

**CONTEÚDO/CONTENTS****Artigos/Articles**

O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA INFORMATIZAÇÃO DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR ..... 7  
 STRATEGIC PLANNING OF INFORMATION RESOURCES IN INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION  
 EDUARDO OSCAR DE CAMPOS CHAVES E BRASÍLIO SOCALSCHI

A INFORMÁTICA E A GESTÃO CONTEMPORÂNEA ..... 25  
 THE INFORMATICS AND THE CONTEMPORARY MANAGEMENT  
 ALFREDO LUIZ ENS

NOVOS PARADIGMAS E APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL ..... 35  
 NEW PARADIGMS AND APPLICATIONS IN ARTIFICIAL INTELIGENCE  
 JUAN MANUEL ADAN COELLO

**Comunicações Institucionais/Institutional Communications**

MESTRADO EM INFORMÁTICA DA PUC-CAMPINAS: UMA EXPERIÊNCIA INÉDITA ..... 53  
 MAURÍCIO PRATES



**Revista do Instituto de Informática da PUC-Campinas. -**

Volume 5, n.1 (1997) - . Campinas:

Semestral

1. Informática-Periódico

**CDD 001.61**

**CDU 681.3**

**Revista do Instituto de Informática da PUCAMP**

**Publicação Semestral**

**Editor-Executivo:** Dr. Frank Herman Behrens

**Conselho Editorial:**

Profª Angela de M. Engelbrecht - Presidente  
Prof. José Oscar Fontanini de Carvalho - Vice-Presidente  
Drª Beatriz M. Daltrini (UNICAMP)  
Prof. Brasília Socalschi (PUC-Campinas)  
Prof. Carlos Miguel Tobar Toledo (PUC-Campinas)  
Dr. Edmundo R. M. Madeira (UNICAMP)  
Dr. Eduardo O. C. Chaves (UNICAMP/PUC-Campinas)  
Dr. Eleri Cardoso (UNICAMP)  
Dr. Éttore Bresciani Filho (PUC-Campinas)  
Dr. Eurípedes Guilherme de O. Nóbrega (PUC-Campinas)  
Dr. Fernando Gomide (UNICAMP)  
Dra. Geraldina Porto Witter (PUC-Campinas)  
Prof. Jarbas Lopes Cardoso Júnior (PUC-Campinas)  
Prof. João Luis Garcia Rosa (PUC-Campinas)  
Dr. José Eduardo Rodrigues de Sousa (PUC-Campinas)  
Dr. Juan Manuel Adan Coelho (PUC-Campinas)  
Dr. Manuel J. Mendes (UNICAMP/PUC-Campinas)  
Dr. Marcio Luiz de Andrade Netto (UNICAMP)  
Dr. Mario Jino (UNICAMP)  
Dr. Mario L. Cortes (TELEBRAS/UNICAMP)  
Dr. Maurício Magalhães (UNICAMP)  
Dr. Maurício Prates de Campos Filho (PUC-Campinas)  
Dr. Waldomiro P. D. C. Layolla (PUC-Campinas)

**Conselho Consultivo**

Dr. Frank Herman Behrens  
Prof. Ricardo Pannain  
Prof. Carlos Miguel Tobar Toledo  
Profª M. Cristina L. F. M. Aranha  
**Secretária Executiva**  
Marilda dos Reis Gomes

**Capa**

Máscara de circuito integrado cedida pela FCTI - Fundação Centro Tecnológico para Informática.

**Correspondência:**

A/C:  
Instituto de Informática - PUC-Campinas  
C. P. 317 - Campus I - Rod. D. Pedro I - Km 136 - CEP:13020-904 - Campinas - SP - FAX: (019) 756-7094  
E-mail: [informat@zeus.puccamp.br](mailto:informat@zeus.puccamp.br)  
ou [frank@zeus.puccamp.br](mailto:frank@zeus.puccamp.br)

A "Revista do Instituto de Informática" tem uma tiragem de 2000 exemplares. É distribuída gratuitamente às Universidades, Centros de Pesquisa, Órgãos Governamentais e Empresas que nos solicitam.

**Composição e Impressão**

Gráfica PUC-Campinas

---

ISSN 0104 - 4869

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS**

**INSTITUTO DE INFORMÁTICA**

**REVISTA DO INSTITUTO DE INFORMÁTICA  
DA PUC-Campinas**

Rev. Inst. Inform. PUC-Campinas

V. 5

n. 1

p. 1-60

janeiro/junho, 1997

---



---

## EDITORIAL

Neste número, a **Revista do Instituto de Informática** apresenta-se aos leitores sob uma nova organização. Estamos mantendo nossa tradição de apresentar artigos técnicos atuais, alguns dos quais em áreas onde a informática atua, principalmente, como ferramenta de auxílio.

É o caso do artigo "O Planejamento Estratégico da Informatização de Instituições de Ensino Superior", onde o autor enfoca o uso da "... *computação e das telecomunicações como arma estratégica na luta contra a concorrência*". Este é um fenômeno que atinge atualmente, e inclusive, as Instituições de Ensino Superior (IES), que estão tendo que se "... *acomodar numa abordagem de planejamento geral e coerente* ..." com suas peculiaridades próprias enquanto organizações. Trata-se de um tema de relevante importância nos tempos atuais, em que a Universidade tem que se adaptar a grandes mudanças organizacionais visando competir em mercados cada vez mais agressivos.

Apresentamos aos leitores, também, um artigo abordando "A Informática e a Gestão Contemporânea". Neste artigo, o autor apresenta e analisa a informática como "... *uma das principais causas da revisão e da transformação dos conceitos, estratégias, métodos e ambientes de gestão organizacional, ... enfatizando aspectos importantes da vida das empresas contemporâneas*".

A Inteligência Artificial é tema do terceiro artigo, "Novos Paradigmas e Aplicações da Inteligência Artificial", onde são discutidas "... *algumas técnicas e paradigmas na área de IA que tenham sido utilizadas com sucesso ou ofereçam grande potencial para construção de aplicações inovadoras*", tal como é o caso de agentes inteligentes.

Iniciando nossa nova organização editorial, apresentamos uma seção para divulgação das realizações do Instituto de Informática. Neste número, apresentamos um artigo que descreve os resultados da implantação do nosso Curso de Mestrado em Informática, com área de concentração em Gerenciamento de Sistemas de Informação, que completará em Agosto de 1997 cinco anos de atividades. Este curso resultou, até o momento, na apresentação de 19 dissertações, cujos temas estão relacionados por ordem cronológica de defesa e disponíveis aos interessados via Internet.

Doravante, a seção do Instituto de Informática irá apresentar os trabalhos acadêmicos e educacionais mais significativos da instituição como um todo, do corpo docente e do corpo discente de pós-graduação e graduação, projetos de pesquisa em andamento, ações inter-institucionais, divulgação de eventos, ou seja, o melhor de nossas idéias e produção técnico-pedagógicas, de modo que nosso leitor possa conhecer e eventualmente conosco colaborar.

Finalmente, agradecemos a confiança e a colaboração de todos os participantes do Conselho Editorial e do Conselho Consultivo, bem como daqueles que direta ou indiretamente auxiliaram-nos na tarefa de concretizar mais um número desta publicação.

Esperamos cada vez mais apresentar à comunidade profissional e acadêmica um veículo útil à disseminação do conhecimento nesta área de crescimento tão vertiginoso que é a Informática.

**Frank Behrens**  
Editor-executivo

---



---

## CONTEÚDO/CONTENTS

### Artigos/Articles

O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA INFORMATIZAÇÃO DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR ..... 7  
STRATEGIC PLANNING OF INFORMATION RESOURCES IN INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION  
*EDUARDO OSCAR DE CAMPOS CHAVES E BRÁSILIO SOCALSCHI*

A INFORMÁTICA E A GESTÃO CONTEMPORÂNEA ..... 25  
THE INFORMATICS AND THE CONTEMPORARY MANAGEMENT  
*ALFREDO LUIZ ENS*

NOVOS PARADIGMAS E APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL ..... 35  
NEW PARADIGMS AND APPLICATIONS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE  
*JUAN MANUEL ADAN COELLO*

### Comunicações Institucionais/Institutional Communications

MESTRADO EM INFORMÁTICA DA PUC-CAMPINAS: UMA EXPERIÊNCIA INÉDITA ..... 53  
*MAURÍCIO PRATES*

---



---

# O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA INFORMATIZAÇÃO DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR\*

## STRATEGIC PLANNING OF INFORMATION RESOURCES IN INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION

Eduardo O. C. CHAVES\*\*  
Brasília SOCALSCHI\*\*

### RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar uma nova abordagem para o Planejamento Estratégico da Informatização (PEI) – aqui entendida como o uso da computação e das telecomunicações - em Instituições de Ensino Superior (IES). Em decorrência da evolução da informática, as organizações estão usando a computação e as telecomunicações como arma estratégica na luta contra a concorrência. As IES têm uma posição peculiar nesse contexto, pois lidam com a educação - com o processo de produção (pesquisa), disseminação (ensino) e aplicação (extensão) do conhecimento. Por causa disso, elas têm que submeter o uso dos recursos de informática às condições de limitação dessas atividades e de sua própria administração, e têm que se acomodar numa abordagem de planejamento geral e coerente - razão de ser da produção deste trabalho.

**Palavras-Chave:** Sistemas de Informação; Tecnologia de Informação; Planejamento Estratégico; Informática na Educação.

### ABSTRACT

The objective of this work is to present a new approach to the Strategic Planning of Information Resources - here understood as the strategic use of computing and telecommunications resources - in Institutions of Higher Education. As a result of the evolution of technological resources, organizations are using them as strategic weapons in the fight against competition. Institutions of Higher Education are rather peculiar in this context, since they deal with education - that is, with the processes of producing (research), disseminating (teaching) and applying (extension) knowledge. Because of this, they have to try to subsume under one general coherent approach the use of information resources in those activities and in their own administration - reason why this work was produced.

**Key Words:** Information System, Information Technology; Strategic Planning; Computers in Education

---

(\*) Este artigo é baseado na dissertação de Mestrado desenvolvida por Brasília Socalschi com a orientação de Eduardo O. C. Chaves. Esta dissertação foi apresentada ao Instituto de Informática da PUC-Campinas em 16 de Dezembro de 1996 e aprovada pela Comissão Julgadora nesta mesma data.

(\*\*) Professor do Instituto de Informática da PUC-Campinas.

(\*\*\*) Professor Titular da Faculdade de Educação da UNICAMP e do Instituto de Informática da PUC-Campinas.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Mudanças de Paradigmas nas Organizações

Está ocorrendo uma profunda mudança de paradigma nas organizações. Entende-se por paradigma a maneira de ver e conceber alguma coisa; os esquemas gerais utilizados para entender a realidade (TAPSCOTT E CASTON, 1995). Isso quer dizer que as organizações estão se vendo e se concebendo de maneira diferente; estão entendendo a si próprias e a realidade que as cerca de maneira diversa daquela adotada até há bem pouco tempo.

Há razoável consenso de que a Tecnologia de Informação (TI) - compreendendo as tecnologias de computação e telecomunicações, que também vem sofrendo profundas e abrangentes mudanças -, tem desempenhado um papel crucial nessa mudança de paradigmas, ajudando a causá-lo mas, ao mesmo tempo, sendo afetada por ela.

TAPSCOTT E CASTON (1995) demonstraram que a mudança de paradigma nas organizações foi impulsionada pelas exigências de novos ambientes empresariais, em que a concorrência é global e bem mais acirrada do que antigamente, mas também deixaram claro que esses novos ambientes empresariais dificilmente teriam surgido se não fossem as profundas mudanças ocorridas na informática - na computação e nas telecomunicações. Essas mudanças, por seu turno, foram aceleradas, em parte, pela pressão dos novos ambientes de negócios (quaisquer transações institucionais de fornecimento de produtos ou prestação de serviços, físicos, tecnológicos ou intelectuais) que elas iam tornando possíveis.

No entanto, a TI não foi a única responsável pela mudança de paradigma nas organizações. Quatro fatores, que sempre interagiram reciprocamente, tiveram impacto sobre ela e ajudaram a produzi-la:

1. Uma nova ordem mundial, caracterizada pela abertura política, desconcentração de poder, interligação de centros de decisão e pólos de influência em número cada vez maior, mas de constituição relativamente flexível, facilidade de transporte e especialmente de comunicação (que é instantânea), cuja configuração final ainda não está definida.

2. Um novo ambiente empresarial, caracterizado pela globalização da economia de mercado, pela inovação tecnológica, pela concorrência acirrada, pela rapidez em que novos produtos são lançados no mercado e se tornam obsoletos, e pelo crescimento da importância do setor de serviços, que tem descaracterizado os mercados e as economias de cunho nacional e regional.
3. Um novo modelo de organização, fundamentada na informação e no conhecimento, aberta, ágil e flexível, pronta a estabelecer parcerias e coligações com outras empresas e a criar corporações virtuais, com estrutura organizacional mais simplificada e "achata-da", e com ênfase na simplificação e racionalização dos processos de trabalho.
4. Uma nova tecnologia de informação, centrada em equipamentos de alta potência mas de porte e custo reduzido, interligados em rede, com interfaces e programas "amigáveis" (de fácil utilização), distribuídos por toda a organização, que permite a descentralização do acesso à informação, o compartilhamento do conhecimento, a simplificação do processo decisório, sem perda do seu controle, a comunicação em todos os níveis e todas as direções, e a integração de sistemas envolvendo números, textos, gráficos, sons e imagens.

À medida que as organizações vão se transformando para fazer face a essa nova realidade, é forçoso concluir que planejar a área de TI não pode mais se reduzir a preparar um plano diretor de sistemas. A TI é, hoje, parte integrante e indissociável da nova ordem mundial, do novo ambiente empresarial e do novo modelo de organização. Como tal, a TI não pode ser planejada à parte, como um subproduto do planejamento dos negócios; ela tem que ser planejada de maneira totalmente integrada com o planejamento estratégico da organização, que também não mais se concebe sem a TI.

Grande parte das organizações já vem percebendo isso há algum tempo. As que se demoram em perceber, freqüentemente pagam um alto preço pelo descuido, não raro, o preço de sua própria sobrevivência. Na área da educação, entretanto, as instituições não têm se modificado com a mesma rapidez.

Nem mesmo as instituições de terceiro grau privadas têm sido suficientemente ágeis nesse processo, elas que deveriam estar mais em sintonia com o que ocorre no mercado, por também serem, de certa forma, empresas, mesmo que sem fins lucrativos, e porque é dentro delas que, muitas vezes, têm surgido e se disseminado as principais idéias que têm ajudado a definir essas mudanças.

O presente trabalho tem por objetivo discutir essas questões, com foco no processo de informatização das instituições de ensino superior.

## 2. O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA INFORMATIZAÇÃO - PEI

### 2.1. A questão da Informação e dos Sistemas de Informação e de Comunicação

O PEI pressupõe domínio dos conceitos sobre estes temas em toda a sua amplitude. Da informação com o sentido de dar ou tomar conhecimento através de um meio (linguagem) reconhecível (EPSTEIN, 1988), indissolúvelmente associado com seu processo de comunicação (veículo e canal) e com a sua densidade variável - que agrega conteúdo informacional - em função desses mesmos fatores (CHAVES, 1993). Também, a sua relação com "dados" - brutos e sem contextualização (O'BRIEN, 1993 e MCGEE e PRUSAK, 1995) - com sua natureza multiforme, muito além de números e textos, com as suas várias fontes de obtenção, e com o processo de geração contextual e agregativa do conhecimento (CHAVES, 1993 e MCGEE e PRUSAK, 1995), além do seu tratamento como recurso organizacional (BURK, 1988 e TOM, 1991).

Os conceitos de sistemas da Cibernética (WIENER, 1984) e da Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1975); de Sistemas de Informação Administrativa (CHURCHMAN, 1971); dos SI mais voltados para a Informática com suas características de obter, armazenar e processar informações; transmiti-las aos interessados, faze-las circular; enfim, colocá-las à disposição para uso atual ou futuro. Para tanto, os SI são compostos por: dados (informação), memória, TI - equipamentos ("*hardware*") e programas ("*software*") - recursos humanos e práticas de trabalho, estas, fazendo a interface entre estes com-

ponentes e os objetivos do sistema (O'BRIEN, 1993 e CAMPOS FILHO, 1994), recebendo influência e influenciando o ambiente onde atuam (SOCALSKI, 1993).

Os conceitos dos sistemas de comunicação, sejam os tradicionais (verbais, telefônicos, fax, etc.) sejam eles envolvendo as modernas centrais telefônicas digitais e as redes de computadores e microcomputadores, particulares e públicas, que automatizam e agilizam este processo.

### 2.2 A Evolução dos Conceitos Sobre o Planejamento Estratégico das Organizações

Os conceitos sobre planejamento estratégico das organizações - que envolvem, modernamente, a sua informatização - surgiram em meados da década de 60 e adquiriram popularidade na década de 70 (EXAME, 1983: 34-39), considerando três aspectos fundamentais:

1. As várias atividades de uma empresa deveriam ser compreendidas e divididas em Unidades Estratégicas de Negócios, para as quais fossem identificados, com precisão: produtos e serviços oferecidos, mercados e clientes, concorrentes, forma de atuação e diferenciação, etc.;
2. A análise e a busca da curva de experiência - a inter-relação entre a competência em fornecer um serviço ou fabricar um produto - e a participação de mercado, sugerindo que, quanto maior essa participação, maiores as possibilidades de reduzir custos, permitindo, assim, a conquista de uma posição privilegiada em termos de rentabilidade;
3. A análise e a utilização da matriz de participação/crescimento de mercado, oferecendo aos dirigentes a capacidade de decidir os rumos da alocação de recursos entre as Unidades Estratégicas de Negócio, com o objetivo de conseguir maior participação de mercado e, com isso, melhores resultados econômico-financeiros.

A partir desses conceitos surgiram outras considerações, de caráter complementar e evolutivo, que devem ser observadas no processo de planejamento estratégico da organização e da sua informatização:

- a) A necessidade de criar e sustentar “vantagem competitiva” em relação aos concorrentes, no ciclo de oferta, geração e produção dos serviços e produtos (PORTER, 1989), bem como de estabelecer a “estratégia competitiva” (PORTER, 1991) através da combinação dos fins (metas) e dos meios (políticas), considerando para tanto: a) fatores internos: pontos fortes, pontos fracos, valores institucionais e pessoais, etc.; b) fatores externos: ameaças e oportunidades da concorrência e expectativas mais amplas da sociedade (OLIVEIRA, 1986).
- b) Cada vez mais, “agregar valor aos produtos e serviços”, considerando que as organizações serão cada vez mais virtuais, no sentido das interfaces permeáveis e em constante mudança (PETERS, 1993).
- c) Desenvolver suas “competências corporativas essenciais” (“*core competencies*”) - conjunto de habilidades e tecnologias, integrando três estágios: “liderança intelectual”, que possibilita “diferenciação entre os concorrentes” e “capacidade de expansão” - que devem ter origem nas médias gerências e não somente na alta administração, para gerar efetivas vantagens competitivas e buscar, com isso, revitalizar o setor onde atuam. (HAMEL e PRAHALAD, 1995).
- d) O processo de planejamento estratégico deve ser crescentemente descentralizado para se integrar com o planejamento tático e operacional (PARSON e CULLIGAN, 1987), envolvendo todas as pessoas no empreendimento para, como co-autoras e co-responsáveis, passarem a ter um interesse efetivo em fazer com que o plano tenha êxito (SLOMA, 1984).

### 2.3. A Evolução do Planejamento da Informática nas Organizações

As metodologias e abordagens dos tradicionais Planos Diretores de Informática - PDI, predominantes na década de 70 e no início da década de 80, propõem (conceitualmente) o seu desenvolvimento na visão hierárquica descendente (“*Top-Down*”), para tentar atender as necessidades de negócios, baseados no

“*Portfolio*” de Aplicações (“*Application Portfolio*”). Historicamente, porém, na prática, a maioria das abordagens têm sido usadas “de-baixo-para-cima” (“*Bottom-Up*”), fragmentadas, com toda a sua ênfase voltada para o assentamento das TI e dos SI para os níveis operacional e gerencial, em vez de atender às demandas de informações e sistemas para os negócios (WARD; GRIFFITHS e WHITMORE, 1990).

De meados da década de 80 até o início dos anos 90 ficou caracterizada a etapa de sistemas de informações estratégicas, a terceira era dos SI. Ela deu início à etapa de transição para a nova visão do planejamento integrado de SI, computação e telecomunicações, mais compatível com a mudança de paradigma apresentada anteriormente, porém ainda não consolidada em termos de metodologia de planejamento.

A subversão da ordem seqüencial de implantação dos PDI começou a ocorrer, também, quando a microinformática e as redes de microcomputadores possibilitaram o processamento de dados diretamente pelos usuários finais e a circulação dos dados entre eles - por sua própria demanda, para aumentar sua autonomia -, gerando, assim, SI paralelos aos oficiais e formais. Esses fatos, naquela época, foram ignorados, ou relegados ao segundo plano pela maioria dos gerentes de CPD para efeito dos seus (re)planejamentos.

As duas razões atuais para as organizações adotarem abordagens mais eficazes para esse planejamento são evidentes: 1. muitos dos investimentos falharam (ou não contribuíram diretamente) em liberar benefícios para atingir os objetivos dos negócios e não geraram agregação de valor; 2. porém, em diversas organizações inovadoras, o uso dessas tecnologias tem se mostrado de importância estratégica para conseguir uma significativa vantagem competitiva (WARD; GRIFFITHS e WHITMORE, 1990:xi-xii e EXAME, INFORMÁTICA, 1997). Essa última razão explica o desconhecimento público de métodos mais eficazes de planejamento. Nenhuma organização expõe sua experiência integral e seqüencialmente, pois isso significaria declarar para a concorrência quais foram os seus métodos de sucesso.

### 2.4. O Novo Paradigma do PEI

O novo paradigma do PEI implica em considerar todos os conceitos e desafios apresentados até este

ponto, com o cuidado adicional de evitar os riscos das TI serem disseminadas onde seu uso for mais fácil - em função da natureza do trabalho e da tecnologia disponível - ou onde houver maior pressão de demanda (CHAVES, 1993).

Como decorrência, o planejamento e o gerenciamento de TI, que até agora estavam centralizados numa só gerência - os antigos CPD - deverão passar a ser de responsabilidade, também, das gerências de linha, exigindo novas formas de gerenciamento e de parcerias híbridas. De um lado, a nova função de gerenciamento de TI passa a ter como atribuições: a) pesquisar e disseminar novas TI que contribuam para agregar valor aos processos físicos, administrativos e decisórios e como fator de diferenciação competitiva de mercado; b) integrar as TI em uso; c) manter a infra-estrutura para seu funcionamento; d) promover um ambiente híbrido para interfaces e parcerias de cooperação mútua com as gerências de linha (operacionais, das áreas de negócio). De outro lado, as gerências de linha devem incorporar às suas funções: a) participar do planejamento (determinação, seleção e decisão) sobre as TI, com aquela mesma visão de sua utilização; b) gerenciar o seu uso; c) estabelecer medidas de valor e acompanhamento dos resultados desse uso; d) promover um ambiente híbrido para interfaces e parcerias de cooperação mútua com a gerência de TI (DIXON e DARWIN, 1989).

### 3. AS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR - IES

A missão das IES - no sentido amplo da sua "razão de ser" (BERNARDES, 1988:96-98) - é a Educação, com os propósitos de Ensino (e aprendizado), Pesquisa e Extensão.

O **ensino e a pesquisa**, são os dois principais propósitos das IES e, por isso, devem ser considerados como funções estratégicas - tanto do ponto de vista puramente convencional de cada uma destas atividades, separadamente, como do seu indissolúvel apoio mútuo, pois, numa IES, a pesquisa é justificada pela necessidade de manter o ensino atualizado e relevante.

A **extensão** deve ser entendida sob vários ângulos complementares: 1. na interação ampla e direta com a sociedade, para disseminação dos conheci-

mentos; 2. como contribuição para a evolução do conhecimento e para a interação com o ensino e a pesquisa; 3. na prestação de serviços, como complementação curricular dos alunos, com o apoio e/ou a atuação direta dos docentes; 4. como uma forma de incentivo à participação de ambos neste processo cíclico.

