

Sistemas de informação: nova abordagem teórico-conceitual

Vania Maria Rodrigues Hermes de Araujo

Resumo

A partir da hipótese: "O sistema de informação, enquanto sistema artificial/social, está atingindo o seu limite de crescimento, saturando-se, exigindo, assim, uma inversão no seu crescimento exponencial. A reversão do sistema de informação a tamanhos menores, mais adequados, é condição necessária a sua sobrevivência enquanto sistema social".

*São detalhados os construtos informação como fenômeno social, sistemas, sistemas de recuperação da informação e entropia. A abordagem sistêmica não mais contextualiza adequadamente os sistemas de informação que, em virtude da colocação do fenômeno da entropia como "perda de informação", distorcem a real dimensão desse fenômeno **entropia**, em seu sentido termodinâmico, com todas as suas implicações: universalidade e irreversibilidade.*

A partir de uma metodologia calcada na explanação, os resultados apontam para um novo modelo teórico-conceitual, embasado na Teoria do Caos.

Palavras-chave

Sistemas de informação; Teoria geral de sistemas; Entropia; Teoria do Caos.

Resumo da tese apresentada ao Curso de Doutorado em Comunicação e Cultura da Escola de Comunicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do grau de doutor em comunicação e cultura. Orientadores: professora Gilda Maria Braga, pesquisadora titular do CNPq/IBICT; professor Muniz Sodré de Araujo Cabral, professor titular da UFRJ-ECO. Rio de Janeiro, 1994.

INTRODUÇÃO

Por que vêm falhando os sistemas de informação? E não há dúvidas de que vêm falhando: uma rápida análise da literatura da área evidencia uma série de estudos, projetos etc., visando corrigir, ao menos parcialmente, suas falhas e proporcionar "maior satisfação aos usuários". Observa-se, inclusive, que tais estudos incluem "modernas abordagens" ao planejamento, gestão e, principalmente, *marketing* de seus serviços e produtos, buscando a inserção dos sistemas de informação em uma sociedade pós-industrial, pós-moderna, conhecimento-intensiva.

Sistemas de informação são aqueles que, de maneira genérica, objetivam a realização de processos de comunicação. Alguns autores contextualizam sistemas de informação mais amplamente para incluir sistemas de comunicação de massa, redes de comunicação de dados e mensagens etc., independentemente da forma, natureza ou conteúdo desses dados e mensagens.

No contexto do presente trabalho, sistemas de informação serão considerados sinônimos de Sistemas de Recuperação da Informação (SRIs), ou seja, os que, entre outras funções, objetivam dar acesso às informações potencialmente contidas em documentos neles registrados e serão usados indistintamente.

Tais sistemas constituem a “memória humana registrada”, o que Belkin e Robertson designam como informação cognitivo-social¹. Esses sistemas, cuja origem remonta às bibliotecas de terracota na Babilônia, de pergaminho em Pérgamo e de papiro em Alexandria, atravessaram grandes transformações até chegar aos modernos sistemas com bases de dados em registros magnéticos capazes de mandar, de um canto ao outro do mundo, grandes volumes de mensagens a velocidades fantásticas e de armazenar milhões de itens de informação em minúsculos *chips*.

Os documentos, nesses sistemas, contêm informação potencial e são formalmente organizados, processados e recuperados com a finalidade de maximizar o uso da informação. Os sistemas, no entanto, não incluem a comunicação informal, apesar de seu reconhecido valor, entre outros, na inovação, como agente catalisador de novas idéias na pesquisa, bem como seu caráter estratégico no setor produtivo e na sociedade como um todo.

Sistemas de recuperação da informação ou, simplesmente, sistemas de informação lidam com um tipo de informação: a que está potencialmente contida em documentos.

Se lidam com fenômeno de tamanha importância que se tornou até um “divisor de águas” entre países ricos e pobres em informação e se têm todos os recursos que as indústrias da computação e das telecomunicações vêm colocando no mercado, por que vêm falhando os sistemas de informação em seus objetivos de maximizar o uso da informação, de atender às demandas dos usuários, de ir ao encontro de uma sociedade conhecimento-intensiva?

Nas décadas de 20 e 30, houve, principalmente no Ocidente, o encontro das “coleções de documentos” com a abordagem sistêmica e as teorias de sistemas derivadas, em grande parte, da Teoria Geral de Sistemas². Àquela época, as ciências (*lato sensu*) estavam pulverizadas em especialidades, subáreas, disciplinas, e Von Bertalanffy tentou recompor a unidade da ciência através de sua teoria criação de modelos holistas, isomórficos, capazes de “abrigar fenômenos similares de áreas as mais distintas”.

O sucesso da abordagem sistêmica está mais na sua rápida, inquestionada e ampla adoção por inúmeros segmentos do que em uma real solução aos problemas que aqueles mesmos segmentos apresentam, nestes incluídos os sistemas de recuperação da informação.

Um fenômeno que não está sendo considerado pelos SRIs é o da entropia, conceito fundamental da termodinâmica, que, em suas duas leis, estabelece: “o conteúdo total de energia do Universo é constante e a entropia total cresce continuamente”³. Entropia equivale à “perda de energia”; desordem. Descoberta em meados do século passado, foi destacada por Einstein como “a primeira lei de toda a ciência” e por Sir Arthur Eddington como “a suprema lei metafísica de todo o Universo”⁴. A entropia é irreversível, e o Universo é entrópico.

Shannon⁵ foi o primeiro a associar os conceitos entropia e informação. Em seu modelo de comunicação, a quantidade de informação transmitida em uma mensagem é uma função da previsibilidade da mensagem; e Wiener⁶, à mesma época, associa entropia ao processo de comunicação/informação, ao afirmar que, nos processos onde há perda de informação, há uma situação análoga aos processos que ganham entropia. O passo seguinte foi dado por Brillouin, que igualou informação a neguentropia, isto é, a informação necessária para mudar um sistema de um estado para outro, mais ordenado⁷. Tais abordagens ao conceito de entropia parecem ter criado, em vários contextos, a idéia de que há entropia negativa, implicando ser possível reverter a entropia. No bojo dessa falácia, embutiram-se as noções de “sistema aberto e sistema fechado.” O que SRIs e teorias de sistemas não viram, não consideraram, é que a “entropia informacional” não é equivalente à entropia no sentido da termodinâmica – e, dessa forma, cresceram e hoje, perplexos, não sabem localizar as raízes de suas falhas.

