

Teoria Geral de Sistemas e Informação

Thais Maria Yomoto Ferauche
Professora.thais@gmail.com
2006

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

*"A Ciência é, e continua a ser, uma aventura.
A Verdade da ciência não está unicamente
na capitalização das verdades adquiridas, na
verificação das teorias conhecidas. Está no
caráter aberto da aventura que permite,
melhor dizendo, que hoje exige a
contestação das suas próprias estruturas de
pensamento. Bronovski dizia que o conceito
da ciência não é nem absoluto nem eterno.
Talvez estejamos num momento crítico em
que o próprio conceito de ciência está a
modificar-se."*

Edgar Morin

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

Teoria Geral dos Sistemas	5
Teoria Geral dos Sistemas	5
1. Introdução	5
2. Conceito	6
3. Sistemas de Informação	7
Outras Regras	9
As três funções de um Sistema de Informação	9
4. A evolução dos Sistemas de Informação	10
Princípios da Teoria da Informação	11
1. A definição de Informação	11
2. A definição de Dado	12
3. A definição de Entropia	12
4. A definição de Homeostasia ou Homeostase	12
5. A definição de Redundância	12
Conceitos de sistemas e sub-sistemas	14
1. Conceitos de sistema	14
2. Componentes de um Sistema	14
Entrada (input)	14
Saída (output)	14
Caixa-preta (black box)	14
Retroação (feedback)	14
Meio Ambiente	15
3. Princípios básicos de abordagem de sistemas	15
4. Sistemas abertos	15
5. Classificação dos Sistemas de Informação	15
Simples x Complexo	15
Aberto x Fechado	16
Estável x Dinâmico	16
Adaptável x Não-Adaptável	16
Permanente x Temporário	16
6. Performance e Padrões	16
Eficácia	16
Eficiência	16
7. Sistemas – Modelagem	17
8. Níveis de complexidade dos sistemas	17
9. Feedback	18
Sistemas de Suporte à Decisão	19
1. Introdução	19
2. Breve História	19

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

3.	Por que um projeto de Suporte à Decisão?	20
4.	Resumo dos Sistemas de Suporte	21
5.	Dados	21
6.	Informação	21
7.	Conhecimento.....	22
8.	Arquitetura Clássica para Suporte de Decisão.....	22
9.	Características e Capacidades do DSS.....	23
10.	Sistemas de Informação e Tomada de Decisão.....	23
	Aspectos Típicos de uma Decisão	23
11.	Componentes de um Sistema de Suporte à Decisão	24
12.	Visão Esquemática do DSS	24
	Data management subsystem	24
	Model management subsystem	25
	Knowledge management subsystem	26
	User interface subsystem	26
13.	Classificação dos sistemas de informação segundo suporte à decisão	27
Inteligência Artificial.....		34
1.	Introdução à Inteligência Artificial.....	34
2.	Visão Geral da Inteligência Artificial.....	35
3.	Algumas definições de Inteligência Artificial.....	35
4.	IA forte e IA fraca	35
	Inteligência artificial forte.....	36
	Inteligência artificial fraca	36
5.	Críticas filosóficas e a argumentação da IA forte.....	36
6.	História	38
	Desenvolvimento teórico da IA	38
	Investigação na IA experimental.....	39
7.	Aplicações Práticas de Técnicas de IA	39
8.	Consequências hipotéticas da IA	40
Sistemas Especialistas		41
1.	Visão Geral dos Sistemas Especialistas	41
2.	Sistemas Especialistas - Agentes Inteligentes	42
3.	Sistemas Especialistas - Redes Bayesianas.....	42
4.	Sistemas Tutores Inteligentes	43
5.	Desenvolvimento de Sistemas Especialistas.....	43
6.	Aplicações dos Sistemas Especialistas e de Inteligência Artificial.....	43
Sistemas de informações e ciclo de vida.....		44
1.	Análise de Sistemas.....	44
	Métodos de desenvolvimento.....	44
	História da Análise.....	44

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

Ciclo de Vida dos Sistemas.....	45
Análise de Processos em Sistemas.....	46
2. Ciclos de vida do desenvolvimento de Sistemas.....	47
Concepção, construção e implantação	47
Modelos de desenvolvimento de software	48
Morte.....	53
3. Fatores que afetam o sucesso do desenvolvimento de Sistemas.....	53
Normas para Desenvolvimento e Manutenção de Software	53
4. Problemas no desenvolvimento do sistema.....	55

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

Teoria Geral dos Sistemas

1. Introdução

A Teoria Geral dos Sistemas (TGS) foi desenvolvida pelo biólogo austríaco, Ludwig von Bertalanffy, em 1936. Sua idéia central é o desenvolvimento de uma teoria de caráter geral, de modo que possa ser aplicada a fenômenos bastante semelhantes que ocorrem em uma diversidade de campos específicos de conhecimento.

Se diversas disciplinas desenvolvessem conjuntamente seus esforços de pesquisa, seriam capazes de identificar leis e princípios que poderiam ser aplicados com vantagem em vários sistemas.

Com uma moldura comum de conceitos, os diversos campos científicos poderiam melhor comunicar seus desenvolvimentos, com ganhos mútuos, por minimizar-se a duplicação de esforços.

Os postulados da TGS vêm sendo aplicados na prática de forma parcial, mas mesmo assim com resultados excepcionais, nos desenvolvimentos decorrentes de grupos multidisciplinares.

Ludwig von Bertalanffy iniciou a sua carreira em Viena na década de 20 do século XX, onde integrou o chamado círculo de Viena.

As hipóteses de Bertalanffy, desde o início, evidenciavam sua descrença em uma visão meramente mecanicista, ou seja física (a física do pensamento mecânico de Newton – forças e trajetórias) newtoniana, dos fenômenos biológicos, os quais deveriam ser ampliados por uma visão que considerasse o todo, as suas interrelações e as com o seu ambiente (Estava dado o passo inicial da concepção de “complexidade” – múltiplas relações e interconexões a qual foi posteriormente levada também para os sistemas de cunho social tais como os governos e as empresas).

A partir destas concepções genéricas passou a elaborar sua Teoria Geral dos Sistemas. Esta foi por ele, apud Capra (1999) definida como sendo “uma ciência geral de ‘totalidade’, o que até agora era considerado uma concepção vaga, nebulosa e semimetafísica. Em forma elaborada, ela seria uma disciplina matemática puramente formal em si mesma, mas aplicável às varias ciências empíricas. Para as ciências preocupadas com ‘totalidades organizadas’, teria importância semelhante àquelas que a teoria das probabilidades tem para as ciências que lidam com ‘eventos aleatórios’”.

A teoria dos sistemas de Bertalanffy, repousando em sólido embasamento biológico, procurou evidenciar inicialmente as diferenças entre sistemas físicos e biológicos.

A título de se efetuar uma tentativa de sintetizar o fecundo pensamento de Bertalanffy com vista aos propósitos de se estabelecer uma Teoria Geral dos Sistemas pode-se afirmar (Bertalanffy 1995, 10ª ed. Teoria General de los Sistemas) :

- Há uma tendência geral à integração das varias ciências naturais e sociais,
- Esta integração parece girar em torno de uma teoria geral dos sistemas,
- Esta teoria poderá ter um recurso importante ao buscar uma teoria exata em campos não físicos da ciência,
- Ao elaborar princípios unificadores que correm verticalmente pelo universo das ciências, esta teoria nos remeterá à meta da unificação da ciência,
- Isto poderá conduzir a uma integração, de cuja ausência a investigação científica em muito se ressentir.

Uma tentativa de conceituar sistemas apoiado em Bertalanffy pode ser “um sistema pode ser definido como um conjunto de elementos em inter-relação entre si e com o ambiente”.

Ampliando este conceito pela adição da visão teológica (a sua finalidade, seus objetivos) pode-se conceber sistemas como sendo: um conjunto de partes interdependentes para a consecução de um objetivo(s).

Uma tentativa de classificação dos sistemas é encontrada na dicotomização (classificação dual, classificação em dois ramos, bifurcação) elaborada por G. B. Davis (1974):

- Abstrato (arranjo ordenado de idéias ou construtos interdependentes) – Físico (conjunto de elementos que operam juntos para atingir um objetivo - tangíveis, materiais).
- Determinista funciona de maneira previsível, isto é, o estado do sistema, em um dado ponto, e a descrição de sua operação levam idealmente à previsão do próximo estado,

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

sem erros. .- Probabilista é o que opera dentro de condições prováveis de comportamento, ou melhor, há uma margem de erro associada à previsão.

- Fechado é o auto-contido. Não há troca de material, informação ou energia com o ambiente. Para Davis, vão esgotar-se ou tornar-se desordenados, o chamado movimento que aumenta a entropia.
- Aberto é o que troca informações, materiais e energia com o meio ambiente, ou seja, um sistema aberto é aquele que tem um ambiente, que são outros sistemas com os quais ele se relaciona, efetua trocas, portanto se comunica. Sistemas abertos tendem à adaptação, pois podem e necessitam de adaptar-se às mudanças ocorridas em seus ambientes de forma a procurar garantir a sua própria existência (A chamada Homeostase ou Homeostasia). Tais sistemas, na concepção de vários autores, têm, portanto intrínseca, a característica da adaptabilidade; de uma maneira bastante genérica, tais autores consideram que todo sistema vivo é um sistema eminentemente aberto.

A classificação dicotomizada dos sistemas em Aberto x Fechado é contestada ao resgatar-se a concepção ontológica dos sistemas de Mario Bunge e Avanir Uyemov => todo sistema tem um ambiente e com este interage em vários graus de intensidade. (Ex. A Rocha recebe, armazena (memória) e devolve calor do e ao seu ambiente).

As razões desta contestação podem ser enumeradas como sendo :

- Para Mario Bunge – ao elaborar a sua abordagem existencial dos sistemas sem considerar nesta abordagem os aspectos teológicos, percebe os sistemas como sendo : => “sistema é uma tripla ordenada” a coisa [o sistema]”, a “outra coisa [o ambiente]” é um “conjunto de relações entre a coisa e a outra coisa”. Esta concepção elimina a possibilidade de um sistema existir sem “ambiente”, ou seja, algo não existe se não houver onde ‘ter’, ou que possa ‘conter’, enfim ‘relacionar’ a coisa.
- A definição ontológica : ‘Todo e qualquer sistema possui um ambiente’ leva a que o universo seja explicado, entendido, como sendo um sistema em um ambiente. O ambiente, no caso do universo, é dado, representado, pela sua própria expansão já demonstrada por cientistas Russos;
- Para Avanir Uyemov - “sistema é um agregado de elementos, complexos ou não, que tenham um conjunto de relações que agem sobre o conjunto de elementos agregados fazendo com que daí surja a emergência de novas propriedades não existentes nos elementos isolados”. Enfoca as propriedades emergentes, porém ao se agregar à visão de Uyemov a concepção bungiana pode-se inferir que para que surjam relações deve haver a ‘outra coisa’ em algum lugar ou seja o seu ambiente.

2. Conceito

A fim de compreender exatamente o que se entende por Teoria dos Sistemas procuraremos primeiramente definir o termo “sistema”.

- O plano completo, o todo;
- Um conjunto de procedimentos relacionados que provém o plano de ação para realizar os Objetivos básicos da organização;
- O plano dirigido e organizado de funções sequenciais e interdependentes, cuja execução permite a uma organização preencher suas finalidades;

O estudo de sistemas sempre tem em vista o conjunto da organização, representado por suas diversas partes e procedimentos.

Do reconhecimento desse fato e a fim de evitar confusão e mal entendido surgem expressões como “sistema total”, “sistema integrado” e “sistema unificado” para representar o conjunto de procedimentos que, interligados e inter-relacionados, constituem o sistema que move a organização.

O nascimento e crescimento espontâneo de novos procedimentos é de modo geral desordenado e tumultuado, causando a curto prazo ou a longo prazo prejuízos aos demais processos já normalmente implantado e estudado.

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

Por sua vez, a criação de um novo sistema pode ser motivado pelo aparecimento de uma nova atividade, pela remodelação de uma atividade já existente e até pelo surgimento de uma nova empresa.

Dada essa situação ver-se-á, eventualmente, a necessidade do "projeto".

"SISTEMA é um conjunto de partes integrantes e interdependentes que conjuntamente formam um todo unitário como determinado objetivo, e efetuam uma determinada função".

Na maneira mais convencional possível, aceitamos a subdivisão dos sistemas em:

- **Enfoque**
 - **Modelo Mecânico**
 - analisa as partes
 - estabelece uma relação de causa-efeito
 - **Modelo Orgânico**
 - a partir do progresso da biologia
 - baseia-se no princípio da mútua dependência entre as partes
- **Componentes**
 - **Objetivos**
 - **Entradas:** a diferença entre entradas e saídas é mínima, e depende do ponto de vista e circunstância. Os recursos são aplicados na conversão das entradas. Quando se avalia a eficácia de um sistema para alcançar seus objetivos, as entradas e os recursos, geralmente, são considerados como custos.
 - **Saídas:** as saídas são os resultados do processo de conversão e são consideradas como resultados, êxitos ou benefícios.
 - **Controles e avaliações** (importante para se estabelecer medidas de desempenho).
 - **Retroalimentação ou Feed back** (permitindo avaliar as respostas obtidas em função dos parâmetros previamente definidos).
- **Ambiente do Sistema:** é imperativo estabelecer os limites do sistema, quando se trata de sistema aberto. A definição dos limites do sistema determina quais os sistemas estão sob controle de quem toma decisões, e quais os que ficam fora de seu domínio (Envolvendo o governo, fornecedores, sindicatos, mercado de mão-de-obra, consumidores e tecnologia).
- **Visão Integrada**
 - **Sistema** (objeto do estudo)
 - **Subsistema** (partes integradas que formam o sistema)
 - **Integração** (obtida através de normas, regras e procedimentos que fornecem as bases para a integração).

3. Sistemas de Informação

A informação sempre foi importante, essencial mesmo, para a tomada de decisão e, portanto, para qualquer ato de gestão. Mas hoje, o volume de informação disponível conheceu um crescimento exponencial. Atualmente não há falta de informação mas sim excesso de dados. Uma consequência desta realidade é que é preciso organizar essa mesma quantidade de dados. E é para isso que existem os Sistemas de Informação.

Podem dar-se várias definições de Sistemas de Informação mas é importante compreender do que é que falamos quando pensamos nesta realidade, presente nas organizações e nas empresas, sejam elas grandes ou não. Trata-se de um conjunto, composto por várias componentes como computadores, pessoas, processos, etc., que permite produzir, recolher e armazenar dados. E esses

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

dados constituem a informação que é essencial para a grande maioria das tomadas de decisão, nomeadamente quando se está a gerir uma empresa.

Assim definido, um Sistema de Informação engloba vários elementos:

- **hardware:** todos os equipamentos informáticos que permitem recolher, tratar e armazenar os dados; estamos aqui a falar, essencialmente do conjunto de computadores da empresa.
- **software:** o conjunto de programas informáticos que permitem, por um lado, tratar os dados presentes, transformando-os em informação e, por outro lado, funcionar com os equipamentos, com as componentes do computador.
- **organização:** também pode - e deve - ser considerada como uma componente do sistema de informação já que é um fator essencial; representa a maneira como são organizados os processos e as pessoas para a recolha, o tratamento a armazenagem da informação.
- **pessoas:** fazem parte dos sistemas de informação na medida em que são os recursos humanos que estão focados vocacionados para tudo o que tem a ver com a informação (recolha, tratamento utilização), no seio da organização, ou seja são todos os colaboradores.
- **output:** trata-se do produto final, depois das fases de recolha, de tratamento e de armazenagem dos dados, ou seja é a informação, arrumada de forma lógica e útil para a empresa e também de fácil acesso.

A informação é um recurso vital, ao mesmo nível que os recursos humanos ou os financeiros. De forma simples, o sistema de informação deve ser capaz de ajudar a empresa a atingir os seus objetivos. As finalidades principais dos sistemas de informação numa empresa são:

- Recolher, seleccionar e tratar os dados para servirem de suporte à decisão
- Proporcionar regularmente informação a todos os níveis da gestão
- Acrescentar valor à empresa.

A melhor coisa a fazer, quando se definem objetivos numa organização, é que estes sejam claros, se possível, mensuráveis e concisos. Assim, numa abordagem mais global, os Sistemas de Informação devem ter por finalidade fornecer dados organizados, de forma a ajudar nos níveis gerencial, tático ou operacional, a tomar as decisões certas rapidamente e com um mínimo de risco. Podem-se, em seguida, definir objetivos específicos para os vários departamentos e níveis hierárquicos da empresa. Neste ponto é essencial ter em mente que os objetivos específicos de cada departamento não podem contradizer os objetivos globais mas devem reforçá-los.

Os sistemas de informação, se bem concebidos e bem trabalhados numa empresa podem trazer vantagens aos mais variados níveis. Por exemplo:

- Reduzir custos
- Aumentar a oferta
- Melhorar a satisfação dos clientes
- Detectar nichos de mercado
- Melhorar a qualidade dos produtos e serviços
- Etc.

A base de qualquer sistema deste tipo é a sua divisão em sub-sistemas. De facto, não faz sentido concentrar toda a informação num só ponto. É preciso arrumá-la de forma a estar acessível e ser útil para que precise dela, dentro da empresa. Não se pode estabelecer de forma definitiva e indiscutível qual a melhor concepção de um Sistema de Informação para toda e qualquer empresa. A construção de um sistema de recolha, tratamento, armazenagem e disponibilização de dados importantes para a empresa vai depender de muitos factores como sejam o sector de actividade ou o estilo de gestão, entre outros. No entanto, podem-se definir duas grandes formas de pensar e, posteriormente de organizar, o sistema de informação de qualquer organização.

Assim, os sistemas de informação podem ser divididos em sub-sistemas de informação segundo dois critérios:

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

- **as unidades de negócio da organização:** trata-se de organizar os sub-sistemas em função dos diferentes produtos e serviços fornecidos por uma empresa. Por exemplo, uma empresa do ramo alimentar pode ter um Sistema de Informação para as bolachas, outro para os enlatados, outro para os refrigerantes, etc. Este tipo de organização do Sistema de Informação faz mais sentido para empresas maiores ou empresas onde existe um elevado grau de autonomia nas várias unidades de negócio.
- **as funções tradicionais da gestão:** trata-se de organizar os sub-sistemas em função das áreas da gestão: comercial, produção, financeira, de recursos humanos, administrativa, de marketing, mas também de compras e gestão global. Uma divisão desta forma faz mais sentido para empresas mais pequenas. Este sub-sistema justifica-se porque as necessidades de informação de cada uma destas funções são muito diferentes.

Outras Regras

Qualquer um destes subsistemas pode, por sua vez ser dividido em subáreas, segundo a dimensão e as necessidades da empresa.

Para que um sistema assim construído - segundo qualquer uma das duas ópticas - seja efetivamente eficaz, é indispensável que esteja assegurado o rápido intercâmbio de informação entre os vários subsistemas. Estes não podem nem devem ser estanques. O cruzamento da informação permite retirar do processo todo o seu potencial para uma gestão global eficaz da organização. Só assim, os diversos departamentos ou unidades de uma empresa se possa complementar e deslocam-se todos na mesma direção.

Assim, os subsistemas devem

- responder às necessidades específicas de informação dos decisores das diferentes unidades de negócio ou das diferentes áreas da gestão (dependendo de qual dos dois modelos expostos anteriormente foi escolhido) integrando também os dados de outras áreas que forem relevantes.
- responder às necessidades globais de informação da gestão de topo agrupando e estruturando os vários tipos de dados de forma a permitir uma visão de conjunto

As três funções de um Sistema de Informação

→ A recolha de informação

Os dados relevantes para a ajuda na tomada de decisão nos vários níveis da empresa podem ser:

- externos (a informação que chega à empresa como facturas, propostas, etc. e a informação presente no exterior como estudos, dados sobre a concorrência, etc.)
- internos (relatórios, análises internas, etc.).

Para os recolher, pode-se recorrer a dois grandes métodos:

- observando e realizando inquéritos ou questionários cujas questões estão orientadas para a avaliação da situação.
- recolhendo informação existente tanto na empresa como no exterior, como sejam estudos, artigos publicados, livros, etc.