#### 3.1. A estrutura organizacional das IES

Para cumprir a missão das IES, as pessoas que a compõem constituem uma estrutura, pela divisão sucessiva de suas funções e dos seus processos (um conjunto de tarefas, ou atividades) e da sua atribuição a distintas pessoas especializadas (BERNARDES, 1988), constituindo os "departamentos", as diversas unidades organizacionais, formais, de autoridade e relacionamentos.

Essa estrutura organizacional formal, porém, não deve ser confundida com a estrutura organizacional informal, as redes de relações sociais que surgem da interação das pessoas e se desenvolvem espontaneamente ou por conveniências, afinidades e interesses comuns, exercendo influência direta (positiva ou negativa) na estrutura formal e no funcionamento da organização (SOCALSCHI et al., 1997).

A estrutura organizacional das IES apresenta duas vertentes de segmentação, a exemplo das demais organizações: 1. No sentido **vertical**, com a clássica e tradicional subdivisão em níveis hierárquicos: o estratégico (correspondente à Administração Superior), o tático (correspondente à média gerência) e o operacional (correspondente ao nível de execução, propriamente dito); 2. No sentido **horizontal**, pela divisão das suas atividades em dois grandes grupos de funções: aquelas relacionadas diretamente com a missão e os propósitos (as funções-fim), que chamaremos de **componente acadêmico**, e aquelas que provêm a infra-estrutura de apoio (as funções-meio), que chamaremos de **componente administrativo**.

A Administração Superior tem duas principais funções ou objetivos: 1. conduzir e coordenar o Planejamento Estratégico da IES (Projeto Pedagógico) como um todo, que se concretiza na escolha das prioridades dos propósitos (e em que medida e extensão) e nas estratégias para sua condução e integração,

para nortear as decisões e ações da Administração Intermediária e do Nível Operacional; 2. elaborar o planejamento estratégico, tático e operacional das funções que lhe são diretamente subordinadas. Nas IES, a Administração Superior normalmente é composta pelo Órgão Mantenedor, Público ou Privado, Conselhos Colegiados superiores (nos quais a Administração Intermediária tem participação), e pela Reitoria, como órgão executivo, com sua divisão de atribuições entre as Vice-Reitorias, Pró-Reitorias, Coordenadorias, etc.

As principais funções e objetivos da Administração Intermediária, particularmente aquelas do componente acadêmico, são o planejamento e o gerenciamento (estratégico, tático e operacional) das atividades das unidades que lhes são subordinadas.

O **componente acadêmico** congrega as atividades diretamente relacionadas com o Ensino, a Pesquisa e a Extensão compreendendo: a) Institutos, Faculdades, Núcleos, Centros de Pesquisa, etc.; b) Unidades ou Órgãos complementares, como Centros de Cultura e Arte, Museus, Orquestras, Corais; c) Eventualmente, escolas e colégios de 1º e 2º grau e outras entidades ligadas às IES

O **componente administrativo** congrega o conjunto de funções-meio da administração convencional, geral da IES e de cada uma das Unidades Operacionais de apoio, entre as quais destacam-se algumas atividades "*sui generis*" da administração acadêmica. Compreendem o gerenciamento das informações sobre: a) os alunos; b) os cursos e disciplinas; c) os docentes e pesquisadores; d) o acervo geral das bibliotecas; e) outros tipos de registros e históricos relativos aos propósitos das IES. Estas são exercidas por órgãos específicos, por necessidade de centralização dessas informações e das suas diretrizes de atuação, para garantir integridade de gestão e de controle, mesmo que uma parte dessas atividades seja delegada às Unidades Acadêmicas.

### 3.2. O Papel Integrador da Administração Superior e Intermediária

O papel integrador desses dois níveis organizacionais compreende o estabelecimento de políticas e diretrizes que orientam as ações e incentivam (ou inibem) mudanças abrangendo: 1. a preservação da liberdade acadêmica envolvendo a escolha

das prioridades entre os propósitos, as estratégias e as políticas de cada Unidade do componente acadêmico (seus Projetos Pedagógicos), e a relativa liberdade dos docentes na condução das suas atividades 2. o direcionamento desses projetos para uma razoável sintonia com o Projeto Pedagógico da IES, de modo a constituir uma base coerente de ações operacionais e propiciar a criteriosa seleção de prioridades de investimentos, evitando casuísmos decisórios; 3. a integração e a sintonia de ação dos órgãos do componente administrativo com o componente acadêmico, tanto no sentido vertical quanto no sentido horizontal.

### 3.3. Semelhanças e Diferenças entre as IES e Outros Tipos de Organização

As organizações em geral geram produtos ou fornecem serviços de utilização e consumo normalmente imediatos. As IES, ao contrário, geram um resultado substancialmente diferente, o conhecimento, de difícil mensuração quantitativa e qualitativa, na medida em que tem como objetivo a formação integral, crítica e analítica do ser humano, associada à qualidade de vida, individual, social, ecológica, etc. Isso não significa que as demais organizações não gerem conhecimento. Pelo contrário, elas estão se tornando, cada vez, "organizações de aprendizagem" (SENGE, 1990), incorporando conhecimentos aos seus processos internos e interdepartamentais, na ótica da "empresa aprendiz" (McGEE e PRUSAK, 1995), uma tarefa vital para sua competição eficaz na "sociedade do conhecimento".

A diferenciação distintiva e marcante entre ambas é a própria ética da disseminação dos conhecimentos científicos e tecnológicos. Nas IES o conhecimento (em toda a sua amplitude) é naturalmente disseminado - pelo menos conceitualmente - por todos e entre todos, inclusive na comunidade externa. Nas demais organizações, ao contrário, ele é preservado como "competências essenciais" e, por isso, mantido como segredo fundamental da organização, tornando-se um componente da sua cultura organizacional, e parte da sua estratégia de diferenciação face à concorrência. Algumas organizações, particularmente as detentoras do domínio das "tecnologias-de-ponta", disseminam seu conhecimento de maneira básica e superficial, anunciando suas

inovações como uma forma de “propaganda” desse conhecimento e da sua competência essencial.

Nas demais organizações, a interdependência das atividades de suas unidades é muito maior, para alcançar os objetivos dos propósitos de sua missão, considerando a cadeia de agregação seqüencial dos processos de seus serviços e produtos. Nas IES a autonomia de atuação é mais ampla, pois essa agregação ocorre no âmbito dos cursos, normalmente, no interior de cada uma das suas Unidades Acadêmicas.

Nas demais organizações, os clientes normalmente estão e são atendidos fora dela, enquanto que, nas IES, o fato dos alunos estarem dentro dela, por um período de tempo relativamente longo, acarreta um relacionamento singular, que exige maneiras também singulares de gerencia-lo. Essa realidade permanece inalterada, mesmo considerando as propostas mais ousadas do chamado “ensino à distância”, com drástica redução nas aulas presenciais. Nos dois casos, os resultados globais e efetivos - a “satisfação dos clientes”, no jargão empresarial - somente aparecem no médio e longo prazo, na vida profissional dos alunos, como reflexo do seu aprendizado.

Dois outros fatores de diferenciação podem ainda ser citados como relevantes: 1. a escolha dos dirigentes (especialmente nas IES públicas, e em alguns níveis de algumas particulares) é conduzida normalmente de maneira eleitoral e não com base na competência gerencial; 2. a temporariedade de gestão com mandatos pré-determinados - curtos em relação à longevidade organizacional - e não com base em fatores de avaliação continuada de desempenho.

#### **4. A INFORMATIZAÇÃO DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR**

A utilização da Informática nas IES deixou de ser um mero modismo. Tornou-se uma necessidade devido à profusão de possibilidades de sua utilização em praticamente todas as atividades administrativas e, principalmente acadêmicas, podendo representar um significativo avanço no seu desempenho e na sua qualidade, como um componente da sua estratégia de diferenciação qualitativa e quantitativa.

#### **4.1 Sistemas de Informação para as IES**

A exemplo das demais organizações, as IES suprem suas necessidades de informação através de quatro grupos de diversas categorias de SI e de ferramentas, como está demonstrado na TABELA 1 a seguir. As “células” assinaladas com a letra “T” correspondem às aplicações **Típicas**, uma identidade plena entre as características da categoria de SI em relação às atividades da área organizacional; as assinalações com a letra “E” correspondem às aplicações **Eventuais**, significando que a categoria é aplicável às atividades da área, em determinadas condições.

#### **4.2. Sistemas de Informação para o Componente Administrativo**

Os SI que dão apoio à essas atividades são os convencionais e tradicionais, em todos os níveis organizacionais, cabendo destaque para os Sistemas de Apoio Estratégico. Eles ampliam o conceito tradicional dos Sistemas de Informações Estratégicas, voltados para a Alta Administração, pois apoiam, também, as tarefas cotidianas do nível operacional que estão relacionadas com os propósitos da missão - para atender os “clientes” como fator diferenciador de vantagem competitiva,.

#### **4.3. Sistemas de Informação e Ferramentas para o Componente Acadêmico**

Esta categoria exerce uma função estratégica para apoiar a consecução dos propósitos das IES - através das suas Unidades Acadêmicas, as áreas estratégicas de negócio - merecendo, por isso, uma conceituação mais abrangente de suas características e usos.

##### **4.3.1. A Utilização e os Papéis da Informática na Educação**

A utilização da Informática para propósitos educacionais envolve questões e considerações de profundo alcance social, que exigem debates e deliberações institucionais e organizacionais que permitam traçar os rumos pretendidos com essa utilização.

Por extrapolar os objetivos desse trabalho, não abordaremos as questões sociais polêmicas debitadas ao uso da informática e da automação. De um lado, os argumentos negativos de aumento do desemprego tecnológico, a possível ampliação dos desníveis sócio-econômico regionais, nacionais e internacionais, as doenças potenciais, genericamente denominadas LER - Lesões por Esforço Repetitivo, como as inflamações dos tendões do pulso. De outro lado, os argumentos positivos, como redução de esforços individuais, aumento de produtividade para uma distribuição social mais justa, melhoria das condições e da qualidade de vida, etc.

As IES enquanto formadoras de opinião e disseminadoras do uso das tecnologias, têm uma grande responsabilidade nos rumos e nas estratégias a serem adotadas para o uso da informática. Em função disso, o planejamento estratégico e operacional desse uso deve considerar esses fatos, ao lado dos demais citados anteriormente, para decidir de que maneiras a informática pode ser utilizada nas pesquisas, na extensão e, principalmente, no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos curriculares.

**TABELA 1** - Categorias de SI e suas aplicações nas IES

Categorias e tipos de SI	Áreas de aplicação	Acadêmico				
		Administrativo		Acadêmico		
		Tradicional	"Sui generis"	Ensino	Pesquisa	Extensão
<b>De Apoio Operacional</b>						
Processamento Transacional		T	T	E	E	E
Controle de Processos		T	T	E	E	E
Automação de Escritórios		T	T	E	E	E
<b>De Apoio Gerencial</b>						
Informações Gerenciais		T	T	E	E	E
De Apoio à Decisão		T	T	E	E	E
Para Executivos		T	T	E	E	E
<b>De Apoio ao Desempenho</b>						
De Apoio Estratégico		T	T	E	E	E
Baseados em Conhecimentos		E	E	T	T	E
Computação Colaborativa		T	T	T	T	E
Intercâmbio Eletrônico		T	E	T	T	E
Computação para o Usuário Final		T	T	E	T	T
<b>De Apoio ao Ensino e à Pesquisa</b>						
De Apoio ao Ensino		E	E	T	E	E
De Apoio à Aprendizagem		E	E	T	T	E
Acesso à Informação		E	E	T	T	E

Diversos aspectos relativos às críticas e às defesas do uso do computador na educação são discutidos e avaliados por CHAVES e SETZER (1988),

ambos concordando que este fato é irreversível, e que várias dificuldades precisam ser superadas. VALENTE (1993:5-6) argumenta que o computador

passa a ser “uma nova mídia educacional: ... uma ferramenta de complementação, de aperfeiçoamento e de possível mudança na qualidade do ensino”, e que “o computador deve propiciar as condições para os estudantes exercitarem a capacidade de procurar e selecionar informação, resolver problemas e aprender independentemente.”

Há duas principais modalidades desse uso, em função dos papéis educacionais que elas assumem, porém, é necessário não perder de vista que ambas vão continuar coexistindo, cada uma delas com suas vantagens, desvantagens e características próprias, que, inclusive, podem ser complementares:

- De **apoio ao ensino** - uma “máquina de ensinar” - através da instrução programada, como uma versão computadorizada dos métodos e meios tradicionais. Após o ensino de um determinado assunto, normalmente são apresentadas questões com respostas na forma de múltipla escolha, ou com lacunas a serem preenchidas (CHAVES e SETZER, 1988). Segundo VALENTE (1993), esses programas podem ser classificados como tutoriais, de memorização e de exercício-e-prática, embora “a linha divisória entre alguns deles é, às vezes, muito tênue”, como argumentam CHAVES e SETZER (1988:45).
- De **apoio à aprendizagem** - uma “ferramenta de aprender” - que permite ao aluno representar suas idéias, resolver problemas ou realizar tarefas específicas, gerar modelos e simular a realidade e comunicar-se. Compreendem, entre os principais: a) os jogos educacionais, de exploração auto-dirigida ao invés da instrução explícita e direta; b) os programas de simulação - que pretendem imitar um sistema real ou imaginário representando os processos analíticos, construtivos e decisórios - pré-formatados ou que permitem elaboração pelo próprio aluno; c) programas aplicativos genéricos, tipicamente aqueles de Apoio ao Desempenho, como um excelente recurso para preparar os alunos para suas vidas profissionais (CHAVES e SETZER, 1988).

A questão mais séria a se considerar quanto ao uso da informática no ensino refere-se ao desafio da sua condução e a sua adequação aos propósitos

educacionais, que competem aos próprios educadores. Por isso, tem relação direta com os seus planos de capacitação, como um desafio para nós e para as IES: se nós não o fizermos outros, menos capacitados, o farão.

Os autores DRYDEN e VOS (1996) comentam que as demandas em sistemas educacionais são fenomenais, argumentando que essa situação está vinculada à superação dos métodos educacionais atuais, desenvolvidos para atender a estrutura da sociedade industrial, que está mudando a passos largos, exigindo, assim, mudanças radicais de paradigmas. Entre eles destacam-se: 1. repensar o papel das comunicações eletrônicas, em rede interativa e instantânea; 2. todos são (ou serão brevemente) hábeis em computação; 3. aprender a aprender, e a pensar, devem fazer parte da agenda de todos; 4. redefinir os melhores locais de ensino, não apenas a escola e a sala de aula; 5. atender ao estilo de aprendizagem individual, o que exige tecnologia avançada e flexível.

Nessa mesma linha de raciocínio, SCHANK (1996) comenta a necessidade (e a absoluta falta) de programas (“software”) educativos, que permitam aos alunos aprender fazendo - a melhor forma de aprendizado, segundo o autor - através de um microcomputador, com simulações interativas, multimídia e individualmente, de modo que a curiosidade seja o “motor” do seu aprendizado (“*just-in-time*”). Sob este enfoque não temos dúvida em afirmar o significativo papel que a hipermídia (programas com capacidade de “navegação” por textos, sons e imagens) pode desempenhar como meio de apresentação de conteúdos programáticos, estruturados em rede de conexões de informação - possibilitando a “construção” do conhecimento - em substituição aos tradicionais conteúdos estruturados hierarquicamente. Esta forma conexionista de aprendizado é apresentada por DRIDEN E VOS (1996) como uma das revoluções do aprendizado, através dos “mapas mentais” propostos por Nancy Margules.

Um aspecto relevante relacionado com este uso diz respeito à adequação dos Projetos Pedagógicos à esta nova realidade, levando em consideração os objetivos educacionais a serem alcançados e que modalidades e níveis de contribuição podem ser

conseguidos, à luz de todos os fatores envolvidos. Trata-se, portanto, de explorar essa tecnologia de maneira adequada, colocando-a a serviço da educação, como mais um meio auxiliar para o docente e não como seu substituto. Cabe ao docente, em primeiro lugar, analisar, planejar e decidir como usar esta tecnologia em benefício do aprendiz e, em segundo lugar, monitorar o ensino com o auxílio dessa tecnologia. Com isso o docente passa a ser o facilitador do aprendiz – ensinando o aluno a aprender a aprender, orientando o aprendiz e esclarecendo dúvidas, de modo presencial (fisicamente), ou através das aulas eletrônicas (locais ou remotas) e das vídeo-conferências. O docente não pode, simplesmente, ser excluído ou abdicar desta prerrogativa e responsabilidade, com todos seus reflexos e alcance pedagógico. (FORESTI, 1997 e MORAN, 1997)

#### 4.3.2. SI e Ferramentas de Apoio à Pesquisa

A pesquisa, com o seu desafio de integração com o ensino e a extensão, e em função da área de conhecimento, dos métodos e dos recursos empregados, pode utilizar quaisquer das aplicações pertencentes às demais categorias, particularmente os programas de apoio ao ensino e a aprendizagem, ou depender de programas específicos, desenvolvidos para casos particulares.

#### 4.3.3. SI e Ferramentas de Apoio à Extensão

Como os tipos de extensão podem ser de qualquer natureza, abrangência e intensidade, associada às áreas de conhecimento da IES, as aplicações que lhes provêm apoio podem ser quaisquer daquelas categorias constantes na TABELA 1. Embora citadas como Eventuais, a partir da sua adoção para uma utilização específica, elas passam a ser consideradas como Típicas para aquela aplicação em particular.

#### 4.4. O Sistema de Comunicação das IES

A importância da comunicação para os SI das IES foi evidenciada na pesquisa de McDONALD; WOOD e BEHLING (1994) realizada no início dos

anos de 1990 em trinta e três IES da Inglaterra: as atividades essenciais de ensino e pesquisa exigem, prioritariamente, o “campus” moderno, informatizado. As principais preocupações de planejamento da tecnologia educacional incluem as redes de comunicação de computadores; a disponibilidade de novos produtos - para coletar, processar e disseminar informações; a segurança (de acesso e de integridade das informações) e a automação de bibliotecas.

A possibilidade de busca seletiva e concatenada, a crescente disponibilidade de informação, os grupos de estudos e de discussão tornaram a comunicação (interativa e multimídia) a mola mestra da segunda revolução do conhecimento (como uma nova mídia para a sua construção), depois do livro. Com essa realidade, e através dela, a informação está se tornando cada vez mais digital – no sentido da crescente conversão (digitalização) dos meios tradicionais de comunicação e armazenagem, tornando a disponibilidade de informação menos física na sua portabilidade (NEGROPONTE, 1995). Como um enorme salto de qualidade e atualidade, ela permite que se instale o conceito pleno da sala de aula, das bibliotecas e das pesquisas virtuais. Docentes e discentes podem manter comunicação, de (e com) praticamente qualquer local, e atuar como se estivessem lado a lado com seus interlocutores, e onde as informações se encontram, como se fossem os seus próprios (e mesmos) locais de trabalho.

No componente administrativo das IES essa necessidade é mais reservada e restrita, pois está diretamente relacionada aos fluxos informacionais dos processos administrativos convencionais e “*sui generis*”, embora também possam usufruir dessas mesmas facilidades para execução de suas atividades e para a cultura da “empresa aprendiz”.

### 5. SUBSÍDIOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM PEI PARA AS IES

#### 5.1. O Processo de Planejamento

O planejamento pode ser conceituado, de uma maneira simples, como um processo que envolve respostas para três questões fundamentais (OLIVEIRA, 1986 e SANTOS e VALDESUSO, 1985).

O diagnóstico da situação atual - “onde estamos?” -, que tem como objetivo fornecer um quadro realista desta situação (qualquer que seja a área de interesse do planejamento) considerando para tanto: os pontos fortes (fatores ou condições internas, dos quais pode-se tirar proveito), os pontos fracos (que devem ser eliminados ou evitados) e os pontos neutros (que podem servir de apoio a ambos ou ser-lhes indiferentes).

A previsão da situação futura - “para onde queremos ir?” - que refere-se à especificação das expectativas e desejos com relação ao propósito do planejamento. No âmbito geral da organização, correspondendo ao conceito de “visão”: “um conjunto de norteadores que articulam a natureza do negócio e a sua intenção para o futuro, que definem a missão e seus propósitos, considerando as oportunidades e as ameaças do ambiente e da concorrência” (BOAR, 1993:96).

Os planos de ação - “como iremos?” - que correspondem aos resultados, à concretização (formal ou informal) do processo de planejamento, que possibilita a transição da situação atual para a situação futura.

A dinâmica desse processo implica no seu desdobramento em três sentidos interativos e integrativos: a) no sentido vertical da organização, com detalhamentos sucessivos, desde o nível estratégico até o operacional; b) no sentido horizontal da organização, pela necessidade de adequação para cada unidade; c) no sentido temporal, onde cada nova previsão da situação futura orienta novos planos para um futuro mais próximo, para imprimir ações de mudanças em profundidade e velocidade ousadas e desafiadoras, que precisam ser adequadas à situação atual.

## 5.2. O Planejamento Estratégico de Informatização - PEI

Como já citamos, a informática pode ser um grande fator revolucionário da IES, como gerador de competências essenciais para a execução dos propósitos da sua missão e como fator estratégico e diferenciador frente às suas congêneres. Enqua-

dram-se neste conceito, além das aplicações já expostas, outras que poderão ser exploradas, tais como: a) o estímulo à educação continuada de seus alunos e ex-alunos; b) a manutenção e a disponibilidade de informação para (e dos) alunos e ex-alunos; c) o atendimento da demanda educacional reprimida em todos os níveis - com a possibilidade do ensino e aprendizado à distância, com as salas de aula virtuais, a telescola, a videoconferência, etc.; d) a integração da pesquisa com o ensino; e) para o desenvolvimento de infraestrutura didático-pedagógica e tecnológica de recursos de informática para o ensino, a pesquisa e a extensão.

À medida que o PEI for conduzido conforme as orientações e considerações anteriores, ele passará a ser mais um dos elementos norteadores das decisões futuras, uma política geral da IES sobre as TI e um facilitador das ações cotidianas. Dessa maneira ele gera adesão e comprometimento em relação aos planos decorrentes e estabelece os pressupostos e bases para a informatização - princípios, objetivos, recursos, e até restrições - nas suas respectivas áreas e níveis de aplicação.

As FIG. 1 e 2 apresentadas e comentadas a seguir, sintetizam, respectivamente, os dois primeiros níveis da estrutura do PEI para as IES. No primeiro nível, demonstrado na FIG. 1, ocorre a interação entre os planejamentos estratégicos, geral e de informatização. Ele tem início com a pesquisa das aplicações potenciais das TI para suporte das atividades da situação futura, e culmina com a formalização da decisão sobre seu uso, estabelecida nos Planos Estratégicos de TI para cada unidade organizacional, ou grupos delas. Esses planos, mesmo que informais e apenas conceituais, nortearão as decisões futuras de maneira consistente, evitando (ou pelo menos reduzindo) a adoção de soluções casuísticas naquele curto prazo. O segundo nível do PEI, apresentado na FIG. 2, corresponde ao desenvolvimento dos tradicionais Planos Diretores de Informática - PDI, que se desdobram em vários planos operacionais, em níveis sucessivos de detalhamento.

O PEI das IES, como ponto de partida para os Planos Estratégicos de TI e para os PDI, deve consi-

derar três grupos de preocupações básicas para nortear o seu desenvolvimento, como recomendado por TORRES (1989 e 1994):

- **A filosofia de informações** compreendendo: a) o necessário e pretendido grau de disseminação e de integração dos recursos e a autonomia desejada para as áreas exercerem suas atividades com o apoio das TI; b) a intensidade de mudanças permitida na organização, ou **necessária para revolucioná-la** (grifo nosso); c) o nível de atualização que a organização pretende atingir e se manter em termos dessa tecnologia.

No componente administrativo essas definições orientam as decisões dos dois grupos de preocupações comentados a seguir, pois têm nítida relação - e, por isso, deve manter coerência - com a filosofia administrativa e a com a cultura organizacional, conseqüentemente, com o processo decisório e de delegação do poder de decisão. Reciprocamente, a filosofia de informações pode ser um dos meios para provocar mudanças, pois permite descentralizar esses processos (mantendo níveis adequados de controle centralizado), diminuir a burocracia (o formalismo documental e processual) e socializar as informações. No entanto, no componente acadêmico, a filosofia de informações é orientada por aqueles dois grupos de preocupações, em função da própria descentralização da execução das atividades acadêmicas de acordo com suas necessidades peculiares e diferenciadas.