Por que vêm falhando os SRIs ? Não será por que necessitam de um outro contexto, de um outro modelo, de uma nova abordagem teórico-conceitual que os estude como realmente são e não como se imaginam ser?

Considerando que a informação vem explodindo exponencialmente desde o século XVII com o advento da revolução científica e do periódico científico e que os sistemas de informação – sistemas sociais, ou seja, sistemas artificiais construídos pelo homem com o objetivo de organizar e disseminar a massa crescente de informações – agigantaram-se e vêm falhando no cumprimento de seus objetivos, é levantada a seguinte hipótese: o sistema de informação, enquanto sistema artificial/social, está atingindo o seu limite de crescimento, saturando-se, exigindo, assim, uma inversão no seu crescimento exponencial. A reversão do sistema de informação a tamanhos menores, mais adequados, é condição necessária (mas não suficiente) à sua sobrevivência enquanto sistema social.

INFORMAÇÃO, COMUNICAÇÃO, SOCIEDADE

Informação, conforme apontado por diferentes autores, é um termo que vem sendo usado mais generalizadamente a partir da década de 50, já estando, inclusive, incorporado ao cotidiano das pessoas. É usado para significar mensagens, notícias, novidades, dados, conhecimento, literatura, símbolos, signos e, até mesmo, “dicas” e sugestões.

A importância da informação é resumida por Sagan⁹ em uma única frase: “informação e alimento [ar, aí compreendido] são as condições necessárias à sobrevivência do ser humano”. A informação, na verdade, é indispensável para toda e qualquer atividade humana, sendo, cada vez mais, vista como uma força importante e poderosa a ponto de dar origem a expressões como: *sociedade da informação, explosão da informação, era da informação, indústria da informação, revolução da informação, sociedade pós-sociedade da informação*. A pesquisa sobre a entidade informação e seus impactos é efetuada em diferentes áreas e contextos: suas fronteiras ultrapassam o contexto humano e mesmo o social; perpassam o animal e a máquina, sendo, até mesmo, uma categoria filosófica ou relacionada a categorias filosóficas como matéria, espaço, movimento, tempo e energia.

A palavra informação vem do latim *informare*: dar forma, pôr em forma ou aparência, criar, mas, também, representar, apresentar, criar, uma idéia ou noção algo que é colocado em forma, em ordem. De acordo com Breton e Proulx⁹, a etimologia da palavra informação, de origem greco-latina, remete a um universo de significação muito mais amplo: uma sociedade ameaçada coloca, em forma, esculturas, estátuas animadas, gigantes, cuja função seria de intervenção em situações em que o homem havia falhado. A criação dessas estátuas animadas é encontrada não só na antigüidade greco-romana, mas também na criação do rabino Loew: o Golem de Praga.

*“Dessa forma **informatio** exprime na verdade a mistura – que no fundo somente os latinos poderiam ousar – de famílias de significados associadas ao “conhecimento” e dos significados que são agrupados em torno da idéia de “fabricação”, de “construção”. “Colocar em forma”, “informar” remetem assim à imagem criadora do escultor da estátua. O sentido simetricamente antinômico da informação-construção é, portanto, o **informa**, o informe, o monstruoso. A estátua, criatura artificial privilegiada da antigüidade desde a invenção, por Dédalo (do estilo que leva seu nome) – das estátuas que representavam tão bem o movimento que Platão nos diz que melhor seria cercar algumas – é assim, como as máquinas do mundo moderno, encarregada de lutar contra a desordem, a feiúra, a entropia.”*

Segundo Zeman¹⁰, a informação é a colocação de alguns elementos ou partes, materiais ou não, em alguma forma, em algum sistema classificado, ou seja, informação é a classificação de alguma coisa: símbolos e suas ligações em uma relação – seja organização de órgãos e funções de seres vivos, de um sistema social qualquer, de uma comunidade qualquer. Para esse autor,

“... A expressão da informação de um sistema tem por base, como se sabe, a fórmula matemática da entropia negativa”¹¹.

Dessa forma, pode-se expressar, como Boltzmann, a medida da organização das moléculas em um recipiente contendo um líquido e um gás; como Shannon, a medida da organização de uma mensagem; como Bertalanffy, a medida da organização de um organismo vivo. Essa medida de informação, isto é, de entropia negativa, pode exprimir, também, a medida da ordem de um sistema nervoso ou de um sistema social.

Informação não é um termo exclusivamente matemático. É, também, filosófico, por estar ligado à qualidade da realidade material a ser organizada e sua capacidade de organizar, de classificar em sistema, de criar.

“É, juntamente com o espaço, o tempo e o movimento, uma outra forma fundamental da existência da matéria é a qualidade da evolução, a capacidade de atingir qualidades superiores. Não é um princípio que existiria fora da matéria e independentemente dela (...) e sim inerente a ela, inseparável dela. Sem organização (leia-se ordem), sem conservação e crescimento da organização, a matéria não poderia de forma alguma existir, assim como não existe sem o espaço, o tempo e o movimento.”

Um objeto material determina suas qualidades relativas ao espaço, ao tempo, ao movimento e à sua organização – qualidade esta que se manifesta como entropia negativa, isto é, informação. Se a massa mensura os efeitos da gravitação e da força de inércia e a energia mensura o movimento, a informação, em sentido quantitativo, mensura a organização do objeto material. A matéria está ligada não só às características referentes a espaço, tempo e movimento, mas também à característica da organização. Matéria, espaço, tempo, movimento e organização estão em conexão recíproca.