→ O tratamento da informação:

A fase de tratamento dos dados compõe-se de duas etapas:

- correção se os dados não tiverem corretos ou caso apresentarem num suporte diferente do utilizado no Sistema de Informação (papel em vez de suporte magnético, por exemplo);
- codificação no computador de forma a que obedeçam à mesma lógica para toda a empresa; aqui podem ser utilizados modelos estatísticos para adequar os dados às necessidades da empresa.

→ O armazenamento da informação:

A empresa ou organização deve guardar a informação (em suporte magnético) de modo a poder reencontrá-la facilmente e utilizá-la. Podem ser criadas várias bases de dados em função das necessidades da empresa. Finalmente, é importante não esquecer a constituição de back-ups de

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

segurança. O volume de informação que uma organização encerra no seu Sistema de Informação é uma mais-valia preciosa. Perder esses dados ou passá-los para a concorrência pode ser extremamente grave ou até mesmo fatal para a empresa. Por isso, no campo da segurança, todo o cuidado é pouco.

4. A evolução dos Sistemas de Informação

Em 1890, Hermann Hollerit, inventou o cartão perfurado, recorrendo a uma invenção do século XIX feitas pelo francês J.M. Jacquard.

Em 1897, Rudolph Diesel projetou o motor que se tornou a grande inovação, muito embora sua aplicação só tenha acontecido em 1935 quando um americano chamado Charles Katerring, redesenhou completamente o motor convertendo-o em algo capaz de ser utilizado como unidade propulsora em navios, motores etc.

Em 1906 o americano Lee de Forrest inventou a válvula "AUDION" e com ela criou a eletrônica.

Entre 1907 e 1910 o bioquímico Paul Erlich desenvolveu a teoria da quimioterapia, o controle dos microorganismos bacterianos através de compostos químicos.

Ele próprio desenvolveu a primeira droga antibacteriana "SALVARSAN" para o controle da sífilis.

Porém as sulfas, que são as aplicações da quimioterapia só chegaram ao mercado em 1936, ou seja vinte anos depois.

A penicilina ("penicillum" fungo que matava as bactérias) foi descoberta nos anos 20 e chegou ao mercado antes do previsto mais ou menos 1950.

Muitos conhecimentos se agregaram para tornar possível a era tecnológica. O mais antigo foi o teorema binário que permite que todos os números sejam expressos por apenas dois números (um e zero). Ele foi aplicado a uma máquina de calcular por Charles Babbage, na primeira metade do século XIX.

Finalmente durante a Primeira Guerra Mundial os conceitos de "Programação e Feed Back" foram desenvolvidos, para propósitos da artilharia antiaérea.

Em 1918, em outras palavras, todo conhecimento necessário para desenvolver o computador estava a mão. Ele se tornou operacional em 1946.

Até 1930 não tínhamos rádio caso não tivéssemos a guerra.

Um executivo de produção da Ford, Torrel, cunhou a palavra "automação" em 1951 e descreveu detalhes do processo de fabricação exigido. Falou-se muito, durante 25 anos sobre robótica e automação, e nada aconteceu por muito tempo.

O Japão com toda sua tecnologia através da Nissan e a Toyota não introduziu até a1980 robôs em suas fábricas. A General Elétric construiu uma fábrica de locomotivas, totalmente robotizada, na Pensilvania.

Buckmaster Fuller, geômetra, matemático e filósofo aplicou a matemática à topografia intitulado-a "Dymaxion" começaram a ser levantadas no Ártico e na Antártida.

O surgimento do computador demandou pelo menos a convergência de pelo menos cinco conhecimentos diferentes:

1. uma invenção científica, a válvula AUDION;
2. uma importante descoberta matemática, o teorema binário;
3. uma nova lógica;
4. o conceito de design do cartão perfurado;
5. os conceitos de programas e feed back.

O matemático inglês Charles Babbage é muitas vezes chamado de "o pai do computador". O que na realidade o impediu de construir um computador, conforme a voz corrente, foi a não disponibilidade de materiais apropriados e de energia elétrica. Porém tudo isso, é um grande mal entendido, pois mesmo que esses materiais existissem ele só poderia construir uma calculadora mecânica, o que chamamos hoje, de caixa registradora, por falta de conhecimentos lógicos.

Caso semelhante ocorreu com Thomas Edison, que na realidade não foi o único que identificou as invenções a serem feitas para produzir uma lâmpada elétrica.

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

O físico inglês Joseph Sivan, também o fez, e tecnicamente bem melhor. Tanto é verdade que Thomas Edison comprou as patentes e passou a usá-las em sua fábrica.

Princípios da Teoria da Informação

1. A definição de Informação

É uma abstração informal, pois não pode ser formalizada por uma teoria lógica ou matemática, que está na mente de alguém, com uma representação de algo significativo para essa pessoa. Por exemplo, a frase "Paris é uma cidade fascinante" é uma informação, desde que seja lida ou ouvida por alguém que entenda que "Paris" é a cidade capital da França, etc e que "fascinante" tenha a qualidade usual e intuitiva associada com essa palavra.

Se a representação da informação for feita por meio de dados, como na frase citada sobre Paris, ela pode ser armazenada em computadores, porém ela é armazenada não como informação, mas sim na forma de dado que é uma representação de uma informação. Essa representação pode ser transformada pelo software na formatação de um texto, que seria uma transformação sintática. A máquina não pode mudar o significado do dado, pois ela depende da pessoa que possui o entendimento do significado de "Paris" e de "fascinante". Portanto não se pode processar informações diretamente em um computador, é necessário reduzir a informação a dados e poder-se-ia, por exemplo, quantificar a intensidade de "fascinante" numa escala, digamos, de 1 a 5, mas então "fascinante" não seria mais informação.

Por outro lado, dados - desde que não criptografados, isto é inteligíveis -, são sempre incorporados por alguém como informação, porque os seres humanos (adultos) buscam normalmente por significação e entendimento. Não se pode formalmente definir "significação", mas entendida como um conceito mental de cada pessoa. Por exemplo, quando vê um objeto com certo formato e se diz que ele é "circular", está se fazendo uma associação mental de sua forma ao conceito de círculo. Ou seja, nosso pensamento é um órgão de percepção de conceitos.

A informação pode ser propriedade interior de uma pessoa ou ser recebida por ela. É interior quando mental, é recebida quando chega através de uma representação simbólica como os dados (texto, figuras, som,...).

Ao ler um texto uma pessoa pode absorvê-lo como informação desde que o entenda. Pode-se associar a recepção da informação por intermédio de dados à recepção de uma mensagem. Porém a informação pode também ser recebida sem que seja representada por meio de mensagens. Por exemplo, para saber se a noite esfriou ou não, uma pessoa que está num ambiente agradável e quente pode abrir a janela e esticar o braço para sentir a intensidade do frio lá fora. Essa informação não é representada por símbolos, nem pode ser considerada como uma mensagem. Por outro lado, um bom berro é uma mensagem que não é expressa por dados, mas sim por um ruído vocal e pode conter muita informação para quem o recebe.

Note-se que inicialmente exemplificou-se dado como "som gravado". Isso porque os sons da natureza contêm muito mais do que se pode gravar: ao ouvi-los, existe todo um contexto que desaparece na gravação. O ruído das ondas do mar, por exemplo, vem acompanhado da visão do mar, de seu cheiro, da umidade do ar, do vento, da luminosidade, etc.

Uma distinção fundamental entre dado e informação é que o dado é puramente sintático e a informação contém necessariamente semântica (implícita na palavra "significação" usada em sua caracterização). É interessante notar que é impossível introduzir e processar semântica em um computador, porque a máquina em si é puramente sintática (tal como a Matemática). O termo "linguagem de programação" é um abuso de linguagem, porque o que realmente se chama de linguagem contém semântica (Noam Chomsky). Outros abusos usados no campo da computação, ligados à semântica, são "memória" e "inteligência artificial". Eles dão a impressão que a memória humana é equivalente aos dispositivos de armazenamento dos computadores. Theodore Roszak em 1994 expôs que nossa memória é infinitamente maior. John Searle em 1991 com sua alegoria do Quarto Chinês (onde uma pessoa, seguindo regras em inglês, combinava ideogramas chineses sem

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

entender nada e, assim, respondia perguntas – é assim que o computador processa dados) demonstrou que os computadores não podem pensar porque lhes falta a nossa semântica.

Como exemplo final da diferença entre dado e informação, usando o princípio da alegoria de Searle, imagine uma tabela com 3 colunas e título esclarecendo o significado de cada coluna e que tenha várias linhas. O título esclarece da coluna 1 esclarece que esta coluna tem o nome de cidade na China. O título da coluna 2 esclarece que esta coluna tem o nome do mês em que a temperatura fica na média do ano nessa cidade. O título da coluna 3 esclarece que ela informa a temperatura média em graus ocorrida no ano anterior.

Considerando que todas essas colunas estão escritas em chinês, para uma pessoa que não conhece chinês isso é um conjunto de puros dados, porém para uma pessoa que conhece chinês isso é uma tabela de informação. Note que a tabela poderia ser formatada, de modo que as linhas pudessem ser ordenadas segundo o valor da temperatura ou a ordem dos meses no ano, sem que isso alterasse o ser dado ou informação, pois dado ou informação depende da "significação" para quem o observa.

2. A definição de Dado

Pode ser definido, basicamente, como uma sequência de símbolos quantificados ou quantificáveis. Desta forma, um texto contendo letras - que são símbolos de um conjunto finito que é o alfabeto - pode constituir-se de uma base numérica e portanto é um dado. Também são dados as fotos, as figuras, os sons gravados, pois todos podem ser quantificados.

Isso posto, temos que um dado é uma entidade matemática que pode ter ordem e obedecer regras, ou seja, é sintático. Os dados podem ser descritos por meio de representações formais e estruturais de modo que podem ser armazenados e processados por computadores. Com isso, trechos de um texto podem ser ligados virtualmente a outros trechos pelo endereço de armazenamento o que forma estruturas de dados.

3. A definição de Entropia

A definição clássica de entropia é o número de possibilidades de arranjo de um sistema.

De acordo com a 2ª. Lei da Termodinâmica, "quanto maior a desordem de um sistema, maior a sua entropia". Neste caso, imaginemos uma nuvem na forma de uma mensagem de fumaça. A sua entropia é baixa pois o seu nível de organização e complexidade é alto, porém, com o tempo a fumaça se deforma e a mensagem que ela representa acaba ilegível. Pode-se dizer então, que a sua entropia aumentou.

Este exemplo, mostra que a entropia (em termos de comunicação) nada mais é do que o contrário da informação.

Num sistema biológico, por exemplo, sua estrutura sempre tenta andar contra a entropia, pois os sistemas evoluem em sistemas cada vez mais complexos e organizados e neste caso, pode-se dizer que a morte ocorre quando o grau de entropia chega a um patamar considerável e irreversível.

Apesar disso, através do Contexto Biológico dos sistemas, vê-se que a mutação de um sistema (artificial ou não) é a falha na transmissão de uma mensagem, no caso o gene, surgindo um novo composto.

Isso mostra que a entropia (enquanto "desordem da informação"), em pequena escala, também ajuda na evolução dos sistemas.

4. A definição de Homeostasia ou Homeostase

A homeostasia, ou homeostase, é a capacidade que têm os sistemas de manterem um equilíbrio dinâmico, entre suas diversas componentes ou partes, por intermédio do mecanismo de retroação (auto-controle ou auto-regulação). Os sistemas homeostáticos tendem ao progresso, ao desenvolvimento.

5. A definição de Redundância

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

A redundância é a quantidade de informação excedente, correspondente aos sinais, cuja ocorrência pode ser prevista a partir de outros sinais.

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

Conceitos de sistemas e sub-sistemas

1. Conceitos de sistema

Um conjunto de partes integrantes e interdependentes que, conjuntamente, formam um todo unitário como determinado objetivo, e efetuam uma determinada função.

Sistema é uma entidade que tem a capacidade de manter certo grau de organização em face de mudanças internas ou externas, composto de um conjunto de elementos, em interação, segundo determinadas leis, para atingir um objetivo específico.

A função básica de um sistema é de converter seus insumos (materiais, energia, trabalho, informações) - retirados de seu ambiente - em produtos (bens, serviços, informações) de natureza qualitativa diferente de seus insumos - para serem então devolvidos para seu ambiente.

A quantidade de produtos gerados por um sistema deve ser suficiente para o funcionamento de seus subsistemas de "produção", "manutenção" e "adaptação". Os sistemas que não têm condições de continuamente atender a essa condição, comprometem sua capacidade de sobrevivência a curto prazo (caso não atendam às necessidades de "produção"), a médio prazo (caso não atendam às necessidades de "manutenção") ou a longo prazo (caso não atendam às necessidades de "adaptação").

2. Componentes de um Sistema

Os componentes de um sistema são:

- Entrada ou insumo (input)
- Processamento ou transformação (throughput)
- Saída ou resultado (output)
- Retroação, retroalimentação ou retroinformação (feedback)
- Ambiente ou fronteiras (environment) (Contexto)
- Limite (Abrangência)

Entrada (input)

Entrada é o que o sistema importa do meio ambiente para ser processado. Em geral, composto por substantivos. Podem ser:

- dados: permitem planejar e programar o comportamento do sistema (conhecimentos, técnicas, etc);
- energias de entrada: permitem movimentar e dinamizar o sistema (máquinas, pessoa, etc);
- materiais: são os recursos a serem utilizados pelo sistema para produzir a saída (itens explícitos de entrada, etc).

Saída (output)

Saída é o resultado final do processamento de um sistema. Em geral, um substantivo qualificado. Podem ser:

- informações: são os dados tratados pelo sistema;
- energias de saída: é a energia processada pelo sistema;
- produtos: são os objetivos do sistema (bens, serviços, lucros, resíduos,...)

Caixa-preta (black box)

Um sistema cujo interior não pode ser desvendado é denominado de caixa preta. Em geral, começa com um verbo. Esses sistemas podem ser:

- hipercomplexos;
- impenetráveis.

Retroação (feedback)

A retroação é um mecanismo de comunicação entre a saída e a entrada do sistema. As principais funções da retroação são:

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

- controlar a saída do sistema;
- manter o equilíbrio do sistema;
- manter a sobrevivência do sistema.

Meio Ambiente

Meio ambiente é o conjunto de todos os objetivos que, dentro de um limite específico, possam ter alguma influência sobre a operação do sistema. As fronteiras de um sistema são as condições ambientais dentro das quais o sistema deve operar.

3. Princípios básicos de abordagem de sistemas

- Um sistema é maior que a soma de suas partes. Assim, seu entendimento requer identificar cada parte componente do mesmo. Entender um sistema significa fazer as devidas conexões entre seus elementos, de modo que se ajustem logicamente em um todo.
- A investigação de qualquer parte do sistema deve ser sempre realizada em relação ao todo.
- Muitas vezes a compreensão total da realidade escapa à nossa percepção. Em compensação, se entendermos a relação entre os fenômenos e sua essência, teremos condições objetivas de intervir sobre essa realidade.
- A porção de uma totalidade sob estudo (sistema) necessita apresentar algum grau de previsibilidade.
- Embora cada subsistema possa ser visto como uma unidade autocontida, ele faz parte de uma ordem maior e mais ampla, que o contém.
- O objetivo central de um sistema pode ser identificado pelo fato de que o cumprimento de outros objetivos pode ser sacrificado em nome de obter-se a realização do objetivo central.
- Qualquer sistema deve ser visto como um sistema de informações; a geração e transmissão de informações são essenciais para sua compreensão.
- Um sistema aberto e seu ambiente estão em permanente interrelação.
- Um sistema altamente complexo pode ser melhor entendido se for dividido em subsistemas menores, que possam ser mais facilmente analisados e - posteriormente - recombinaados no todo.
- Um sistema compõe-se de uma rede de elementos interrelacionados; uma mudança em um dos elementos provocará mudanças nos demais ou na totalidade do sistema.
- Em sistemas seriais, a saída de um subsistema é a entrada de outro; assim, alterações de processamento em um subsistema provocam alterações em outros subsistemas.
- O analista de um sistema, em muitos casos, tem condições de redesenhar sua fronteira.
- Sistemas para serem viáveis a longo prazo, devem perseguir com clareza seus objetivos, serem governados por retroalimentação e apresentar a capacidade de adaptar-se a mudanças ambientais.

4. Sistemas abertos

Basicamente a teoria de sistemas afirma que estes são abertos e sofrem interações com o ambiente onde estão inseridos. Desta forma, a interação gera realimentações que podem ser positivas ou negativas, criando assim uma auto regulação regenerativa, que por sua vez cria novas propriedades que podem ser benéficas ou maléficas para o todo independente das partes.

5. Classificação dos Sistemas de Informação

Simples x Complexo

- Simples = poucos elementos – interação simples

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

- Complexo = Muitos elementos – altamente relacionados

Sistemas	Simples	Complexos	Hipercomplexos
Determinísticos	Fazer um bolo	Computador digital	
	Bilhar	Manutenção Aeronáutica	
	Arranjo físico da sala de máquinas	Automação	
Probabilísticos	Jogos de dados	Mercado de capitais	Economia Mundial
	Movimento de um molusco	Reflexos condicionados	Cérebro
	Controle estatístico de qualidade	Lucratividade industrial	

Aberto x Fechado

- Aberto = Interage com o ambiente
- Aberto = Organismos vivos, empresas
- Fechado = Não há interação com o ambiente
- Fechado = raro... exemplo: Seita secreta;

Estável x Dinâmico

- Estável = Mudanças no ambiente produzem pouca mudança no sistema
- Estável = Empresa de brinquedos de madeira
- Dinâmico = Sofre mudanças rápidas e constantes
- Dinâmico = Área de TI

Adaptável x Não-Adaptável

- Adaptável = Responde a um ambiente mutável
- Adaptável = Monitora o ambiente e responde com mudanças
- Não-Adaptável = Não muda em um ambiente mutável

Permanente x Temporário

- Permanente = Existem em longos períodos de tempo
- Temporário = Curtos períodos de tempo

6. Performance e Padrões

Eficácia

- Proporção em que os sistemas atingem seus objetivos
- Pode ser calculada pela divisão dos objetivos alcançados pelos objetivos determinados
- Exemplo = Redução de peças defeituosas

Eficiência

- Medida do que é produzido dividido pelo que é consumido
- Pode ser usado para comparar sistemas
- Exemplo = Motor de carro (70% ou menos)

Custo

- Custos iniciais e despesas de Manutenção

Complexidade

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

- Grau de complicação na relação dos elementos

Nível de Controle

- Capacidade de o sistema operar dentro de limites pré-estabelecidos – Orçamentos, políticas

7. Sistemas – Modelagem

- Mundo real complexo e dinâmico (Usamos modelos no lugar de sistemas reais).
- Modelo → Abstração ou aproximação usada para simular a realidade.
- Modelos
 - Réplica de um prédio
 - Números e relações matemáticas
- Tipos de Modelos
 - Narrativo
 - Baseado em palavras = descrições da realidade – ex. Relatórios, Jornais
 - Físico
 - Representação Tangível da realidade
 - Simulação Computadorizada – Aviões
 - Esquemático
 - Baseado em gráficos = Mapas, diagramas, fluxogramas, organogramas
 - Matemático
 - Baseado em aritmética = Formulismo

8. Níveis de complexidade dos sistemas

De acordo com Kenneth Boulding, existem nove níveis de sistemas, classificados em ordem crescente de complexidade:

Nível de Complexidade	Exemplo	Características
Nível 1	Sistemas Estáticos (Estruturais)	A estrutura de um mineral, o mapa de uma região, o organograma de uma empresa
Nível 2	Determinísticos (relojoaria)	Sistemas com movimento, mas de características previsíveis, controlados externamente: o sistema solar, um ventilador, um relógio
Nível 3	Sistemas cibernéticos (tipo termostato)	Sistemas dinâmicos, com características probabilísticas, capazes de auto-regulação de seu funcionamento, dentro de limites determinados (computador, geladeira)
Nível 4	A Célula	Sistemas abertos, dinâmicos, programados para a autopreservação sob condições externas cambiantes; capazes de alterar seu comportamento e estrutura
Nível 5	As plantas	Sistemas abertos, dinâmicos, capazes de auto-regulação geneticamente determinada, através de uma ampla gama de alterações nas condições externas e internas
Nível 6	O Sistema Animal	Sistemas abertos, dinâmicos, geneticamente determinados para adaptar-se ao seu ambiente, através de ajustamentos internos e pela formação de grupos sociais simples
Nível 7	Os Seres Humanos	Sistemas abertos, dinâmicos, auto-regulados, adaptativos através de uma ampla gama de circunstâncias, pela sua capacidade de pensar abstratamente e comunicar-se simbolicamente

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

Nível de Complexidade	Exemplo	Características
Nível 8	O Sistema Social (Humano)	Mais complexo e aberto à influência ambiental que o indivíduo; mais adaptativo pela capacidade de acumulação de conhecimento coletivo e diversidade de perfis individuais. Pode viver indefinidamente, através do fenômeno da entropia negativa
Nível 9	Sistemas Transcendentais	Mais livremente adaptáveis às circunstâncias porque se elevam acima e além dos sistemas individuais e sociais

Os elementos comuns à maioria dos sistemas dinâmicos, são: ambiente, objetivo, insumos, processamento, saídas, controle e feedback. Em consequência eles devem sempre ser considerados quando da sua modelagem.