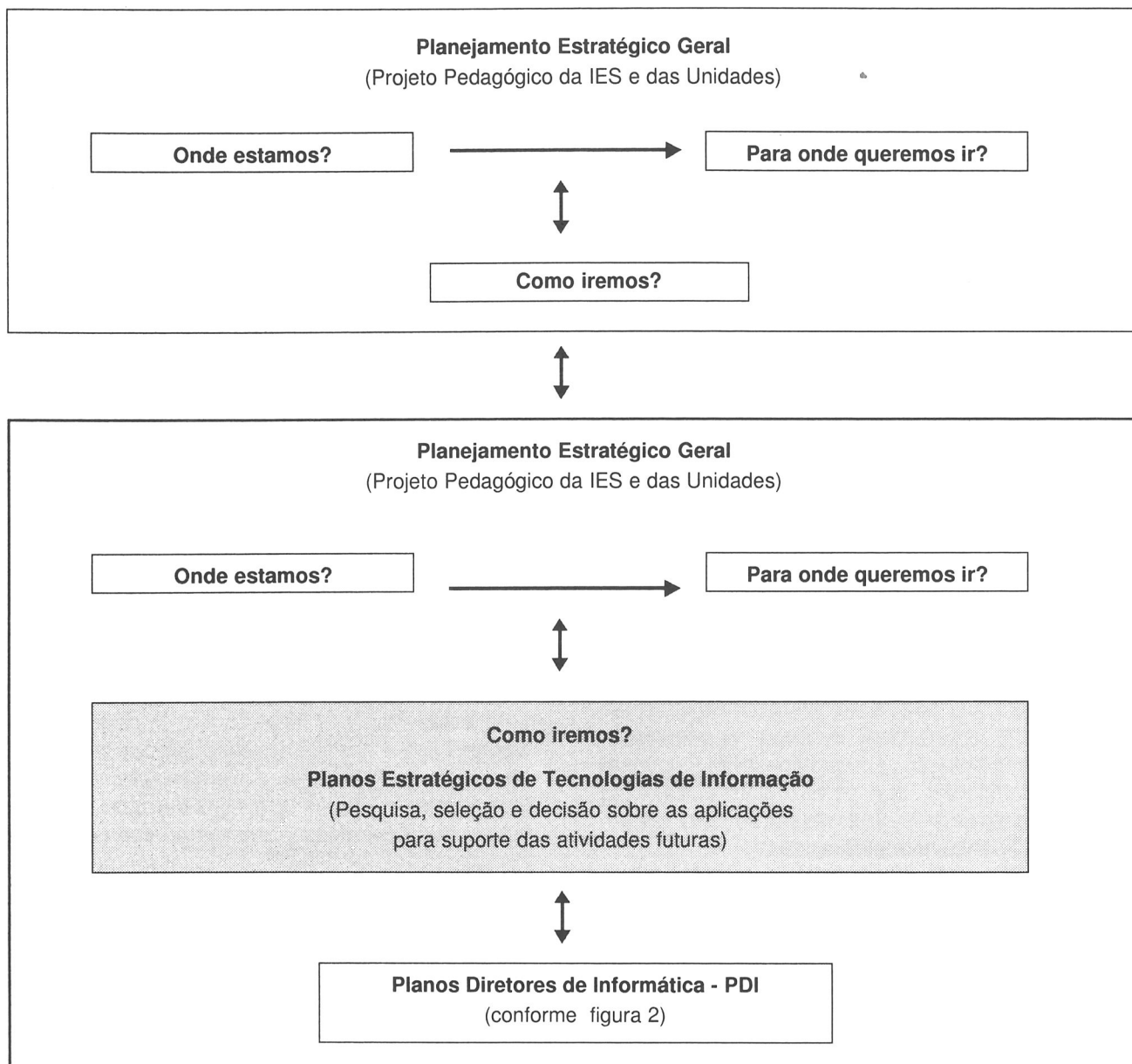
- **A pesquisa, seleção e decisão sobre as TI** que darão suporte ao avanço pretendido - ou estabelecido pela filosofia de informações - com ênfase naquelas aplicações orientadas para o aumento de competitividade. Nesse nível do PEI, fica evidente a necessidade de tecnologia diferenciada para os dois componentes da IES. Para o administrativo, a TI a ser implantada, normalmente é mais convencional e será comum às diversas unidades organizacionais. No componente acadêmico a questão é mais ampla e complexa, tendo em vista a necessidade diferenciada para cada uma das suas Unidades e ativida-

des, embora algumas delas compartilhem, conceitualmente, do mesmo conjunto de tecnologias e de ferramentas. Por isso, haverá demanda para adaptações, ajustes e integração dessas diferentes infra-estruturas de tecnologias, ou a manutenção de seu funcionamento em paralelo (inclusive entre o administrativo e o acadêmico).

Um exemplo típico dessa convivência diferenciada são as aplicações centralizadas no "mainframe", conectadas ou não com as redes locais de microcomputadores, com a Internet, as Intranet e as Extranet. Por medida de segurança de acesso às informações, alguns desses recursos podem ser mantidos parcial ou totalmente isolados nos respectivos ambientes computacionais ou organizacionais onde são utilizados.

- Por último, embora não menos importante, a decisão de como a organização deve tratar a questão da **capacitação dos recursos humanos para o uso dessas tecnologias** em termos da atualização e da manutenção da evolução dessa capacitação, bem como da competência para desenvolvimento de novas aplicações.

Além dos fatores já comentados, o PEI deve considerar os seguintes, também importantes: a) a avaliação e decisão entre o desenvolvimento ou a aquisição de programas (os chamados "pacotes") de SI, de maneira a acelerar o processo de informatização; b) a conscientização da normal demora e complexidade na implantação dessa arquitetura geral, devido à dependência informacional e tecnológica entre os SI e seus módulos; c) a necessidade de um dimensionamento realista da equipe responsável pelo desenvolvimento, implantação e manutenção em funcionamento integrativo dos SI atuais e futuros; d) a viabilidade financeira e econômica demonstrada através da relação entre os custos e os benefícios (tangíveis e intangíveis), mesmo que estimativamente; e) a viabilidade administrativa e organizacional envolvendo os recursos humanos, em função dos reflexos e impactos comentados logo adiante.



**Figura 1** - A integração do PEI com o planejamento estratégico

### 5.3. Planos Diretores de Informática

O segundo nível de desdobramento do PEI compreende o desdobramento dos Planos Estratégicos de TI, correspondendo aos tradicionais Planos Diretores de Informática - PDI com seus quatro principais planos diretores componentes, que interagem mutuamente, como está demonstrado na FIG. 2. Essa nossa proposta de agrupamento tem como

objetivo facilitar a visualização e o entendimento do detalhamento sucessivo do PDI, com a separação mais precisa dos seus planos componentes, sintetizando as diversas estruturas apresentadas pelas metodologias, em especial a de TORRES (1989 e 1994).

Cada um dos planos componentes do PDI se desdobra sucessivamente em preocupações, cuidados e planos de ação específicos para concretizar a

implantação e a utilização das TI definidas para cada etapa do processo de informatização. Para atingir esse nível de detalhamento, é recomendável a adoção de metodologias já consagradas, de maneira isolada ou combinada. Preferencialmente essas metodologias devem conter um razoável nível de informatização (as ferramentas “CASE - Computer-Aided Software Engineering”) para tornar o planejamento mais ágil e flexível no seu desenvolvimento e nas suas revisões.

### 5.3.1. Planos Diretores de Recursos Computacionais e de Comunicação

Estes planos representam a concretização temporal do planejamento da instalação das TI, com a finalidade de determinar os seguintes fatores: 1. a definição geral da infra-estrutura tecnológica que será adotada e o seu nível de integração técnica e geográfica; 2. a especificação e o dimensionamento dos recursos materiais, computacionais e de comunicação, inclusive dos programas (“softwares”) operacionais básicos, gerenciadores de bancos de dados e de apoio ao desenvolvimento de sistemas aplicativos; 3. a viabilidade técnica e as prioridades para essa implantação com as respectivas responsabilidades funcionais, que se associam aos prazos (cronogramas) para as várias etapas de instalação; 4. a previsão financeira destes planos.

O desdobramento desses planos, por sua vez, dá origem a projetos ou planos de ação mais específicos sobre a instalação física dos equipamentos, compreendendo: locais e instalações elétricas adequados, segurança de acesso físico e lógico (permissões, restrições e controle), prevenção de incêndios, de inundações e de sobrecarga de energia elétrica, controle de temperatura (em alguns casos indispensáveis para o funcionamento dos equipamentos), planos de contingências (de segurança e recuperação em casos de sinistros e violações), além de outros fatores de natureza técnica (FANTINATTI, 1988).

### 5.3.2. Plano Diretor de Sistemas de Informação Administrativa

Este plano compreende a determinação de níveis sucessivos de mapeamento das atividades administrativas, em blocos ou módulos que correspondem aos processos administrativos. Sua

finalidade é estabelecer as separações lógicas e os fluxos de interações processuais e informacionais entre os respectivos órgãos, para determinar a arquitetura e as categorias de SI necessários ao seu suporte. A principal característica de sua elaboração é sua maior centralização na Administração Superior e Intermediária, inclusive da administração “*sui generis*” e das Direções das Unidades Acadêmicas, considerando a filosofia de informação que deve obedecer e as categorias dos seus SI que estão envolvidas, normalmente na estrutura integrada e hierárquica tradicionais, conforme FIG. 1.

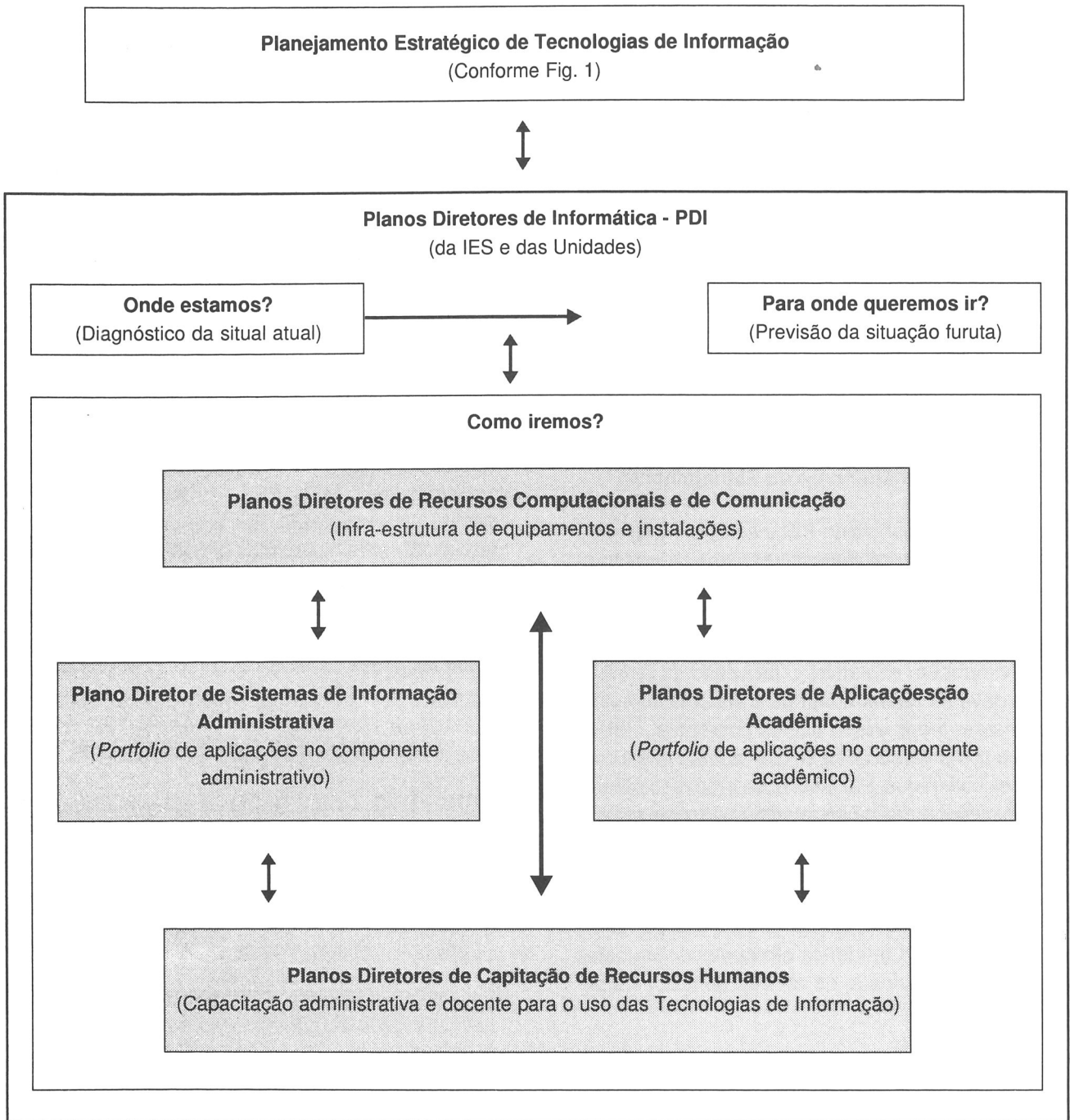
Um importante resultado desse plano é o Plano Diretor de SI, o “*portfolio*” de aplicações, que determina: as prioridades de implantação dos SI, portanto, a sua temporalidade; a decisão sobre o desenvolvimento ou a aquisição de cada sistema ou grupos deles; o nível de necessidade e a época oportuna para a capacitação dos recursos humanos, a época mais precisa para instalação das TI, etc. (BIO, 1985).

### 5.3.3. Planos Diretores de Aplicações Acadêmicas

Estes planos compreendem a determinação das aplicações das TI para cada um dos segmentos do componente acadêmico, e em cada um deles, em toda a sua abrangência e considerando todos os fatores já apresentados. Sua implantação representa, concretamente, a efetivação do moderno conceito de aplicações estratégicas para os propósitos da missão da IES, principalmente nas atividades cotidianas, do nível operacional, diretamente relacionadas com os docentes, os alunos e a comunidade.

### 5.3.4. Planos Diretores de Capacitação de Recursos Humanos

A finalidade destes planos é estabelecer as ações para capacitar os recursos humanos para otimizar a utilização das TI, abrangendo as seguintes etapas: 1. a definição conceitual do nível de necessidade dessa capacitação e de manutenção da sua atualização, tanto dos usuários quanto dos envolvidos das áreas técnicas de TI; 2. a análise criteriosa do grau de propensão à aceitação das mudanças tecnológicas nas áreas, para, se necessário, definir programas de motivação e de mudança comportamental; 3. o diagnóstico prático da situação atual e os programas de treinamento adequados para cada uma das pessoas envolvidas.



**Figura 2** - Principais planos componentes dos PDI

Os programas dessa natureza costumam ser complexos, exigindo estreitos entendimentos e intensa participação entre as áreas envolvidas, a área responsável pelo treinamento propriamente dito, e a área responsável pelas TI. O intuito desses programas é mapear as necessidades, planejar e efetivar o treinamento, e acompanhar o seu aproveitamento,

pessoa-a-pessoa, para garantir sua aptidão para o uso dos recursos, sob pena destes serem sub-utilizados e as pessoas se sentirem desmotivadas para seu uso.

As seguintes considerações são relevantes, como implicações desses planos: a) a importância dos recursos humanos em qualquer organização é inegável; b) esses mesmos recursos humanos são

afetados pela interferência da informatização nas suas práticas de trabalho (CAMPOS FILHO, 1994) de modo positivo (ou negativo) em maior ou menor proporção, com reflexos no seu "status" funcional, profissional e na sua individualidade; c) a literatura e a prática confirmam que a maioria dos sucessos (e principalmente dos fracassos) das aplicações de TI se devem muito mais ao esforço e à dedicação das pessoas do que à TI por si só; d) a melhor capacitação dos recursos humanos, possivelmente, ocasionará reflexos nos planos de cargos e salários para manter o equilíbrio interno e a competitividade com o mercado de trabalho em função da nova qualificação profissional.

#### 5.4. O Replanejamento do Planejamento

Pela abrangência do PEI e complexidade para desenvolvimento e implantação dos seus planos componentes, fica evidente que eles compreendem horizontes temporais de vários anos. Devido à dinâmica natural da organização, à rápida evolução das TI e do seu uso também evolutivo, o processo de planejamento deve se repetir contínua e sistematicamente para manter todos esses planos coerentes, consistentes e compatíveis entre si, com a realidade e com as ações cotidianas. Por isso, esse processo precisa ser reiniciado, antes de esgotado o horizonte temporal de cada plano, à tempo de evitar que a evolução de informatização sofra solução de continuidade pelo aguardo de novas decisões e de planos para um novo horizonte temporal. Adicionalmente, e independente de seus prazos, a mudança em qualquer um deles implica na necessidade de revisão de todos os demais.

### 6. CONCLUSÃO

As significativas diferenças das IES em relação às demais organizações tem reflexos, sem dúvida, na filosofia de planejamento de informatização, desde o nível mais alto e conceitual, o estratégico, até o nível de execução das atividades, o operacional, relativo ao ensino (e o aprendido), a pesquisa, a extensão e a administração tradicional e "sui generis".

Para que a informática assuma a característica de função estratégica, como mais um componente

diferenciador da IES dentro dos propósitos da sua missão, ela deve ser planejada obedecendo as recomendações deste trabalho, na visão mais ampla do PEI. Os PDI são indispensáveis e imprescindíveis para o assentamento das TI mas, devem ser desenvolvidos em etapas posteriores, integradas e complementares ao planejamento estratégico de TI.

Para que tudo isso aconteça, não sem percalços, mas com os menores possíveis, há que se ter vontade e comprometimento pessoal, político e financeiro. Não temos dúvida em afirmar que a medida do sucesso do PEI, justificando inclusive os investimentos financeiros e intelectuais, será a medida do envolvimento de toda a "pirâmide" organizacional no processo de (re)planejamento continuado.

Finalizando este trabalho, reforçamos nossa convicção de que o PEI extrapola o nível de informatização das IES. Ele tem conseqüências e responsabilidade muito mais amplas, pelos seus reflexos na sociedade através dos docentes, alunos, funcionários e da comunidade. Ele pode contribuir para, de maneira direta, moldar a sociedade do terceiro milênio.

### 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDES, Cyro.** *Teoria Geral das Organizações: os fundamentos da administração integrada.* São Paulo: Atlas, 1988.
- BERTALANFFY, Ludwig von.** *Teoria Geral dos Sistemas.* Trad. Francisco M. Guimarães, 2ª ed. Petrópolis: Editora Vozes, 1975.
- BIO, Sérgio Rodrigues.** *Sistemas de informação: um enfoque gerencial.* São Paulo: Atlas, 1985.
- BOAR, H. Bernard.** *The art of strategic planning for information technology: crafting strategy for the 90s.* New York: John Wiley & Sons, 1993.
- BURK, Horton.** *Infomap: a complete guide to discovering corporate information resources.* Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1988.
- CAMPOS FILHO, Maurício Pratesde.** *Conceituação de sistemas de informação - SI do ponto de vista do gerenciamento.* Revista do Instituto de Informática, Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUCAMP, vol. 2, nº1, p.7-12. Mar./Set., 1994.

- CHAVES**, Eduardo O. C. e **SETZER**, Valdemar W. **O uso de computadores na escola: fundamentos e críticas**. São Paulo: Scipione, 1988.
- CHAVES**, Eduardo O. C. **Anotações de aulas da disciplina Gerenciamento de sistemas de informação**. Mestrado em Informática: Gerenciamento de Sistemas de Informação. Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUC-CAMP, Instituto de Informática. Campinas, 1993.
- CHURCHMAN**, C. West. **Introdução à Teoria dos Sistemas**. Rio de Janeiro: Vozes, 1971.
- DIXON**, Paul J.; **DARWIN**, A. John. **Technology issues facing corporate management in 1990s**. *Management Information System - MIS Quartely*, p.247-255, September 1989.
- DRYDEN**, Gordon; **VOS**, Jeannette. **Revolucionando o aprendizado**. São Paulo: Makron Books, 1996.
- EPSTEIN**, Isaac. **Teoria da informação**. Série Princípios. São Paulo: Ática, 1988.
- EXAME**. **O Planejamento sob fogo cruzado**. Revista Negócios em Exame, Ano 17 nº 271, p.34-39, 9/Mar./1983. Tradução do artigo *The Real World Strikes Back: Corporate Strategies Under Fire*. *FORTUNE*, vol. 106, nº13, 27/Dez./1982.
- EXAME, INFORMÁTICA**. **Pare de jogar dinheiro no lixo**. Revista Exame, Informática, Ano 12 nº 135, p.38-48, Junho/1997.
- FANTINATTI**, João Marcos. **Segurança em informática**. São Paulo: McGraw Hill, 1988.
- FORESTI**, Mirian Celi P.P. **Software Educacional**. Palestra. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Departamento de Tecnologia da Educação, São Paulo: 26 de Maio de 1997.
- HAMEL**, Gary; **PRAHALAD**, C. K. **Competindo pelo futuro: estratégias inovadoras para obter o controle de seu setor e criar os mercados de amanhã**. Rio de Janeiro, Campus, 1995.
- McGEE**, James; **PRUSAK**, Laurence. **Gerenciamento estratégico de informação**. Trad. Astrid Beatriz de Figueiredo. Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- McDONALD**, Laurie; **WOOD**, Wallace; **BEHLING**, Robert. **Campus information technology management in the 90s: issues and challenges**. *Journal of Computer Information Systems*, p. 21 a 24, Winter, 1993-1994.
- MORAN**, Jose Manuel. **Internet e Educação**. Palestra. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Departamento de Tecnologia da Educação, São Paulo: 30 de Junho de 1997
- NEGROPONTE**, Nicholas. **A vida digital**. Trad. Sérgio Tellaroli. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.
- O'BRIEN**, James A. **Management information systems: a managerial end user perspective**. 2nd. ed. Arizona: Richard D. Irvin, 1993.
- OLIVEIRA**, Djalma de Pinho Rebouças de. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas**. São Paulo: Atlas, 1986.
- PARSON**, Mary Jean e **CULLIGAN** Matthew J. **Planejamento: de volta às origens**. Edição especial da Revista EXAME, nº 391-A. São Paulo: Abril, 1987.
- PETERS**, Tom. **A transformação do gerenciamento**. Notas do Seminário Internacional "The management transformation" realizado pela HSM Cultura e Desenvolvimento, p. 1-53, São Paulo, 31/Ago./1993.
- PORTER**, Michael E. **Vantagem Competitiva**. Rio de Janeiro: Campus, 1989.
- PORTER**, Michael E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. Trad. Elizabeth Maria de Pinto Braga, Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- SANTOS**, José Roberto Ribeiro dos; **VALDESUSO**, Carlos. **Planejamento estratégico e tático da informática**. Rio de Janeiro: SCI, 1.985.
- SCHANK**, Roger. **A aula sai do micro**. EXAME, Ano 30, nº 21, p.72-74, São Paulo: ABRIL, Out./1996.
- SENGE**, Peter M. **A quinta disciplina: Arte, teoria e prática da organização de aprendizagem**. São Paulo: Best Seller, 1990.
- SLOMA**, Richard S. **Planejamento descomplicado**. São Paulo: Círculo do Livro, 1984.
- SOCALSCHI**, Brasílio. **Os sistemas de informação e a sua ambiência operacional**. Revista do Instituto de Informática, Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUC-Campinas, vol. II, Ano 1, nº.1, p. 26-29, Jun./1993.

- SOCALSCHI**, Brasílio... [et al.]. **Iniciação à Administração: preceitos básicos** - 2ª ed. - São Paulo: Global, 1997.
- TAPSCOT**, Don; **CASTON** Art. **Mudança de paradigma**. Trad. Pedro Catunda. São Paulo: Makron Books, 1995.
- TOM**, Paul L. **Managing information as a corporate resource**. 2nd. ed., New York: Harper Collins Publishers, 1991.
- TORRES**, Norberto Antonio. **Planejamento de informática na empresa**. São Paulo: Atlas, 1.989.
- TORRES**, Norberto Antonio. **Manual de planejamento de informática empresarial**. São Paulo: Makron Books, 1.994. \*
- VALENTE**, José Armando, organizador. **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Gráfica Central da UNICAMP, 1993.
- WARD**, John; **GRIFFITHS**, Pat; **WHITMORE**, Paul. **Strategic planning for information systems**. New York: John Wiley & Sons, 1990.
- WIENER**, Norbert. **Cibernética e sociedade: o uso humano de seres humanos**. Trad. José Paulo Paes, São Paulo: Cultrix, 1984.