Informação não é, na verdade, um conceito único, singular, mas, sim, uma série de conceitos conectados por relações complexas. Para definir informação, é necessário primeiramente analisar o amplo espectro de definições em que a informação pode se inserir, como propõe Yuexiao¹². No nível mais abrangente de definições, está o espectro filosófico, no qual são discutidas a *ultimate cause*/causa final/causa fundamental, a natureza e a função da informação. Filósofos podem ter diferentes opiniões, mas, consensualmente, definem informação da forma mais abstrata. Nesta perspectiva, informação não é nem um tipo específico de objeto, nem tem nenhum conteúdo específico; é, simplesmente, o veículo de interrelações e interações entre objetos e conteúdos.

O esquema de Yuexiao pode ser, como todo e qualquer esquema de classificação, sujeito a divergências. No entanto, sua abrangência e completeza o tornam útil para abordar o conceito informação – nas palavras do próprio autor: “... um conceito ilusivo¹³ e controverso”.

A informação, apesar da vasta literatura que vem gerando, sofre com o gigantismo advindo dessa mesma literatura – há mais de 400 definições, conceitos, abordagens etc. utilizados por pesquisadores de diferentes áreas e culturas para caracterizar o fenômeno informação.

Belkin, em sua revisão da literatura sobre os conceitos de informação¹⁴, aponta para a importância dos conceitos e os diferentes pontos de vista externados por autores como Goffmann, Yovits,

Otten, Artandi, Brooks, Mikhailov, Chernyi e Giliarevskii, Barnes, Fairthorne, Gindin, Wersig, Robertson, Shannon, Lynch, Nauta, Belzer, Shreider e Pratt, entre outros.

O próprio Belkin, em seu trabalho com Robertson¹⁵, propõe uma análise do espectro de informação baseada na categorização, na estrutura. Estrutura, no sentido de Boulding¹⁶:

“Concepção mental que temos de nosso ambiente e de nós mesmos nesse ambiente”.

Essas estruturas podem ou não representar estruturas do mundo real. Salientam ainda que **estrutura** deve ser vista mais como uma categoria do que como um conteúdo, ou seja, é de aplicabilidade universal (num certo sentido, tudo tem estrutura). Analisando todos os usos e contextos do termo informação, os autores procuraram a noção básica contida no termo e chegaram à conclusão de que a única noção básica comum à maioria ou a todos os usos da informação é a idéia de estruturas sendo alteradas, propondo, então, a seguinte definição: **informação é o que é capaz de transformar estrutura**¹⁷.

Reconhecem, no entanto, que ela é muito ampla e abrange muitas noções. Propõe-se, então, um espectro de informação de sofisticação e complexidade crescentes que contextualize o uso do termo.

Dessa forma, a partir do conceito de estrutura, especificamente, a estrutura da imagem que um organismo tem de si mesmo e do mundo, é construído um espectro de informação com uma tipologia de complexidade crescente em que informação, no seu sentido mais amplo, é aquilo que muda ou transforma tal estrutura. Nesse contexto, a informação só ocorre no interior de organismos – desde o nível hereditário ao do conhecimento formalizado.

Estruturas semióticas, como, por exemplo, textos (livros, periódicos ...) mapas, partituras, programas de computador etc., são conjuntos de mensagens que só se transformam em informação, ao alterar a estrutura cognitiva de um organismo. Essas mensagens podem conter dados, notícias etc. e ser expressas em diversas linguagens – imagens, notas musicais, caracteres numéricos ou alfanuméricos e impulsos eletrônicos, entre outros, que, ao serem comunicados, isto é, transmitidos em um processo comunicacional, podem ou não gerar informação.

Como se pode ver, informação é um termo altamente polissêmico. Essa polissemia adveio, em grande parte, da apropriação desse termo pela sociedade pós-industrial, pós-moderna, que, ao adotar a informação, o conhecimento, como um de seus marcos delimitadores, perpassando todos os estratos da sociedade e áreas do conhecimento, ampliou as ambigüidades que o termo já carregava, em função das diferentes visões e conceituações que passaram a conotá-lo, conforme apontado por Yuexiao¹⁸ e outros.

Cabe até mesmo questionar, agora, se uma ciência da informação se ocupa realmente da informação. Qual seu real objeto de estudo? Se informação é aquilo que altera estruturas no interior de organismos e se a ciência da informação vem lidando fundamentalmente com o reempacotamento e a embalagem de mensagens e com a disseminação “desse produto”, não será esse nome no mínimo inadequado para a *praxis* e a teoria dessa área? Não se torna premente mudar o foco de suas atenções para a *informação* e não para seus *simulacros*, muitas vezes distorcidos e mutilados?

É fundamental que a ciência da informação aproxime-se do fenômeno que pretende estudar o encontro da mensagem com o receptor, ou seja, a informação, seu uso, implicações e conseqüências.

Se informação é tudo aquilo que altera, transforma estruturas, então “a informação é a mais poderosa força de transformação do homem. O poder da informação, aliado aos modernos

meios de comunicação de massa, tem capacidade ilimitada de transformar culturalmente o homem, a sociedade e a própria humanidade como um todo¹⁹.

Embora a informação sempre tenha sido uma poderosa força de transformação, a máquina, o poder de reprodução e a capacidade de socialização deram uma nova dimensão a esse potencial.

Segundo Anderla²⁰, “entre 1660 e 1960, todos os índices de volume da ciência multiplicaram-se por um fator de cerca de um milhão”. A partir da metade do nosso século, ocorre a chamada **explosão documental** com a publicação e circulação de milhares de periódicos técnicos, “somente estes da ordem de cem mil títulos – contendo os resultados das pesquisas não somente relacionados com o desenvolvimento da ciência, mas também com o desenvolvimento da tecnologia²¹”.