9. Feedback

Os organismos (Ou sistemas orgânicos) em que as alterações benéficas são absorvidas e aproveitadas sobrevivem, e os sistemas onde as qualidades maléficas ao todo resultam em dificuldade de sobrevivência, tendem a desaparecer caso não haja outra alteração de contrabalanço que neutralize aquela primeira mutação. Assim, de acordo com Ludwig von Bertalanffy a evolução permanece ininterrupta enquanto os sistemas se autoregulam.

Um sistema realimentado é necessariamente um sistema dinâmico, já que deve haver uma causalidade implícita. Em um ciclo de retroação uma saída é capaz de alterar a entrada que a gerou, e, conseqüentemente, a si própria. Se o sistema fosse instantâneo, essa alteração implicaria uma desigualdade. Portanto em uma malha de realimentação deve haver um certo retardo na resposta dinâmica. Esse retardo ocorre devido à uma tendência do sistema de manter o estado atual mesmo com variações bruscas na entrada. Isto é, ele deve possuir uma tendência de resistência a mudanças. O que, por sua vez, significa que deve haver uma memória intrínseca a um sistema que pode sofrer realimentação.

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

Sistemas de Suporte à Decisão

1. Introdução

Qualquer sistema de "reporting" é um sistema de suporte à decisão. O seu objetivo é fornecer informação que permita às pessoas tomar melhores decisões. Ainda que não se tenha apercebido, todos os sistemas têm sempre algum componente de suporte à decisão. Este componente é a "bateria" de relatórios produzida pelo sistema. As pessoas utilizam estes relatórios para tomar decisões com base em informação neles contida.

Os sistemas de suporte à decisão permitem uma visão integrada de todos os sistemas operacionais, convertendo o universo das variáveis (internas ou externas) do negócio numa poderosa ferramenta de suporte à gestão.

Não é uma tarefa fácil distinguir, na prática, o que vem a ser dado, informação e conhecimento. Essa distinção fica mais complicada quando se tenta identificar os limites de cada um dos conceitos e percebe-se que os três são intimamente interligados.

Portanto, o Suporte à Decisão visa à investigação de diferentes abordagens e estratégias para suporte à decisão, destacando Teoria da Decisão, Programação Matemática e Inteligência Computacional. Aborda também o tratamento da Informação Estruturada (Data Warehousing e Data Mining) e Não Estruturada (Recuperação da Informação, Intranets, Personal Information Managers - PIM), Computer Supported Collaborative Work e Groupware.

2. Breve História

Desde a introdução do computador que o componente de suporte à decisão teve um desenvolvimento considerável. Inicialmente, os computadores produziam relatórios em papel. Os utilizadores recebiam, geralmente, os relatórios numa base periódica: diária, mensal, anual, etc. Para receber relatórios particulares (à medida), os utilizadores contactavam o departamento de informática, que afetava um programador e/ou analista à criação de programa que gerasse o relatório. Esta tarefa poderia levar, desde algumas horas até vários meses, dependendo do caso.

Obviamente que os relatórios em papel não apresentam grandes facilidades de análise, e são previamente formatados segundo determinadas especificações, que não se conseguem mudar facilmente. Por exemplo, já alguma vez tentou ordenar os dados num relatório em papel? Só funciona com corte, colagem, muita paciência e vontade de gastar dinheiro. E não tente criar gráficos em papel, a não ser que queira investir em marcadores e canetas de filtro.

Por volta de 1980, entra em cena uma nova tecnologia, o computador pessoal. Quando se adquire um computador, adquirem-se também dois programas fundamentais: um processador de texto e uma folha de cálculo. Utilizamos o primeiro para elaborar propostas de serviços e o segundo para recolher e tratar dados e disponibilizar informação.

Mas, a folha de cálculo trouxe algo de novo? Sim, permitiu que muitos executivos, muito bem pagos, passassem horas, dias e semanas a transcrever informação do papel para a folha eletrônica. No entanto, podem agora analisar e formatar esses dados da forma mais apropriada aos seus objetivos, mas com o inconveniente do aumento substancial da ineficiência e das possibilidades de erros e omissões.

No princípio dos anos 90, as empresas que vendiam folhas de cálculo, começaram a perceber dos problemas desta tecnologia à medida que os requisitos dos utilizadores e o volume de informação cresciam. Começaram então a introduzir o conceito de base de dados nos seus produtos. Mas continuou a faltar a facilidade de utilização. Quantos executivos conhecem que são experientes na utilização de base de dados?

Esta situação leva-nos ao desenvolvimento dos modernos sistemas de suporte à decisão. Um sistema de suporte à decisão é um sistema que proporciona aos seus utilizadores, não só um acesso rápido à "sua" informação, mas também capacidade para realizar a sua análise e formatação à medida

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

das "suas" necessidades. A figura abaixo apresenta uma visão de alto nível da evolução do que hoje designamos por sistema de suporte à decisão ou de "business intelligence".



Evolução do Suporte à Decisão

3. Por que um projeto de Suporte à Decisão?

"Finalmente consegui! Sou Diretor de Informática! Nunca pensei que após 20 anos de trabalho como contabilista-programador de COBOL, estaria sentado nesta cadeira. Nunca pensei que a minha empresa me recompensasse com a atribuição de lugar tão importante e estratégico para o seu futuro".

Com o Antônio X ainda a apreciar estas novas sensações, começa a ouvir-se um pandemônio no corredor. Várias vozes parecem discutir, aproximando-se do seu escritório. Finalmente, aparece o José Y, Diretor Comercial, acompanhado pelo Manuel Z, Diretor Financeiro.

Este vira-se para o Antônio X e diz bastante zangado "Só no ano passado gastamos mais de 20 milhões de Dólares em computadores. Por que é que quando eu e o José Y nos reunimos com o patrão, os nossos relatórios apresentam dados completamente diferentes? Como é que pode acontecer que o José Y pensa que vendeu 50.000 unidades no mês passado, enquanto que o meu relatório só apresenta 40.000? Como é que o teu pessoal consegue preparar tão mal uma coisa tão simples?".

O José Y acrescenta por sua vez "E esta é só uma parte dos problemas que vocês arranjam. Na última semana tive uma reunião com o Joaquim W, Director de Compras da A2U Alimentar. Estou certo que não preciso de recordar-vos que a A2U Alimentar, na lista "top-ten" é o nosso quinto melhor cliente! Quando da reunião sabíamos que a A2U Alimentar estava a sofrer com as entregas tardias do seu maior fornecedor. Teria sido muito importante poder ir para a reunião com um relatório sobre a performance do nosso departamento de entregas. Nós sabemos que o departamento tem um registro excelente nos tempos de entrega.

De qualquer forma, a reunião foi marcada para as 16.00h. Logo às 8:00h pedi aos teus homens a entrega do relatório. E sabes o que me disseram? Como o meu pedido era, obviamente, importante o colocariam na sua lista de prioridades! Que só demorariam quatro dias para criar os programas e a entregar o relatório. Quatro dias! De que serve isto? Não consigo imaginar quanto tempo demorará a responder a um pedido de um colaborador que não seja diretor! "

Para além disto, temos dois sistemas de vendas - um para o segmento "grossista" e outro para o retalho. Muitas vezes desejo ver só informação sobre um segmento ou outro. Mas, em outros momentos preciso de informação sobre as vendas e os produtos independentemente do segmento em que ocorrem. Perco uma enorme quantidade de tempo (dinheiro da empresa) a recolher, integrar e preparar informação consolidada a partir dos dois sistemas que são bastante diferentes."

Novamente, Manuel Z volta à carga "Eu sou um financeiro. Vivo em folhas de cálculo. Se não consigo ordenar, agregar e criar gráficos com os meus dados, estou perdido. Por que é que só conseguem fornecer-me informação impressa? O meu salário custa à empresa mais de 70.000 Dólares por ano, e eu passo mais de metade do meu tempo a re-escrever números a partir dos vossos

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

"papéis" para as minhas folhas de cálculo. Acham algum senso nesta situação. Francamente, já estou um pouco farto desta situação."

O Antônio X começa a pensar que o seu acordo salarial é bom, mas não tão bom assim. É preciso renegociá-lo.

"Ok, pessoal! Deixem-me pensar um pouco sobre esta situação. Após ter efetuado a minha análise, dentro de alguns dias entrarei em contacto convosco.", afirma Antônio Z convictamente. Na verdade encontra-se muito assustado! "Até que ponto é seguro um lugar de Diretor informático, se sou o quarto num período de seis anos. De fato, nunca perguntei porque é que os outros saíram. Poderei ser responsabilizado por estes problemas? Até que ponto posso contrair aquele empréstimo para comprar a habitação que estava a pensar?"

Estou certo que quando ler esta pequena história terá chegado à conclusão que a implementação de sistemas de suporte à decisão é fundamental para a sobrevivência de sua empresa. No entanto, ao pensar na implementação de um destes sistemas deve ainda responder às seguintes questões:

- Permite-me ganhar vantagens competitivas? Em que área?
- Permite-me reduzir o nível de custos?
- Fornece-me toda a informação que necessito?
- Fornece-me essa informação no tempo adequado?
- Qual o meu risco se não implemento este tipo de sistema?
- Qual o meu nível de risco se implemento?
- Será o projeto entregue dentro dos valores orçamentados?

4. Resumo dos Sistemas de Suporte

- Decision Support Systems (DSS)
- Group Support Systems (GSS), including Group DSS (GDSS)
- Executive Information Systems (EIS)
- Expert Systems (ES)
- Artificial Neural Networks (ANN)
- Hybrid Support Systems
- Cutting Edge Intelligent Systems (Genetic Algorithms, Fuzzy Logic, Intelligent Agents, ...)

5. Dados

Dados incluem os itens que representam fatos, textos, gráficos, imagens estáticas, sons, segmentos de vídeo analógicos ou digitais etc. Os dados são coletados, por meio de processos organizacionais, nos ambientes interno e externo. Em suma, dados são sinais que não foram processados, correlacionados, integrados, avaliados ou interpretados de qualquer forma. Os dados representam a matéria-prima a ser utilizada na produção de informações. Uma definição bem simples de dado é "uma abstração formal que pode ser representada e transformada por um computador" (SETZER, 1999), ou seja a sequência de símbolos quantificados ou quantificáveis. Já Davenport define dados como "observações sobre o estado do mundo, e sua observação pode ser feita por pessoas ou por tecnologia apropriada" (DAVENPORT, 2000). Assim é possível perceber que os dados podem ser descritos através de representações formais, estruturais, podendo obviamente ser armazenados em um computador e processados por ele.

6. Informação

Neste nível, os dados passam por algum tipo de processamento para serem exibidos em uma forma inteligível às pessoas que irão utilizá-los. O processo de transformação envolve a aplicação de procedimentos, que incluem formatação, tradução, fusão, impressão e assim por diante. A maior parte deste processo pode ser executada automaticamente.

Uma vez que dados tenham sido transformados em informações, pelo menos em uma interpretação inicial, é possível refinar as informações mediante um processo de elaboração. As informações resultantes deste processo incluem características adicionais do problema, geram hipóteses, consequências das hipóteses, sugerem soluções para problemas, explanação e justificativas

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

de sugestões, crítica de argumentos etc. Portanto, "a transformação de dados em informações deve ser vista, simplificada, como um tipo de pré-processamento de um processo de elaboração" (SETZER,1999).

Dessa forma, é possível afirmar que, "informação é uma abstração informal, que está na mente de alguém, representando algo significativo para uma pessoa" (MACHADO,2002). Assim, não é possível processar informação diretamente em um computador. Para isso é necessário reduzi-la a dados.

7. Conhecimento

Conhecimento pode ser definido como sendo "informações que foram analisadas e avaliadas sobre a sua confiabilidade, sua relevância e sua importância" (DAVENPORT,2000). Neste caso, o conhecimento é obtido pela interpretação e integração de vários dados e informações. O processo de transformação é realizado por meio de avaliação de dados e informações. Os insumos provenientes das diversas fontes são analisados e combinados na síntese de um produto final, o conhecimento. É por meio do conhecimento que aqueles que assessoram as decisões buscam uma compreensão mais efetiva da situação problema. "O Conhecimento é uma abstração interior, pessoal, de algo que foi experimentado, vivenciado, por alguém. Nesse sentido, o conhecimento não pode ser descrito; o que se descreve é a informação" (SETZER,1999).

O conhecimento não é estático, modificando-se mediante a interação com o ambiente, sendo este processo denominado aprendizado. Uma visão mais ampla é que o aprendizado é a integração de novas informações em estruturas de conhecimento, de modo a torná-las potencialmente utilizáveis em processos futuros de processamento e de elaboração. A informação pode ser inserida em um computador por meio de uma representação em forma de dados. Como o conhecimento não é sujeito a representações, não pode ser inserido em um computador.

8. Arquitetura Clássica para Suporte de Decisão

Tipo de Decisão	Controle Operacional	Controle Gerencial	Planejamento Estratégico	Tecnologia de Suporte Necessária
Estruturado	<ul style="list-style-type: none">▪ Contas a receber	<ul style="list-style-type: none">▪ Análise de orçamento▪ Previsões de pequenos prazos▪ Relatórios pessoais	<ul style="list-style-type: none">▪ Gerenciamento Financeiro▪ Investimentos▪ Sistema de distribuição	<ul style="list-style-type: none">▪ Gerenciamento de sistemas de informática▪ Processamento de transações
Semi-estruturado	<ul style="list-style-type: none">▪ Scheduling da produção▪ Controle de inventário	<ul style="list-style-type: none">▪ Avaliação de crédito▪ Preparação de orçamento▪ Layout de fábrica	<ul style="list-style-type: none">▪ Construir uma nova fábrica▪ Fusões e aquisições▪ Planejamentos de novos produtos▪ Planejamento de certificação de qualidade – "QA"	<ul style="list-style-type: none">▪ DSS
Desestruturado	<ul style="list-style-type: none">▪ Seleção de uma capa para a revista▪ Compra de um software▪ Aprovação de um empréstimo	<ul style="list-style-type: none">▪ Negociação▪ Recrutamento de um executivo▪ Compra de um HW	<ul style="list-style-type: none">▪ Desenvolvimento de novas tecnologias	<ul style="list-style-type: none">▪ DSS▪ ES▪ Neural Network (redes neurais)

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

Tipo de Decisão	Controle Operacional	Controle Gerencial	Planejamento Estratégico	Tecnologia de Suporte Necessária
Tecnologia de Suporte Necessária	<ul style="list-style-type: none">▪ Gerenciamento de Sistema de Informação	<ul style="list-style-type: none">▪ DSS▪ EIS▪ ES	<ul style="list-style-type: none">▪ EIS▪ ES▪ Neural Network (redes neurais)	

Um Sistema de Suporte a Decisão , além de fornecer soluções, pode auxiliar gerentes a entender problemas .

9. Características e Capacidades do DSS

- Projetado para suportar problemas gerenciais complexos que outras técnicas computadorizadas não suportam
- é orientado a usuário,
- usa dados e modelo
- fornece suporte para níveis gerenciais e executivos
- suporta todas as fases do processo de tomada de decisão
- Suporta vários estilos/processos para tomada de decisão
- são adaptativos no tempo
- Tentam melhorar a eficácia da tomada de decisão (exata, tempo mínimo e qualidade)
- o tomador de decisão tem o controle completo sobre todos os passos do processo TD na resolução do problema
- fornece acesso a diferentes tipos de dados

10. Sistemas de Informação e Tomada de Decisão

Sistema de informação pode ser definido como "qualquer sistema utilizado para prover informações qualquer que seja sua utilização" (POLLONI, 2000). Todo sistema de informação pode ser visto, do ponto de vista mais técnico, como um conjunto de programas e de estruturas de dados. Os métodos de análise e projeto de sistemas historicamente enfocaram dados e processos. Mas de uma ênfase inicial em algoritmos, programas e processos, as metodologias de desenvolvimento migraram para uma abordagem centrada nos dados. A partir daí, as preocupações dos desenvolvedores e dos usuários foram passando dos dados operacionais para as informações agregadas envolvidas no processo de tomada de decisão. Os sistemas evoluíram para acompanhar a gerência de negócios.

Apesar da importância dos sistemas de informação no apoio a decisões estratégicas, os resultados obtidos pelo uso da informação nos processos decisórios não têm sido satisfatórios. Uma das prováveis causas das limitações dos sistemas de informação pode ser creditada à visão unilateral da informação por parte dos responsáveis pelo desenvolvimento de metodologias de análise estruturada de sistemas. Esta diferença explica as limitações dos sistemas de informação para uso em decisões estratégicas.

É possível classificar os sistemas de informações em sistemas de processamento de transações e sistemas de suporte à decisão. "Os sistemas de processamento de transações têm como principal objetivo o registro acurado das operações e fatos relevantes das áreas de negócio. A ênfase nesses sistemas é com a validação dos dados, visando maior qualidade e depuração das bases de dados. Já os sistemas de suporte à decisão "são projetados para apoiar os gestores de negócio no processo de tomada de decisão numa perspectiva de mais longo prazo, no trato da informação, do que os sistemas de processamento de transações e envolvendo um maior julgamento humano" (DHAR e STEIN, 1997).