---

# A INFORMÁTICA E A GESTÃO CONTEMPORÂNEA

## THE INFORMATICS AND THE CONTEMPORARY MANAGEMENT

Alfredo Luiz ENZ'

### RESUMO

A evolução da informática é uma das principais causas da revisão e da transformação dos conceitos, estratégias, métodos e ambientes de gestão organizacional. Da mesma forma, inovações em gestão influenciam fortemente os rumos da informática aplicada. O tema deste artigo é desenvolvido sobre esta relação, enfatizando aspectos importantes da vida das empresas contemporâneas como a necessidade de buscar - permanentemente - assepsia, performance e equilíbrio organizacionais.

**Palavras-chave:** Gestão Contemporânea, Administração da Informação, Assepsia Organizacional, Performance Organizacional e Equilíbrio Organizacional.

### ABSTRACT

The evolution of the informatics is one of the main reasons for the review and the change in concepts, strategies, methods and environments related to the organizational management. The same way, innovations in management influences strongly the applied informatics route. This paper is developed about this relationship, emphasizing important matters of the contemporary organizational life as the continuous need of looking for asepsis, performance and balance.

**Keywords:** Contemporary Management, Information Management, Organizational Asepsis, Organizational Performance and Organizational Balance.

### 1. INTRODUÇÃO

Nas duas últimas décadas, a revolução tecnológica - calcada nos avanços da Informática e das Telecomunicações - associa-se à estabilidade nas relações políticas entre as principais nações do planeta para moldar um cenário propício ao surgimento de fenômenos como a globalização da economia e a

restruturação produtiva, ambos com efeitos de proporções inéditas.

Neste novo cenário, com a globalização da economia, ao mesmo tempo ampliam-se as fontes de fornecimento de recursos - trabalho, informação, instalações, equipamentos, materiais, métodos e capital - e também as alternativas de destino aos

---

(<sup>1</sup>) Consultor Organizacional  
Professor e Assessor da Diretoria Acadêmica das Faculdades de Valinhos e de Leme  
Mestre em Qualidade pelo IMECC-UNICAMP em 1996  
Administrador pela FEAUSP em 1978

produtos e serviços gerados por uma organização qualquer. Seja qual for seu ramo de atividade, a noção de mercado e espaço de atuação se expande cada vez mais. Por outro lado, a concorrência para a colocação e para a validação de seus produtos e serviços também cresce. Igualmente, aumenta a concorrência por recursos adequados a esta realidade.

Com a reestruturação produtiva, temos uma ampla e profunda reformulação de recursos, de processos e de produtos, utilizados e gerados pelas empresas, pelas organizações.

Estamos tratando pois, de fenômenos que influem de forma acentuada em todos os setores da atividade econômico-social. Isto tem feito com que a gestão das organizações, de uma maneira geral, tenha de ser depurada, tenha de ser esmerada para que elas possam sobreviver, melhorar continuamente e crescer.

Neste sentido, o movimento pela Qualidade tem trazido importantes contribuições à Gestão Contemporânea, no que diz respeito à disponibilização de conceitos, estratégias, métodos e técnicas. A Gestão Contemporânea compreende, portanto, o estudo, a revisão, a formulação e a aplicação de alternativas em termos de conceitos, valores, ambientes, estratégias, métodos e técnicas de gestão, em tempos de globalização da economia e de reestruturação produtiva.

A relação entre a Informática e a Gestão Contemporânea é especialmente interessante. Enquanto a evolução da Informática é uma das principais fontes para a revisão da gestão organizacional, inovações em gestão influenciam fortemente os rumos da informática aplicada e criam novos desafios para ela.

No entanto, não obstante todo o progresso tecnológico, o tempo em que vivemos confirma a idéia de que as pessoas constituem o mais importante tipo de recurso de que uma organização dispõe. É o recurso humano que aciona todos os demais: informação, instalações, equipamentos, materiais, métodos e capital. Além disso, as pessoas participam dos processos e são usuárias dos produtos. Cresce igualmente a preocupação com os aspectos ambientais e com a limitação e a escassez dos recursos naturais.

As pessoas sofrem os maiores efeitos destas profundas modificações, tanto no trabalho como no

lazer, na vida familiar. No tocante a trabalho e a emprego, por exemplo, várias funções - administrativas e técnicas - perdem ou começam a perder o sentido de sua existência. Drucker (1994) mostra que operários envolvidos em tarefas rotineiras representavam 25% da força de trabalho dos EUA, em 1960. Nas próximas décadas, este percentual deverá ser reduzido a menos de 5%. Segundo Sink & Tuttle (1993), com o passar do tempo, as organizações tenderão a diminuir o número de pessoas que trabalham para elas, mas aquelas que lá estiverem serão mais importantes que nunca. No dizer de Jonsson (1984), o paradoxo é que ao se introduzir uma tecnologia avançada, que exija menos trabalho por unidade produzida, as pessoas que conseguem, de alguma forma, manter-se vinculadas às empresas, tornam-se mais importantes e sua competência é mais desejável.

O maior dos desafios colocado à gestão das organizações contemporâneas é conciliar, numa época em que a tecnologia está em alta, a criação de novas oportunidades de trabalho e a melhoria das condições ambientais com a geração de resultados econômico-financeiros tão essenciais em um cenário de negócios caracterizado por grande turbulência, complexidade, incertezas e acirrada competição.

## 2.TENDÊNCIAS

As tendências que influenciam fortemente a vida das organizações - sejam elas da iniciativa privada, do setor público ou mistas - podem ser consolidadas em dois grandes grupos inter-agentes: tendências tecnológicas e tendências em gestão.

### 2.1.Tendências Tecnológicas

Se nos detivermos a uma análise abrangente das tendências tecnológicas, vamos identificar que a informação está mais do que nunca disponível, encontra-se cada vez mais disseminada e personalizada. Vamos notar também que modelos de computadores cada vez menores tornam-se muitas vezes mais rápidos que seus antecessores, têm uma capacidade muito maior de armazenar informação, são bem menos caros e estão cada vez mais acessíveis a uma parcela sempre crescente da popula-

ção. Os programas e aplicativos são também cada vez mais amigáveis, mais disponíveis e mais baratos. O desenvolvimento de redes de comunicação poderosas permite a criação de elos cada vez mais fortes entre organizações e pessoas em todo o planeta.

No entanto, não estamos livres dos problemas. Nunca antes tivemos notícias de tão graves acidentes com aeronaves, com usinas nucleares e com equipamentos tão sofisticados e, em princípio, absolutamente confiáveis. A cada dia, tomamos contato com novas e diferentes manifestações do que chamamos "crime eletrônico", identificamos a proliferação dos vírus computacionais e o aumento do número de chamadas para manutenção.

## 2.2. Tendências em Gestão

Com relação às tendências em gestão, reconhecemos que nunca necessitamos tanto de simplicidade e de massa crítica, pois são inúmeras as novidades de ordem conceitual, estratégica, metodológica, tecnológica, ambiental com as quais nos deparamos todos os dias. É preciso que as pessoas estejam conscientizadas, preparadas e educadas para poderem triar e transformar informação - abundante e cada vez mais disponível - em conhecimento que lhes permita assumir novos papéis. O trabalho em equipe, a participação nos resultados, a abertura para maior participação no planejamento e nas decisões trazem como contrapartidas a aceitação do risco, o compromisso com o que é decidido e a contínua necessidade de aprender e de melhorar. No ambiente de negócios extremamente dinâmico, complexo e turbulento que enfrentamos, estudiosos renomados, como Deming (1990) e Senge (1990), concordam em que a educação e a aprendizagem têm grande importância para a vida futura, o sucesso, a competitividade e a melhoria de performance das organizações.

A recorrência à visão sistêmica é fundamental para a compreensão daquilo que as equipes gerenciais (gerentes, supervisores, empregados, funções de apoio) devem fazer e para o desenvolvimento de uma base sólida sobre a qual devem ser desenvolvidos sistemas humano-ambiental-tecnológico-econômico-financeiros melhorados. É absolutamente essencial, reconhecida a amplitude

da tarefa que nos espera, que antes de partirmos para soluções locais, pontuais, setoriais, departamentais, desenvolvamos a abordagem abrangente, sistêmica da organização.

A forma como gerenciamos hoje as organizações necessariamente privilegia processos e atividades, que têm maior valor quanto maior for a importância percebida pelos clientes externos. A busca pela redução da variabilidade nos processos e nos produtos e pela eliminação de perdas e desperdícios de qualquer espécie devem orientar a gestão de nossas organizações.

Entretanto, da mesma forma como vimos no tópico anterior, podemos diagnosticar na maioria das organizações, notadamente no Brasil, vieses de gestão, dos quais os principais dizem respeito à conscientização ambiental e à percepção sistêmica.

Apresentamos, na seqüência, alguns conceitos e técnicas que entendemos possam auxiliar na correção desses desvios.

## 3. CONCEITOS E TÉCNICAS

### 3.1. Assepsia Organizacional, os 5 S's e a Gestão Estratégica de Custos

É impossível imaginar ou conceber um laboratório, uma clínica ou um centro cirúrgico em que a **assepsia** não seja característica permanentemente presente. Pois as organizações contemporâneas precisam zelar pelo mesmo princípio. A gestão assemelha-se a uma longa cirurgia em que o paciente - a organização - está sempre entre a vida e a morte. Um deslize apenas, a imagem da empresa está comprometida e lá se vão anos e anos de trabalho.

O ambiente isento de perdas e desperdícios, bem organizado, limpo, saudável e auto-disciplinado é a base para a qualidade, a produtividade, a segurança e a motivação de quem nele vive. É prevenção, alternativa e complemento à abordagem de problemas localizados.

A técnica dos 5 S's traduz-se em contribuição fundamentalmente importante, especialmente considerada a realidade brasileira, já que nossos indicadores de perdas e desperdícios atingem 30% do PIB, ou

seja, aproximadamente US\$ 130 bilhões em bases anuais.

As perdas e os desperdícios são custos extraordinários, ou seja, custos que não agregam valor ao produto, que se estendem por todos os grupos de contas e que estão fortemente presentes na maioria dos estabelecimentos fabris, comerciais, de prestação de serviços em geral, do serviço público, das propriedades agro-pastoris, das residências etc. São exemplos de perdas e desperdícios bastante comuns: cometer erros na concepção do produto ou serviço, ter estoques ou disponibilidades além do necessário, superespecificar ou subespecificar materiais e serviços, produzir em ambientes deteriorados, produzir além do necessário, produzir com defeitos, retrabalhar produtos defeituosos, produzir com filas, transportar produtos inadequadamente etc.

Este elenco de coisas causa redução da produtividade, da eficiência, da eficácia, empobrece as tarefas, subutilizando o potencial criativo das pessoas e gravando desnecessariamente os custos. Os clientes, evidentemente, não estão dispostos a pagar por eles. Pior ainda, os clientes ficam insatisfeitos ao tomarem contato com defeitos e inadequações, o que pode gerar custos incalculáveis em termos de desgaste da imagem do produto e da unidade empresarial.

A revolução tecnológica que estamos vivenciando acentua o surgimento de novos tipos de desperdícios, que, no cenário anterior, eram tidos como atividades de bom desempenho. Por exemplo, estando disponível a transmissão eletrônica de informação, a comunicação e a cotação por telefone ou fax passa a ser vista como consumidora de papel e de tempo, como geradora de custos e de mal entendidos.

No entanto, via de regra, as perdas e os desperdícios estão incorporados ao nosso dia a dia e, de tal forma nos são familiares, que já não conseguimos enxergá-los como anomalias.

Nos dias atuais, mantemos ou adquirimos por impulso objetos, alimentos etc, que não utilizamos ou até mesmo desperdiçamos, acumulamos entulho e lixo em quantidade substancialmente maior que nossos ancestrais e normalmente não sabemos como efetuar o descarte. Este é um tema renitente que incomoda e preocupa tanto os cidadãos quanto os municípios relativamente atentos à questão.

Infelizmente, a consciência e o esforço empregados, no sentido de modificar drasticamente a situação, não são generalizados nem concentrados. Mesmo em relação à iniciativa privada, onde avançamos mais, não podemos afirmar que tenhamos alcançado os níveis exigidos pelos referenciais internacionais.

Os 5 S's são originários da cultura nipônica e sua denominação 5 S's deriva de cinco palavras iniciadas com "S". Várias adaptações foram feitas para a língua portuguesa, podendo se encontrar terminologia bastante diferente para cada um dos S's. O próprio número de S's pode variar. Utilizamos normalmente a versão que referencia os "5 Sentos", justificando-se assim também para o idioma português a denominação 5 S's. O importante é preservar o espírito da técnica.

A palavra *senso* significa faculdade de apreciar, de julgar, entendimento.

Os S's constituem-se em técnica simples, mas ao mesmo tempo básica para desencadear a prática da qualidade, aplicável a todas as atividades, sejam elas pessoais, profissionais ou institucionais. Existe a possibilidade de sua aplicação, guardadas as especificidades de cada caso, à totalidade das organizações - privadas, públicas ou mistas - qualquer que seja seu nível de complexidade e o estágio em que se encontre em seu ciclo de vida.

Osada (1992) relaciona as características comuns a ambientes de trabalho onde não se segue a filosofia dos S's:

- as relações interpessoais são ruins. As pessoas parecem cansadas. Há um alto índice de faltas. Os trabalhadores não fazem sugestões sobre como melhorar os processos de trabalho e parecem não ter grande interesse por aquilo que fazem;
- os equipamentos estão sujos, as ferramentas de trabalho estão espalhadas por toda parte e há montanhas desordenadas de documentos, peças, refugos etc;
- destacam-se produtos defeituosos, peças reprocessáveis ou serviços falhos;
- as reclamações, tanto de clientes externos quanto internos, são freqüentes.

Sobre a importância dos S's, ele afirma que quando os 5 S's vão mal, normalmente algo mais

fundamental vai mal. Neste sentido, os 5 S's são o primeiro sinal de como estão indo as coisas.

Na grande maioria das vezes, o uso dos 5 S's fica restrito ao mundo dos objetos, onde os resultados aparecem de imediato e são mais facilmente identificados. Mas para que se garanta sua efetividade e permanência, é preciso ir além.

Vamos, de forma bastante resumida, abordar cada um dos sentidos.

### **Senso de Utilização**

Este senso referencia a seleção de valores, conceitos, modelos, atitudes, métodos, tarefas, objetos e dados que contribuam ou não ao objetivo desejado.

Reter e adquirir apenas o que é ou será estritamente necessário e atentar para descartar conscientemente o desnecessário são as chaves da correta aplicação deste senso.

### **Senso de Ordenação**

Refere-se à sistematização e à classificação dos objetos, dados e métodos selecionados como necessários, e também à disponibilidade e à sedimentação de valores, conceitos e atitudes positivas.

Em relação aos objetos e dados, é recomendável alojá-los de forma ordenada, lógica e de fácil assimilação, tendo como critérios a frequência de utilização, o tipo, de modo a facilitar o acesso aos mesmos.

Uma das atividades geralmente destacadas é padronizar a descrição de materiais e equipamentos, bem como formulários, relatórios, critérios de armazenagem, de movimentação de objetos e de arquivo de documentos, evitando sua proliferação indesejada.

### **Senso de Limpeza**

O significado deste senso traduz-se em deixar tudo limpo - objetos, conceitos, métodos, atitudes - em eliminar a sujeira, monitorando o ambiente, os equipamentos, o interior da pessoa e seus relacionamentos.

### **Senso de Saúde**

Este senso apura o alcance e a manutenção de condições saudáveis de trabalho, físicas e mentais. Um "slogan" bastante difundido ilustra bem o fundamento do senso de saúde: "**Melhor que limpar é não sujar!**".

### **Senso de Auto-Disciplina**

Este senso refere-se ao **respeito** por princípios e padrões éticos, morais e técnicos da instituição - que devem ser identificados com os da própria pessoa - e à sua **prática**, aperfeiçoando-os continuamente.

É efetivamente observado quando, sem a necessidade de controle externo, a pessoa demonstra força de vontade na busca da melhoria e no desenvolvimento do compromisso assumido.

Ter auto-disciplina é um sinal de respeito próprio e de respeito aos outros.

Os 3 primeiros sentidos são normalmente praticados de forma conjunta. Os 2 últimos trabalham a base que sustenta os anteriores.

**A Gestão Estratégica de Custos** complementa o trabalho dos 5 S's. Noções sólidas sobre custo-alvo, custos da qualidade, custos da não-qualidade e custeio baseado nas atividades são imprescindíveis às organizações contemporâneas.

Com efeito, pré-avaliar e orientar uma empreitada através do custo-alvo é providência que nos poupa dos aborrecimentos e dos dissabores de descobrir, depois de boa parte do caminho percorrido, que embarcamos no trem errado, que não somos e nem seremos competitivos produzindo e ofertando determinado produto ou serviço ao mercado.

Por outro ângulo, conhecer os custos da não qualidade - custos das falhas detectadas interna e externamente - e poder contrapô-los àqueles da qualidade -concentrados em prevenção e avaliação - permite à organização saber quão compensador se torna trabalhar para alcançar seus objetivos através da Qualidade. Em situações normais, é interessante notar que à medida que uma empresa investe mais em prevenção e em avaliação, o custo total diminui.

Custear por atividades induz a que consideremos, na avaliação de uma linha de negócios, aqueles



**Eficácia** diz respeito a **Produtos**. É definida operacionalmente como a realização efetiva das “coisas certas”, com os requisitos de qualidade especificados. A medida operacional da eficácia é o resultado da divisão do Produto Obtido (PO) pelo Produto Esperado (PE).

**Eficiência** trata de consumo de **Recursos**. Sua medida operacional é o resultado da divisão do total de Consumo Previsto de Recursos (CPR) pelo total de Consumo Efetivo de Recursos (CER).

**Produtividade** é definida operacionalmente como a relação entre o que é gerado por uma unidade empresarial - **Produto** - e o que entra nesse sistema - **Recurso** - durante um certo período de tempo.

Sua medida operacional é o resultado da divisão PO/CER, no nível efetivo, e PE/CPR, no nível esperado.

**Qualidade de Vida no Trabalho** está ligada a **Processos**. É definido como a resposta ou a reação afetiva das pessoas que integram o sistema organizacional a uma série de fatores: remuneração, condições de trabalho, cultura, liderança, relacionamento com colegas, realimentação, autonomia, variedade de aptidões, identidade de tarefas, significância das tarefas, o chefe, o grau de participação no planejamento, solução de problemas, tomada de decisões etc.

O modo como as pessoas se sentem a respeito das dimensões que consideram importantes para sua vida na organização é fundamental para a performance global do sistema organizacional. É possível gerar modos eficazes de se medir a qualidade de vida no trabalho, criando uma função que pondere seus diferentes fatores. Existem também maneiras de desenvolver processos gerenciais que melhorem a performance do sistema, ao mesmo tempo em que melhorem a qualidade de vida no trabalho.

A **Inovação** tem de estar presente nos **Processos** e sua definição compreende a forma **criativa de mudar** o que estamos fazendo, o modo como estamos fazendo, a estrutura, a tecnologia, os produtos, os serviços, os métodos, os procedimentos, as políticas etc, para reagir com **êxito** a pressões, oportunidades e ameaças externas e internas.

A inovação, portanto, envolve criatividade, mudança e êxito na implementação. Se não comportar

todos estes aspectos - principalmente o terceiro - talvez se constitua apenas em invenção

A **lucratividade** e a **auto-sustentabilidade** são definidas como a relação entre os **Resultados** e os **Recursos** empregados para sua obtenção.

A **lucratividade** diz respeito a uma medida ou a um conjunto de medidas que relacionam receitas a custos, ou ainda lucros ou prejuízos a ativos.

A **auto-sustentabilidade** configura a relação entre vários fatores: a própria lucratividade, endividamento, liquidez, participação no mercado, geração de receitas extra-orçamentárias, relacionamento com a sociedade e com o meio ambiente, atendimento a metas, a entregas e prazos combinados e a custos orçados.

Acreditamos que o uso da expressão auto-sustentabilidade possa permitir um melhor entendimento deste último critério, já que, independentemente de uma organização visar lucro, necessariamente tem de se sustentar, tem de se manter no mercado por suas próprias forças.

Sink & Tuttle (1993) explicam que sugeriram a criação do termo alternativo à lucratividade para resolver um problema que enfrentavam em suas apresentações a pessoas que trabalham na administração pública. Era muito comum estas pessoas argumentarem no sentido de invalidar o critério lucratividade por entenderem que o mesmo apenas dizia respeito a organizações da iniciativa privada. Uma vez invalidado o sétimo, questionavam toda a idéia dos 7 critérios, por perceberem neles uma tendência para o setor privado. Então diziam que os autores não compreendiam sua atividade.

Eles revelam que pensaram muito sobre o assunto até chegarem à conclusão que todo sistema organizacional tem um resultado final, embora nem sempre se consiga cristalizá-lo. E prosseguem afirmando que o fato das pessoas pensarem que não tem, é indicação da causa de muitos de nossos problemas.

Deixamos propositalmente para o final o critério **Qualidade**.

São sugeridos 6 pontos de verificação de qualidade:

- a seleção e o gerenciamento de sistemas fornecedores envolvem atividades como projeto e desenvolvimento de produtos e serviços, comunicação

de especificações e requisitos, seleção de fornecedores, comunicação com os clientes a respeito de suas expectativas, disposição para negociar conflitos com as pessoas e sistemas organizacionais que fornecem recursos etc;

- a confirmação de que o sistema está recebendo aquilo que necessita, quer, espera ou merece dos sistemas fornecedores;
- a parte do processo de gerenciamento que enfoca a criação de qualidade no produto;
- a garantia de que o que está sendo gerado pelo sistema satisfaz às especificações e requisitos estabelecidos;
- a compreensão detalhada e proativa daquilo que os clientes estão recebendo, querem, precisam, esperam e/ou exigem e
- o processo de gerenciamento da performance.

A qualidade precisa ser definida operacionalmente e medida em cada um destes pontos.

Existem 2 bons motivos para referendarmos a **Qualidade** como um critério fundamental para a performance de um sistema organizacional.

O primeiro: a Qualidade é o único critério que permeia todos os elementos de um sistema organizacional, inclusive o gerenciamento da performance de todo o sistema. De fato, a falta dessa percepção leva muitas iniciativas, baseadas na Qualidade, a fracassarem. Frequentemente, as pessoas entendem que devem privilegiar a qualidade em um ou em alguns dos elementos de um sistema organizacional. Assim, enfatiza-se por exemplo, a qualidade de processos ou a qualidade dos produtos, em detrimento do foco no mercado, nos sistemas clientes e nos outros elementos sistêmicos. Tal entendimento nos parece míope e equivocado. A Qualidade, quando compreendida com a abrangência adequada, deve estar presente em todos os elementos do sistema. Mais que isso, precisa ser percebida pelos diversos agentes (clientes, funcionários, fornecedores etc).

O gerenciamento é, no entender de Sink & Tuttle (1993), uma imagem holográfica complexa, que tem muitas faces - informática, produção, recursos humanos, finanças etc - e que, quando vistas de ângulos diferentes parecem únicas. Geralmente, contratamos consultores e compramos programas para

“consertar as faces” do holograma, em vez de “consertar o holograma”. Somente quando abordamos o sistema como um todo e integramos e coordenamos nossas iniciativas é que vemos progresso e conseguimos a melhoria contínua.

O segundo: a importância da Qualidade em sua relação com os demais critérios de performance e à própria melhoria.

De fato, se uma organização verdadeiramente trabalha com **Qualidade**, é natural que consiga **Eficiência e Eficácia**. Normalmente, os recursos empregados em seus processos devem apresentar qualidade, não devem ocorrer perdas e desperdícios e com isso a relação entre o consumo previsto de recursos e o consumo efetivo de recursos tende a ser favorável à empresa. O mesmo deve ocorrer no tocante à relação entre o produto obtido e o produto esperado, pois a organização privilegia o ponto de vista do mercado e dos clientes.

Ora, se um sistema é eficiente e eficaz, deve ser produtivo, pois como já vimos a **Produtividade** compara produtos com recursos.