A expressão **explosão da informação** nasceu no contexto da informação científica e tecnológica. Se considerarmos, entretanto, a informação em um contexto mais geral, transbordando os limites da ciência e da tecnologia, tal explosão atinge proporções catastróficas. Já em 1985, de um total de 1,6 bilhão de dólares obtidos com a venda de informações em linha, nos Estados Unidos, as do tipo científico-tecnológico representavam apenas 5,7% daquele total²².

A transmissão da informação pressupõe um processo de comunicação. Cherry²³ destaca que a comunicação é uma questão essencialmente social. Comunicação significa organização. Foram as comunicações que possibilitaram à unidade social desenvolver-se, de vila a cidade, até chegar a moderna cidade-estado. Há, hoje, sistemas organizados de dependência mútua que cresceram até abarcar todo um hemisfério. “Os engenheiros de comunicações alteraram o tamanho e o feitiço do mundo”.

Em resumo, informação e comunicação constituem entidades complexas, dinâmicas, que extrapolam, na visão de muitos autores²⁴, os limites de uma teoria ou um modelo determinado. A informação científica e tecnológica é produto da prática histórica e social da sociedade moderna, usa os códigos de linguagem, símbolos e signos reconhecidos nessa sociedade e os canais de circulação de mensagens disponíveis no sistema de comunicação.

Nesse contexto, a transferência de informação se coloca como um processo de troca de mensagens que tem um **valor** econômico, mas que não podem ser vistas como isentas de ideologia²⁵. A comunicação da informação representa não somente a circulação de mensagens que contêm conhecimento com determinado valor para a produção de bens e serviços, mas, também, a objetivação das idéias de racionalização e eficiência dominantes na sociedade moderna. Essas idéias sobre a organização dos recursos e sua utilização da forma mais produtiva, bem como sobre o papel do saber técnico-científico no desenvolvimento do conjunto das forças produtivas, fazem parte do metadiscurso vigente na sociedade industrial. Esse discurso se caracteriza pela visão da história do pensamento como **iluminação progressiva**, que se desenvolve com base em uma apropriação e reapropriação cada vez mais ampla das *origens*, de modo que as revoluções se apresentam e legitimam como **recuperações**; ou com base na especulação sobre a realização de uma idéia, o projeto que se propõe à sociedade moderna renovar^{26, 27}.

No modo de produção capitalista industrial, cresce a disponibilidade de energia, de artefatos e conhecimentos, com o saber utilitário apropriando-se do saber científico, com a multiplicação dos centros de pesquisa e dos meios de comunicação da informação. Como previra Marx²⁸, a capacidade real de produção se objetiva e materializa na economia automatizada da sociedade, na ciência e tecnologia, instituições sociais do progresso e da produção, definitivamente incorporadas ao processo de acumulação do capital.

Enquanto a modernidade pode ser caracterizada pela ocorrência da supremacia do conhecimento científico, na pós-modernidade este primado aparece sobretudo como da tecnologia e menos em seu sentido genérico do que no sentido específico da tecnologia da informação. Atualmente, as diferenças criadas pela divisão internacional do trabalho entre países desenvolvidos (pós-industriais, localizados no hemisfério norte) e países em desenvolvimento (industriais, localizados no hemisfério sul) tomam por base o grau de utilização da informática no sistema produtivo da sociedade, e não a técnica em sentido genérico. Para Vattimo²⁹, esta característica marcaria a diferença entre moderno e pós-moderno.

Mostra-nos também que, mediante a concentração maciça, nos países pós-industriais, de bancos e bases de dados sobre todo o saber hoje disponível, a competição política e econômica entre as nações se dará, doravante, não mais em função do volume de matéria-prima ou manufaturados que possa eventualmente ser intercambiado. Essa competição se fundará, na sociedade pós-moderna, em função do volume da informação técnico-científica, entre outros, que os centros de pesquisa e universidades dos países pós-industriais sejam capazes de produzir, armazenar e fazer circular como mercadoria³⁰. A esse respeito, é esclarecedor o conteúdo do *Export Administration Act*, de 1979, aprovado pelo Congresso dos Estados Unidos da América, em 1985, que define tecnologia, para fins de transferência no âmbito das trocas econômicas, como:

“... a informação e conhecimento (seja em forma tangível, tais como modelos, protótipos, desenhos, esquemas, diagramas, cartões ou manuais, ou em forma intangível, tais como serviços técnicos ou de treinamento) que possam ser usados para desenho, produção, manufatura, utilização ou reconstrução de bens, incluindo programa de computador e dados técnicos, mas não os bens, eles mesmos³¹”.

Nos países pós-industriais, grande parte dos setores da economia são dedicados à informação – sua busca, criação, manufatura, armazenagem, classificação, seleção, edição, sumarização, interpretação, acumulação, aquisição, venda e difusão. Para Melody³², acumulação, processamento, armazenagem, acesso e transmissão de informação através de eficientes redes de telecomunicações são o fundamento sobre o qual as economias desses países encerrarão o século XX como “economias de informação”.

Torna-se evidente, por esse contexto, que, na idade pós-industrial e pós-moderna, a ciência conservará e, mais ainda, reforçará sua importância na disputa das capacidades produtivas dos países desenvolvidos. Esta situação se constitui em uma das razões pelas quais se considera que o fosso entre os países pós-industriais e os países em desenvolvimento industrial não cessará de ampliar-se, no futuro. Esse fato torna-se ainda mais grave, caso se considere o desequilíbrio radical da produção científica e tecnológica entre os países do hemisfério norte e do hemisfério sul – apenas 3% dos cientistas do mundo estão localizados neste eixo, em países que, juntos, possuem 75% da população mundial³³.

A ABORDAGEM SISTÊMICA

O próprio Von Bertalanffy³⁴, na introdução da sua Teoria Geral dos Sistemas, diz que a palavra **sistema** figuraria alto ou em um dos primeiros lugares, se alguém fizesse uma lista de termos em voga; a idéia **sistema** permeia todos os campos da ciência, havendo penetrado no pensamento popular, nos meios de comunicação de massa, havendo se tornado até mesmo um jargão comum.