Aspectos Típicos de uma Decisão

- Decisões podem ser tomadas em grupo
- Possivelmente com objetivos contraditórios
- Existem centenas de alternativas

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

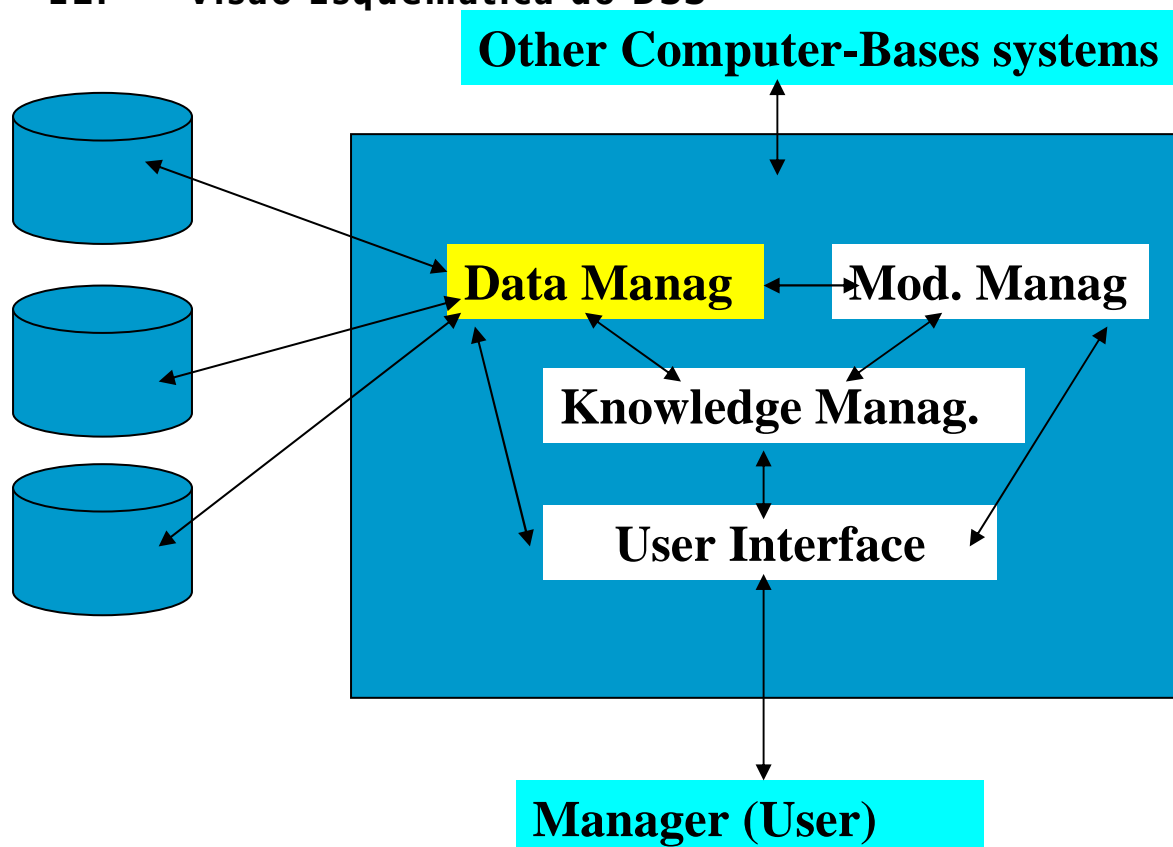
Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

- resultados podem ocorrer no futuro
- atitudes envolvem risco
- existem cenários "What- If"
- método "tentativa-erro" podem resultar em perdas
- experimentos reais só podem ser feitos uma vez
- mudanças no ambiente podem ocorrer continuamente

11. Componentes de um Sistema de Suporte à Decisão

- Data management subsystem
- Model management subsystem
- Knowledge management subsystem
- User interface subsystem
- O Usuário é considerado parte do sistema

12. Visão Esquemática do DSS



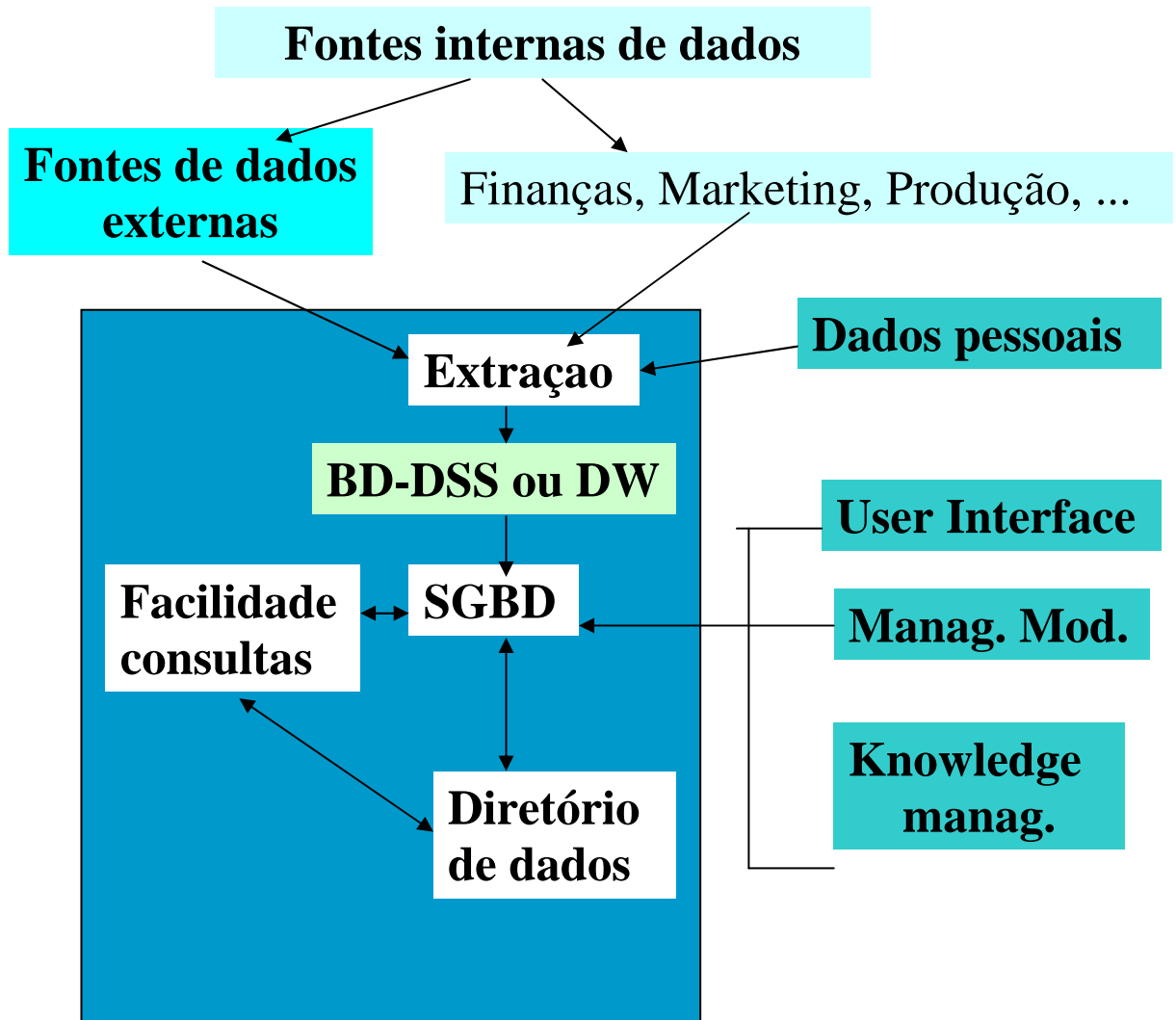
Data management subsystem

Inclui o banco de dados que contém dados relevantes a resolução do problema. Conhecido como DBMS. É composto de:

- DSS database
- Database management system
- Data directory
- Query facility

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche



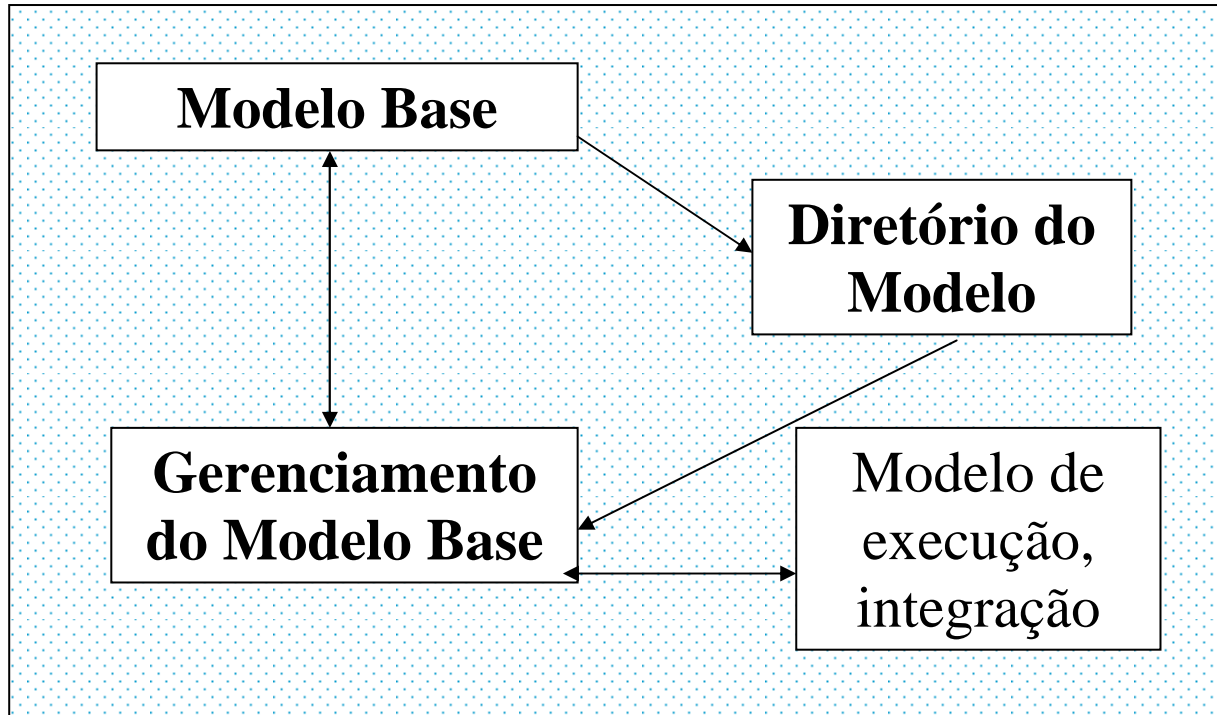
Model managent subsystem

Pacote de software que inclui:

- Model base management
 - contém rotinas estatísticas, de finanças, marketing ...
 - 4 categorias: estratégico, tático, operacional e blocos de construção de modelos
- Modeling language
- Model directory
- Model execution, integration, and comand processor

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche



Knowledge managent subsystem

Fornecem expertise para auxiliar na resolução de problemas não estruturados ou semi-estruturados

Podendo ser classificado em:

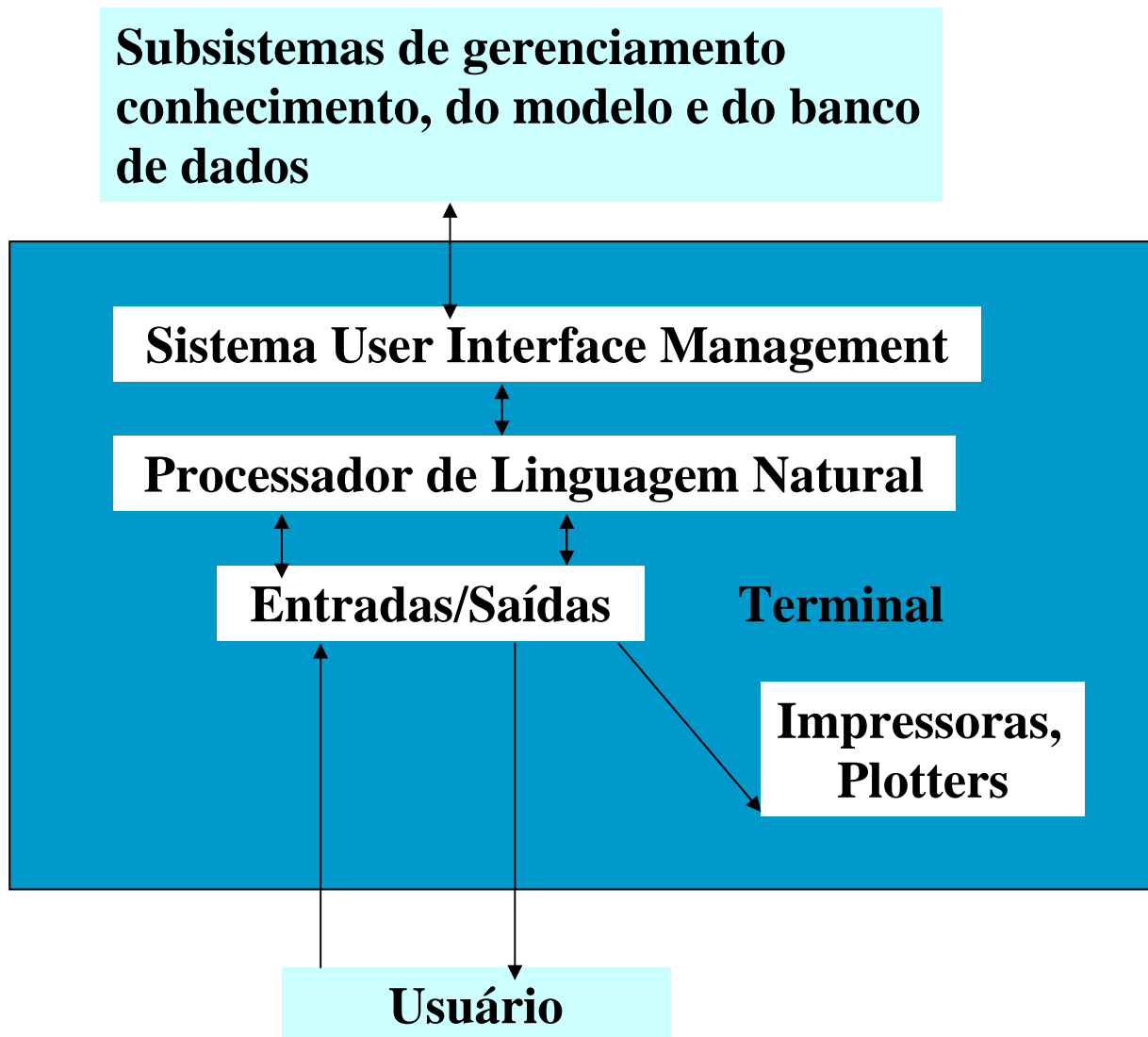
- knowledge-based aids (decisões endereçadas pela matemática)
- intelligent decision modeling system (ajuda aos usuários a construir, aplicar e gerenciar bibliotecas)
- decision analytic expert systems (métodos de incerteza)

User interface subsystem

- Permite a comunicação entre usuários e Subsistema de gerenciamento do modelo
- inclui hardware, software, interações homem-máquina, acessabilidade, ...
- Sprague e Watson [96] - componente mais importante
- Whitten e Bentley [97] - consideram ser o próprio sistema

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche



Capacidades

- Fornece interface gráfica
- Apresenta diferentes formatos e saída para dados
- Capacidades de ajuda, de diagnóstico, rotinas de sugestões...
- Armazena entrada e saída de dados
- Fornece treinamentos
- Captura, armazena e realiza análise de diálogos entre usuários...

13. Classificação dos sistemas de informação segundo suporte à decisão

De uma forma geral, os Sistemas de Informação podem ser classificados em operacional, gerencial e estratégico

Sistemas de informação operacional – SIO

Também chamados de Sistemas de Apoio as Operações Empresariais, Sistemas de Controle ou Sistemas de Processamento de Transações.

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

Contemplam o processamento de operações e transações rotineiras cotidianas, no seu detalhe, incluindo seus respectivos procedimentos.

Controlam os dados detalhados das operações das funções empresariais imprescindíveis ao funcionamento harmônico da empresa, auxiliando a tomada de decisão do corpo técnico das unidades departamentais.

→ **Transação:** Nesse contexto, é qualquer troca de valor ou movimento de mercadorias que afete a lucratividade de uma organização – com ou sem fins lucrativos.

Contemplam o processamento de operações e transações rotineiras cotidianas, no seu detalhe, incluindo seus respectivos procedimentos, apoiando e monitorando as negociações, gerando e armazenando dados a elas relacionados.

- **Objetivos Específicos**

- Processar dados gerados por e sobre transações
- Manter alto grau de precisão
- Assegurar a integridade dos dados e da informação
- Produzir relatórios e documentos em tempo
- Aumentar a eficiência do trabalho

- **Características**

- Entrada e alimentação de dados
- Processamento e armazenamento
- Geração de documentos e Relatórios
- Grande quantidade de dados de entrada
- Grande quantidade de saída
- Necessidade de processamento eficiente - para lidar com grandes quantidades de entradas e saídas
- Capacidades de entradas e saídas rápidas
- Alto grau de repetição no processamento
- Computação simples (+, -, * e /)
- Grande necessidade de armazenamento
- Necessidade de auditoria
- Problemas relacionados com segurança
- Impacto do sistema sobre um grande número de usuários
- Impacto grave e negativo sobre a imagem da organização

- **Atividades básicas**

- **Coleta de Dados**
 - Coleta e agrupamento dos dados necessários
 - Processo manual ou automático
 - Automático = Scanners, PDV, código de barras
- **Manipulação de Dados**
 - Transformação nos dados recebidos
 - Classificação, cálculos, sumarização, etc ...
- **Armazenamento de Dados**
 - Armazenagem dos dados processados
- **Produção de Documentos**
 - Relatórios, etc...

- **Métodos de processamento**

- Batch
- On-Line

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

- **Aplicações (comuns - gerais)**

- Processamento de pedidos
- Faturamento
- Controle de estoques
- Contas a pagar – receber
- Compras
- Folha de pagamento

- **Aplicações Especializadas**

- Bancos
- Investidoras
- Aplicações “públicas”

Em suma, pode-se dizer que os SIO's controlam os dados detalhados das operações das funções empresariais imprescindíveis ao funcionamento harmônico da empresa, auxiliando a tomada de decisão do corpo técnico das unidades departamentais.

Sistemas de informação gerencial (para gestão) – SIG

Também chamados de Sistemas de Apoio a Gestão Empresarial ou Sistemas Gerenciais.

Contemplam o processamento de grupos de dados das operações e transações operacionais transformando-os em informações para gestão.

Trabalham com os dados agrupados (ou sintetizados) das operações das funções empresariais da empresa, auxiliando o tomada de decisão do corpo gestor ou gerencial das unidades departamentais, em sinergia com as demais unidades.

Reiterando, nos Sistemas de Informação Gerencial, as informações são apresentadas agrupadas, ou seja, no nível sintetizada, tais como totais, percentuais, acumuladores, plurais, etc.

A. Objetivo Específico

- Tomada de decisões (Fornecer a informação certa à pessoa certa da maneira certa e no momento certo)
- Foco na Organização – Monitoração – Planejamento – Eficiência
- Informações úteis para obter o feedback das operações empresariais
- SIG → Coleção integrada de subsistemas
 - **Integrado com o SIO (ou SPT)**
 - SIO → Entrada do SIG
 - Filtragem e análise dos dados obtidos no SIO
 - Relatórios para os mais altos níveis de gerência
 - Decisões mais estruturadas e menos rotineiras
 - **SIG – Entradas**
 - Dados “internos” (em sua maioria já estão dentro da empresa)
- (Entrada mais comum – SIO (ou SPT))
- **SIG – Saídas**
 - Coleção de relatórios distribuídos aos administradores
 - Relatórios Programados
 - Periodicamente
 - Funções de acompanhamento
 - Relatório Indicador de Pontos Críticos
 - Resumo das atividades críticas do dia anterior
 - Medidas Rápidas
 - Medidas de Correção de rumos
 - Níveis de estoque
 - Atividades de produção
 - Volume de vendas

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

- Relatórios Solicitados
 - Fornecer informações a pedido do administrador
- Relatórios de Exceções
 - Produzidos automaticamente quando uma situação é incomum e requer intervenção da administração
 - Estoque baixo
 - Horas extras
 - Determinação de parâmetros – pontos de corte – delicada
 - muito baixo = muitos relatórios
 - muito altos = poucos relatórios (perigo!!)
- Orientações para desenvolvimento de relatórios
 - Ajustar cada relatório às necessidades do usuário
 - Gastar tempo e esforços na produção apenas daqueles relatórios que serão usados
 - Prestar atenção ao conteúdo e à apresentação do relatório
 - Ao relatar usar gerenciamento por exceção
 - Estabelecer parâmetros cuidadosamente
 - Produzir relatórios pontualmente

B. Características

- Produzem relatórios programados, sob solicitação e de exceção
- Geram relatórios de saída com formatos fixos e padronizados
- Produzem relatórios impressos e em tela de computador
- Usam dados internos armazenados no sistema de computador

C. SIG para a Vantagem competitiva

- Não é um processo “automático”
- Suporte a administração para atingir metas empresariais
- Comparação de metas estabelecidas com metas reais
- Desenvolvimento de estratégias para o sucesso dos negócios
- Fortalecimento de processos que darão vantagens competitivas e margens estratégicas a médio e longo prazo

D. SIG – Tipos – Exemplos

- **SIG Financeiro**
 - Área primordial para a “maioria” das organizações
 - Monitora o fluxo de caixa e a lucratividade
 - Fator de sucesso na economia global acelerada
 - Analisa as atividades financeiras históricas e atuais
 - Projeta as necessidades financeiras futuras
 - Monitora e controla o uso de recursos através do tempo
 - Entradas
 - Plano estratégico – políticas corporativas
 - Metas e objetivos financeiros
 - Necessidades financeiras em curto, médio e longo prazo
 - **SIO (SPT)**
 - Fontes externas
 - Informações da concorrência
 - Informações econômicas
 - Previsões
 - Cotações de moedas
 - Taxas de Juros
 - Legislação tributária

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

- Saídas e subsistemas
 - Previsão financeira
 - Expectativas de faturamento e custos
 - Estimativas de fluxo de caixa
 - Sistemas de lucros e perda
 - Sistemas de custo
 - Auditoria
 - Usos e gerenciamento de verbas
- **SIG Industrial**
 - Área que sofre grande impacto dos avanços da tecnologia
 - Ênfase no aumento da qualidade e produtividade
 - Entradas
 - Plano estratégico
 - Qualidade, produção e metas de níveis de serviços
 - SIO (SPT) – Dados de recebimento e inspeção
 - Matérias-primas e suprimentos
 - SIO – Dados de estoque
 - Quantidade e uso de matérias-primas, em trabalho e acabados
 - SIO – Dados de pessoal
 - Funcionários, Tempo e custos envolvidos - RH
 - SIO – Processo de produção
 - Informações sobre processos e equipamentos de produção
 - SIO – Processamento de pedidos
 - Fontes externas
 - Informações sobre novos processos industriais e dados econômicos
 - Saídas e Subsistemas
 - Projeto e Engenharia
 - Programação da produção
 - Controle de estoques
 - Estoque e industrialização “*just-in-time*”
 - Controle de processos
 - Controle e teste de qualidade
- **SIG – SIG Marketing**
 - Apoio à atividade administrativa
 - Entradas
 - Plano estratégico
 - SIO (SPT)
 - Fontes externas
 - Concorrência
 - Mercado
 - Saídas e Subsistemas
 - Pesquisa de marketing
 - Desenvolvimento de produto
 - Planejamento de distribuição
 - Promoção e propaganda
 - Preço do produto
- **SIG – SIG Recursos Humanos**
 - Apoio à atividade administrativa
 - Relação com todos os setores da empresa
 - Entradas
 - Plano estratégico
 - SIO – Folha de Pagamento

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

- SIO – Dados de pessoal
- SIO – Dados do processamento de pedidos
- Fontes externas
- Saídas e Subsistemas
 - Planejamento de recursos humanos
 - Seleção e recrutamento de pessoal
 - Treinamento e habilidades
 - Programação e lotação de trabalho
 - Administração de salários e benefícios

Reiterando, nos *Sistemas de Informação Gerencial*, as informações são apresentadas agrupadas, ou seja, no nível sintetizada, tais como totais, percentuais, acumuladores, plurais, etc.