Agregando às condições anteriores, a **Qualidade de Vida no Trabalho** - refletindo o bem estar das pessoas, a satisfação dos funcionários, as condições físicas do ambiente de trabalho, o relacionamento interpessoal, o relacionamento com o meio ambiente - e a **Inovação** - a melhoria contínua é uma dos conceitos básicos atrelados à qualidade - um sistema fatalmente obterá **Auto-sustentabilidade e Lucratividade**.

Assim, **uma organização aumenta em muito suas chances de sobreviver, melhorar e crescer**.

### 3.3. Equilíbrio Organizacional

Collins & Porras (1995) analisaram o exemplo de 18 empresas consideradas por eles visionárias - prosperaram durante décadas e provavelmente continuarão a ter sucesso por muito tempo - e identificaram um simples motivo para o êxito dessas organizações. Os autores concluem que o sucesso é uma combinação de visão de longo prazo com bons resultados de curto prazo, inovação e austeridade financeira.

A habilidade de tornar congruentes coisas aparentemente contraditórias parece ser importante. Estamos falando de equilíbrio.

Mas quando falamos em equilíbrio, não estamos nos referindo necessariamente ao meio-termo, mas sim à mais adequada composição, aquela que canaliza para a direção correta. Sink & Tuttle (1993) afirmam que o equilíbrio será sempre uma questão muito dependente da situação. É improvável que 2 sistemas organizacionais diferentes atribuam os mesmos pesos aos 7 critérios de performance.

Gostaríamos de chamar a atenção para a relação existente entre performance e equilíbrio

organizacionais. O conceito de performance, ao mesmo tempo em que ressalta a importância de fatores **econômicos e financeiros** (eficiência, eficácia, produtividade, lucratividade ou auto-sustentabilidade), enfatiza também os aspectos **humanos e ambientais** (qualidade de vida no trabalho, auto-sustentabilidade) e tecnológicos (inovação).

A Figura 2 ilustra o Equilíbrio Organizacional.

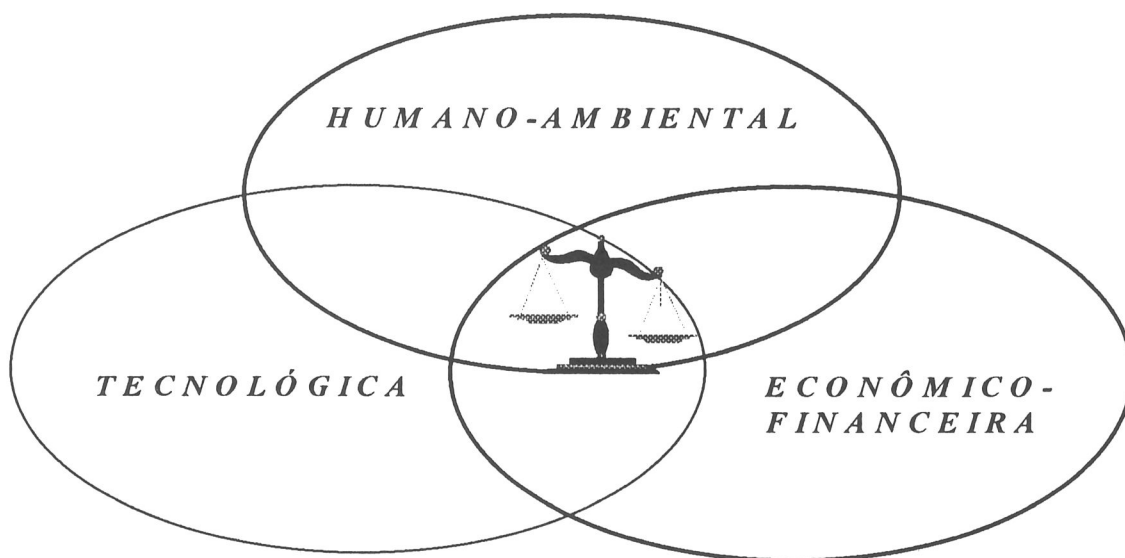


Figura 2 - Equilíbrio Organizacional

É notável a propriedade e a utilidade desse conceito como um guia para que as organizações mantenham-se equilibradas e atentas aos fatores tecnológicos, econômicos, financeiros, ambientais e humanos de sua gestão. De fato, é essencial gerir uma empresa considerando todos estes componentes. Nenhum deles pode ser negligenciado, sub ou super estimado. Sob nenhum pretexto, devem ser entendidos e tratados isoladamente, pois são interagentes.

Nossas decisões, nossas ações têm muito mais chances de obter êxito, quando preservamos a percepção sistêmica.

No entanto, é comum encontrarmos pessoas e organizações preocupadas com o aprofundamento em uma única área do conhecimento organizacional. É comum nos depararmos com empresas que fixam suas atenções em um ou em alguns dos elementos

sistêmicos. Em um ou em alguns dos critérios de performance. Em uma ou duas faces organizacionais.

#### 4. CONCLUSÃO

Existem estudos que procuram mostrar e avaliar, de maneira isolada, a influência de uma determinada tecnologia ou metodologia sobre uma situação específica ou sobre partes de processos de gestão ou sobre partes de organizações. Acreditamos que seja preciso ir além. É preciso identificar e explorar experiências em que um conjunto consistente e abrangente de conceitos e técnicas atue sobre um sistema completo de gestão. É preciso incluir nos diagnósticos sobre situações e problemas vigentes e na implementação de mudanças, considerações mais amplas que aquelas a que estamos acostumados.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**COLLINS, J.C. & PORRAS, J.I** - Feitas para Durar - Ed. Rocco - 1995

**DEMING, W.E.** - Qualidade: A Revolução da Administração - Ed. Marques Saraiva - 1990

**DRUCKER, P.F.** - Conhecimento - Citações em "Conhecimento em Alta" - Administrador Profissional - Jul-Ago/1994

**JONSSON, B.L.R.** - Ergo: Workshop on Productive Technology and Quality of Working Life - Volvo AB - 1984

**OSADA, T.** - Housekeeping: 5 S's - Ed. IMAM - 1992

**SENGE, P. M.** - A Quinta Disciplina - Ed. Best Seller - 1990

**SINK, D.S. & TUTTLE, T.C.** - Planejamento e Medição para a Performance - Ed. Qualitymark - 1993

---

# NOVOS PARADIGMAS E APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL\*

## NEW PARADIGMS AND APLICATIONS IN (ARTIFICIAL INTELLIGENCE)

Juan Manuel Adán COELLO\*\*

### RESUMO

Este artigo apresenta e discute algumas técnicas e paradigmas desenvolvidos na área de Inteligência Artificial (IA) que têm sido usados com sucesso, ou oferecem grande potencial para a construção de aplicações inovadoras. Entre os paradigmas clássicos, discute-se a solução de problemas usando algoritmos de busca heurística e os sistemas especialistas (SEs), enfatizando, neste último caso, a representação de conhecimento e raciocínio baseados em regras (RBR). Dentre os novos paradigmas, destaca-se a indução automática de regras e o raciocínio baseado em casos, oriundos da área de aprendizado de máquina (*Machine Learning*). Os algoritmos de indução permitem a extração automática de conhecimento, como alternativa ao oneroso processo de extração manual de conhecimento, típico de sistemas baseados em regras, considerado o aspecto mais complexo da construção de um SE. O raciocínio baseado em casos (RBC) é também uma alternativa para simplificar e acelerar o processo de aquisição de conhecimento, além de suportar o aprendizado automático e contínuo do sistema. Finalmente, conceitua-se e ilustra-se a construção de agentes inteligentes, um dos paradigmas mais promissores para a construção de novas aplicações, especialmente em ambientes complexos, dinâmicos e ricos em informação como a Internet.

**Palavras-chave:** inteligência artificial, busca heurística, sistemas especialistas, raciocínio baseado em regras, raciocínio baseado em casos, indução, agentes inteligentes.

### ABSTRACT

This paper presents and discusses some techniques and paradigms from the Artificial Intelligence field that have been successfully applied, or provide great potential for innovative applications. Classical and still very useful approaches as search methods and rule based experts systems are reviewed. Among the new and promising techniques, not yet fully explored, this paper focus on the induction of rules from examples and CBR (Case-Based Reasoning). Finally, we introduce Intelligent Agents, a paradigm that should play a major role in the construction of new applications for complex, dynamic and information rich environments, like the Internet.

**Key-words:** Artificial Intelligence, Heuristic Search, Expert Systems, Case-Based Reasoning, Induction, Intelligent Agents.

---

(\*) Este artigo é derivado de texto publicado nos sinais da 2ª Escola Regional de Informática, da Sociedade Brasileira de Computação, realizada na UNIMED, no período de 2 a 6 de junho de 1997.

(\*\*) Doutor em Engenharia pela UNICAMP é professor do Instituto de Informática da PUC-Campinas.

## 1. INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) é um campo multidisciplinar que encontra os seus fundamentos em diversas áreas, incluindo a filosofia, a matemática, a psicologia, a lingüística e, naturalmente, a ciência da computação. Da mesma forma que a filosofia e a psicologia, a IA procura entender a Inteligência, porém, em adição a isso, procura também construir entidades inteligentes.

Dada a complexidade do problema e as múltiplas áreas envolvidas, não há uma definição universalmente aceita de IA. Nem mesmo há um consenso sobre se a empreitada é ou não possível. Russel e Norvig (1995) enquadram as definições de IA expressas em onze livros-texto recentes em quatro categorias, relacionadas à construção de:

1. Sistemas que pensam como humanos;
2. Sistemas que agem como humanos;
3. Sistemas que pensam racionalmente; e
4. Sistemas que agem racionalmente.

As definições do grupo 1 e 3 estão relacionadas aos processos de pensamento e raciocínio, enquanto que as definições dos grupos 2 e 4 ao comportamento dos sistemas. Por outro lado, as definições dos grupos 1 e 2 medem o sucesso dos sistemas em termos do desempenho humano, enquanto que as definições dos grupos 3 e 4 empregam um conceito idealizado de inteligência, denominado racionalidade (um sistema é racional se "faz a coisa certa").

Embora não tenha sido possível chegar a um paradigma unificador que explique a inteligência e permita construir entidades inteligentes, as pesquisas conduzidas até o momento produziram uma série de técnicas e paradigmas que permitem resolver inúmeros problemas complexos e relevantes. Este artigo tem por objetivo apresentar e discutir algumas dessas técnicas e paradigmas representativos dos resultados obtidos na área.

O artigo obedece à seguinte estrutura. Na seção 2 discute-se a solução de problemas usando algoritmos de busca. Na seção 3 faz-se uma introdução aos sistemas especialistas. Na seção 4 discute-se o raciocínio baseado em regras (RBR), o paradigma mais empregado para representar conhecimento e fazer inferências em sistemas especialistas. Na seção 5 discute-se sucintamente a extração automática de conhecimento através de algoritmos de indução. A

seção 6 trata do raciocínio baseado em casos (RBC). A seção 7 conceitua e ilustra a construção de agentes inteligentes. Finalmente, na seção 8 são feitas algumas considerações finais.

## 2. SOLUÇÃO DE PROBLEMAS USANDO ALGORITMOS DE BUSCA

O principal objetivo dos primeiros pesquisadores em IA era encontrar mecanismos para resolver problemas cuja solução era difícil empregando as técnicas computacionais convencionais, embora fossem facilmente resolvidos pelo cérebro humano, um dispositivo em muitos sentidos mais limitado que o computador. Para esses problemas não havia soluções algorítmicas, ou estas eram tão complexas que não era praticável implementá-las no computador.

A solução foi desenvolver novas técnicas de solução de problemas, semelhantes àquelas usadas por humanos, e implementá-las num computador. Uma das mais importantes dessas técnicas é a busca.

### 2.1 Espaço do Problema x Espaço da Solução

As técnicas de busca em IA procuram em um espaço do problema, e não numa estrutura de dados pré-definida, como na computação convencional. O objetivo é encontrar um caminho que ligue a descrição inicial do problema à descrição do estado desejado do problema (a sua solução). Esse caminho, quando encontrado, irá representar os passos dados para resolver o problema. O processo de busca de uma solução desenvolve o espaço da solução, i.e., a porção do espaço do problema que foi examinada.

Ao contrário de uma estrutura de dados, que é predefinida e já existe quando a busca começa, espaços de problemas são geralmente definidos proceduralmente. Ou seja, o espaço do problema não é totalmente criado e então feita a busca, ele é criado à medida que é explorado. A partir de um dado estado, são usados procedimentos (ou operadores), guiados por uma estratégia de controle para definir os próximos estados passíveis de busca.

Os espaços de solução de problemas são normalmente representados por grafos, ou árvores, onde os nós representam os estados da solução e os arcos

as operações que levaram o problema de um estado a outro.

A eficácia de uma estratégia de busca pode ser avaliada pelos seguintes critérios:

1. **Completeza:** Garante-se que a estratégia encontra uma solução, quando houver uma?
2. **Complexidade Temporal:** Quanto tempo é necessário para encontrar uma solução?
3. **Complexidade Espacial:** Quanta memória é necessária para fazer uma busca?
4. **Otimidade:** A estratégia encontra a melhor solução quando houver várias?

Podemos avaliar a complexidade de uma estratégia de busca considerando o seu fator de ramificação  $r$ , que indica o número de novos estados que podem ser gerados a partir de cada estado e a profundidade  $p$  a que se encontra a solução, na árvore de busca.

## 2.2 Busca Cega

A busca de uma solução no espaço de estados (espaço do problema) pode ser feito usando procedimentos que definem o próximo estado a pesquisar, sem utilizar qualquer conhecimento que indique quão próximo se estará da solução percorrendo esse caminho. A este tipo de busca chama-se busca cega. Dois métodos representativos deste tipo de busca são a busca em largura (*Breadth-first Search*) e a busca em profundidade (*Depth-first Search*).

Na busca em largura, o nó raiz (estado inicial) é expandido, em seguida são expandidos todos os nós gerados pelo nó raiz, em seguida os seus sucessores, e assim por diante.

Na busca em profundidade, sempre é expandido um dos nós no nível mais profundo da árvore até chegar a um estado solução ou a um beco sem saída (um nó que não representa um estado objetivo e que não pode ser expandido). Ao chegar a um beco sem saída, volta-se ao nível imediatamente anterior onde haja nós ainda não expandidos, e continua-se a busca desse ponto.

Comparando as duas estratégias, podemos observar que a busca em largura, ao contrário da busca em profundidade, não perde tempo explorando “becos sem saída”, ou seja caminhos que não levam à solução. Além disso, se houver uma solução para o problema, ela será encontrada. Adicionalmente, se houver várias soluções, a mínima (que requer o menor número de passos) será encontrada. Isto é, a estratégia é ótima e completa. O número máximo de nós a expandir antes de encontrar a solução é:

$$1 + r + r^2 + r^3 + \dots + r^p$$

portanto, a sua complexidade espacial e temporal é  $O(r^p)$ . Deve-se observar que todos os nós folhas (na extremidade da árvore) devem ser mantidos na memória. De modo geral, o uso desta estratégia esbarra mais freqüentemente em limitações de memória que de tempo, particularmente para valores pequenos de  $p$ . Considere, a título de exemplo, os valores apresentados pela tabela 1, considerando que  $r=10$ , em um sistema com capacidade de expandir 1000 nós por segundo, requerendo 100 bytes para armazenar cada nó, valores característicos de muitos problemas do tipo quebra-cabeça ou jogos, executados em microcomputadores modernos.

No busca em profundidade, apenas os nós do caminho corrente devem ser armazenados, isto é ,

**Tabela 1** - Custo da busca em largura.

Profundidade ( $p$ )	Número de Nós	Tempo requerido	Memória
0	1	1 mili segundo	100 bytes
2	111	0,1 segundo	11 kbytes
4	11.111	11 segundos	1 megabytes
8	$10^8$	31 horas	11 gigabytes
12	$10^{12}$	35 anos	111 terabytes
14	$10^{14}$	3500 anos	11.111 terabytes

apenas os nós ligando o nó raiz a um nó folha, juntamente com os nós irmãos não expandidos de cada nó do caminho são mantidos na memória. Se  $p$  indicar a profundidade máxima da árvore de busca a complexidade temporal da busca em profundidade será  $O(r^p)$  e a complexidade espacial  $O(r \times m)$ . Para  $r$  e  $p$  iguais a 10 e a 12, respectivamente, seriam necessários 12 kbytes de memória e não os 111 terabytes necessários para a busca em largura com valores iguais para esses parâmetros. Portanto, um valor 10 bilhões de vezes menor. 1 mili segundo

A busca em profundidade não é completa nem ótima, ela pode cair num “poço sem fundo”, que não conduz a uma solução, e nada garante que uma solução encontrada seja a melhor (a mais curta). Apesar disso, em muitos casos pode encontrar uma solução sem ter que examinar uma grande porção da árvore de busca. Na busca em largura, todos os nós da árvore até um dado nível  $n$  devem ser examinados antes que qualquer nó do nível  $n+1$  possa ser examinado. Este aspecto é particularmente relevante se houver diversas soluções para o problema e não for fundamental encontrar a melhor. A busca em profundidade pode parar quando qualquer das soluções for encontrada.

### 2.3 Busca Dirigida

Apesar de muito úteis, os métodos de busca cegos, mostram-se inadequados para a solução de inúmeros problemas complexos. Considere, por exemplo, o custo de explorar o espaço de estados associado a um jogo de xadrez, onde o fator médio de ramificação é de cerca de 35, e um jogo envolve cerca de 50 movimentos por parte de cada jogador, de modo que uma árvore de busca teria aproximadamente  $35^{100}$  nós (embora haja somente cerca de  $10^{40}$  posições diferentes válidas). Para este tipo de problemas, podem ser usados procedimentos que sejam capazes de estimar se ao seguir um determinado caminho aproximamo-nos ou afastamo-nos da solução. Este tipo de busca, denominada busca dirigida, heurística, ou baseada em conhecimento, é um dos alicerces da IA clássica.

Entre as inúmeras técnicas de busca dirigida discutiremos as estratégias “subindo a colina” (*Hill-climbing*), *Branch and Bound*, melhor caminho primeiro (*Best-first*) e  $A^*$ .

A estratégia *Hill-climbing* explora o espaço de soluções em profundidade, seguindo o caminho que aparenta diminuir mais a distância que falta para atingir o objetivo. Por exemplo, suponha que estamos em Paris tentando chegar à torre Eiffel. Usando esta técnica, cada vez que chegássemos a uma esquina, olharíamos para a torre (supondo que pudéssemos vê-la de qualquer ponto) e seguiríamos pela rua que nos parecesse levar mais diretamente à torre. Um dos problemas com este procedimento é que poderíamos chegar a um beco sem saída, e a aplicação direta do método não nos permitiria sair dele, pois, para fazer isso teríamos que aumentar a nossa distância do objetivo.

Enquanto na técnica *hill-climbing*, sempre se segue um caminho a partir do nó mais recentemente examinado, na busca *branch and bound*, segue-se um caminho a partir do nó mais promissor na árvore de soluções, independente da sua localização. Um dos problemas com esta técnica de busca é que uma porção significativa de toda a árvore deve ser desenvolvida até encontrar o menor caminho para a solução.

Para fazer a busca empregando a técnica do menor caminho primeiro (*Best-first*), deve-se dispor de uma função heurística  $h(n)$ , capaz de estimar o custo do caminho mais barato que leva do estado  $n$  a um estado objetivo, de modo que a busca sempre prossiga pelo nó não expandido, independente da sua localização, com o menor custo estimado para levar a uma solução. Esta técnica assemelha-se à *hill-climbing*, com a diferença que na *hill-climbing* a busca prossegue sempre a partir da posição (nó) corrente.

Em problemas de roteamento  $h(n)$  costuma ser a distância em linha reta até o objetivo. No caso da nossa busca pela Torre Eiffel, quando a técnica *Best-first* é usada, cada interseção de duas ou mais ruas deve ser marcada com uma estimativa da distância que a separa da torre, e sempre se avança pela próximo caminho disponível, a partir da interseção que se estima estar mais perto da torre.

Esta técnica é uma variante da busca em profundidade, não sendo, portanto completa nem ótima. Se  $p$  for a profundidade da árvore de busca a sua complexidade temporal é  $O(b^p)$  e a sua complexidade temporal também é  $O(b^p)$ , pois todos os nós gerados devem ser mantidos na memória. Dependendo do

problema sendo resolvido, uma boa função heurística pode reduzir substancialmente ambas as complexidades.

As técnicas *hill-climbing* e *best-first* não garantem que as soluções encontradas sejam ótimas, isto é, representem o menor caminho. No entanto, o custo para encontrar uma solução com elas é geralmente inferior ao custo para encontrar uma solução (ótima) com a *branch-and-bound*. Um problema com a busca *best-first*, é que ela, ao contrário da *branch and bound*, não leva em conta o custo efetivamente realizado até a chegada a um dado estado (no caso de um problema de busca de rotas, qual o custo do caminho já percorrido)

O algoritmo  $A^*$  de busca combina a *best-first*, com a *branch and bound*. Ela supõe que temos conhecimento suficiente para estimar o custo para ir de qualquer nó até o objetivo. O algoritmo  $A^*$  estima o custo total da busca, somando o custo efetivo para chegar ao nó corrente a partir do nó inicial, ao custo estimado para atingir o objetivo a partir desse nó.

Em geral é muito difícil obter estimativas precisas. Para que seja garantido que o  $A^*$  encontre o caminho ótimo, é necessário que todas as estimativas sejam maiores que zero, porém nunca superiores ao custo real.

## 2.4 Aplicações de estratégias de busca

Variantes dos algoritmos de busca encontram ampla aplicação na solução de problemas complexos, entre eles, Russel e Norvig (1995), destacam os seguintes:

- **Determinação de rotas:** Ex.: Roteamento de pacotes em redes de computadores e planejamento de viagens aéreas.
- **Planejamento de viagens:** Ex. Visitar cada cidade de um dado mapa, pelo menos uma vez, começando e terminando numa mesma cidade. O problema do caixeiro viajante é uma variante muito conhecida deste problema no meio acadêmico, e bastante complexa. Nesta variante do problema, cada cidade deve ser visitada exatamente uma vez, devendo-se encontrar o caminho mais curto (ou mais barato).
- **Layout de células e roteamento de canais,** em circuitos VLSI (que podem ter da ordem

de um milhão de portas lógicas). O objetivo é minimizar a área e o comprimento das conexões, maximizando, em consequência, a velocidade do circuito.

- **Navegação de Robôs:** Generalização do problema de roteamento. Aqui, em vez de mover-se por um conjunto discreto de rotas, o robô pode mover-se por um espaço contínuo.
- **Seqüenciamento de montagem:** objetiva encontrar uma ordem em que as partes de algum objeto devem ser montadas. O problema é complexo e relevante, devendo ser observado que durante uma montagem se a ordem errada for escolhida, não haverá como adicionar alguma peça posteriormente, sem desfazer parte do trabalho já feito.

## 3. SISTEMAS ESPECIALISTAS/PERITOS

No início dos anos 70, pesquisadores em IA perceberam as limitações dos métodos gerais de solução de problemas e das técnicas de busca desenvolvidas na década anterior. Eles notaram que para resolver determinados problemas complexos era requerido conhecimento específico sobre o domínio de aplicação de interesse, em lugar de conhecimento amplo e geral que se aplica a inúmeros domínios. Três conceitos fundamentais distinguem os sistemas especialistas, ou baseados em conhecimento, de programas algorítmicos convencionais e de programas genéricos de solução de problemas baseados em busca:

1. A separação do conhecimento de como ele é usado;
2. O uso de conhecimento extremamente específico de um determinado domínio;
3. A natureza heurística, em vez de algorítmica, do conhecimento empregado.

O uso de heurísticas em sistemas baseados em conhecimento é sensivelmente diferente das funções heurísticas usadas em algoritmos de busca. As funções heurísticas representam conhecimento genérico usado para guiar a busca. A heurística empregada em sistemas baseados em conhecimento, refere-se ao conhecimento heurístico usado por um especialista na solução de um problema específico.