A noção de sistema engloba uma série de abordagens, tais como filosofia de sistemas (voltada para a ética, história, ontologia, epistemologia e metodologia de sistemas), engenharia de sistemas (sistemas artificiais, como robôs, processamento eletrônico de dados etc.), análise de sistemas (desenvolvimento e planejamento de modelos de sistemas, inclusive matemáticos) e a pesquisa

empírica sobre sistemas (abrangendo a descoberta de leis, adequação e estudos de simulação de sistemas).

Ao se tentar entender a origem do pensamento sistêmico, tem-se que retornar provavelmente à filosofia pré-socrática. No entanto, o marco moderno é atribuído a Von Bertalanffy, que sistematizou, na época do pós-guerra, as novas idéias científicas que vinham permeando a ciência desde a virada do século e que postulavam uma abordagem de “todos integrados”, idéia essa, aliás, mais amplamente sistematizada por Alexander A. Bogdanov³⁵ em 1922, porém praticamente não divulgada no Ocidente; Warren Weaver³⁶ chamou a nova área de “a ciência da complexidade organizada”.

Na verdade, a busca por uma teoria geral de sistemas continua. A teoria proposta por Bertalanffy está longe de satisfazer as necessidades de uma teoria geral de sistemas como tal; há ambigüidades conceituais e metodológicas; a própria generalidade da teoria dificulta sua utilização em áreas específicas do conhecimento e, mais ainda, como bem salienta Mattessich³⁷, não “forneceu hipóteses importantes passíveis de testes, nem critérios pertinentes para tais testes, sendo, em geral, criticada por seu dogmatismo e ausência de autocrítica”.

O grande sucesso da abordagem sistêmica pode ser atribuído, segundo Rapoport³⁸, à insatisfação crescente da comunidade científica com a visão mecanicista, ou com o “mecanismo” como modelo universal, e à necessidade de essa mesma comunidade contrabalançar a fragmentação da ciência em especialidades quase isoladas umas das outras.

Apesar da visão “científica” intencionada por Bogdanov e Von Bertalanffy, de acordo com Mattessich³⁹, o forte sabor filosófico apresentado pela Teoria Geral dos Sistemas origina-se de ela incorporar muitos “aspectos de paradigmas holísticos expressos nas filosofias de Lao-Tse, Heraclitus, Leibniz, Vico, Hegel, Marx, Whitehead, Driesch e outros.” A visão filosófica, que norteou a abordagem sistêmica desde a sua concepção, eclodiu, no final da década de 60 e começo da de 70, com os trabalhos de Churchman, Ackoff, Lazlo, Sutherland e Emery. Esses autores tipificam a fase ética e introdutória da filosofia de sistemas. Os trabalhos de Churchman têm um enfoque histórico, ético, e são orientados para administração e ciências sociais. Ackoff e Emery destacam-se pelas contribuições conceituais e explanatórias. Lazlo contribui para a filosofia de sistemas dentro da linha de pensamento de Von Bertalanffy, e amplia a linha de Lazlo, aplicando-a às ciências sociais. Dentro ainda da visão filosófica, o final da década de 70 é marcado por um pragmatismo crescente, caracterizado pelos enfoques epistemológicos, metodológicos e ontológicos aplicados à administração, métodos de decisão, ciências sociais e aplicadas em geral. Três nomes exemplificam essa fase: Rescher, voltado para aplicações epistemológicas; Bunge, para a ontologia, e Mattessich para a metodologia.

A abordagem de análise de sistemas, prossegue Mattessich, embora muito criticada por seus aspectos restritivos da construção de modelos, emergiu de visões da cibernética (Wiener) e da teoria da comunicação (Shannon e Weaver). Mesarovic estabeleceu as bases de uma teoria matemática geral de sistemas (General Mathematical Systems Theory) e, junto com Takahara, apresentou os fundamentos matemáticos para uma teoria geral de sistemas. Ainda na linha matemática, foram desenvolvidas teorias de controle, de sistemas lineares e não-lineares, e teoria de autômata (desenvolvida a partir dos trabalhos de Alan Turing, 1936). A pesquisa empírica em sistemas levou Herbert Simon a conceber uma série de pesquisas heurísticas relacionadas a jogos e simulação.

Em suma, a abordagem sistêmica é, no dizer de Churchman⁴⁰, um *continuum* de percepção e ilusão; uma contínua revisão do mundo, do sistema total e de seus componente; a essência da abordagem sistêmica é tanto confusão quanto esclarecimento – ambos, aspectos inseparáveis da vida humana. Com base nesse *continuum* percepção-ilusão, Churchman sumariza a abordagem sistêmica nos quatro pontos a seguir:

- a) a abordagem sistêmica começa quando, pela primeira vez, vê-se o mundo por meio dos olhos de outrem;
- b) a abordagem sistêmica apercebe-se continuamente de que toda visão de mundo é terrivelmente restrita. Em outras palavras, cada visão de mundo enxerga apenas uma parte de um sistema maior;
- c) não existe ninguém que seja perito na abordagem sistêmica, isto é, o problema da abordagem sistêmica é captar o que **todos** sabem, algo fora do alcance da visão de qualquer especialista;
- d) a abordagem sistêmica não é, de todo, uma má idéia.

Uma das possíveis definições de sistema, de acordo com Von Bertalanffy⁴¹, estabelece que “um sistema pode ser definido como um conjunto de elementos em interrelação entre si e com o ambiente”. Há uma concordância ampla de que sistema é um modelo de natureza geral, isto é, um análogo conceitual de alguns traços razoavelmente universais de entidades observadas. Angyal⁴², ao tratar da estrutura do **todo**, aponta para o conceito **sistema** como sendo a entidade adequada para o tratamento dos **todos**, embora reconheça as dificuldades de perceber e descrever as conexões holísticas por meio de relações. Churchman⁴³ diz que, embora a palavra sistema tenha sido definida de várias formas, há uma concordância generalizada no sentido de que sistema é “um conjunto de partes coordenadas para atingir um conjunto de objetivos”. Segundo Amaral⁴⁴,

“... sistema é todo o conjunto de dois ou mais elementos que interagem. Ao imaginar-se o universo composto de galáxias que interagem, temos uma visão do maior sistema perceptível. Ao imaginar-se o homem com todas as moléculas que o constituem e interagem, temos uma outra visão de sistema. Enfim, ao imaginarem-se o átomo e as partículas que o compõem e interagem, temos uma visão de um sistema que, em relação ao homem, é microscópica. Quando se visualiza desde o Universo até uma partícula atômica, temos o que se chama uma visão sistêmica”.