Sistemas de informação estratégico – SIE

Também chamados de Sistemas de Informação Executivo ou Sistemas de Suporte à Decisão Estratégica.

Contemplam o processamento de grupos de dados das operações operacionais e transações gerenciais transformando-os em informações estratégicas.

Trabalham com os dados no nível macro, filtrados das operações das funções empresariais da empresa, considerando ainda, o meio ambiente interno e/ou externo, visando auxiliar o processo de tomada de decisão da alta administração, tal como, presidentes, diretores, sócios, acionistas, proprietários, assessores, etc.

Habitualmente com muitas em informações gráficas, amigáveis e normalmente on-line, observando as particularidades de cada empresa e ainda, com opção de descer a nível de detalhe da informação.

Reiterando, nos Sistemas de Informação Estratégico, as informações são apresentadas de forma macro, sempre relacionadas com o meio ambiente interno (funções empresariais) e/ou externo da empresa.

SIO (SPT) e SIG:

Ambos, em conjunto, fornecem relatórios úteis para a solução de problemas comerciais, estruturados e semi-estruturados

A. SIE (ou SSD, SSDE): Objetivo Específico

- Resolver problemas semi-estruturados e não -estruturados
- Estilos e técnicas da tomada de decisão individual
- Mais flexíveis que os SIG's

B. Definição (em resumo)

- Conjunto organizado de pessoas, procedimentos, software, banco de dados e dispositivos utilizados para dar suporte a tomada de decisões específicas de um problema.
- Utilizados em tomadas de decisões gerenciais relacionadas com processos empresariais de valor agregado.
 - Prever como um aumento no preço do papel poderia afetar o lucro global de um jornal...
- Potencial de gerar maiores lucros, menores custos e melhores produtos e serviços.
- Podem ser utilizados em todos os níveis – operacional e gerencial (ênfase).

C. Características

- Manipular grande volume de dados
 - Dados oriundos de SIO's e SIG's
 - Dados armazenados em (grandes) SGBD
- Obter e processar dados de fontes diferentes
 - Dados internos – Oriundos de SIO's e SIG's

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

- Dados externos
 - Integração de ambos
- Proporcionar flexibilidade de relatórios e apresentação
 - Atender necessidades específicas
 - Necessidades e preferências
 - Múltiplos formatos (impressos, vídeo, Internet...)
- Possuir orientação tanto textual quanto gráfica
 - Proporcionar um melhor entendimento da real situação – transmissão “do entendimento”
- Executar análises e comparações complexas e sofisticadas
 - Integração de vários módulos e programas independentes
 - Pesquisas de mercado
- Dar suporte às abordagens de otimização, satisfação e heurísticas
 - Para problemas classificados como menores os SIE tem a capacidade de achar a melhor solução; para os problemas maiores e mais complexos são utilizadas abordagens de satisfação e heurísticas para soluções adequadas.
- Executar análises de simulação e por metas
 - Simulação é o processo de fazer modificações hipotéticas aos dados e observar o impacto nos resultados.
 - Atingir metas é o processo de determinação dos dados do problema requerido para certo resultado.

D. Recursos (dependendo da utilização e do escopo)

- Suporte nas fases da solução de problemas
 - Pode incluir inteligência, projeto, escolha, implementação e monitoramento
- Suporte nas diferentes frequências de decisão
 - Variam desde decisões únicas a decisões repetitivas
 - Nas decisões repetitivas o SIE é refinado durante o uso
- Suporte para diferentes estruturas de problemas
 - Problemas altamente estruturados são os problemas diretos, que requerem fatos e relacionamentos conhecidos
 - Nos problemas semi-estruturados ou não-estruturados os relacionamentos entre os dados nem sempre são claros e estes podem estar em diferentes formatos e sendo difíceis de obter e manipular.
- Suporte para diversos níveis na tomada de decisões
 - Ajuda em diferentes níveis da organização

E. Integração dos SIO, SIG e SIE (exemplo simples)

- Um SIO de cobranças que envia contas mensais aos clientes, um SIG de cobranças que produz para a gerência relatórios semanais sobre contas vencidas e um SIE de cobrança que executa análises de simulação para determinar o impacto dos pagamentos atrasados no fluxo de caixa, no faturamento e nos níveis de lucro global, extraindo dados de um mesmo banco de dados.

Recapitulando, em resumo pode-se dizer que nos *Sistemas de Informação Estratégico*, as informações são apresentadas de forma macro, sempre relacionadas com o meio ambiente interno (funções empresariais) e/ou externo da empresa.

Inteligência Artificial

1. Introdução à Inteligência Artificial

Existem dois pontos de partida para definir a I.A.: sonho e tecnologia

Inteligência Artificial é hoje um domínio do conhecimento cada vez mais 'na moda'. Dela fala-se, escreve-se, ouve-se falar, lê-se. Mas, saberemos nós o que é na verdade esta ciência, o que estuda, que aplicações práticas possuem? A verdade é que muitas vezes os nossos conhecimentos sobre Inteligência Artificial (I.A.) não vão além do 'isso tem qualquer coisa a ver com computadores, não é?'

A Inteligência Artificial é por um lado uma ciência, que procura estudar e compreender o fenômeno da inteligência, e por outro um ramo da engenharia, na medida em que procura construir instrumentos para apoiar a inteligência humana. A I.A. é inteligência como computação, tenta simular o pensamento dos peritos e os nossos fenômenos cognitivos¹.

No entanto, a I.A. continua a ser a procura do modo como os seres humanos pensam, com o objetivo de modelar esse pensamento em processos computacionais, tentando assim construir um corpo de explicações algorítmicas dos processos mentais humanos. É isto o que distingue a I.A. dos outros campos de saber, ela coloca a ênfase na elaboração de teorias e modelos da Inteligência como programas de computador.

Allen Newell em 1977, levantando a questão sobre o que é a Inteligência Artificial responde que "A I.A. é conhecimento - teoria, dados, avaliação - que descreve os meios para alcançar uma classe de fins desejados."

Os estudos em I.A. atualmente dividem-se em quatro ramos fundamentais. Distingamos assim uma área ligada ao estudo das redes neurais e ao conexionismo que se relaciona também com a capacidade dos computadores aprenderem e reconhecerem padrões. Um outro ramo ligado à biologia molecular na tentativa de construir vida artificial. Um terceiro relacionado com a robótica, ligada à biologia e procurando construir máquinas que alojem vida artificial. E finalmente o ramo clássico da I.A. que se liga desde o início à Psicologia, desde os anos '70 à ²epistemologia e desde os anos '80 à sociologia, e que tenta representar na máquina os mecanismos de raciocínio e de procura.

Mas onde está a I.A.? Certamente 'dentro dos agentes que são capazes de representar as situações que enfrentam e de realizar ações possuindo processos para manipular essas representações'. Mas estará ela no algoritmo, ou pelo contrário na arquitetura de estados mentais?

A construção de máquinas inteligentes pressupõe a existência de estruturas simbólicas (representação), a capacidade de elas poderem raciocinar (procura) e a existência de conhecimentos (matéria prima). Assim o campo mais popular da I.A. é sem dúvida o da engenharia do conhecimento

¹ Um fenômeno cognitivo é, então, a relação entre o estímulo e a reação ou resposta a esse estímulo, não podendo limitar-se a análise e a definição aos efeitos observados nesse processo, e devendo ambas aceder às escolhas metodológicas e epistemológicas operadas. Na verdade, o essencial de qualquer processo baseia-se no que se passa no intervalo que separa o estímulo da resposta e é importante defini-lo o mais detalhadamente possível, relativamente aos seus efeitos. O que deixaria supor a simples consideração de que os fenômenos que suscitam os estímulos ou que os provocam são autônomos face aos processos internos.

² A epistemologia é o ramo da filosofia que estuda a origem, a estrutura, os métodos e a validade do conhecimento (daí também se designar por filosofia do conhecimento). Ela relaciona-se ainda com a metafísica, a lógica e a psicologia. Ela é ainda um dos principais ramos da filosofia, talvez mesmo aquele que mais se destaca, e os seus problemas compreendem a questão da possibilidade do conhecimento, que nos coloca a dúvida se o ser humano conseguirá algum dia atingir realmente o conhecimento total e genuíno, fazendo-nos oscilar entre uma resposta dogmática ou empirista.

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

pois é aí que se concebem os sistemas periciais, que são capazes de representar conhecimentos e de raciocinar.

Uma outra questão que se levantou desde os primeiros anos de I.A. foi se os computadores seriam realmente capazes de aprender. Questão que, a par da questão da representação de conhecimentos, e da capacidade das máquinas serem inteligentes e capazes de raciocinar é um pilar da investigação em I.A.

2. Visão Geral da Inteligência Artificial

A questão sobre o que é **inteligência artificial**, mesmo como definida anteriormente, pode ser separada em duas partes: "qual a natureza do artificial" e "o que é inteligência". A primeira questão é de resolução relativamente fácil, apontando no entanto para a questão de o que poderá o homem construir. A segunda questão é consideravelmente mais difícil, levantando a questão da consciência, identidade e mente (incluindo a mente inconsciente) juntamente com a questão de que componentes estão envolvidos no único tipo de inteligência que universalmente se aceita como estando ao alcance do nosso estudo: a inteligência do ser humano. O estudo de animais e de sistemas artificiais que não são modelos triviais, começa a ser considerados como matéria de estudo na área da inteligência.

3. Algumas definições de Inteligência Artificial

- A arte da criação de máquinas que fazem funções que requerem inteligência quando feito por pessoas (KURZWEIL, 1990).
- Campo de estudo que procura explicar e emular comportamento inteligente em termos de processos computacionais (SCHALKOFF, 1990).
- Um ramo da ciência da computação que se dedica à automação de comportamento inteligente (LUGER & STUBBLEFIELD, 1993).
- A parte da Ciência da Computação que compreende o projeto de sistemas computacionais que exibam características associadas, quando presentes no comportamento humano, à inteligência. (BARR & FEIGENBAUM, 1981).

Sobretudo, deve ser entendida como a criação de sistemas que não possuam somente características procedimentais, tendo também, capacidades de ir além dos processos estabelecidos pelo desenvolvedor humano, aprendendo, se adaptando e tomando decisões.

Desde 1956, a IA veio se ramificando em novas áreas, criando centros de estudo em praticamente todo o mundo. Grande parte dessas áreas já conta com projetos implementados que deixaram o âmbito acadêmico. Como exemplo, dentro das empresas de grande porte, as ferramentas de Data Mining (mineração de dados), são parte fundamental do processo de tomada de decisões, por gerarem informações de alta relevância estratégica, nem sempre observada por analistas humanos. Na área de gerência de redes, detecção de intrusão, comércio eletrônico e educação a distância auxiliada por computador, a tecnologia de agentes inteligentes permite a flexibilidade da negociação entre o sistema e o usuário humano, além de estar sempre monitorando o ambiente, gerando informações que podem ser analisados posteriormente por outros sistemas inteligentes.

A partir do momento em que os projetos e produtos de IA começarem a invadir o domínio do cidadão comum, haverá uma exploração maior, não somente da forma como a IA pode resolver problemas, mas também da forma como os humanos estarão interagindo com esses sistemas e que impacto isso causará na sociedade.

4. IA forte e IA fraca

Uma popular e inicial definição de inteligência artificial, introduzida por John McCarty na famosa conferência de Dartmouth em 1955 é "fazer a máquina comportar-se de tal forma que seja chamada inteligente caso fosse este o comportamento de um ser humano." No entanto, esta definição parece ignorar a possibilidade de existir a IA forte (ver abaixo). Outra definição de inteligência artificial é a inteligência que surge de um dispositivo artificial. A maior parte das definições pode ser categorizada em sistemas que: pensam como um humano; agem como um humano; pensam racionalmente ou agem racionalmente.

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

Inteligência artificial forte

A investigação em Inteligência artificial forte aborda a criação da forma de inteligência baseada em computador que consiga raciocinar e resolver problemas; uma forma de IA forte é classificada como auto-consciente. Fonte: Eu, robô (Isaac Asimov*)

- Isaac Asimov criou, nas suas obras, as três leis da robótica.

Inteligência artificial fraca

Trata-se da noção de como lidar com problemas não determinísticos.

Uma contribuição prática de Alan Turing foi o que se chamou depois de Teste de Turing (TT), de 1950: em lugar de responder à pergunta "podem-se ter computadores inteligentes?" ele formulou seu teste, que se tornou praticamente o ponto de partida da pesquisa em "Inteligência Artificial". O teste consiste em se fazer perguntas a uma pessoa e um computador escondidos. Um computador e seus programas passam no TT se, pelas respostas, for impossível a alguém distinguir qual interlocutor é a máquina e qual é a pessoa (interessante é que ele não especificou o nível intelectual e cultural do perguntador...). No seu artigo original ele fez a previsão de que até 2000 os computadores passariam seu teste. Pois bem, há um concurso anual de programas para o TT, e o resultado dos sistemas ganhadores é tão fraco (o último tem o nome "Ella") que com poucas perguntas logo percebe-se a idiotice das respostas da máquina. É interessante notar que tanto a Máquina de Turing quanto o Teste de Turing talvez derivem da visão que Turing tinha de que o ser humano é uma máquina. Há quem diga que essa visão está absolutamente errada, do ponto de vista linguístico, já que associamos à "máquina" um artefato inventado e eventualmente construído. Dizem eles: "Nenhum ser humano foi inventado ou construído". Esta é a visão dos evolucionistas, e que ainda não foi provada, pois a Teoria da Evolução é uma teoria assim como a da Criação. Afirmar-se ainda que a comparação, feita por Turing, entre o homem e a máquina é sinônimo de sua "ingenuidade social", pois as máquinas são infinitamente mais simples do que o homem, apesar de, paradoxalmente, se afirmar que a vida é complexa. No entanto, esta linha de raciocínio é questionável, afinal de contas, os computadores modernos podem ser considerados "complexos" quando comparados ao COLOSSUS (computador cujo o desenvolvimento foi liderado por Turing, em 1943), ou a qualquer máquina do início do século XX. O fato é que se considerarmos que o homem é uma "máquina", onde todos os componentes têm uma razão para existir, necessariamente somos levados a imaginar que alguém o construiu. Esta "incredulidade" vem do fato de a ciência "ainda" não ter encontrado respostas para esta pergunta.

A inteligência artificial fraca centra a sua investigação na criação de inteligência artificial que não é capaz de verdadeiramente raciocinar e resolver problemas. Uma tal máquina com esta característica de inteligência agiria como se fosse inteligente, mas não tem autoconsciência ou noção de si. O teste clássico para aferição da inteligência em máquinas é o Teste de Turing.

Há diversos campos dentro da IA fraca, e um deles é a Linguagem Natural, que trata de estudar e tentar reproduzir os processos de desenvolvimento que resultaram no funcionamento normal da língua. Muitos destes campos utilizam softwares específicos e linguagens de programação criadas para suas finalidades. Um exemplo bastante conhecido é o programa A.L.I.C.E. (Artificial Linguistic Internet Computer Entity, ou Entidade Computadorizada de Linguagem Artificial para Internet), um software que simula uma conversa humana. Programado em Java e desenvolvido com regras heurísticas para os caracteres de conversação, seu desenvolvimento resultou na AIML (Artificial Intelligence Markup Language), uma linguagem específica para tais programas e seus vários clones, chamados de Alicebots.

Muito do trabalho neste campo tem sido feito com simulações em computador de inteligência baseado num conjunto predefinido de regras. Poucos têm sido os progressos na IA forte. Mas dependendo da definição de IA utilizada, pode-se dizer que avanços consideráveis na IA fraca já foram alcançados.

5. Críticas filosóficas e a argumentação da IA forte

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

Muitos filósofos, sobretudo John Searle e Hubert Dreyfus, inseriram no debate questões de ordem filosófica e epistemológica, questionando qualquer possibilidade efetiva da IA forte. Seriam falsos, assim, os próprios pressupostos da construção de uma inteligência ou consciência semelhante à humana em uma máquina.

Searle é bastante conhecido por seu contra-argumento sobre o Quarto Chinês (ou Sala Chinesa), que inverte a questão colocada por Minsky a respeito do Teste de Turing. Seu argumento diz que ainda que uma máquina possa parecer falar chinês por meio de recursos de exame comparativo com mostras e tabelas de referência, binárias, isso não implica que tal máquina fale e entenda efetivamente a língua. Ou seja, demonstrar que uma máquina possa passar no Teste de Turing não necessariamente implica em um ser consciente, tal como entendido em seu sentido humano. Dreyfus, em seu livro *O que os computadores ainda não conseguem fazer: Uma crítica ao raciocínio artificial*, argumenta que a consciência não pode ser adquirida por sistemas baseados em regras ou lógica; tampouco por sistemas que não façam parte de um corpo físico. No entanto, este último autor deixa aberta a possibilidade de um sistema robótico baseado em Redes Neurais, ou em mecanismos semelhantes, alcançar a inteligência artificial.

Mas já não seria a referida IA forte, mas sim um correlato bem mais próximo do que se entende por IA fraca. Os reveses que a aceção primeira de Inteligência Artificial vem levando nos últimos tempos contribuíram para a imediata relativização de todo seu legado. O papel de Marvin Minsky, figura proeminente do MIT e autor de *Sociedade da Mente*, fora central para a aceção de uma IA linear que imitaria com perfeição a mente humana. Atualmente, no entanto, as vertentes que trabalham com os pressupostos da emergência e com elementos da IA fraca parecem ter ganhado proeminência do campo.

As críticas sobre a impossibilidade de criar uma inteligência em um composto artificial podem ser encontradas em Jean-François Lyotard (*O Pós-humano*) e Lucien Sfez (*Crítica da Comunicação*); uma contextualização didática do debate encontra-se em Sherry Turkle (*O segundo Eu: os computadores e o espírito humano*). Pode-se resumir o argumento central no fato de que a própria concepção de inteligência é humana é, nesse sentido, animal e biológica. A possibilidade de transportá-la para uma base plástica, artificial, encontra um limite claro e preciso: se uma inteligência puder ser gerada a partir destes elementos, deverá ser necessariamente diferente da humana, na medida em que o seu resultado provém da emergência de elementos totalmente diferentes dos encontrados nos humanos. A inteligência, tal como a entendemos, é essencialmente o fruto do cruzamento da uma base biológica com um complexo simbólico e cultural, impossível de ser reproduzido artificialmente.