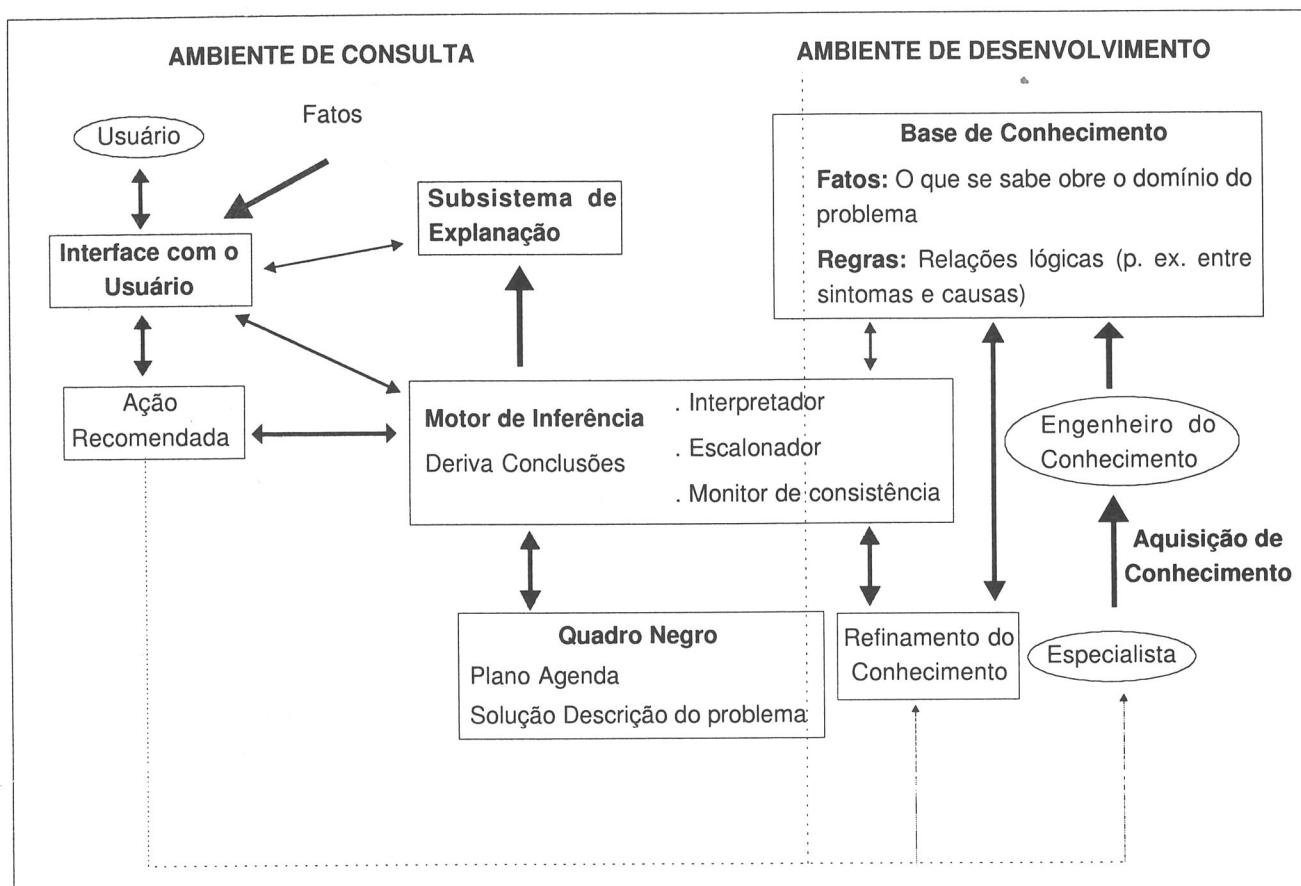


Figura 1 - Estrutura de um sistema especialista (Fonte: Turban, 1995).

### 3.1 Estrutura dos Sistemas Especialistas

A estrutura de um sistema especialista é representado na figura 1. A Base de Conhecimento (BC) contém o conhecimento necessário ao entendimento, formulação e solução de problemas. A base de conhecimento é incorporada a um programa de computador através de técnicas para a representação de conhecimento. A aquisição de conhecimento, a partir de especialistas e de outras fontes, como livros, relatórios e figuras, é uma tarefa complexa que freqüentemente cria o principal "gargalo" na construção de um SE. Geralmente é necessário um Engenheiro de Conhecimento (ECO) para interagir com um ou mais peritos humanos a fim de construir uma base de conhecimento.

O motor de inferência é o "cérebro" de um SE. Ele implementa as técnicas de raciocínio a partir do conhecimento e fatos presentes na base de conhecimento e no "quadro negro". Quando uma consulta é feita, ele desenvolve uma agenda que organiza e controla os passos necessários para resolver um problema.

O quadro-negro (*Blackboard*) é uma área de trabalho empregada em alguns sistemas para manter a descrição do problema a ser resolvido, de acordo com uma especificação presente em dados de entrada, e para o armazenamento de resultados intermediários. No quadro-negro pode-se registrar hipóteses e decisões intermediários, tais como: 1) **plano** para abordar o problema, 2) **agenda** de ações aguardando execução e 3) **solução**: hipóteses e cursos alternativos de ação gerados pelo sistema até um dado momento. O uso do quadro-negro é particularmente popular para aplicações em que vários especialistas devem trabalhar em conjunto para resolver um problema.

O Subsistema de Explicação é responsável por justificar as conclusões tiradas pelo SE. Ele permite explicar ao usuário porque determinada questão foi formulada pelo SE, como uma conclusão foi obtida, por que determinada alternativa foi rejeitada e qual é o plano a ser seguido para alcançar a solução, indicando, por exemplo, o que falta ser estabelecido antes que um diagnóstico final seja determinado.

Especialistas humanos têm um sistema de refinamento de conhecimento que lhes permite analisar o seu desempenho, aprender a partir dele, e refiná-lo para consultas futuras. De modo semelhante, este componente é necessário para que um SE possa ser capaz de analisar as razões para suas falhas e sucessos, i.e. para aprender. Isto lhe permite melhorar a sua BC e a eficácia das suas inferências. Estes subsistemas são ainda, de modo geral, objeto de pesquisa em universidades e centros de pesquisa.

### 3.2 Aquisição de Conhecimento

É a tarefa mais crítica e que mais consome tempo durante o processo de desenvolvimento incremental de um sistema baseado em conhecimento, é conhecida com o “gargalo dos sistemas baseados em conhecimento”. A aquisição de conhecimento compreende em duas atividades principais: 1) elicitación, ou extração propriamente dita, do conhecimento; e 2) a representação do conhecimento (usando regras ou outro formalismo adequado).

O principal mecanismo empregado na extração do conhecimento é a discussão face a face entre o perito e o engenheiro de conhecimento que lhe faz perguntas e o observa resolvendo problemas. Este costuma ser um processo penoso e demorado, por diversos motivos, alguns associados ao especialista, como a sua incapacidade de verbalizar, ou mesmo reconhecer, o processo de solução de problemas que emprega, ou o emprego de mecanismos de defesa cognitiva, usualmente subconscientes, e alguns associados ao ECO, como a sua falta de conhecimento do domínio do problema.

Para fazer frente às dificuldades associadas aos métodos tradicionais de aquisição de conhecimento, baseadas em entrevistas, foram desenvolvidos métodos alternativos, como a análise da grade de repertório (*Repertory Grid Analysis - RGA*) e o raciocínio indutivo, que podem ser usados em lugar das técnicas, ou em combinação com elas.

A RGA foi proposta por Kelly (1955) para a implementação da sua Teoria da Construção Pessoal, destinada a aumentar a eficácia de sessões de psicologia clínica. O RGA foi adaptado para auxiliar na extração de conhecimento e automatizado por diversos sistemas. Sistemas que implementam o RGA, interrogam o usuário (o especialista ou o en-

genheiro do conhecimento) a respeito do domínio, visando ajudá-lo na estruturação do conhecimento.

### 3.3 Benefícios, Problemas e Limitações dos SE

Da mesma forma que outras aplicações computadorizadas, os sistemas especialistas costumam estar associados a aumento de produtividade, na medida em que são mais rápidos que seres humanos, e a um padrão de qualidade uniforme, pois fornecem sugestões consistentes e baixa taxa de erros.

Um benefício normalmente destacado dos SEs é a captura de perícia escassa, evidente em diversas situações, por exemplo:

- há um número insuficiente de peritos
- um perito está a ponto de aposentar-se ou de mudar de emprego
- um perito é necessário numa grande área geográfica
- é necessária a transferência de conhecimento para localidades remotas, ou de difícil acesso, por exemplo, conhecimento médico, para áreas distantes assoladas por algum tipo de epidemia

Entre as promessas futuras dos SEs está a capacidade de resolver problemas cuja complexidade excede as habilidades humanas. Isto ocorre, por exemplo, quando o escopo do conhecimento necessário é muito maior que aquele detido por qualquer indivíduo isoladamente.

Se os sistemas especialistas oferecem diversas vantagens, o seu uso esbarra também com algumas dificuldades e limitações. Por um lado, as metodologias e ferramentas para a construção de SE não são tão simples e efetivas como deveriam ser, mesmo para as classes de aplicações apresentadas anteriormente. Além disso, uma série de dificuldades têm reduzido o ritmo de difusão comercial de SE, entre elas, podemos destacar:

- a perícia/conhecimento é difícil de extrair de seres humanos
- diferentes peritos podem ter diferentes visões (corretas) de uma mesma situação
- usuários de SE têm limitações cognitivas naturais

- SE funcionam bem apenas em domínios estreitos (problemas específicos)
- a maioria dos especialistas não têm meios independentes de verificar se as suas conclusões são razoáveis
- o vocabulário que os peritos usam para expressar fatos e relações é, em geral, de difícil compreensão para leigos
- em geral é necessária a ajuda de engenheiros de conhecimento, raros e caros
- falta de confiança dos usuários finais
- SE podem não ser capazes de chegar a uma conclusão
- SE, assim como especialistas humanos, podem fazer recomendações erradas

### 3.4 Áreas de Aplicação de SEs

Os SEs foram aplicados com sucesso a diversas classes de aplicações entre as quais Turbam (1995) destaca as seguintes:

- **Interpretação:** Os SEs inferem descrições de situações a partir de observações. Este tipo de aplicação inclui sistemas para entendimento de fala, análise de imagens e interpretação de sinais.
- **Previsão:** Os SEs inferem conseqüências prováveis a partir de uma dada situação. Este tipo de aplicação inclui sistemas para previsão do tempo, previsões demográficas, previsões econômicas e estimativas de colheitas e de mercado.
- **Diagnóstico:** Os SEs inferem disfunções de um sistema a partir de observações. Tipicamente relacionam irregularidades de comportamento às suas causas. Este tipo de aplicação inclui sistemas de diagnóstico médico, eletrônico, mecânico e de *software*.
- **Projeto:** Os SEs desenvolvem configurações de objetos que satisfazem as restrições de um projeto. Este tipo de aplicação inclui projeto de *layout* de circuitos, projeto de construções e plantas.
- **Planejamento:** Os SEs desenvolvem planos para atingir a objetivos dados. Este tipo de aplicação inclui programação automática,

planejamento de projetos, roteamento, comunicações, desenvolvimento de produtos, aplicações militares e planejamento financeiro.

- **Monitoração:** Os SEs comparam observações com planos, sinalizando exceções. Este tipo de aplicação inclui a monitoração de processos industriais, de tráfego aéreo e a monitoração fiscal.
- **Depuração:** Os SEs, a partir de capacidades de planejamento, projeto e previsão criam especificações ou recomendações para corrigir um problema diagnosticado.
- **Reparação:** Os SEs desenvolvem e executam planos para reparar um problema diagnosticado. Estes sistemas incorporam capacidades de depuração, planejamento e execução.
- **Instrução:** Os SEs diagnosticam, depuram e corrigem o desempenho de estudantes. Estes sistemas, em geral, de início, constroem uma descrição hipotética do conhecimento do estudante. A seguir, eles diagnosticam deficiências e identificam as maneiras de superar estas deficiências. Finalmente, eles planejam uma interação que permita ministrar o conhecimento necessário ao estudante.
- **Controle:** Os SEs interpretam a situação corrente de um sistema, prevêm o futuro, diagnosticam causas de problemas antecipados, formulam planos de solução e monitoram a sua execução.

### 4. RACIOCÍNIO BASEADO EM REGRAS (RBR)

Conforme discutido anteriormente, num sistema especialista o conhecimento é armazenado numa base de conhecimento, a partir da qual, um motor de inferência resolve problemas específicos (raciocina) a partir de fatos fornecidos pelo usuário, ou por qualquer outro meio. O conhecimento na maioria dos SEs é representado usando regras de produção da forma:

SE	antecedente	ENTÃO	conseqüente (1)
	condição		ação (2)
	premissa		conclusão (3)

Por exemplo:

- (1) SE X é um gato ENTÃO X é um animal
- (2) SE você estiver dirigindo e uma ambulância com a sirene ligada se aproximar ENTÃO reduza a velocidade, coloque-se à direita e deixe a ambulância passar
- (3) SE a sua temperatura for superior a 37°C ENTÃO você está febril

As regras são particularmente importantes porque quando peritos são questionados sobre o processo que empregam para solucionar problemas, normalmente respondem na forma de regras. De modo geral, as pessoas acham natural expressar conhecimento usando regras, especialmente para conhecimento acumulado ao longo do tempo e que resultou em associações empíricas internalizadas (conhecimento heurístico). Por outro lado, sistemas baseados em regras são relativamente fáceis de implementar e estender uma vez implementados.

Em sistemas baseados em regras, a progressão de um conjunto de dados, ou fatos, para uma resposta, ou conclusão, pode dar-se partindo dos dados e progredindo até uma conclusão, num processo de solução guiado pelos dados (*data driven*), também denominado encadeamento para a frente (*forward chaining*), ou selecionando uma possível conclusão e tentando provar a sua validade através da busca de evidências que a suportem, num processo de solução dirigido pelo objetivo (*goal driven*), também denominado de encadeamento para trás (*backward chaining*).

As duas estratégias costumam ser empregadas e alguns sistemas, inclusive, permitem combiná-las para resolver um mesmo problema. De modo geral, no entanto, o encadeamento para a frente é indicado para problemas envolvendo síntese (projeto, configuração, planejamento e escalonamento). Nesse tipo de problema os dados dirigem a solução, pois costumam ser requeridos poucos dados para resolver o problema, havendo, no entanto muitas soluções diferentes, porém igualmente aceitáveis. O encadeamento para trás, por seu lado, é indicado para problemas de diagnóstico, onde há muitos dados disponíveis, porém poucos relevantes. Por ex., no diagnóstico médico, utiliza-se os sintomas do paciente, em vez de todos os seus dados que poderiam implicar em boa ou má saúde. Nesse tipo de sistemas, normalmente há poucas soluções (conclusões) válidas.

A codificação de conhecimento usando regras apresenta vários aspectos positivos. Regras são fáceis de entender e comunicar porque são uma forma natural de expressar conhecimento. Regras permitem também construir sistemas modulares de manutenção relativamente simples. Regras são usualmente independentes entre si, e a BC pode ser construída e testada por partes. A geração de explicações é simples, consistindo, fundamentalmente na apresentação das regras usadas para derivar uma conclusão, ou na apresentação de regras sendo avaliadas. Finalmente, mecanismos para expressar e processar incerteza são fáceis de combinar com regras [Zadeh, 1979].

Naturalmente, os sistemas baseados em regras também apresentam alguns inconvenientes. Sistemas onde conhecimento complexo deve ser expresso podem requerer um grande número de regras (milhares, às vezes), o que pode acarretar sérias dificuldades para a construção e manutenção da BC. Por outro lado, alguns tipos de conhecimento, por exemplo que envolvem representação de objetos estruturados, são muito difíceis de codificar usando regras, porém os construtores de sistemas especialistas costumam gostar de regras, levando-os a procurar representar todo o conhecimento do domínio sob essa forma, em vez de buscar representações eventualmente mais adequadas. Não se deve esquecer também o ditado popular que diz que toda regra tem uma exceção, e a expressão de exceções usando regras não é trivial. Também não é trivial examinar uma BC já construída e determinar com precisão quando cada possível ação vai ocorrer (opacidade).

## 5. INDUÇÃO

A indução automática de regras ou árvores de decisão, advinda da área de aprendizado de máquina (*machine learning*) é uma técnica de aprendizado a partir de exemplos. A indução é um processo de raciocínio que parte do específico para o geral.

Um sistema de indução de regras recebe exemplos de um problema cuja solução é conhecida, ou conjunto de treinamento, e induz as regras que poderão ser usadas para resolver outros problemas cuja solução não é conhecida.

**Tabela 2** - Classificação de aviões, a partir de seus atributos.

PosAsas	Turbinas	Nariz	EntAr	Fuselagem	Classificação
meio	1	achatado	nariz	charuto	russo
meio	1	achatado	nariz	arredondada	russo
baixo	1	arrebicado	nariz	arredondada	russo
alto	2	pontudo	corpo	angulosa	EUA
Alto	1	pontudo	corpo	angulosa	EUA

O coração de um sistema de indução de regras é um algoritmo de indução. Este, a partir de uma matriz (grade) de conhecimento de atributos, valores e seleções, gera as regras correspondentes. Diversos algoritmos com esse propósito existem, sendo populares o ID3 [Quinlan, 1986] e sua versão mais recente o C4.5 [Quinlan, 1993].

O princípio do ID3 é a geração de uma árvore de decisão a partir de uma matriz de conhecimento. A aparência final da árvore de decisão depende da ordem em que os atributos forem escolhidos para fins de seleção. Essa aparência irá afetar as regras resultantes. O ID3 é capaz de derivar uma árvore de seleção mínima que, por sua vez, irá minimizar a complexidade das regras, pois o número de testes necessários para fazer uma classificação será o menor possível.

Por exemplo, considere que dadas imagens de aviões deseje-se identificar se eles são de fabricação americana ou russa. Supondo que um sistema de

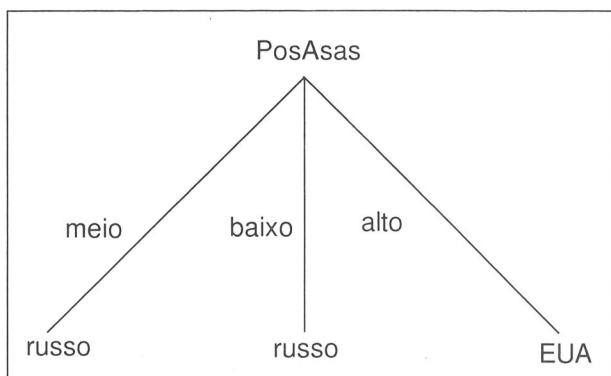
pré-processamento de imagens é capaz de extrair as informações mostradas na tabela 2, um sistema indutivo que não otimiza-se a árvore de decisão poderia gerar, facilmente, as regras mostradas na figura 2. No entanto, um sistema usando o ID3 com otimização iria gerar a base de regras, em formato de árvore de decisão, mostrada na figura 3

A indução de regras ou árvores de decisão apresenta uma série de aspectos positivos para a construção de sistemas baseados em conhecimento. Diversos pesquisadores da área acreditam que as técnicas manuais de aquisição de conhecimento são apropriadas apenas para domínios onde o conhecimento é bem determinado, pouco volumoso, fracamente acoplado, ou modular. Em domínios onde o conhecimento requerido é vasto e complexo, os especialistas passam a ter dificuldades para explicar como procedem. Entretanto, eles são capazes de oferecer ao ECO exemplos de problemas significativos e a sua solução.

- R1: SE PosAsas = meio E Turbinas = 1 E nariz = chato E EntAr = nariz E Fuselagem = charuto  
ENTÃO Classificação = russo.
- R2: SE PosAsas = meio E Turbinas = 1 E nariz = chato E EntAr = nariz E Fuselagem = arredondada  
ENTÃO Classificação = russo.
- R3: SE PosAsas = baixo E Turbinas = 1 E nariz = arrebicado E EntAr = nariz E Fuselagem = arredondada  
ENTÃO Classificação = russo.
- R4: SE PosAsas = alto E Turbinas = 1 E nariz = pontudo E EntAr = corpo E Fuselagem = angulosa  
ENTÃO Classificação = EUA.
- R5: SE PosAsas = alto E Turbinas = 1 E nariz = pontudo E EntAr = corpo E Fuselagem = angulosa  
ENTÃO Classificação = EUA.

**Figura 2** - Base de regras, não otimizada, induzida a partir da tabela 3.

Em sistemas pequenos, o uso de algoritmos de indução permite que o construtor da BC não precisa ser necessariamente um ECO. Em sistemas médios e grandes (de maior interesse comercial) a criação das tabelas de indução pode ser bastante complexa, sendo necessária a participação de um ECO. As regras geradas por um sistema de indução devem sempre ser revisadas pelo especialista, o que com frequência contribui para que ele aumente a compreensão do processo de raciocínio que emprega para resolver problemas e para que ele estruture melhor o seu conhecimento.



**Figura 3** - Árvore de decisão, otimizada, gerada usando o algoritmo ID3.

A Indução automática oferece a possibilidade de deduzir conhecimento novo, pois pode-se listar os fatores que influenciam uma decisão, sem entender os seus impactos, e induzir regras que funcionem adequadamente e possam ser usadas em situações novas.

Apesar de seu grande potencial, o uso de sistemas de indução de regras depara-se com algumas dificuldades e requer certos cuidados. Alguns sistemas, por exemplo, podem gerar regras que não são facilmente entendidas por humanos, pois o modo empregado pelos programas para classificar os atributos e propriedades do problema podem não estar de acordo com o modo empregado por humanos. Por outro lado, sistemas de indução de regras não selecionam os atributos. Um especialista deve especificar quais são os atributos significativos, para um dado domínio. O número destes atributos deve, sempre que possível, ser pequeno, pois em caso contrário o custo computacional de executar o algoritmo tende a ser muito elevado, podendo mesmo requerer o uso de computadores de grande desempenho. Finalmente,

uma questão importante é saber quantos exemplos são necessários para fazer a indução. De modo geral, este número é elevado, sendo, no entanto, de difícil dimensionamento.

Os algoritmos de indução têm sido usados com sucesso para a extração de conhecimento em inúmeras aplicações de interesse acadêmico e comercial, incluindo sistemas de apoio à decisão para concessão de crédito, diagnóstico de falhas em dispositivos mecânicos, classificação automática de objetos celestes, aumento da separação de gás e petróleo durante a sua extração [Langley e Simon, 1995].

## 6. RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS - RBC ("CASE-BASED REASONING" - CBR)

Kolodner (1993) define RBC como sendo um modelo de raciocínio que envolve o entendimento de situações, a solução de problemas e o aprendizado, integrando esses aspectos com processos de memória.

O RBC pode ser visto como um modelo cognitivo e uma metodologia para a construção de Sistemas Especialistas. Há muitas evidências de que as pessoas usam RBC como parte do seu processo de raciocínio. Psicólogos verificaram que as pessoas sentem-se confortáveis usando casos para tomar decisões, entretanto, elas têm dificuldades para lembrar-se dos melhores casos.

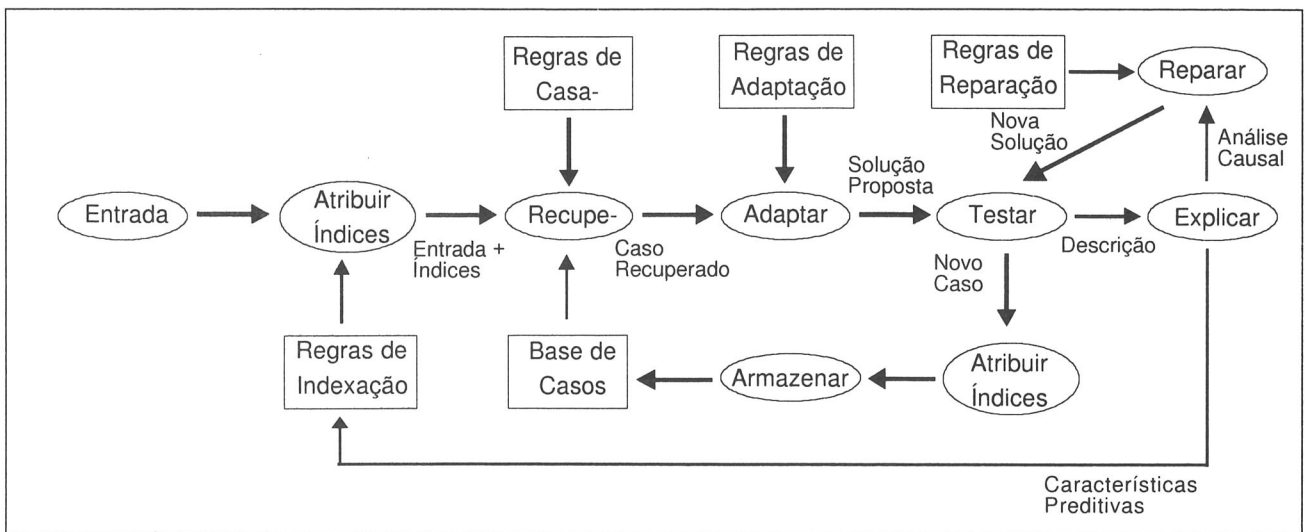
O entendimento do processo empregados por seres humanos para raciocinar a partir de casos potencializa novas e interessantes aplicações, como sistemas de apoio à decisão que ajudem as pessoas a melhor recuperar casos (aumentem a sua memória) e estratégias e ferramentas para ensinar a partir de bons exemplos.