Em suma, sistemas podem ser conceituados como um conjunto de partes interrelacionadas, interagindo para atingir determinado(s) objetivo(s). A visão sistêmica aborda o mundo como um conjunto de sistemas e subsistemas em implicações de conter/estar contido. Uma das classificações mais empregadas na ciência da informação diz respeito à divisão em sistemas naturais – os existentes na natureza – e sistemas artificiais ou sociais⁴⁵, os criados pelo homem para aperfeiçoar os sistemas naturais.

Dentre as várias outras classificações possíveis para sistemas, Davis⁴⁶ dicotomiza em abstrato ou físico, determinista ou probabilista, fechado ou aberto.

Sistema abstrato é um arranjo ordenado de idéias ou construtos interdependentes. Sistema físico é um conjunto de elementos que operam juntos para atingir um objetivo. Os sistemas físicos são tangíveis, materiais. Sistema determinista é o que 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, sem erros. Sistema probabilista é o que opera dentro de condições prováveis de comportamento, ou melhor, há uma margem de erro associada à previsão.

Sistema fechado é o autocontido. Não troca material, informação ou energia com o ambiente. Tais sistemas fechados, diz Davis, vão esgotar-se ou tornar-se desordenados. Este movimento para a desordem chama-se aumento na entropia. Sistema aberto é o que troca informação, material e energia com o meio ambiente⁴⁷, ou seja, um sistema aberto é aquele que tem um

ambiente, que são outros sistemas com os quais ele se relaciona, troca e comunica. Sistemas abertos tendem à adaptação, pois podem adaptar-se a mudanças em seus ambientes de forma a garantir a própria existência. Tais sistemas, na concepção de vários autores, têm, então, a característica da adaptabilidade; de maneira geral, tais autores consideram também que todo sistema vivo é um sistema aberto.

Wilkerson e Paul⁴⁸ pesquisaram na literatura o que caracterizaria um sistema como tal e quais as propriedades mais freqüentemente apontadas. Produziram, então, uma relação do conjunto de propriedades ou características que sistemas deveriam ter. Katz e Kahn⁴⁹, bem como vários outros autores, apontam algumas características comuns aos chamados sistemas abertos:

- a) **Importação de energia** – Sistemas abertos precisam importar algum tipo de energia do ambiente. Assim sendo, as organizações sociais precisam também extrair energia, seja de outras organizações, pessoas ou do ambiente material/físico que as cerca – nenhuma estrutura social é auto-suficiente e autônoma.
- b) **Transformação** – Para executar algum tipo de trabalho, sistemas abertos transformam a energia que têm à sua disposição. Organizações criam novos produtos, elaboram matérias-primas, treinam pessoas ou proporcionam serviços – todas estas atividades acarretam reorganização de insumos.
- c) **Produto** – o produto dos sistemas abertos é exportado para o meio ambiente, quer como mentefato, quer como artefato.
- d) **Sistemas como ciclos de eventos** – as atividades geradas pelo intercâmbio de energia têm um padrão de caráter cíclico: o que é exportado para o ambiente proporciona energia para a repetição do ciclo de atividades.
- e) **Entropia negativa** – segundo vários autores, para tentar opor-se ao processo entrópico (condição necessária à sobrevivência), sistemas devem adquirir entropia negativa ou ne-quentropia. A entropia é uma lei universal da natureza que estabelece que todas as formas de organização tendem à desordem ou à morte. O sistema aberto, por importar mais energia do ambiente do que necessita, pode, através desse mecanismo, adquirir entropia negativa. Há, então, nos sistemas abertos, uma tendência geral para tornar máxima a relação energia importada/energia exportada, visando à sobrevivência, mesmo em tempo de crise e, inclusive, para sobreviver maior que a prevista. É digno de nota assinalar que Katz e Kahn vêem o processo de entropia em todos os sistemas biológicos e nos sistemas fechados, ressaltando, no entanto, que os sistemas sociais não estão sujeitos aos rigores das mesmas constantes físicas que os sistemas biológicos, podendo opor-se quase indefinidamente ao processo entrópico. No entanto, afirmam eles: “... o número de organizações que deixam de existir todos os anos é enorme.
- f) **Insumo de informação, realimentação negativa e processo de codificação** – Além dos insumos energéticos que se transformam ou se alteram para realizar um trabalho, sistemas incluem, também, insumos informativos que proporcionam à estrutura sinais acerca do ambiente e de seu próprio funcionamento. A realimentação negativa é o tipo mais simples de insumo de informação encontrado em todos os sistemas. Tal realimentação ajuda o sistema a corrigir desvios de direção. Os mecanismos de uma máquina, por exemplo, enviam informação sobre os efeitos de suas operações para algum mecanismo central ou subsistema que, por sua vez, age com base nesta informação para manter o sistema na direção desejada. O termostato é um exemplo de um mecanismo regulador baseado na realimentação negativa.

