mest. CI. Comp.) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 146p.
- WILKINGS, D.C., BUCHANAN, B.G. et alii. *Infering an expert's reasoning by watching*. Trabalho apresentado na Conferência de Máquinas e Sistemas Inteligentes, 1984.
- WEISS, Sholom M. & KULIKOWSKI, Casimir A. *A practical guide to designing expert systems*. New Jersey, Rowman & Allanheld, Publishers, 1984.

Recebido em novembro/88.