A qualidade das decisões e análises feitas por um raciocinador baseado em casos depende de cinco aspectos:

1. As experiências que teve;
2. A sua habilidade para entender novas situações em termos de experiências conhecidas. Isto pressupõe relembrar experiências prévias e ser capaz de interpretar a nova situação em termos das experiências lembradas;
3. A sua capacidade de adaptar soluções;

4. A sua capacidade de avaliar e reparar soluções, baseado em resultados de casos similares, realimentação ou simulações;

5. A sua habilidade para integrar apropriadamente novas experiências à sua memória.



**Figura 4** - O processo de Raciocínio Baseado em Casos

A figura 4, ilustra o processo de raciocínio baseado em casos segundo Riesbeck e Schank (1989).

Um caso pode ser definido como uma peça de conhecimento contextualizado, representando uma experiência que ensina uma lição fundamental para alcançar os objetivos do raciocinador [Kolodner, 1993]. Um caso representa conhecimento específico ligado a um contexto (índices). Ele registra conhecimento ao nível operacional. Casos podem ter muitas formas e tamanhos, cobrindo intervalos de tempo grandes e pequenos, associando soluções com problemas, resultados com situações ou ambos. Casos registram experiências que são diferentes do esperado. Entretanto, nem todas as diferenças são importantes o bastante para registrar. Casos que vale a pena registrar são aqueles que ensinam uma lição útil, ou seja, lições que têm o potencial de ajudar o raciocinador a atingir um objetivo ou conjunto de objetivos, advertir sobre a possibilidade de falha, ou indicar um problema não percebido.

Em termos de sua aplicação, podemos distinguir duas grandes categorias, ou estilos, de sistemas usando RBC. De um lado temos os sistemas voltados à solução de problemas, onde se tende a enfatizar o uso de casos para propor soluções, de outro lado, temos os sistemas voltados à interpretação de situações, onde se tende a usar casos para gerar críticas

e justificativas. Em termos da automação do processo descrito acima, há uma grande gama de sistemas que se pode construir, indo dos totalmente automáticos, aos que se restringem à recuperação de casos.

Os sistemas totalmente automáticos, resolvem problemas sozinhos e têm algum meio de interagir com o mundo para receber realimentação relativa às decisões tomadas, já os sistemas apenas de recuperação interagem com uma pessoa para resolver problemas. Este tipo de sistema é o que mais tem sido implementado. Ele tem como principal objetivo aumentar a memória da pessoa, fornecendo-lhe casos que ela pode não conhecer, ou não lembrar, a fim de que ela possa tomar as decisões (raciocinar) a partir dos casos.

O RBC oferece uma série de vantagens relativas a outros métodos. Entre elas podemos destacar:

- O RBC permite propor soluções rapidamente, evitando o tempo necessário para derivá-las a partir do início, como quando se usam os algoritmos de busca ou o raciocínio baseado em regras (RBR).;
- A criação e manutenção de bases de conhecimento baseadas em casos costuma ser muito mais fácil e rápida;
- O RBC permite propor soluções em domínios que não são completamente entendidos

com base no que funcionou no passado (p. ex. economia, onde muito depende da imprevisibilidade do comportamento humano). Nesse tipo de problemas é muito difícil formalizar o conhecimento na forma de regras, por exemplo;

- O RBC fornece elementos para avaliar soluções quando não há métodos algorítmicos disponíveis;
- Casos são úteis na interpretação de conceitos/situações em aberto e mal definidos (muito usado, por exemplo, por advogados).
- Relembrar experiências é particularmente útil para trazer à tona problemas que ocorreram no passado, alertando para a necessidade de ações que impeçam a repetição de equívocos passados;
- Casos ajudam a focalizar a atenção em elementos importantes de um problema.
- O que foi importante para um sucesso ou fracasso numa situação passada tende a sê-lo numa nova situação.

O raciocínio a partir de casos apresenta também alguns riscos, entre eles pode-se destacar:

- Um raciocinador RBC pode ser tentado a usar casos passados cegamente, confiando em experiências prévias sem validá-las na nova situação;
- Casos podem direcionar excessivamente um raciocinador na solução de um novo problema;
- Frequentemente pessoas, especialmente novatos, não se lembram dos casos mais apropriados quando estão raciocinando.

### 6.1 Exemplo de sistemas RBC: Clavier

O RBC têm sido usado com sucesso em diversas aplicações, incluindo, auxílio ao projeto conceitual em arquitetura [Pearce, et al. 1992], diagnóstico de doenças cardíacas [Koton, 1989], construção de *help-desks* e suporte técnico a clientes [Simoudis, 1992; Nguyen et al., 1993], detecção de fraudes em transações com cartões de crédito [Reategui e Campbell, 1994], suporte a analistas de investimentos [Madhavan, 1994].

Vamos, a título de exemplo, discutir o sistema Clavier [Hinkle e Toomey, (1995)], desenvolvido pela Lockheed, para auxiliar na determinação de cargas eficientes de materiais compostos de fibras de grafite, destinadas à indústria aeroespacial, em fornos pressurizados de ventilação forçada, denominados autoclaves.

O processo empregado para a produção dessas peças envolve duas etapas principais. Na primeira, é feita a deposição de várias camadas de materiais compostos de fibra de vidro e grafite em moldes. Esta etapa requer de 2 a 7 dias, dependendo das peças a fabricar. A segunda etapa consiste da cura, isto é no endurecimento das peças por calor e pressão, feita nos autoclaves. Esta etapa demora de 6 a 8 horas.

Há vários motivos para a melhoria do processo. Vejamos alguns. As peças que durante o processo de cura saírem de um determinado perfil termodinâmico, devem ser inspecionadas, a um custo unitário de US\$ 1.000, se forem encontradas falhas durante a inspeção, a perda pode chegar a US\$ 50.000, por peça.

O objetivo básico dos operadores dos autoclaves e dos engenheiros de processo no momento de determinar uma carga é maximizar o número de peças devidamente curadas. Para isso, devem decidir que partes (peças) carregar em cada sessão e onde posicioná-las. O problema é difícil pois deve-se assegurar que no início do processo de cura seja mantida uma diferença de temperatura entre as partes (DT) menor que 30 °F e que a taxa de aumento da temperatura seja maior que 1 grau/minuto. Num intervalo de 40 a 80 minutos, do início do processo, deve-se alcançar um DT < 20 °F, que deve ser mantido à medida que o autoclave é pressurizado.

Como a Lockheed dispõe de apenas dois autoclaves na sua planta de Sunnyvale, não se pode restringir cada carga a peças de um único tipo, devem ser feitas cargas mistas. Essas cargas são muito difíceis de fazer pois a) cada molde tem um perfil de aquecimento distinto, afetado pelo seu tamanho, forma e espessura; b) os autoclaves têm regiões mais quentes que outras: um deslocamento de 30 cm pode estragar uma peça; c) as regiões quentes de cada autoclave localizam-se em diferentes pontos; e d) as partes carregadas afetam o fluxo de ar e a temperatura no autoclave.

Antes de empregar RBC a Lockheed tentou utilizar sistemas especialistas baseados em regras, modelagem termodinâmica e indução, nenhuma dessas abordagens funcionou. No caso dos sistemas baseados em regras, o principal obstáculo foi que os especialistas não eram capazes de fornecer regras, o seu raciocínio concentra-se na carga como um todo, e não no posicionamento individual dos moldes. A modelagem termodinâmica, embora bastante empregada em problemas semelhantes, torna-se inviável quando é preciso considerar os efeitos de partes adjacentes no fluxo de ar. A indução não foi bem sucedida pois o espaço de busca (o conjunto de todas as cargas possíveis) é muito grande e o espaço de exemplos (cargas realizadas) muito pequeno.

O RBC foi considerado pois os engenheiros do conhecimento envolvidos na construção do sistema verificaram que os operadores do forno consultavam suas anotações, onde documentavam cargas bem e mal sucedidas, à busca de idéias para novas cargas, logo o RBC mostrou-se a solução natural para o problema.

O processo de aquisição do conhecimento foi simples pois toda a informação necessária já era armazenada como parte normal da rotina de trabalho. Casos em Clavier representam os moldes usados, as mesas usadas para suportar os moldes, a configuração espacial dos moldes e mesas (em coordenadas 2-D) no forno e o resultado da carga (bem sucedido ou mal sucedido, com respectivas análises).

Dado um problema (um conjunto de peças a curar), o processo RBC em Clavier compreende a recuperação de casos prévios (cargas semelhantes), a adaptação do caso mais próximo (carga) recuperado, validação da nova carga sugerida e aprendizado. A recuperação de casos prévios relevantes e feita hierarquizando os casos disponíveis de modo a encontrar o "vizinho mais próximo" do problema atual. O vizinho mais próximo (a carga passada a recuperar) será aquele que maximize o número de peças a curar, minimize o número de peças da carga anterior que não casam com as peças a curar e maximize a qualidade da carga (determinada pela compatibilidade das peças). Embora o sistema possua um módulo de adaptação automático, a experiência mostrou que isto deve ser feito pelo operador que sugere como modificar o caso recuperado. Clavier prevê, então, se a nova carga sugerida será bem sucedida ou não (através da comparação com cargas anteriores).

Finalmente, o sistema aprende através do armazenamento da descrição da nova carga e da análise dos seus resultados na base de casos.

O desenvolvimento de Clavier foi iniciado em março de 1989, tendo a versão 1.0 sido concluída em setembro de 1990 e a versão 2.0 em novembro de 1991. A implementação foi feita em Common Lisp e roda em um microcomputador Macintosh com 8MB de memória. O tempo total de desenvolvimento foi estimado em duas pessoas-ano.

Clavier tem sido usado para 2 ou 3 cargas diárias, desde 1990. Inicialmente, com uma pequena base de casos que foi aumentando com o uso. Depois da implantação de Clavier os problemas de carga do autoclave, e os custos decorrentes, foram virtualmente eliminadas. A Lockheed está usando em várias instalações e negociando o seu licenciamento para outras companhias do setor aeroespacial.

Clavier é um sistema que fornece sugestões e advertências a especialistas humanos que tomam as decisões finais. Clavier trata de algumas questões chave relacionadas à construção de sistemas baseados em conhecimento. O sistema ilustra como casos podem ser usados para capturar o conhecimento de um domínio pouco entendido (superação de teorias imperfeitas), como o processo de aquisição de conhecimento pode ser simplificado, na medida em que uma base inicial de casos esteja disponível, como é possível reduzir o custo computacional (relativamente, por exemplo, a estratégias clássicas de busca) através da reutilização de casos disponíveis.

## 7. AGENTES INTELIGENTES

Nos últimos tempos, muito tem sido dito sobre agentes. Fala-se de agentes autônomos, agentes móveis, agentes de *software*, de busca, de compras, de recuperação de informações, e assim por diante. Da mesma forma são dadas diversas definições que procuram caracterizar cada um deles [Heilmann et alli, 1996; Franklin e Graesser, 1996]. De modo geral, esses tipos de agentes apresentam facetas ou são exemplos de uma categoria mais abrangente de agente denominado Agente Inteligente.

Norvig e Russel (1995), definem um agente com sendo qualquer coisa que percebe o seu ambiente através de sensores e age sobre ele através de

atuadores. Dependendo de como se entende o que venha a ser ambiente, sensores, atuadores, perceber e agir, essa definição é tão abrangente que permite incluir praticamente qualquer programa. Como apontam Franklin e Graesser, se definirmos ambiente como qualquer coisa que fornece uma entrada ao programa e recebe uma saída, e considerarmos que receber a entrada é perceber o ambiente e produzir uma saída é atuar sobre o ambiente, qualquer programa é um agente.

No entanto, para Norvig e Russel agentes devem também ser racionais, no sentido empregado na seção 1. Logo, um agente racional é aquele que faz a coisa certa, isto é, que atua para ser bem sucedido. Assim, para cada possível seqüência de percepções, um agente racional ideal deve executar a ação que procure maximizar a sua medida de desempenho (segundo critérios dependentes de contexto), com base nas evidências fornecidas pela seqüência percebida e no conhecimento que o agente tem. Uma característica importante de tais agentes é a autonomia. Um agente é autônomo se seu comportamento for determinado pela sua própria experiência, em lugar de pelo conhecimento do ambiente que lhe foi incorporado pelo projetista.

A definição acima é coerente com as seguintes propriedades que Wooldridge e Jennings (1995) atribuem a um agente:

- autonomia: agentes operam sem a direta intervenção de humanos ou outros, e tem algum tipo de controle sobre as suas ações e estado interno;
- habilidade social: agentes interagem com outros agentes (e possivelmente com humanos) através de algum tipo de linguagem de comunicação de agentes;
- reatividade: agentes percebem o seu ambiente e respondem a mudanças nele observadas, observando as restrições temporais associadas ao ambiente.
- pró-atividade: agentes não agem simplesmente em resposta ao seu ambiente, eles são capazes de tomar iniciativas, de modo a exibir um comportamento dirigido pelos seus objetivos.

Mecanismos de raciocínio e aprendizado são, portanto, centrais à implementação de agentes inte-

ligentes. Nesse sentido as abordagens discutidas anteriormente, busca, RBR, indução e RBC podem ser, e tem sido, combinadas para a implementação de agentes inteligentes.

Para ilustrar a implementação de agentes inteligentes vamos discutir na próxima seção os agentes de interface propostos por Maes (1994).

### 7.1 Exemplo de agente inteligente: Agente de Interface

O paradigma dominante de interação com o computador, atualmente, é denominado de manipulação direta, que requer que o usuário inicie explicitamente todas as tarefas a realizar e monitore todos os eventos decorrentes. Maes propõe o uso de agentes de interface para suportar um estilo de interação complementar denominado *manipulação indireta*, segundo o qual, o usuário envolve-se num processo cooperativo em que tanto pessoas como agentes podem iniciar a comunicação, monitorar eventos e realizar tarefas. Os agentes de interface são construídos segundo o modelo do assistente pessoal que colabora com o usuário num determinado ambiente de trabalho, tornando-se progressivamente mais efetivo à medida que aprende os interesses, hábitos e preferências do usuário e de sua comunidade.

Para a construção de agentes de interface Maes destaca dois problemas importantes a resolver. O primeiro, é o problema da competência, que consiste em saber como um agente adquire o conhecimento necessário para decidir quando, com o que, e como ajudar ao usuário. O segundo, é o problema da confiança, que consiste em garantir que o usuário se sinta seguro para delegar tarefas a um agente. Três abordagens poderiam ser adotadas para procurar resolver esses problemas: 1) agentes programados pelo usuário; 2) agentes baseados em conhecimento; e 3) agentes com capacidade de aprendizado.

Na primeira abordagem, o usuário final programa o agente, ele poderia, por exemplo, definir as regras a empregar para processar mensagens de correio eletrônico recebidas, isso feito o agente pode processar as regras sem a intervenção direta do usuário. Nesta abordagem a solução do problema da competência requer muito conhecimento e esforço por parte do usuário para criar e manter o conhecimento do agente. A solução do problema da confian-

ça depende da confiança que o usuário tem nas suas habilidades para programar.

Na abordagem do agente baseado em conhecimento, o agente contém um modelo do domínio e do usuário e, em tempo de execução, ele usa o seu conhecimento para reconhecer os planos do usuário e para encontrar oportunidades de contribuir com eles. A construção de um agente competente, nesta abordagem, requer muito trabalho por parte de um engenheiro do conhecimento, havendo baixo reaproveitamento do conhecimento e estrutura de controle na construção de agentes para outras aplicações. Neste caso, o conhecimento do agente é fixo, sendo necessário um processo de manutenção constante da base de conhecimento que reflita mudanças do ambiente e do usuário (por exemplo, mudanças de hábitos e preferências). Em adição a isso deve-se considerar que a representação de conhecimento que permita compreender sempre as ações, às vezes imprevisíveis, do usuário é um problema, em si, muito complicado. Em termos da confiança que o usuário deposita no agente, deve-se notar que agentes muito sofisticados, competentes e autônomos desde o início, podem transmitir ao usuário a impressão de perda de controle e entendimento, pois como o agente foi programado por outra pessoa, o usuário pode não ter um bom modelo das suas limitações, modo de funcionamento, etc.

Na terceira abordagem, agentes com capacidade de aprender, o agente recebe um conhecimento inicial (*background*) mínimo e aprende o comportamento apropriado interagindo com o usuário e com outros agentes. Para que esta abordagem seja adequada é necessário que a tarefa a realizar envolva uma quantidade substancial de comportamento repetitivo e que este comportamento seja potencialmente diferente para usuários distintos. Se a primeira condição não se verifica o agente não será capaz de aprender, já que não será possível observar padrões (regularidades) no comportamento do usuário. Se a segunda condição não se verificar, a abordagem anterior, construção de um agente baseado em conhecimento, seria a mais adequada. Um agente aprendiz inicia o seu trabalho com uma capacidade muito reduzida de ajudar ao usuário, a sua competência aumenta progressivamente, à medida que ele observa o usuário e este o instrui e fornece uma realimentação relativa ao seu desempenho. Isto contribui para que o usuário tenha tempo de gradualmen-

te desenvolver um modelo de como o agente toma decisões, permitindo-lhe adquirir confiança nele, contribuindo para isso o fato de o agente poder dar explicações para o seu raciocínio e comportamento em termos de casos passados semelhantes à nova situação. Um agente com capacidade de aprender requer menos esforço por parte do usuário final e do desenvolvedor da aplicação, e pode mais facilmente adaptar-se ao longo do tempo a mudanças nas preferências individuais e organizacionais.

Maxims [Maes, 1994] é um dos agentes com capacidade de aprender baseados no modelo do assistente pessoal desenvolvido por Pattie Maes. Maxims aprende a priorizar, apagar, redirecionar, classificar e armazenar mensagens de correio eletrônico de um usuário. Ele foi implementado em Common Lisp para Macintosh e comunica-se com o pacote Eudora, usando Apple Events. A técnica de aprendizado usada foi o raciocínio baseado em memória - um subtipo de RBC que foca o processo de recuperação.

Maxims observa continuamente o usuário e, à medida que este executa ações, memoriza os pares situação-ação gerados. A descrição de uma situação inclui o emissor e o receptor da mensagem, a lista *c:*, as palavras chave na linha *Subject.*, se a mensagem foi lida ou não, se se trata de uma resposta a uma mensagem anterior, etc.

Quando uma nova situação ocorre, o agente tenta prever as ações do usuário, baseado nos exemplos registrados na sua memória. A semelhança entre situações é determinada por uma soma ponderada das diferenças entre as características que representam uma situação. Sendo a importância relativa das características determinada pelo agente. Ocasionalmente o agente analisa a sua memória e determina as correlações existentes entre características e ações tomadas. Se o usuário não quiser esperar que o agente detecte um determinado padrão, ele pode instruir o agente criando uma situação hipotética e mostrando ao agente o que deve ser feito.

Maxims determina também um grau de confiança para as suas previsões. Este grau de confiança determina como ele usa a sua previsão, se o grau for alto ele age sem consultar o usuário se o grau de confiança for médio ele faz uma sugestão ao usuário, e se o grau for baixo, ele simplesmente observa a atitude do usuário. Quando o agente está muito inseguro com relação ao que fazer numa dada situa-

ção, ele pede ajuda a agentes assistindo a outros usuários. Os agentes descobrem gradualmente quais outros agentes são fontes confiáveis de informação para cada tipo de problema.

## 8. CONCLUSÃO

É provável que ainda estejamos muito longe de alcançar os propósitos finais da IA: entender o que é inteligência e construir entidades (máquinas) inteligentes. A IA é considerada por muitos uma disciplina em crise pela ausência de um paradigma unificador, que possa servir de base aos pesquisadores e praticantes desejando construir sistemas inteligentes. Isso é devido, em parte, a que o termo inteligência tende a colocar como referencial para medir o sucesso da área a sua manifestação mais desafiadora, a inteligência humana, ainda em larga medida incompreendida. No entanto, os trabalhos realizados nas últimas décadas sedimentaram um expressivo número de técnicas, metodologias e paradigmas que permitem a solução de um amplo espectro de problemas de relevância científica e comercial. Este artigo apresentou algumas técnicas e paradigmas representativos, sem a intenção de esgotar o assunto. Dadas as limitações de espaço, a escolha dos temas a tratar foi pautada não somente pela sua importância como também pela familiaridade do autor com eles.

Cada uma das tecnologias estudadas está assentada em teorias que procuram explicar como representar conhecimento e realizar inferências a partir dele. Cada uma delas permite que isto seja realizado com sucesso em alguns tipos de problemas, não ocorrendo o mesmo em outros. A sua combinação, porém, oferece um grande potencial, ainda não devidamente explorado. As possibilidades são muitas. Por exemplo, o raciocínio baseado em casos pode ser combinado com algoritmos de busca e com raciocínio baseado em regras para reduzir os recursos e tempo necessário à solução de problemas já tratados no passado, bem como para aumentar a sua qualidade [Koton, 1989]. Algoritmos de inferência automática de regras podem ser usados para a descoberta de conhecimento em grandes bases de dados [Fayyad, 1996], o que seria extremamente oneroso, ou mesmo virtualmente impossível, dependendo do domínio e da massa de dados a tratar, se realizado por métodos convencionais conduzidos por

engenheiros de conhecimento e especialistas. A lógica difusa [Zadeh, 1979] pode ser combinada com RBR para representar e fazer inferências a partir de conhecimento incerto.

A grande difusão dos computadores, o aumento constante de sua capacidade de processamento e armazenamento, aliados à popularização das redes de computadores, particularmente a Internet, está gerando um crescimento vertiginoso de informação (e lixo) acessível. As tecnologias de IA foram desenvolvidas para lidar com problemas complexos, como aqueles que se apresentam nesse ciberespaço em construção (roteamento, acesso e filtragem de informação, etc.) devendo vir a desempenhar um papel importante no desenvolvimento de novas e inovadoras aplicações, muitas delas sob a denominação de agentes.

## REFERÊNCIAS

- FAYYAD, U.M. (1996). "Data Mining and Knowledge Discovery: Making Sense Out of Data". *IEEE Expert*, october, pp. 20-25.
- FRANKLIN, S. and A. Graesser, (1996). "Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents". *Proc. Third International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages*, Springer-Verlag.
- GONZALEZ, A.J., D. D. Dankel, *The Engineering of Knowledge-based Systems: Theory and Practice*, Prentice-Hall, 1993.
- HEILMANN, K. et al. (1996). "Intelligent Agents: A Technology and Business Application Analysis", <http://haas.berkeley.edu/~heimann/agents/>.
- HINKLE, D. and C. Toomey. (1995). "Applying Case-Based Reasoning to Manufacturing". *AI Magazine*, spring, pp. 65-73.
- MAES, P. (1994). "Agents that Reduce Work and Information Overload". *Comm. ACM*, July, pp. 30-39.
- KELLY, G. A. (1955). **The Psychology of Personal Constructs, V.1 - A Theory of Personality**, New York, NY, W.W. Norton.
- KOLODNER, J. (1993). **Case-based Reasoning**, Morgan Kaufmann Publishers.
- KOTON, P. (1989). "Using experience in learning and problem solving." Ph.D. diss., Dept. of Computer Science, MIT.