Outros filósofos sustentam visões diferentes. Ainda que não vejam problemas com a IA fraca, entendem que há elementos suficientes para se crer na IA forte também. Daniel C. Dennett argumenta em *Consciência Explicada* que se não há uma centelha mágica ou alma nos seres humanos, então o Homem é apenas uma outra máquina. Dennett questiona por que razão o Homem-máquina deve ter uma posição privilegiada sobre todas as outras possíveis máquinas quando provido de inteligência.

Alguns autores sustentam que se a IA fraca é possível, então também o é a forte. O argumento da IA fraca, de uma inteligência imitada mas não real, desvelaria assim uma suposta validação da IA forte. Isso se daria porque, tal como entende Simon Blackburn em seu livro *Think*, dentre outros, não existe a possibilidade de checar se uma inteligência é verdadeira ou não. Estes autores argumentam que toda inteligência apenas parece inteligência, sem necessariamente o ser. Parte-se do princípio que é impossível separar o que é inteligência de fato do que é apenas simulação: apenas acredita-se ser.

Estes autores rebatem os argumentos contra a IA forte dizendo que seus críticos reduzem-se a arrogantes que não podem entender a origem da vida sem uma centelha mágica, um Deus ou uma posição superior qualquer. Eles entenderiam, em última instância, máquina como algo essencialmente incapaz e sequer conseguem supô-la como capaz de inteligência. Nos termos de Minsky, a crítica contra a IA forte erra ao supor que toda inteligência derive de um sujeito - tal como indicado por Searle - e assim desconsidera a possibilidade de uma maquinaria complexa que pudesse pensar.

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

O debate sobre a IA reflete, em última instância, a própria dificuldade da ciência contemporânea em lidar efetivamente com a ausência de um primado superior. Os argumentos pró-IA forte são esclarecedores dessa questão, pois são os próprios cientistas, que durante décadas tentaram e falharam ao criar uma IA forte, que ainda procuram a existência de uma ordem superior. Ainda que a IA forte busque uma ordem dentro da própria conjugação dos elementos internos, trata-se ainda da suposição de que existe na inteligência humana uma qualidade superior que deve ser buscada, emulada e recriada. Reflete, assim, a difícil digestão do legado radical da Teoria da Evolução, onde não existe positividade alguma em ser humano e ser inteligente; trata-se apenas de um complexo de relações que propiciaram um estado particular, produto de um cruzamento temporal entre o extrato biológico e uma complexidade simbólica.

6. História

Desenvolvimento teórico da IA

Muito do foco (original) nas pesquisas de inteligência artificial traça uma aproximação experimental com a psicologia, dando ênfase ao que poderia ser chamado de inteligência lingüística (tal como exemplificado no Teste de Turing).

Aproximações da inteligência artificial que não se foquem na inteligência lingüística incluem a robótica e abordagens pautadas nos pressupostos da inteligência coletiva. Tais vertentes procuram uma manipulação ativa de um ambiente ou de um processo de decisão consensual, conectando biologia e ciência política na tentativa de entender por quais modelos um comportamento "inteligente" é feito.

As teorias que deram origem à inteligência artificial remontam ao estudo dos seres vivos, sobretudo insetos - dado que são mais fáceis de emulação como robôs (ver vida artificial) - mas também de animais com mecanismos cognitivos mais complexos, incluindo macacos, que partilham em larga medida similaridades com os humanos, ainda que com menor capacidade de cognição e raciocínio. Supôs-se, nas pesquisas de IA, que animais seriam mais facilmente imitáveis, dada sua relativa simplicidade quando comparados a humanos. Entretanto, não existem modelos computacionais satisfatórios para a inteligência dos animais.

Artigos seminais que contribuíram para o avanço do conceito de máquina inteligente incluem A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity (1943), de Warren McCulloch e Walter Pitts; Man-Computer Symbiosis, de J.C.R. Licklider; e sobretudo On computing machinery and intelligence (1950), de Alan Turing. Dentre os artigos seminais que negavam qualquer possibilidade de uma inteligência maquinal, em uma perspectiva lógica ou filosófica inclui-se, dentre outros, Minds, Machines and Gödel (1961), de John Lucas. Para uma discussão mais aprofundada destes tópicos, ver cibernética e Teste de Turing.

Durante o desenvolvimento de práticas e técnicas na pesquisa de IA, seus defensores acusavam os críticos do projeto de mudarem constantemente a tarefa válida para validação da proposta de IA. Diziam que um projeto antes entendido como "inteligente", tais como jogo de xadrez por computador ou reconhecimento da fala, foram paulatinamente desacreditados para fazer com que os feitos da IA fossem negados. Os defensores da IA resumiam as críticas ao projeto dizendo que "inteligência", para seus adversários, é "qualquer coisa que humanos possam fazer, e máquinas não".

John von Neumann (citado por E.T. Jaynes) antecipou essa tendência em 1948, quando em resposta a um comentário que dizia não ser possível uma máquina pensar, disse: "Você insiste que há algo que uma máquina não pode fazer. Se você me disser precisamente o que é isso que uma máquina não pode fazer, então eu posso inventar uma máquina que fará exatamente isso". Von Neumann estava presumivelmente aludindo à Tese de Church-Turing – considerada como o princípio fundamental da computação – que declara que todos os dispositivos passíveis de expressar o que quer que seja computacionalmente, são fundamentalmente equivalentes, ainda que possam diferir com relação a eficiência e modos operandi.

Em 1969, McCarthy e Hayes iniciam a discussão com um grau significativamente maior de profundidade, inserindo a questão dos sistemas de referência por meio do ensaio "Some Philosophical Problems from the Standpoint of Artificial Intelligence".

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

Investigação na IA experimental

A inteligência artificial começou como um campo experimental nos anos 50 com pioneiros como Allen Newell e Herbert Simon, que fundaram o primeiro laboratório de inteligência artificial na Universidade de Carnegie-Mellon, e McCarty que juntamente com Marvin Minsky, que fundaram o MIT AI Lab em 1959. Foram eles alguns dos participantes na famosa conferência de verão de 1956 em Dartmouth College.

Historicamente, existem dois grandes estilos de investigação em IA: IA "neats" e IA "scruffies". A IA "neats", limpa, clássica ou simbólica. Envolve a manipulação de símbolos e de conceitos abstractos, e é a metodologia utilizada na maior parte dos sistemas periciais.

Paralelamente a esta abordagem existe a abordagem IA "scruffies", ou "conectionista", da qual as redes neuronais são o melhor exemplo. Esta abordagem cria sistemas que tentam gerar inteligência pela aprendizagem e adaptação em vez da criação de sistemas desenhados com o objectivo específico de resolver um problema. Ambas as abordagens apareceram num estágio inicial da história de IA. Nos anos 60s e 70s os conectionistas foram retirados do primeiro plano da investigação em IA, mas o interesse por esta vertente da IA foi retomada nos anos 80s, quando as limitações da IA "limpa" começaram a ser percebidas.

Pesquisas sobre inteligência artificial foram intensamente custeadas na década de 1980 pela Agência de Projetos de Pesquisas Avançadas sobre Defesa ("Defense Advanced Research Projects Agency"), nos Estados Unidos, e pelo Projeto da Quinta Geração ("Fifth Generation Project"), no Japão. O trabalho subsidiado fracassou no sentido de produzir resultados imediatos, a despeito das promessas grandiosas de alguns praticantes de IA, o que levou proporcionalmente a grandes cortes de verbas de agências governamentais no final dos anos 80, e em consequência a um arrefecimento da atividade no setor, fase conhecida como O inverno da IA. No decorrer da década seguinte, muitos pesquisadores de IA mudaram para áreas relacionadas com metas mais modestas, tais como aprendizado de máquinas, robótica e visão computacional, muito embora pesquisas sobre IA pura continuaram em níveis reduzidos.

7. Aplicações Práticas de Técnicas de IA

Enquanto que o progresso direcionado ao objetivo final de uma inteligência similar à humana tem sido lento, muitas derivações surgiram no processo. Exemplos notáveis incluem as linguagens LISP e Prolog, as quais foram desenvolvidas para pesquisa em IA, mas agora possuem funções não-IA. A cultura Hacker surgiu primeiramente em laboratórios de IA, em particular no MIT AI Lab, lar várias vezes de celebridades tais como McCarthy, Minsky, Seymour Papert (que desenvolveu a linguagem Logo), Terry Winograd (que abandonou IA depois de desenvolver SHRDLU).

Muitos outros sistemas úteis têm sido construídos usando tecnologias que ao menos uma vez eram áreas ativas em pesquisa de IA. Alguns exemplos incluem:

- Chinook foi declarado o campeão Homem-Máquina em Damas em 1994.
- Deep Blue, um computador jogador de xadrez, derrotou Garry Kasparov em uma famosa disputa em 1997.
- Lógica incerta, uma técnica para raciocinar dentro de incertezas, tem sido amplamente usada em sistemas de controles industriais.
- Sistemas especialistas vêm sendo usados a uma certa escala industrial.
- Sistemas tradutores, tais como SYSTRAN, têm sido largamente usados (no entanto, os resultados não são ainda comparáveis com tradutores humanos).
- Redes Neurais vêm sendo usadas em uma larga variedade de tarefas, de sistemas de detecção de intrusos a jogos de computadores.
- Sistemas de reconhecimento óptico de caracteres (OCR) podem traduzir letra escrita de forma arbitrária em texto.
- Reconhecimento de escrita a mão é usada em milhões de Assistentes Pessoais Digitais.
- Reconhecimento de voz está disponível comercialmente e é amplamente usado.

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

- Sistemas de álgebra computacional, tais como Mathematica e Macsyma, são bons exemplos de aplicações de IA na solução de problemas algébricos.
- Sistemas com Visão computacional são usados em muitas aplicações industriais.
- Aplicações utilizando Vida Artificial são utilizados na indústria de entretenimento e no desenvolvimento da Computação Gráfica.
- Sistemas baseados na idéia de agentes artificiais, denominados Sistemas Multiagentes, têm se tornado comuns para a resolução de problemas complexos.
- Chatter bots (robôs de software para conversação), personagens virtuais que conversam em linguagem natural como se fossem humanos de verdade, são cada vez mais comuns na internet.

A visão da Inteligência Artificial substituindo julgamento humano profissional tem surgido muitas vezes na história do campo, em Ficção Científica e, hoje em dia, em algumas áreas especializadas onde "Sistemas Especialistas" são usados para melhorar ou para substituir julgamento profissional em engenharia e medicina, por exemplo.

8. Conseqüências hipotéticas da IA

Alguns observadores dos desenvolvimentos da IA antecipam o desenvolvimento de sistema que excederão largamente a inteligência e a complexidade de qualquer coisa atualmente conhecida. Um nome dado a estes sistemas hipotéticos é a de artefactos. Com a introdução de sistemas de inteligência artificial não determinísticos, muitas questões éticas serão levantadas. Muitas destas questões nunca foram abordadas na história da humanidade.

Com o passar do tempo, os debates tenderam a focalizar cada vez menos em "possibilidade" e mais em "desejabilidade", segundo enfatizado nos debates cosmistas (inglês "Cosmist", defensor de idéias sobre o cosmo) versus terráqueos (inglês "Terran"), iniciados entre Hugo de Garis e Kevin Warwick. Um cosmista, de acordo com de Garis, na verdade procura construir mais sucessores inteligentes à espécie humana. O surgimento desse debate sugere que questões de desejabilidade podem também ter influenciado alguns dos primeiros pensadores contra a idéia.

Algumas questões que ocasionam perguntas éticas interessantes são:

- Determinação da sensibilidade de um sistema que criamos;
 - Teste de Turing;
 - Cognição;
 - Por que afinal sentimos a necessidade de categorizar esses sistemas?
- Pode a IA ser definida em um sentido graduado?
- Liberdades e direitos para esses sistemas;
- Pode IAs ser "mais inteligentes" que os humanos, da mesma forma que somos "mais inteligentes" que outros animais?
- Desenhos de sistemas que são muito mais inteligentes que qualquer humano;
- Decisão do nível de salvaguardas a ser desenhadas nesses sistemas;
- Visão do nível de capacidade de aprendizado que um sistema necessita para replicar o pensamento humano, ou até que ponto satisfatoriamente ele pode realizar tarefas sem essa replicação. (e.g., sistema de perícia);
- A Singularidade;
- Conscientização subjetiva de emoções em relação a carreiras e empregos. Os problemas podem assemelhar-se a problemas detectados no âmbito do livre comércio.

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

Sistemas Especialistas

1. Visão Geral dos Sistemas Especialistas

Os sistemas especialistas, ou sistemas baseados em conhecimento, são programas de computador capazes de analisar dados de uma maneira que, se tivesse sido realizada por um ser humano, seriam considerados inteligentes. Eles são caracterizados por:

- Utilizar lógica simbólica, ao invés de cálculos numéricos;
- Incorporar uma base de conhecimento explícita, e
- Ter capacidade para explicar suas conclusões.

Os sistemas especialistas podem ser úteis de dois modos diferentes:

- Apoio à decisão - o programa ajuda o tomador de decisões experiente a lembrar-se de diversos tópicos ou opções, que se considera que ele saiba, mas que possa ter esquecido ou ignorado. Este é o uso mais comum em medicina.
- Tomada de decisão - toma a decisão no lugar de uma pessoa, pois isso implicaria algo que está acima de seu nível de treinamento e experiência. Este é o uso mais comum em muitos sistemas industriais e financeiros, mas também já existe em medicina.

Os sistemas especialistas, SE, em geral, podem ser divididos em três partes : uma base de regras, uma memória de trabalho e um motor de inferência. A base de regras e a memória de trabalho são a chamada base de conhecimento.

Os SE restringem-se somente a alguns domínios específicos do conhecimento, tentando reproduzir boa parte do conhecimento de um especialista em determinado assunto. Ainda é inviável pensar na implementação de sistemas que respondam e reajam sobre temas gerais utilizando bases de conhecimento, sendo que para a representação desses, uma base extremamente extensa deve ser construída.

Outra preocupação que permeia toda a área de IA, mas que está mais diretamente associada aos SE, é a representação do conhecimento.

Alguns dos modelos mais utilizados para a representação do conhecimento:

- **Redes Semânticas:** Proposta por Quillian em 1968. Utiliza o formalismo de nodos e arcos para a representação, explicando diversos resultados experimentais sobre o comportamento da memória humana. Uma rede semântica é uma notação gráfica composta por nodos interconectados. As redes semânticas podem ser usadas para representação de conhecimento, ou como ferramenta de suporte para sistemas automatizados de inferências sobre o conhecimento (SOWA, 2002). É considerada como uma forma de programação orientada a objetos e tem as vantagens que esses sistemas normalmente apresentam, incluindo a modularidade e a facilidade de visualização por parte das pessoas. Por trás da aparência de simples diagramas de nós e links, as redes semânticas têm sido um sucesso, pelo mesmo motivo que o Prolog foi melhor sucedido que os provadores de teoremas lógicos de primeira-ordem, porque a maioria dos formalismos das redes semânticas, tem um modelo muito simples de execução. Programadores podem construir grandes redes e ainda ter uma boa idéia sobre quais queries serão mais eficientes, porque é muito simples visualizar os passos do processo de inferência. As redes semânticas se concentram nas categorias de objetos e relacionamento entre eles. Os nodos representam substantivos, adjetivos, pronomes e nomes próprios. Os arcos são reservados basicamente para representar verbos transitivos e preposições. Algumas dessas redes foram desenvolvidas explicitamente para a implementação de hipóteses sobre os mecanismos de cognição humanos, enquanto outros foram desenvolvidos primariamente para eficiência computacional (SOWA, 2002). Algumas vezes, razões computacionais podem levar às mesmas conclusões que as evidências psicológicas, provando que existe uma ligação conceitual entre elas.
- **Frames:** O modelo de frames para a representação do conhecimento foi introduzido inicialmente em 1975 por Marvin Minsky. Em geral, um frame é uma coleção de atributos, chamados de slots, e valores, que descrevem alguma entidade do mundo (RICH & KNIGHT, 1993). Os frames integram conhecimento declarativo sobre objetos e eventos e conhecimento

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

procedimental sobre como recuperar informações ou calcular valores. Os atributos também apresentam propriedades, que dizem respeito ao tipo de valores e às restrições de número que podem ser associadas a cada atributo. Essas propriedades são chamadas *facetas*. Assim como nas redes semânticas, uma das características nos frames é a possibilidade de que sejam criados novos subtipos de objetos que herdem todos as propriedades da classe original. Essa herança é bastante usada tanto para a representação do conhecimento como para a utilização de mecanismos de inferência. Um dos exemplos de SE no Brasil é o projeto **Seamed**, produto integrado de especialistas da área médica e de profissionais da Ciência da Computação. Este trabalho iniciou-se em 1989, com o desenvolvimento de um sistema para diagnóstico de depressão (LYSSA). Em 1992 foi concluído o sistema SETA para apoio ao uso de psicofármacos nos transtornos afetivos.

2. Sistemas Especialistas - Agentes Inteligentes

Algumas definições de agentes :

- "Um agente é um sistema de computador que está situado em algum ambiente e que é capaz de executar ações autônomas de forma flexível neste ambiente, a fim de satisfazer seus objetivos de projeto" (**WOOLDRIDGE, 1999**).
- "Um agente é um software que sabe fazer coisas que provavelmente você faria você mesmo se tivesse tempo." (**TED SELKER, 2001**).

A "flexibilidade" das ações é o que distingue um agente de um programa de controle de processos. Segundo Jennings (1998), flexibilidade significa que o sistema é:

- **Reativo:** agentes devem perceber seu ambiente e responder oportunamente às mudanças que ocorrem nele;
- **Pró-ativo:** agentes não devem simplesmente atuar em resposta ao ambiente, devem exibir um comportamento oportunista e direcionado ao seu objetivo e tomar a iniciativa quando apropriado;
- **Social:** agentes devem interagir, quando apropriado, com outros agentes artificiais ou humanos para completar suas próprias soluções de problemas ou ajudar outros com suas atividades.

Segundo Wooldridge (1999) as três características citadas, reativo, pró-ativo e social, são suficientes para classificar um agente como inteligente.

Os agentes inteligentes, mais que todos os outros ramos da IA, estão presentes na resolução dos problemas dos usuários comuns. Hoje, a internet conta com diversas iniciativas que utilizam agentes, desde sites que comparam preços de produtos para compra até mecanismos de busca inteligentes, que navegam dentro das páginas web, apresentando o resultado da busca classificado pelo grau de acerto e relevância dos assuntos.

3. Sistemas Especialistas - Redes Bayesianas

Redes Bayesianas são um modelo de representação do conhecimento que trabalham com o conhecimento incerto e incompleto através da Teoria da Probabilidade Bayesiana, publicada pelo matemático Thomas Bayes em 1763.

O conhecimento incerto é aquele que apresenta deficiências. Em algum momento, os dados podem ser uma representação não exata, parcial ou aproximada da realidade. (BHATNAGAR, 1986).

Essa representação tem como uma das suas principais características a adaptabilidade, podendo, a partir de novas informações, e com base em informações de fundo verdadeiras, gerar alterações nas dependências e nos seus conceitos. Permite, dessa forma, que as probabilidades não sejam meros acasos, podendo confirmar e criar novos conceitos.

É importante observar que o modelo baseia-se em probabilidades prévias mais algumas informações com um certo nível de incerteza, para representar o conhecimento. Um modelo totalmente incerto não seria de grande utilidade e não teria ponto de partida para a manipulação de suas situações e a geração de novas representações.

A representação da Rede Bayesiana é feita através de um grafo direcionado acíclico no qual os nós representam variáveis de um domínio e os arcos representam a dependência condicional ou

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

informativa entre as variáveis. Para representar a força da dependência, são utilizadas probabilidades, associadas a cada grupo de nós pais-filhos na rede (PEARL, 1988).

Atualmente a utilização das Redes Bayesianas tem crescido bastante para a resolução de problemas relacionados a WEB. A filtragem de SPAM, usualmente feita através da utilização de filtros que não contém inteligência, está, com projetos como o Bogofilter (RAYMOND, 2003), se utilizando de mecanismos de Inteligência Artificial para aumentar a sua eficiência.