- g) **Estado estável e homeostase dinâmica** – O mecanismo de importação de energia, para tentar fazer oposição à entropia, acarreta uma troca energética, caracterizando um estado estável nos sistemas abertos. Tal estado não significa imobilidade, nem equilíbrio verdadeiro. Há um fluxo contínuo de energia do ambiente externo para o sistema e uma exportação contínua de energia do sistema para o ambiente, estabelecendo, assim, uma proporção de trocas e relações que permanece igual, isto é, constante e equilibrada. Embora a tendência à estabilidade na sua forma mais simples seja homeostática, como a manutenção da temperatura constante do corpo, o princípio básico é a preservação do caráter do sistema. Miller⁵⁰ sustenta que a taxa de crescimento de um sistema, dentro de certos limites, é exponencial, se este sistema existir em um meio que torne disponíveis, para insumo, quantidades ilimitadas de energia. Assim, o estado estável, em um nível mais simples, é o da homeostase através do tempo. Em níveis mais complexos, converte-se em um estado de preservação do caráter do sistema, que cresce e se expande através da importação de maior quantidade de energia do que a necessária. Sistemas abertos ou vivos têm, então, uma dinâmica de crescimento, através da qual levam ao limite máximo sua natureza básica. Eles reagem às mudanças ou as antecipam através do crescimento por assimilação de novos insumos energéticos.
- h) **Diferenciação** – sistemas abertos tendem à diferenciação e elaboração. Padrões globais difusos são substituídos por funções mais especializadas.
- i) **Eqüifinalidade** – Von Bertalanffy sugeriu esse princípio como característico de sistemas abertos e estabeleceu que “um sistema pode alcançar o mesmo estado final a partir de diferentes condições iniciais e por caminhos distintos”. Cabe ressaltar que o teor de eqüifinalidade pode reduzir-se à medida que os sistemas abertos desenvolvem mecanismos reguladores do controle de suas operações.

Diferentes autores, como visto anteriormente, tentaram, através de diversas propriedades, caracterizar o sistema como tal. Embora haja divergências quanto à terminologia e/ou conceituação de uma ou outra característica, não há, na literatura de sistemas, grandes divergências com relação às características anteriormente enumeradas. O importante a ressaltar, para as finalidades deste trabalho, é que a caracterização dos sistemas físicos e biológicos é não-ambígua e precisa; havendo, no entanto, uma indeterminação e até mesmo alguma contradição no que se refere a sistemas abertos, conforme exemplificado por Katz e Kahn no item e.

Um dos mais importantes autores da área de sistemas é o russo V.G. Afanasiev⁶¹, que enfoca os sistemas sob a ótica do “sistema dinâmico integral”. Esta entidade apresenta propriedades e características diferentes das apresentadas pela visão ocidental. Essa distinção é tão mais importante à medida que Afanasiev sofreu influência de autores ocidentais como Shannon, Brillouin e Thimm.

Sistema dinâmico integral ou sistema integral é o conjunto de componentes cuja interação engendra novas qualidades – fruto da integração – não existentes nos componentes. O exemplo dado é a célula viva; célula viva, que, no sentido material, é composta de vários compostos químicos, como proteínas, ácidos nucleicos etc. Cada um desses compostos pode ser considerado como um produto químico inerte, sem vida. Esses compostos, ao interagirem, formam um todo único, uma célula que tem as características de seres vivos: capacidade de metabolização, crescimento, reprodução etc. – que são fruto da integração e da interação.

A principal peculiaridade do sistema integral é, portanto, a existência de “qualidades resultantes da integração e da formação do sistema”. Qualidades estas que, como foi visto, não se reduzem à mera soma das qualidades de seus componentes.

A segunda peculiaridade é a composição que lhe é inerente, isto é, cada sistema possui seu próprio conjunto de componentes e partes. Em um sentido amplo, filosófico, partes são elementos,

órgãos, fenômenos e processos cuja interação constitui, precisamente, o todo e dá origem às qualidades do sistema. As partes componentes podem ser tanto corpos materiais, como processos. Na sociedade considerada como um todo, as partes podem ser os diferentes fenômenos, processos e idéias sociais. A natureza do todo e suas peculiaridades dependem, principalmente, da natureza interna das partes. A mudança de composição do conjunto de componentes acarreta mudanças no todo e modifica suas características. A composição, o conjunto de componentes, nada mais é do que o aspecto substancial do sistema integral, a base de sua estrutura e de sua organização.

A terceira peculiaridade do sistema integral é a organização interna – um modo específico de interação e interconexão dos componentes. A estrutura, a organização, isto é, a existência de determinada ordem, de determinadas interações e interconexões entre objetos, fenômenos e processos é própria de toda a matéria. Não há matéria sem estrutura. Cada sistema integral tem estrutura e organização específicas que lhe são inerentes. O caráter específico da estrutura de um sistema depende da natureza de suas partes, sendo aquela, por sua vez, a origem da estrutura e da organização; estas têm grande influência sobre as partes e desempenham um papel imenso, incomensurável no sistema integral. “É precisamente a estrutura o que integra e une as partes, as quais possuem, às vezes, tendências distintas e contraditórias, que lhes imprime certa união e integridade e que suscita o surgimento de novas qualidades oriundas da formação do sistema. A conservação e o funcionamento do todo, do sistema, dependem, em grande parte, da autonomia relativa e da estabilidade da estrutura.” Esta não acompanha, automaticamente, as mudanças das partes, mantendo-se estável dentro de certos limites e conservando, assim, o sistema como um todo. Em suma, as partes mudam e a estrutura permanece estável, dentro de certos limites. Ainda segundo Afanasiev, as relações espaciais desempenham um papel importante na estrutura. O todo e suas partes têm dimensões. Uns componentes podem ser maiores, outros menores, mas todos ocupam um lugar determinado, dispendo-se – e isso é muito importante – de forma rigorosamente determinada, ajustando-se uns aos outros. Desta ordem, da distribuição espacial das partes e das distâncias entre elas, dependem, de maneira relevante, a firmeza e a estabilidade do sistema. Em muitos casos, o todo só é estável em determinadas dimensões, as chamadas ótimas, que nem sempre são as mais possíveis.