- LANGLELY, P. and H. A. Simon. (1995). "Applications of Machine Learning and Rule Induction.", Comm. of the ACM, vol. 38, no.11, pp. 54-64..
- MADHAVAN, R. D. (1994). "Goal-Based Reasoning for Securities Analysis". *AI Expert*, feb., pp. 23-29
- NGUYEN, T. M. Czerwinski and D. Lee. (1993). "Compaq Quichsource: Providing the Consumer with the Power of AI". *AI Magazine*. fall, pp. 50-60.
- PEARCE, et. al. (1992). "Case-Based Design Support: A Case Study in Architectural Design", *IEEE Expert*, october, pp. 14-20.
- QUINLAN, J.R.(1986). "Induction of decision trees." *Machine Learning*, 1:81-106.
- QUINLAN, J.R. (1993). **C4.5: Programs for machine learning**. Morgan-Kaufmann, San Francisco, CA.
- REATEGUI, E. B. and J. Campbell, (1994). "A Classification System for Credit Card Transactions.". European Workshop on CBR.
- RIESBECK, C.K., R.C. Schank, (1989). **Inside Case-Based Reasoning**, Lawrence Erlbaum.
- RUSSEL, S. and P. Norvig, (1995). **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. Prentice-Hall.
- SIMOUDIS, E. (1992). "Using Case-Based Retrieval for Customer Technical Support". *IEEE Expert*, october, pp. 7-12.
- TURBAN, E., **Decision Support and Expert Systems: Management Support Systems**, 4rd. Ed. MacMillan, 1995.
- WOOLDRIDGE, M. and N. R. Jennings (1995), "Agent Theories, Architectures, and Languages", in. **Intelligent Agents**, Springer-Verlag, Berlin, 1-22.
- ZADEH, L.A. (1979). "A theory of approximate reasoning." *Machine Intelligence 9*.

## O MESTRADO EM INFORMÁTICA DA PUC-CAMPINAS: UMA EXPERIÊNCIA INÉDITA

Maurício PRATES\*

O curso de Mestrado em Informática da PUC-Campinas, com área de concentração em Gerenciamento de Sistemas de Informação, teve seu início em agosto de 1992, abrindo 22 vagas para cerca de 50 candidatos. De lá para cá o número de candidatos tem sido sempre maior que o número de vagas, como mostram os dados da figura-1. O curso foi planejado e implementado com o objetivo de atender a uma demanda crescente do mercado profissional brasileiro, em, por cursos de pós-graduação stricto-sensu, o que já se fazia sentir no início da década de 1990. O quadrante organizacional da sociedade até hoje reclama da falta de oferta de pós-graduação para a formação de gestores de alto nível, como acontece desde a década de 1970 nos Estados Unidos e na Europa. O Mestrado em Informática da PUC-Campinas é único no Brasil, pois todos os

outros cursos de mestrado do país são oferecidos na área específica da Ciência da Computação.

Cabe registrar que o atual corpo discente, com 116 de alunos matriculados, é formado majoritariamente por profissionais com significativa experiência (recém formados não são aceitos) em organizações públicas e privadas que, em importante proporção, trabalham em locais distantes de Campinas como mostram os dados da tabela-2 e da figura-2. As duas primeiras dissertações foram defendidas em apresentação pública no mês de novembro de 1994, e até hoje um total de 19 dissertações foram aprovadas em defesa pública sempre com pelo menos um membro da banca julgadora proveniente de outras IESs. A figura-3 mostra a evolução das defesas públicas. Estima-se um total de 10 dissertações a serem defendidas em 1998.

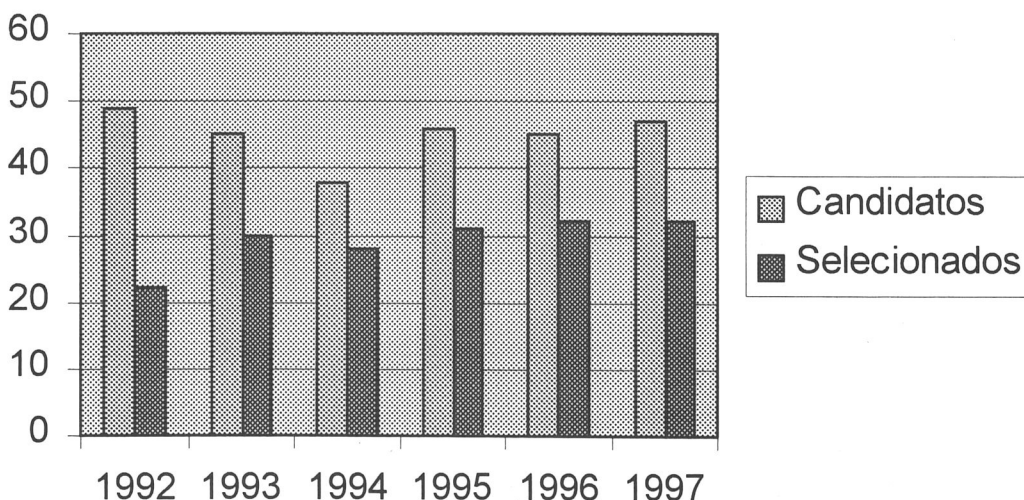
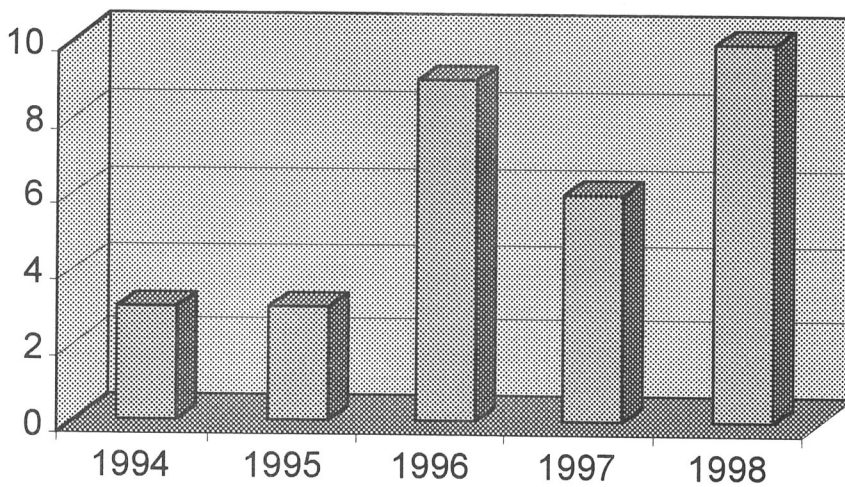
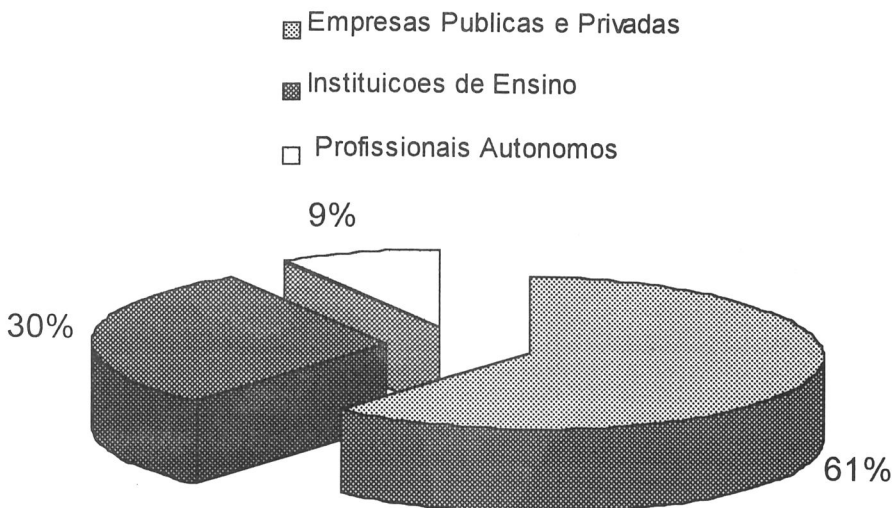


Figura 1 - Evolução do número de candidatos e do número de selecionados

\* Professor Titular do Programa de Pós-Graduação do Instituto de Informática (prates@zeus.puccamp.br)

**Tabela 2** - Distribuição regional do corpo discente

LOCAL DE TRABALHO	Nº DE ALUNOS
Região de Campinas	71 (61%)
Região da Grande São Paulo	27 (24%)
Outras Regiões do Estado de S. Paulo	11 (09%)
Fora do Estado de S. Paulo	07 (06%)
<b>TOTAL</b>	<b>116 (100%)</b>

**Figura 2** - Distribuição da vinculação profissional do corpo discente**Figura 3** - Evolução das defesas públicas de dissertações (Os dados de 1998 são estimados)

Quatro dos egressos do Mestrado se interessaram em fazer um doutorado. Três foram aprovados nos exames de seleção para o doutorado da Função Getúlio Vargas de São Paulo (FGV/SP), onde os créditos obtidos no Mestrado foram integralmente aceitos e convalidados. O quarto egresso foi aceito no programa de doutorado da Engenharia Elétrica da

UNICAMP, onde os créditos das disciplinas tecnológicas obtidos no Mestrado foram aceitos e convalidados.

A situação atual do quadro docente do Mestrado em Informática da Puccamp está mostrada na tabela-1, onde pode ser verificada a suficiência do mesmo.

**Tabela 1** - Identificação do corpo docente atual com a respectiva dedicação (\* Doutorando em fase final e com tese pronta na FEE-UNICAMP)

Nº	DOCENTE	TITULAÇÃO	INGRESSO
01	Prof.Dr. Maurício Prates	1972	1992
02	Prof.Dr. Manuel Mendes	1972	1992
03	Prof.Dr. Manuel Juan Adan	1994	1993
04	Prof.Dr. Silas Marques de Oliveira	1991	1993
05	ProfªDrª Cecília Cunha Pontes	1991	1993
06	Prof.Dr. Waldomiro Loyolla	1989	1995
07	Prof.Dr. Frank Herman Behrens	1995	1996
08	Prof.Dr. Ettore Bresciani Filho	1972	1997
09	Prof.MSc. Carlos M. Tobar * (apoio lab.)	-	1997

Atualmente o Mestrado em Informática da PUC-Campinas conta com três projetos de pesquisa em andamento financiados por importantes agências de fomento, quais sejam:

- Projeto: Agentes Inteligentes De Escalonamento  
Agência: FAPESP  
Coord.: Prof.Dr. Juan Manuel Adán
- Projeto: Tecnologias Básicas Para Empresas Virtuais  
Agência: FAPESP  
Coord.: Prof.Dr. Waldomiro Loyolla
- Projeto: Plataforma ODP Multimídia Para Aplicações Corporativas  
Agência: FAPESP  
Coord.: Prof.Dr. Manuel Mendes

Mais dois projetos de pesquisa estão sendo montados para serem submetidos à FAPESP ainda no 1º semestre de 1998.

Em matéria de envolvimento acadêmico internacional, o Mestrado se beneficia de dois importantes

convênios de cooperação interinstitucional, quais sejam:

- Convênio de Cooperação entre a PUC-Campinas e o Instituto FOKUS da Universidade Técnica de Berlin, na área de Engenharia de Software e de Sistemas, firmado em 11 de março de 1997. À luz deste convênio, foi organizado na PUC-Campinas o EDIS97 - *Enterprise Distributed Information Systems* 1997, um workshop envolvendo docentes e pesquisadores das duas instituições.
- Convênio com o Programa da Rede ALFA da União Européia, dentro de seu Projeto CRESUNEM - Cooperação Universidade/Empresa, assinado em 11 de março de 1996, envolvendo dez universidades (PUC-Campinas, Univ. de Helsinki, Univ. de Nancy2, Univ. Politécnica da Catalunha, Univ. Simon Bolivar, Univ. Nova de Lisboa, Univ. de Lima, Inst. Superior de Cuba, Univ. do Chile e Univ. de Bogotá). A missão da PUC-Campinas no projeto é estudar os aspectos relativos a Sistemas de Informação e Educação a Distância Mediada por Computador (EDMC) na cooperação entre universidades e empresas.

Entre 1994 e o primeiro semestre de 1997 foram aprovadas 19 dissertações em defesas públicas, onde pelo menos um dos três membros da banca examinadora é provenientes de outras instituições. Segue uma listagem completa das dissertações por ordem cronológica:

- Título:** Planejamento Estratégico de Sistemas de Informação Utilizando a Reengenharia de Processos  
**Aluno:** Jorge Luis Cordenosi (IBM Brasil)  
**Data:** 10 de novembro de 1994  
**Banca:** Prof.Dr. Sebastião Kuri, Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)  
 Prof.Dr. Eduardo Chaves, PUC-Campinas  
 Prof.Dr. Maurício Prates (orientador), PUC-Campinas
- Título:** Sistema de Apoio à Decisão na Área de Infecção Hospitalar  
**Aluno:** Orandi Mina Falsarella (PUC-Campinas)  
**Data:** 10 de novembro de 1994  
**Banca:** Prof.Dr. Hugo Sabatino - UNICAMP  
 Prof.Dr. Maurício Prates de Campos Filho - I.I Puc-Campinas  
 Prof.Dr. Eduardo Oscar de Campos Chaves (orientador) - I.I Puc-Campinas
- Título:** Técnicas de Prototipação na Especificação de Requisitos e sua Influência na Qualidade do Software  
**Aluno:** Cristiano Roque Roland Portella (CITRO PECTINA)  
**Data:** 21 de dezembro de 1994  
**Banca:** Prof.Dr. Waldomiro Loyolla, Universidade Estadual Paulista (UNESP)  
 Prof.Dr. Maurício Prates, PUC-Campinas  
 Prof. Dr. Manuel Mendes (orientador), PUC-Campinas
- Título:** Proposta de Estratégia de Migração a Modelos de Análise Estruturada a Orientados a Objetos  
**Aluno:** José Osvaldo De Sordi (ERNST & YOUNG)  
**Data:** 21 de junho de 1995  
**Banca:** Prof.Dr. José Otávio Soares, Universidade de São Paulo (USP)  
 Prof.Dr. Geraldo Telles, Univ. Estadual de Campinas (UNICAMP)  
 Prof.Dr. Maurício Prates (orientador), PUC-Campinas
- Título:** Técnicas de Análise de Sistemas Aplicadas à Gestão pela Qualidade  
**Aluno:** José Estevão Picarêlli (PUC-Campinas)  
**Data:** 21 de setembro de 1995  
**Banca:** Prof.Dr. Marcos Carneiro da Silva, Cia. Paulista de Força e Luz (CPFL)  
 Prof.Dr. Geraldo Telles - Univ. Estadual de Campinas (UNICAMP)  
 Prof.Dr. Maurício Prates (orientador), PUC-Campinas
- Título:** Proposta de Implantação de Gerenciamento Eletrônico de Documentos  
**Aluno:** João Carlos Orosz (PUC-Campinas)  
**Data:** 27 de novembro de 1995  
**Banca:** Prof.Dr. Moacyr Andrade, Cia. Paulista de Força e Luz (CPFL)  
 Prof.Dr. Waldomiro Loyolla, PUC-Campinas  
 Prof.Dr. Manuel Mendes (orientador), PUC-Campinas
- Título:** Metodologia para a Indexação de Textos em Língua Portuguesa  
**Aluno:** Cid Evangelista Júnior (CPqD-TELEBRÁS)  
**Data:** 29 de março de 1996  
**Banca:** Prof.Dr. Moacir Pedroso Júnior, EMBRAPA-CAMPINAS  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Else Benetti Válio - PUC-Campinas  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cecília Cunha Pontes (orientadora), PUC-Campinas
- Título:** Modelo de Planejamento Visando o Uso Estratégico da Informação na Caixa Econômica Federal  
**Aluno:** José Airton Martins (CEF)  
**Data:** 13 de maio de 1996  
**Banca:** Prof.Dr. Geraldo Telles, Univ. Estadual de Campinas (UNICAMP)  
 Prof.Dr. Maurício Prates, PUC-Campinas  
 Prof.Dr. Silas de Oliveira (orientador), PUC-Campinas
- Título:** Estudo e Implementação de um Gerenciador de Cápsula ODP em Ambientes de Implementação CORBA  
**Aluno:** Luiz Eduardo Galvão Martins (UNIMEP)  
**Data:** 29 de julho de 1996  
**Banca:** Prof.Dr. Rogério<sup>a</sup> Barra, Centro Tecnológico de Informática (CTI)  
 Prof.Dr. Waldomiro Loyolla, PUC-Campinas  
 Prof.Dr. Manuel Mendes (orientador), PUC-Campinas

- Título: Tecnologia da Informação e Melhoria de Processos: O Foco no Desempenho Empresarial  
 Aluno: Antônio Eduardo Leão Almeida (BEC)  
 Dat: 08 de agosto de 1996  
 Banca: Prof.Dr. Geraldo Telles, Univ. Estadual de Campinas (UNICAMP)  
 Prof.Dr. Maurício Prates, PUC-Campinas  
 Prof.Dr. Silas de Oliveira (orientador), PUC-Campinas
- Título: Desenvolvimento de Sistema de Apoio à Decisão Financeira para a Universidade Estadual de Campinas  
 Aluna: Fátima Maria Aparecida Cominato Nicoletti (CC-UNICAMP)  
 Data: 08 de agosto de 1996  
 Banca: Prof.Dr. Geraldo Telles, Univ. Estadual de Campinas (UNICAMP)  
 Prof.Dr. Waldomiro Loyolla, PUC-Campinas  
 Prof.Dr. Maurício Prates (orientador), PUC-Campinas
- Título: Sistemas de Informação para o Gerenciamento de Recursos Humanos Baseados na Metodologia de Pesquisa-Ação: Implementação na Administração Pública da República de Moçambique  
 Aluno: Marco Ishimura (FUNDAP/SP)  
 Data: 29 de agosto de 1996  
 Banca: Prof.Dr. Luciano Prates Junqueira, FUNDAP/SP  
 Prof.Dr. Waldomiro Loyolla, PUC-Campinas  
 Prof.Dr. Maurício Prates (orientador), PUC-Campinas
- Título: Proposta para um Configurador de Aplicações  
 Aluno: Rolando Ruggiero (UNIMEP)  
 Data: 29 de novembro de 1996  
 Banca: Prof.Dr. Maurício Magalhães, Univ. Estadual de Campinas (UNICAMP)  
 Prof.Dr. Juan Manuel Adán, PUC-Campinas  
 Prof.Dr. Manuel Mendes (orientador), PUC-Campinas
- Título: Fundamentos e Subsídios para o Planejamento Estratégico da Informatização em Instituições de Ensino Superior  
 Aluno: Brasília Socalschi (PUC-Campinas)  
 Data: 16 de dezembro de 1996  
 Banca: Prof.Dr. José Camilo Santos F<sup>o</sup>, Univ. Est. de Campinas (UNICAMP)
- Prof.Dr. Waldomiro Loyolla, PUC-Campinas  
 Prof.Dr. Eduardo Chaves (orientador), PUC-Campinas
- Título: Recomendações para Otimização e Adaptação das Metodologias de Elaboração de Planejamento Estratégico de Sistemas de Informação aos Novos Tempos  
 Aluno: Dilermando Piva Júnior (BCN)  
 Data: 16 de dezembro de 1996  
 Banca: Prof.Dr. Geraldo Telles, Univ. Estadual de Campinas (UNICAMP)  
 Prof.Dr. Silas de Oliveira, PUC-Campinas  
 Prof.Dr. Waldomiro Loyolla (orientador), PUC-Campinas
- Título: Planejamento Estratégico de Sistemas de Informação na Área de Telecomunicações - Estudo de Três Empresas do Sub-Sector de Telefonia  
 Aluna: Clara Akiko Matsuki (XEROX DO BRASIL)  
 Data: 01 de abril de 1997  
 Banca: Profa.Dra. Kátia Lemos Montalli - Univ. Fed. de São Carlos (UFSCAR)  
 Prof.Dr. Maurício Prates, PUC-Campinas  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cecília Cunha Pontes (orientadora), PUC-Campinas
- Título: Sistemas de Informação e os Recursos Humanos, Uma Visão Estrutural  
 Aluno: Jorge Minoru Shimoda (PRODOME)  
 Data: 09 de maio de 1997  
 Banca: Prof.Dr. Antonio Batocchio, Univ. Estadual de Campinas (UNICAMP)  
 Prof.Dr. Silas de Oliveira, PUC-Campinas  
 Prof.Dr. Geraldo Telles (orientador), Univ. Est. de Campinas (UNICAMP)
- Título: Estudo de Sistemas de Comunicação Multimídia em Arquitetura Internet  
 Aluna: Ana Elisa Pereira Goulart (COMPAQ)  
 Data: 23 de maio de 1997  
 Banca: Prof.Dr. Edmundo Roberto Madeira, Univ. Est. de Campinas (UNICAMP)  
 Prof.Dr. Juan Manuel Adán, PUC-Campinas  
 Prof.Dr. Manuel Mendes (orientador), PUC-Campinas

Título: Proposta de um Gerenciador de RM-ODP  
Clusters em um Ambiente de Implementação  
CORBA

Aluno: Vítor Brandi Júnior (UNIMEP)

Data: 28 de maio de 1997

Banca: Prof.Dr. Eleri Cardozo, Univ. Est. de Campi-  
nas (UNICAMP)

Prof.Dr. Waldomiro Loyolla, PUC-Campinas

Prof.Dr. Manuel Mendes (orientador),  
PUC-Campinas

Maiores informações sobre o Mestrado em  
Informática da PUC-Campinas podem ser obtidas na  
Internet no seguinte endereço **http://**  
**www.puccamp.br/~mestrado**, onde inclusive estão  
disponíveis os resumos das dissertações defendi-  
das.

---

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE INFORMÁTICA**

**CHAMADA DE TRABALHOS**

REVISTA DO INSTITUTO DE INFORMÁTICA

ARTIGOS TÉCNICOS - CIENTÍFICOS - OPINIÕES TENDÊNCIAS

MAIORES INFORMAÇÕES E SOLICITAÇÃO DO FORMATO PARA  
APRESENTAÇÃO DE TRABALHOS

[informat@zeus.puccamp.br](mailto:informat@zeus.puccamp.br)

[frank@zeus.puccamp.br](mailto:frank@zeus.puccamp.br)

ou

Correspondência: Rodovia D. Pedro I km 136  
Caixa Postal 317 CEP 13020-904 Campinas SP.

BRAZIL

Att. Marilda dos Reis Gomes

Tel.: (019) 754-7094 Srt<sup>a</sup> Marilda

(019) 754-7195 Prof. Frank Behrens



# **Revista do Instituto de Informática**

## **Publicação Semestral do Instituto de Informática**

### **PUC-Campinas**

#### **NORMAS AOS COLABORADORES**

- 1 - Serão aceitos trabalhos técnicos, científicos, tendências e opiniões;
- 2 - Os artigos deverão conter, sequencialmente:
  - Título em português;
  - Título em inglês;
  - Nome(s) do(s) autor(es) (colocados por extenso, o último nome maiúsculo, e seguidos de\*, para especificações profissionais do(s) autor(es) no rodapé da primeira página);
  - Resumo e Abstract (máximo de 200 palavras);
  - Introdução (precedida do número 1);
  - Corpo do artigo (itens numerados seqüencialmente, a partir do número 2);
  - Conclusões;
  - Referências Bibliográficas (conforme utilizado nesta edição); Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados Figuras, numerados sequencialmente (algarismos arábicos) e constantes do corpo do trabalho. As tabelas serão denominadas Tabelas, numeradas sequencialmente (algarismos arábicos) e constantes do corpo do trabalho;
- 3 - Os trabalhos, digitados com, no máximo, 30 000 caracteres (aproximadamente dez páginas), deverão ser elaborados em Microsoft Word 6.0 ou 7.0;
- 4 - Os trabalhos poderão ser apresentados em três cópias impressas, devendo constar a identificação do(s) autor(es) em uma folha a parte, para permitir a avaliação dos mesmos pelo Conselho Editorial. Os trabalhos, uma vez aceitos, deverão ser encaminhados como descrito no item 3.;
- 5 - Os trabalhos podem ser enviados em disquete ou pela rede, anexos a uma mensagem indicando o editor de textos usado;
- 6 - Os trabalhos serão publicados após pareceres favoráveis de membros do Conselho Editorial da Revista;
- 7 - Quaisquer outros esclarecimentos poderão ser feitos pelo Editor - executivo da Revista;

#### **PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS**

**Grão-Chancefer: *D. Gilberto Pereira Lopes***

**Magnífico Reitor: Prof. Pe. José Benedito de Almeida David**

**Vice-Reitor para Assuntos Administrativos: Prof. José Francisco B. Veiga Silva**

**Vice-Reitor para Assuntos Acadêmicos: Prof. Carlos de Aquino Pereira**

**Diretora do Instituto de Informática: Profª Angela M. Engelbrecht**

**Vice-Diretor do Instituto: Prof. José Oscar Fontanini de Carvalho**