4. Sistemas Tutores Inteligentes

Os Sistemas Tutores Inteligentes, STIs, são evoluções dos sistemas CAI (*Computer Aided Instruction*) mas que diferentemente desses, utilizam técnicas de Inteligência Artificial que procuram proporcionar uma experiência customizada de aprendizagem para o estudante, simulando as interações professor-aluno.

Segundo o modelo de Jonassen, um STI deve passar em três testes antes de ser considerado "inteligente" (JONASSEN, 1993):

1. O conteúdo do tema ou especialidade deve ser codificada, de modo que o sistema possa acessar as informações, fazer inferências ou resolver problemas.
2. O sistema deve ser capaz de avaliar a aquisição deste conhecimento pelo estudante.
3. As estratégias tutoriais devem ser projetadas para reduzir a discrepância entre o conhecimento do especialista e o conhecimento do estudante.

A arquitetura de um STI considera quatro componentes, apresentados a seguir:

- **Modelo do Especialista:** Refere-se a base de conhecimento do domínio que deve ser mapeado em forma de símbolos. Deve ser planejado, pelo especialista e pelo projetista do STI, para que sua forma seja bem estruturada facilitando a consulta e a inferência.
- **Modelo do Estudante:** Representa as ações e reações do estudante dentro do STI, mapeando todos os aspectos comportamentais que possam influenciar o processo de aprendizagem. Armazena diversos tipos de informação, como o maior interesse demonstrado pelo aluno entre um ou outro sub-domínio do conhecimento e a velocidade com que essas interações estão sendo feitas dentro do sistema.
- **Modelo Pedagógico:** Refere-se às abordagens usadas pelo sistema para que o processo de aprendizagem ocorra de forma mais proveitosa. Tem na diferença de experiências entre os diversos aprendizes a principal dificuldade para a sua implementação. Deve ser altamente adaptável. (WENGER, 1987)
- **Modelo da Interface com o Estudante:** É a interface utilizada pelo estudante para se comunicar com o STI. Deve ser intuitivo e não oferecer complicadores para a sua utilização. Com o avanço das técnicas de processamento de linguagem natural, ganhará mais usabilidade.

O ensino, por ser uma área que depende da interação e da adaptação, características tipicamente humanas, apresenta muitas dificuldades na implementação de soluções computacionais inteligentes. Os poucos projetos existentes não implementam todas as funcionalidades explicitadas pelos trabalhos teóricos, por isso, a justificativa de se investir no estudo, tanto das formas de implementação como de planejamento desses sistemas.

5. Desenvolvimento de Sistemas Especialistas

6. Aplicações dos Sistemas Especialistas e de Inteligência Artificial

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

Sistemas de informações e ciclo de vida

1. Análise de Sistemas

A Análise Estruturada consiste de um conjunto de técnicas e instrumentos com o objetivo de auxiliar na análise e definição do sistema.

Métodos de desenvolvimento

Na literatura de engenharia de software (Ross 77), (Yourdon e Constantine 78), (Page-Jones 80), (Chandersekaran e Linder 81), (Jackson 83), (Ward e Mellor 85), (Booch 86), (Warnier 86), (Chen 87), (De Marco 89), (Jones 90), (Yourdon 90), (Hatley e Pirbhai 91), (Coad 92), encontramos diversas propostas de métodos que podem atender diferentes paradigmas (dados, funções, objetos), para diversos domínios de aplicação, com rigor de expressão diferente e aplicação em fases específicas.

Esses métodos apóiam os desenvolvedores de software na análise e documentação do problema provendo um mecanismo de abstração, particionamento e representação do problema a ser desenvolvido pelo sistema.

A fase de análise de requisitos é de suma importância no desenvolvimento de um sistema, pois é a base para o desenvolvimento do software. Outro aspecto a considerar é que o custo de correção de um erro encontrado nas fases posteriores à fase de projeto é muito maior (2 a 40 vezes mais). Hoje em dia sabe-se que muitos erros (mais de 50%) são cometidos na fase de análise e que estes podem ser facilmente detectados. As consequências de não se detectar os erros nas fases de análise e projeto acarretam na não satisfação do usuário, desentendimento entre os envolvidos, perda de tempo e dinheiro e em até problemas jurídicos.

Por isso, os métodos de construção mais difundidos nos diferentes paradigmas e as técnicas de elicitação dos requisitos serão abordados. Estas técnicas facilitam a comunicação entre usuários e desenvolvedores, sendo fundamental principalmente por ser a fase de análise uma atividade que requer uma intensa comunicação entre as partes envolvidas.

História da Análise

Os métodos conhecidos como estruturados são Análise Estruturada (DeMarco 89), Projeto Estruturado (Yourdon e Constantine 78), (Page-Jones 80), Análise Essencial (Análise Estruturada Moderna) (McMenamim e Palmer 91), (Yourdon 90), Análise Estruturada para Sistemas de Tempo Real (Ward e Mellor 85), (Hatley 87).

A Análise Estruturada foi desenvolvida por Gane (Gane 77) e DeMarco (DeMarco 78) e está intimamente relacionada ao método de projeto desenvolvido por Constantine e Yourdon, denominado Projeto Estruturado (Yourdon 78).

A Análise Estruturada consiste de um conjunto de técnicas e instrumentos com o objetivo de auxiliar na análise e definição do sistema. Este método é similar ao SADT. Utiliza uma linguagem gráfica e fornecendo uma visão top-down e particionada do sistema. A Análise Estruturada é composta dos seguintes instrumentos:

- Diagrama de Fluxo de Dados, que representa o sistema como uma rede de processos interligados entre si por fluxos de informação e depósitos de dados.
- Dicionário de Dados que contém a definição dos dados utilizados no DFD.
- Especificação de Processos que define a lógica dos processos representados no DFD.

No final dos anos 80, a Análise Estruturada havia sido aplicada nos mais variados tipos de problemas (Davis 90). Entretanto, alguns problemas foram encontrados e a Análise Essencial (McMenamin 84) surge definindo alguns conceitos e facilitando a modelagem conceitual do sistema:

- Essência do Sistema ou Requisitos Essenciais é o conjunto de requisitos verdadeiros, ou seja, requisitos que o sistema deve possuir para atingir o seu propósito.
- Requisitos Falsos são aqueles requisitos que o sistema não necessita para atingir seu propósito. Estes requisitos podem ser tecnológicos ou arbitrários.
- Tecnologia Perfeita é definida como a tecnologia que não possui limitações físicas.

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

- ➔ Eventos e Respostas: um evento é uma mudança no ambiente externo que o sistema deve responder e respostas é um conjunto de ações executadas pelo sistema ao ocorrer um evento.
- ➔ Essência do sistema é composta de atividades essenciais e da memória essencial. A atividade essencial é aquela que o sistema deve executar para atingir o seu propósito utilizando uma tecnologia perfeita. Memória Essencial são os dados armazenados pelo sistema para executar as atividades essenciais.
- ➔ Encarnação da Essência é um termo utilizado para representar a materialização dos conceitos contidos no sistema, ou seja, o processo de desenvolvimento de sistemas é redefinido nas seguintes etapas: definição da essência do sistema (análise), seleção de uma encarnação da essência (escolha da tecnologia utilizada) e projeto da implementação (projeto).

Esses conceitos possibilitaram algumas modificações na Análise Estruturada, surgindo a denominada Análise Estruturada Moderna (Yourdon 90). Essas mudanças reconhecem que:

- ➔ a construção da modelagem física e lógica da situação atual pode paralisar, isto é, pode acarretar uma produtividade muito baixa na fase de análise;
- ➔ a estrutura top-down pura não é boa para sistemas complexos, podendo introduzir decisões de implementação na fase de análise;
- ➔ os diagramas de entidade e relacionamento são extremamente válidos para capturar a complexidade dos dados e seus relacionamentos.

O processo de modelagem da Análise Estruturada foi alterado para uma estrutura outside-in, onde se define primeiro o contexto do sistema em relação ao seu ambiente (definição de seus eventos externos). E a seguir, para cada evento é definido o comportamento interno do sistema e criado o modelo comportamental que é composto de: DFD's particionados por eventos, hierarquia de DFD's, Diagrama de Entidade e Relacionamentos, Dicionário de Dados e Especificação de Processos.

Algumas aplicações são dependentes do tempo e por isso necessitam processar informações sobre controle. Algumas extensões foram propostas para a Análise Estruturada se adequar a sistemas de tempo real (Ward 85), (Hatley 87). Esses métodos introduzem um novo diagrama, o Diagrama de Transição de Estados, que apresenta as mudanças ocorridas no sistema dependentes do tempo. O conceito de fluxo de controle é também introduzido, pois este não contém informação e sim um controle que dispara um processo do sistema.

O Projeto Estruturado foi desenvolvido no início dos anos 70 por Constantine e Yourdon (Yourdon e Constantine 78), (Page-Jones 80) e estabelece um conjunto de características de qualidade de um bom projeto (coesão e acoplamento) e uma linguagem para construir gráficos de estrutura. O objetivo do Projeto Estruturado é projetar a arquitetura do sistema e de programas como estruturas de módulos de função único e independente. Esse método é utilizado na fase de projeto, principalmente ao modelar o sistema com Análise Estruturada.

Ciclo de Vida dos Sistemas

O ciclo de vida cumpre os objetivos de:

- definir as atividades a serem executadas;
- introduzir coerência entre as diversas etapas;
- fornecer pontos de controle de progresso;
- e oferecer pontos de tomada de decisão sobre o projeto.

O ciclo de vida de um sistema possui sete fases:

- ➔ **Estudo de viabilidade:** verifica se o projeto solicitado é factível. É a realização do estudo da viabilidade técnica e econômica de se desenvolver o sistema de informação. O estudo de viabilidade fornece a estimativa dos recursos necessários (humanos e materiais) para o desenvolvimento e a operação do sistema, a estimativa do tempo de desenvolvimento de cada etapa do ciclo de vida, a avaliação e previsão do impacto que o sistema trará na organização quando estiver em operação, definição do escopo do novo sistema, o levantamento dos problemas do sistema atual, o levantamento dos objetivos e das metas que o novo sistema deverá cumprir. No final desta fase, o gerente ou

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

responsável pelo projeto pode desistir de levar o mesmo adiante, caso não julgue conveniente a continuidade do projeto, ao avaliar o custo/benefício.

- **Análise:** descreve “o que” o sistema deverá fazer para cumprir os seus objetivos. Nesta fase levanta “o quê” o sistema deverá fazer para cumprir os objetivos propostos, independente de “como” será implementado. O produto desta fase é um conjunto de especificações estruturadas que mostram as funções do sistema. O diagrama de fluxo de dados (DFD); o diagrama de transição de estado (DTE) e o modelo conceitual de dados são exemplos de especificações estruturadas produzidas nesta fase. Toda documentação estará descrevendo o sistema através de três componentes principais: dados, processos e fluxos.
- **Projeto:** planeja em detalhes “como fazer” o produto que atenderá os requisitos estabelecidos na fase de análise. Na fase de projeto é executado o detalhamento de cada um dos processos (automáticos e manuais) definidos na fase de análise. Nesta fase são definidas as tecnologias que serão utilizadas na instalação dos diversos processos (rede, linguagens, banco de dados, processadores, etc.); são definidos os processadores e a alocação de cada processo ou conjunto de processos nos respectivos processadores; são definidas como serão as entradas e saídas (telas, relatórios e etc.); e é construído o modelo lógico de dados.
- **Implementação:** constrói o produto projetado. Na implementação é feita a codificação dos processos automatizados que foram detalhados na fase de projeto e a descrição dos processos manuais. Nesta fase também é desenvolvido o modelo físico dos dados, é construído o banco de dados físico. Somente nesta fase são codificados os programas.
- **Testes:** testa se o produto construído atingiu os objetivos propostos. São dois tipos de testes, o modular e o integrado. Nos testes modulares são realizados os testes individuais de cada programa, nos testes integrados testam-se todos os processos do sistema em conjunto. Para a execução dos testes, deve ser feita a geração de massa de testes que possam prever todas as solicitações que o sistema deverá responder. O resultado final dos testes deve ter aprovação dos usuários do futuro sistema.
- **Instalação:** coloca o sistema em funcionamento para o usuário. Fase em que efetivamente o sistema entra em operação. São instalados todos os hardwares e softwares a serem utilizados com o novo sistema. Nesta fase é feito o treinamento dos usuários nas atividades de operação do novo sistema. É o início da operação do sistema.
- **Manutenção:** mantém o produto em condições de funcionamento. Ao entrar em operação, o sistema passa a ser útil, passa a ter vida para o usuário, e inicia a interação com o ambiente em que se encontra inserida. Como o ambiente é dinâmico e está em constante mutação, o sistema terá, inevitavelmente, que sofrer alterações ao longo do tempo para se adequar às mudanças no ambiente. Possui três tipos de manutenções: evolutiva (novas necessidades que o sistema deve cumprir, a melhoria das funções existentes ou criação de outras), legal (aplicação de novas leis ou às alterações na legislação existente) e corretiva (a maior prioridade em relação às outras manutenções pois se refere às manutenções emergenciais com o intuito de corrigir problemas encontrados durante a execução do sistema).

Análise de Processos em Sistemas

A abordagem da análise de processos em sistemas pode ser de dois tipos: top-down e bottom-up.

Em uma abordagem bottom-up começa-se analisando um processo específico e depois os horizontes vão sendo ampliados, gerando alterações no processo inicial (ou seja, retrabalho), pois começa a ser necessário fazer alterações no processo específico em função de outros processos posteriormente analisados.

Já a abordagem top-down começa com uma visão geral das necessidades de informações e processos mais macros. Conforme os processos vão sendo entendidos, pode-se descer a um nível mais específico, em subprocessos. Como já se conhece o processo como um todo, o retrabalho é bem menor.

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

2. Ciclos de vida do desenvolvimento de Sistemas

O ciclo de vida representa as diversas etapas pelas quais passa um projeto de desenvolvimento e utilização de sistemas de informação, onde o software passa por fases sucessivas de crescimento, evolução e declínio, e que ao final desse ciclo deve ser substituído por outro que possa atender melhor as necessidades dos usuários.

No caso de pacotes comerciais ou sistemas operacionais, por exemplo, não se trata de um desenvolvimento interno de sistemas proprietários, e sim da aquisição e adaptação de um sistema desenvolvido externamente com o objetivo de atender usuários com perfis variados.

Em linhas gerais, o ciclo de vida do software é constituído por uma série de etapas que devem ser cumpridas, e segundo determinada ordem. Usando essa estratégia disciplinada, o projetista pode obter um produto final melhor e também perder menos tempo com a sua manutenção. Não se trata de um "remédio", mas apenas de uma ferramenta de luta contra o mau software.

O ciclo de vida natural de um Sistema de Informação abrange as fases:

- Conceção
- Construção
- Implantação
- Implementações
- Maturidade
- Declínio
- Manutenção
- Morte

Mas, existem muitos projetistas que saltam várias etapas e vão direto à codificação, ou seja, a construção propriamente dita, sem um trabalho de análise e levantamento de necessidades e funções do sistema junto aos principais usuários. Como veremos adiante, esse descuido pode causar a "morte prematura" do software, ou gastos maiores para tentar consertar os problemas.

Concepção, construção e implantação

Análise

Durante a fase da análise tenta-se definir o problema que se tem em frente. Nesse ponto, uma coisa que deve ser definida é se a sua solução baseada em software é correta. Porque, existem muitas coisas que podem ser feitas melhor através do papel do que de uma aplicação de software completo.

É preciso ter atenção com algumas aplicações que se constroem e se utilizam, porque existem algumas que dão mais trabalho para introduzir dados do que resultados e não se consegue o retorno do investimento que foi exigido por ela. Portanto, as aplicações de software devem ajudar a resolver o problema e não a torná-lo maior.

É também ao longo desta fase que precisamos determinar que tipos de recursos serão necessários para completar o projeto (computadores, BD's, Linguagens, etc).

Normalmente, o resultado dessa fase de desenvolvimento é a criação de uma especificação de sistema. Essa especificação ajuda a definir o sistema como um todo. Ela funciona como um mapa que possui todas as funções que o sistema tem de executar.

Requisitos (de função)

Nesta fase, tentamos determinar os requisitos para cada uma das funções definidas na análise. A especificação do sistema é a entrada desta fase e a sua saída é uma especificação de software funcional. Aqui, não estamos projetando a solução completa, mas apenas as funções que o software desempenhará.

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

O Código

Esta fase do desenvolvimento começa agora e não termina... nunca. A codificação existe por todo o resto do ciclo de desenvolvimento e continua quando nós fizermos alterações no código, no resto do ciclo de vida do produto.

Se fizermos um bom trabalho no projeto do nosso software e na definição das interfaces para os diferentes módulos, o código deve passar sem problemas por essa fase. Mas, existem por vezes problemas no documento detalhado do projeto. Se seguirmos as etapas com rigor, o código praticamente se escreverá por si mesmo.

O produto desta fase é duplo. O primeiro, é claro, é o código em si, mas quase tão importante é a especificação completa que detalha o produto "pronto". Isso servirá como ferramenta para teste e também poderá servir como base para o manual do usuário.

Teste

O objetivo real desta fase é testar o produto "pronto" em relação aos requisitos concordados na especificação do desenvolvimento. É aqui que saberemos se fizemos ou não um bom trabalho no transporte desses requisitos para a realidade. Deve haver um plano de cada função do software para um requisito da documentação. Se não houver requisito para a função, então esta não deve existir.

O teste normalmente é feito em duas etapas. A primeira é o teste de unidade. Nesta etapa, nós pegamos em cada unidade de código individualmente e testamos a funcionalidade e a confiabilidade de cada módulo. A segunda etapa é o teste de integração. Aqui, reunimos as unidades testadas e certifica-se de que elas se comportam como foi previsto.

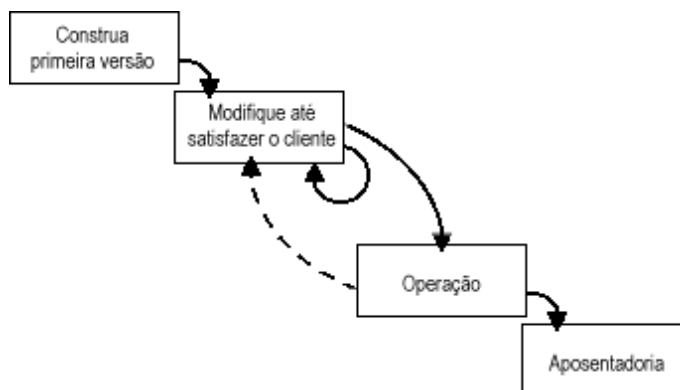
Dentro dessas fases ainda de desenvolvimento do software, existem modelos seguidos a fim de otimizar sua construção, aumentando suas chances de ter vida longa.

Serão apresentados abaixo alguns dos modelos de Ciclo de Desenvolvimento de software. Dois dos mais utilizados são o modelo cascata e o modelo de prototipação rápida. O modelo espiral de Boehm está também descrito resumidamente. Para auxiliar na determinação dos pontos fortes e fracos destes três modelos, serão examinados também outros modelos incluindo o altamente insatisfatório modelo construa e conserte. É essencial, antes do desenvolvimento de um produto, preparar um plano geral, ou seja, escolher um modelo de ciclo de vida. Este pode ser personalizado, se adaptando ao tamanho, complexidade e/ou nível de confiabilidade/segurança do projeto.

Modelos de desenvolvimento de software

Modelo Constrói e Conserta (caótico)

O produto é constituído sem qualquer especificação ou projeto. O produto é retrabalhado quantas vezes for necessário para satisfazer o cliente. Este modelo pode funcionar razoavelmente para micro projetos (< 400 pessoas/hora). No entanto para projetos maiores ele é inadequado. Veja na Figura abaixo, onde ilustra este modelo:



Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

Modelo Construa e Conserte

Modelo Cascata

Até meados da década de 1980 foi o único modelo com aceitação geral. É recomendado para sistemas onde a segurança e a confiabilidade tem grande importância.

Um dos pontos fortes do modelo cascata está na ênfase dada a uma abordagem disciplinada, está na definição da documentação liberável em cada fase e está na recomendação de que todos produtos de cada fase sejam formalmente revisados.

Inerente a cada fase estão os procedimentos de verificação e validação (incluindo testes).

Grande parte do sucesso do modelo cascata está no fato dele ser orientado para documentação. No entanto deve-se salientar que a documentação abrange mais do que arquivo do tipo texto. Abrange representações gráficas e mesmo simulação.

Uma abordagem incorporando processos, métodos e ferramentas deve ser utilizada pelos desenvolvedores de software. Esta abordagem é muitas vezes chamada de Abordagem do Processo de Desenvolvimento. Existem três abordagens de modelos de processo de desenvolvimento de software. Elas tentam colocar ordem numa atividade inerentemente caótica.

Uma vez definido o modelo de ciclo de desenvolvimento, existem três abordagens para implementá-lo

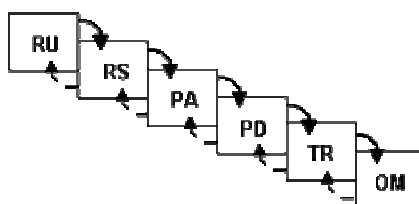
- - Cascata Pura;
- - Incremental; e
- - Evolucionária.

A. Abordagem Cascata Pura

Todas as fases do ciclo de desenvolvimento são executadas em seqüência. As fases anteriores são revisitadas para correções de erros ou para adaptações. Esta abordagem é adequada quando :

- existe um conjunto de Requisitos do Usuário estáveis e de alta qualidade;
- a duração do projeto é pequena, isto é, menor do que dois anos; e
- o sistema completo deve estar disponível de um única vez.

A Figura a seguir ilustra esta abordagem:



Abordagem Cascata Pura

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

RU – Requisitos do Usuário

RS – Requisitos do Sistema

PA – Prototipação Rápida

PD – Projeto Detalhado (Final)

TR – Testes

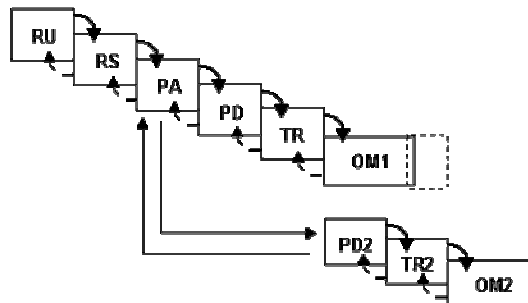
OM – Manutenção

B. Abordagem Incremental

Nesta abordagem o desenvolvedor executa múltiplas fases de PD, TR e OM. Dentro desta abordagem está a abordagem cascata.

A abordagem incremental é adequada quando:

- a liberação do software deve estar de acordo com um conjunto de prioridades definidas nos Requisitos do Usuário;
- é necessário melhorar a eficiência da integração do software com outra partes de um sistema maior; e
- são requeridas antecipadamente evidências de que o produto será aceito.

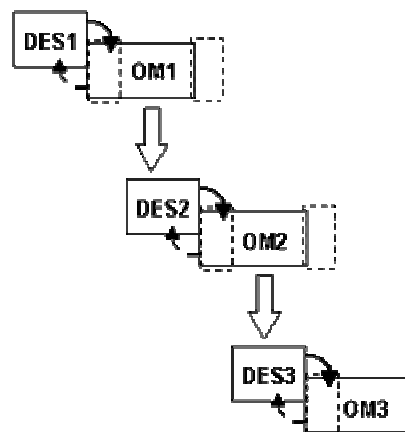


Abordagem Incremental

C. Abordagem Evolucionária

Nesta abordagem, o desenvolvimento é formado por múltiplos ciclos da abordagem cascata pura, ocorrendo sobreposição das fases da operação e manutenção do sistema anterior com o novo desenvolvimento. Esta abordagem é adequada quando:

- é necessária alguma experiência do usuário para refinar e completar requisitos;
- algumas partes da implementação podem depender da existência de tecnologia ainda não disponível;
- existem requisitos do usuário não bem conhecidos; e
- alguns requisitos são muito mais difíceis de serem implementados do que outros, decidindo-se não implementá-los para não atrasar o projeto.



Abordagem Evolucionária

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

Modelo Espiral

Foi originalmente proposto por Boehm em 1988. Uma maneira simplista de analisar este modelo é considerá-lo como um modelo cascata onde cada fase é precedida por uma análise de risco e sua execução é feita evolucionariamente (ou incrementalmente).

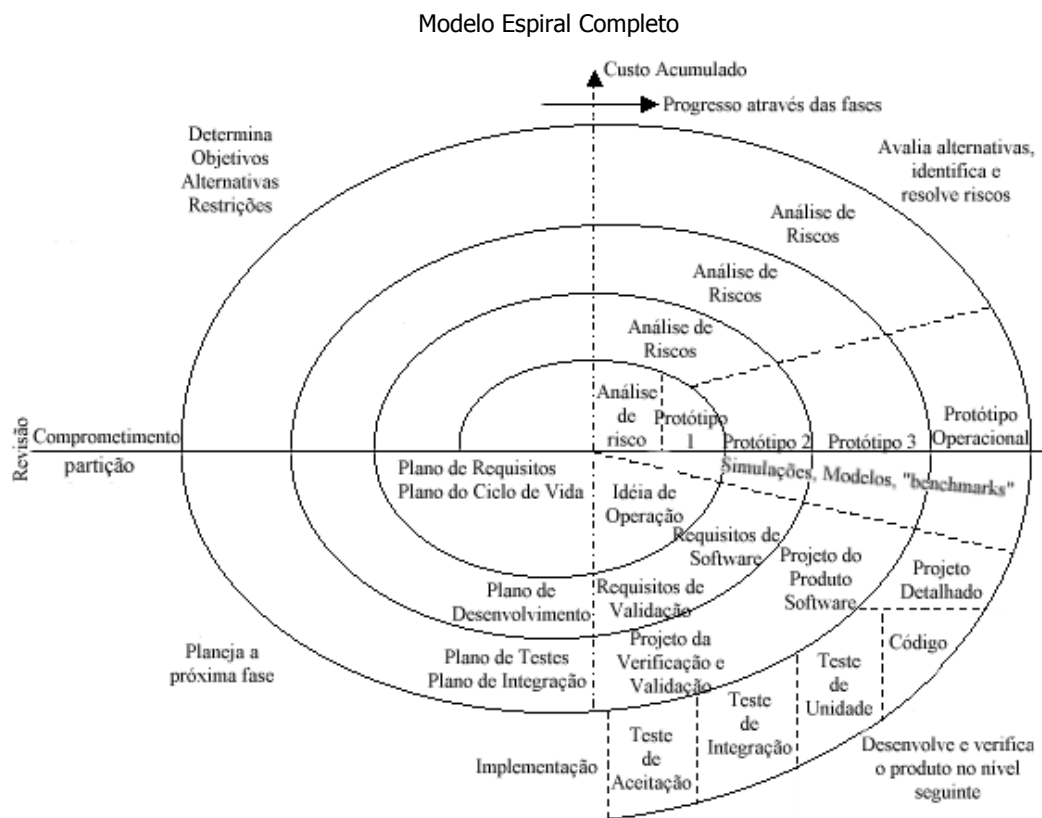
O modelo espiral completo está ilustrado na Figura 5. A dimensão radial representa o custo acumulado atualizado e a dimensão angular representa o progresso através da espiral. Cada setor da espiral corresponde a uma tarefa (fase) do desenvolvimento. No modelo original foram propostas quatro tarefas (fases ou quadrantes) ilustrada na Figura 5.

Um ciclo se inicia com a "Determinação de objetivos, alternativas e restrições" (primeira tarefa) onde ocorre o comprometimento dos envolvidos e o estabelecimento de uma estratégia para alcançar os objetivos. Na segunda tarefa "Avaliação de alternativas, identificação e solução de riscos", executa-se uma análise de risco.

Prototipação é uma boa ferramenta para tratar riscos. Se o risco for considerado inaceitável, pode parar o projeto.

Na terceira tarefa ocorre o desenvolvimento do produto. Neste quadrante pode-se considerar o modelo cascata. Na quarta tarefa o produto é avaliado e se prepara para iniciar um novo ciclo.

A manutenção de um software utilizando este modelo de ciclo de vida é tratada da mesma forma que o desenvolvimento.



Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

Uma representação simplificada deste modelo esta ilustrada na Figura 6.

Modelo simplificado de Boehm

A razão para se colocar em discussão este modelo em nossa disciplina está no fato dele chamar a atenção para vários pontos importantíssimos no desenvolvimento de software.

Variações do modelo espiral consideram entre três e seis tarefas ou setores da espiral. Um exemplo são as regiões:

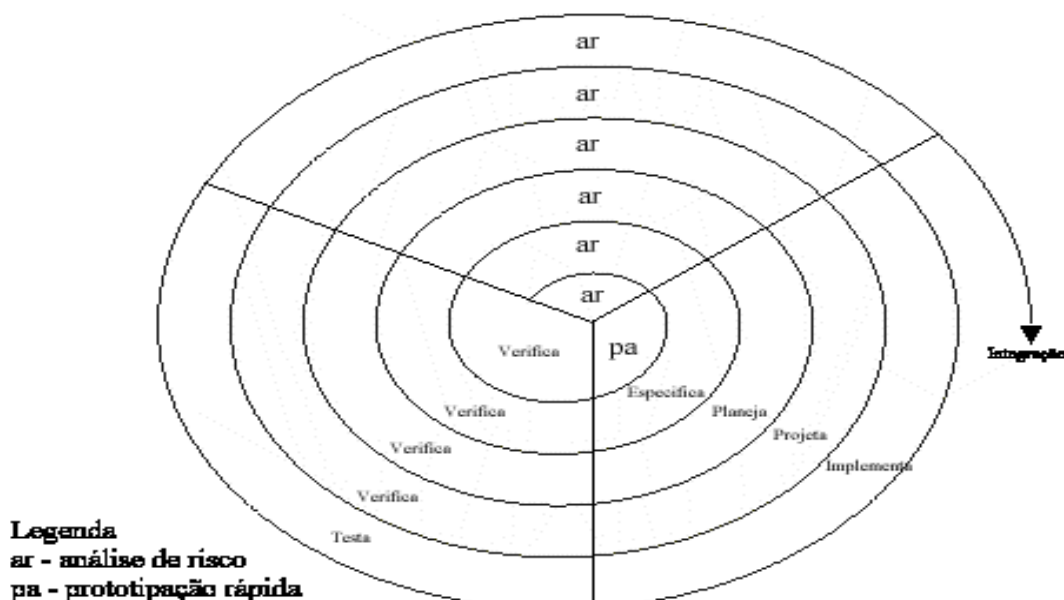
- comunicação com o cliente;
- planejamento;
- análise de risco;
- engenharia;
- construção e liberação; e
- avaliação do cliente.

Outros Modelos

A literatura cita vários tipos de modelos de ciclo de vida de software, mas alguns têm esse status discutido. São exemplos o modelo de prototipação e modelo de prototipação rápida. Eles são ferramentas utilizadas por exemplo para estabelecer requisitos. Embora já tenham sido citados como modelo de ciclo de vida, no modelo incremental (ou evolutivo), são considerados como abordagens para aplicação do ciclo de vida.

Maturidade, Declínio e Manutenção

O produto está pronto e nós estamos felizes! Basta lembrar que mais de 30% do esforço e dinheiro é gasto nesta fase. Agora, nós acompanharemos esse software quando ele for utilizado pelos



clientes, quando eles encontrarem recursos não documentados e quando o software for lentamente para o seu fim. Uma coisa deve ser lembrada, quanto mais próximo do fim estiver o ciclo de vida do produto, menor serão os custos de manutenção. Essa redução já, pois todos nós estamos vivendo no era da Internet, onde as coisas se movem à velocidade da luz. Isso significará inserir novos recursos no nosso software, bem como revisar toda a documentação para refletir a mudança.

A realidade é que manter um programa não é tão divertido quanto criá-lo, mas alguém precisa fazê-lo. Como achamos que o novo funcionário que acabamos de contratar vai manter a nossa

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

aplicação, depois que nós nos tornarmos vice-presidente de engenharia de software da nossa empresa?

Toda aquela documentação maravilhosa – o manual do usuário, o documento do projeto, a especificação e o manual de teste – ajudará aquele profissional a avaliar a nossa aplicação. Certo, fazer bem o nosso trabalho significa tê-lo solucionado, de modo a que nós possamos passar para as fases melhores.

Normalmente um Sistema de Informação, que utiliza recursos de Tecnologia da Informação, tem um ciclo de vida curto, de no máximo 5 anos, quando não sofre implementações.

A vida do sistemas diz respeito a sua utilização plena ou sua maturidade no atendimento dos seus requisitos funcionais e satisfação do cliente. De forma análoga a vida humana o sistemas quando não bem zelado pode morrer.

Para acompanhamento do dinamismo empresarial, é aceito o conceito que não existe sistema pronto e acabado, pois ao longo de sua vida pode exigir:

- manutenção para atender legislação;
- melhorias e/ou implementações;
- eventuais correções de erros.

Morte

O Sistema de Informação morre quando está em desuso ou foi substituído. ele morre principalmente quando se utiliza de tecnologia de software precária ou desatualizada. O sistema propriamente dito, como parte de uma função empresarial, não morre.

Os Sistemas de Informação Operacionais geralmente não morrem, porém o dinamismo das informações necessárias para os Sistemas de Informação para Gestão e os Executivos freqüentemente necessitam “vida nova”, para serem implementados em novas tecnologias e exigências empresarias.

Os sistemas para fins de gestão da empresa podem ter uma vida curta, principalmente se foram mal estruturados e construídos. Também morrem rapidamente se as informações de sua base, considerando o meio ambiente interno e externo à empresa, foram mal selecionadas, estão desestruturadas e desatualizadas ou desacreditadas.

3. Fatores que afetam o sucesso do desenvolvimento de Sistemas

Normas para Desenvolvimento e Manutenção de Software

Modelo da Maturidade da Capacidade (CMM)

Neste modelo o termo maturidade é essencialmente uma medida de quão bom é o próprio processo de produção de software.

Este não é um modelo do ciclo de vida. É uma estratégia para melhorar o processo de produção de software, sendo independente do ciclo de vida. Ele foi desenvolvido na SEI (Software Engineering Institute) da Universidade Carnegie-Mellon, USA em 1986. O modelo CMM trata o processo software tanto no aspecto técnico como no aspecto gerencial.

As melhorias introduzidas incrementalmente, permitindo evolução do nível 1 para o nível 5. Os cinco níveis são:

- Inicial Processo Caótico
- Repetível Gerência Básica do Projeto
- Definido Definição do Processo
- Gerenciado Medição do Processo
- Evolutivo Controle do Processo

O primeiro passo para se iniciar uma evolução contínua consiste em entender o processo em andamento. O passo seguinte consiste em formular o processo pretendido. As ações necessárias para melhorar o processo são determinadas e ordenadas por prioridade. O plano de melhoria é montado e executado. Esta série de passos é repetida.

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

O passo mais difícil e demorado consiste em ir do nível 1 para o nível 2. A razão está no fato de que é difícil implementar uma abordagem sistemática e metódica numa organização onde impera o caos.

Cada nível possui uma série de áreas de processos chaves que a organização deve cumprir antes de passar para o nível seguinte.

Modelo ISO 9000 para produzir software

Outra tentativa de melhorar a qualidade de software está baseada nos padrões ISO série 9000 da ISO - International Standard Organization. Dentro da série ISO 9000, o padrão ISO9001 para qualidade de sistemas tem maior aplicação ao desenvolvimento de software. Como a ISO 9001 é bastante geral, a ISO publicou diretrizes específicas para auxiliar na aplicação da ISO 9001 ao software: ISO 9000-3. A ISO 9000 é somente uma parte do sistema de qualidade. É também requerido comprometimento gerencial com qualidade, treinamento intensivo e ajustamento de objetivos para melhoria contínua.

Ambos os padrões, CMM e ISO 9000 enfatizam medições. No entanto eles enfatizam também que não basta medir para melhorar: é necessário treinamento contínuo.

Ambos padrões tem o mesmo objetivo (melhorar qualidade) mas utilizam atributos diferentes. Por exemplo é possível uma empresa demonstrar alto nível de maturidade sem cumprir com a ISO9000. No entanto a possibilidade é alta de que uma organização madura cumpra com a ISO 9000.

Uma das normas que serviu fortemente de base para a ISO 9000-3 versão 2000 foi a IEC 12.207.

ISO/IEC 12.207 - Processos do Ciclo de Vida do Software

Este padrão formaliza a arquitetura do ciclo de vida do software, que é um assunto básico em Engenharia de Software e também em qualquer estudo sobre Qualidade do Processo de Software. Esta norma possui mais de 60 páginas e detalha os diversos processos envolvidos no ciclo de vida do software. Estes processos estão divididos em três classes: Processos Fundamentais, Processos de Apoio e Processos Organizacionais.

A. Processos Fundamentais

Início e execução do desenvolvimento, operação ou manutenção do software durante o seu ciclo de vida.

1-)Aquisição

Atividades de quem adquire ou compra um software. Inclui: definição da necessidade de adquirir um software (produto ou serviço), pedido de proposta, seleção de fornecedor, gerência da aquisição e aceitação do software.

2-)Fornecimento

Atividades do fornecedor de software. Inclui preparar uma proposta, assinatura de contrato, determinação recursos necessários, planos de projeto e entrega do software.

3-)Desenvolvimento

Atividades do desenvolvedor de software. Inclui: análise de requisitos, projeto, codificação, integração, testes, instalação e aceitação do software.

4-)Operação

Atividades do operador do software. Inclui: operação do software e suporte operacional aos usuários.

5-)Manutenção

Atividades de quem faz a manutenção do software.

B. Processos de Apoio

Auxiliam um outro processo.

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

1-) Documentação

Registro de informações produzidas por um processo ou atividade. Inclui planejamento, projeto, desenvolvimento, produção, edição, distribuição e manutenção dos documentos necessários a gerentes, engenheiros e usuários do software.

2-) Gerência de Configuração

Identificação e controle dos itens do software. Inclui: controle de armazenamento, liberações, manipulação, distribuição e modificação de cada um dos itens que compõem o software.

3-) Garantia da Qualidade

Garante que os processos e produtos de software estejam em conformidade com os requisitos e os planos estabelecidos.

4-) Verificação

Determina se os produtos de software de uma atividade atendem completamente aos requisitos ou condições impostas a eles.

5-) Validação

Determina se os requisitos e o produto final (sistema ou software) atendem ao uso específico proposto.

6-) Revisão Conjunta

Define as atividades para avaliar a situação e os produtos de uma atividade de um projeto, se apropriado.

7-) Auditoria

Determinam adequação aos requisitos, planos e contrato, quando apropriado.

8-) Resolução de Problemas

Analisa e resolução dos problemas de qualquer natureza ou fonte, descobertos durante a execução do desenvolvimento, operação, manutenção ou outros processos.

C. Processos Organizacionais

Implementam uma estrutura constituída de processos de ciclo de vida e pessoal associados, melhorando continuamente a estrutura e os processos.

1-) Gerência

Gerenciamento de processos.

2-) Infra-estrutura

Fornecimento de recursos para outros processos. Inclui: hardware, software, ferramentas, técnicas, padrões de desenvolvimento, operação ou manutenção.

3-) Melhoria

Atividades para estabelecer, avaliar, medir, controlar e melhorar um processo de ciclo de vida de software.

4-) Treinamento

Atividades para prover e manter pessoal treinado. A norma detalha cada um dos processos acima. Ela define ainda como eles podem ser usados de diferentes maneiras por diferentes organizações (ou parte destas), representando diversos pontos de vista para esta utilização. Cada uma destas visões representa a forma como uma organização emprega estes processos, agrupando-os de acordo com suas necessidades e objetivos. As visões têm o objetivo de organizar melhor a estrutura de uma empresa, para definir suas gerências e atividades alocadas às suas equipes. Existem cinco visões diferentes: contrato, gerenciamento, operação, engenharia e apoio.

A ISO/IEC 12207 é a primeira norma internacional que descreve em detalhes os processos, atividades e tarefas que envolvem o fornecimento, desenvolvimento, operação e manutenção de produtos de software.

4. Problemas no desenvolvimento do sistema

Teoria Geral de Sistemas e da Informação

Professores Thais Maria Yomoto Ferauche