A quarta peculiaridade do sistema integral é o caráter específico de sua interação com o meio ambiente, isto é, objetivos e fenômenos alheios ao sistema, mas com os quais o sistema se relaciona modificando-os e modificando-se. Os objetos – sendo ou não sistemas – que constituem o meio ambiente do sistema integral têm diferentes graus de importância para o funcionamento deste. Todo sistema integral se distingue pelo caráter específico de sua interação com o meio ambiente. Ao ressaltar a importância do meio ambiente externo, deve-se ter o cuidado de não tomá-la de maneira absoluta:

“O caráter específico do sistema integral e sua essência vêm determinados, antes de tudo, pela natureza das partes que o formam e pelo caráter de sua interação interna. No que se refere ao meio ambiente, o efeito de seus fatores se traduz, sempre, por meio do interno, da essência do sistema, pelas suas contradições internas”.

De acordo com Afanasiev, as características essenciais do sistema integral são, então, suas qualidades de sistema, composição, estrutura dinâmica e o caráter da interação com as condições externas: o ambiente.

Há contradições no sistema integral. Contradições estas que decorrem de ele ser algo concreto, moldado, que mantém sua determinação qualitativa durante certo período de tempo, às vezes prolongado, e que está em estado de contínuo movimento e desenvolvimento/evolução. Isto é, ele é tanto fixo, quanto móvel. Assim, “o sistema é um processo em função do que sua estrutura vem a ser sua organização no tempo”; é um contínuo tornar-se.

Tais colocações diferenciam-se do pensar clássico ocidental, ao ver o sistema como algo contraditório, fixo e móvel ao mesmo tempo, e que se insere em um meio ambiente, influenciando-o e por ele sendo influenciado. Essa influência refere-se, sobretudo, às qualidades e características essenciais, internas ao sistema. Afanasiev coloca, ainda, uma dimensão temporal além da dimensão espacial que compõe, com outros tipos de interação (diretas e indiretas; essenciais e não-essenciais; causais, necessárias e casuais etc.), todo um arsenal de conexões estudadas pela dialética materialista.

Ao analisar a tipologia sistêmica, Afanasiev enumera as divisões clássicas ocidentais partindo do pressuposto de que todos são tipos de sistemas integrais:

“Mecânicos, físicos, químicos, biológicos e sociais; sistemas naturais, sistemas artificiais criados pelo homem (máquinas, mecanismos e obras) e sistemas de ordem mista formados por componentes de ordem natural e artificial (“homem-máquina”). Existem sistemas materiais e ideais etc.”

Conclui, seguindo esse raciocínio, que todos os sistemas, de todos os tipos, podem dividir-se em duas grandes classes:

- sistemas autogovernados,
- sistemas dirigidos, governados.

Sistemas autogovernados são os que têm regulação própria, que trazem em si, de forma inerente, processos de direção/governo.

Afanasiev estabeleceu o conceito de **direção** usando como base o trabalho de B. Bokarev *Volume e conteúdo do conceito de direção*, publicado em 1966. Recusando-se a definir o conceito de direção como categoria filosófica, aponta que os processos de direção dão-se apenas em sistemas dinâmicos complexos, que não representam a forma geral da existência da matéria.

Os sistemas naturais em estado de inércia⁵² não têm a capacidade de auto-organizar-se e de dirigir a si mesmos. No estado de inércia, todo sistema integral perde gradualmente sua integridade, passando ao estado de desorganização, deixando de ser um sistema integral qualitativamente determinado. A essência física deste processo está expressa, de maneira geral, pelo segundo princípio da termodinâmica, segundo o qual, em um sistema isolado, abandonado a sua própria sorte, a entropia cresce e tende a alcançar o seu ponto máximo, ou seja, o sistema passa de um estado ordenado a um desordenado.

O sistema autogovernado deve possuir, pelo menos, a homeostase, quer dizer, a capacidade de conservar a estabilidade de seus parâmetros fundamentais em face das mudanças do meio ambiente.

Os processos de direção ou governo são inerentes somente aos sistemas de índole biológica e social, assim como aos sistemas mecânicos criados pelo homem.

O conceito de direção existia em várias áreas como a biologia e a sociologia, por exemplo, antes de ser incorporado pela cibernética que o sistematizou e generalizou. A cibernética demonstrou que a direção/governo ocorre apenas em sistemas dinâmicos muito complexos, possuidores de uma forte rede de dependências não-lineares de tipo causa/efeito, isto é, em sistemas capazes de passar de um estado ao outro sem alterar suas características qualitativas fundamentais. Estes sistemas são exatamente os organismos vegetais e animais, bem como toda a sociedade e os

diferentes subsistemas que lhe são inerentes. O traço comum dos processos de direção é seu caráter antientrópico, ou seja, o processo de direção/governo representa a ordenação do sistema.

A função da direção é manter a estabilidade do sistema, sua determinação qualitativa e equilíbrio dinâmico com o meio ambiente, o que é conseguido pela **mudança oportuna e eficaz da estrutura do sistema em consonância com as novas condições**.

A cibernética evidenciou as leis mais gerais da direção, mostrou que os processos de governo/direção ocorrem apenas em sistemas dinâmicos complexos que possuem redes de dependências não-lineares; revelou o caráter antientrópico da direção; sublinhou a unidade existente entre direção e informação, criando a noção de quantidade de informação; formulou o objetivo final da direção, o seu ideal: o curso ótimo do processo.

Estas leis são válidas também para a direção de sistemas sociais ou criados pelo homem. Afanasiev alerta, contudo, que, por ser a sociedade um sistema excepcionalmente complexo, dotado de inúmeros aspectos, seus processos de direção “não podem ser compreendidos sem uma profunda análise social, sem revelar-se a especificidade das características básicas dos sistemas sociais, as quais determinam o conteúdo, os princípios, os limites e os meios de direção”.

Em resumo, a visão sistêmica em nível macro, sobretudo por meio das propriedades e características do sistema, pode ser representada de um lado por Von Bertalanffy e seus seguidores, que personificam o pensar ocidental, e, do outro, por Afanasiev e seus seguidores, que exemplificam o pensar eslavo/europeu oriental.

Ambas as visões postulam que o todo é maior que a soma das partes: isto pode ser nitidamente visto em Churchman, com o exemplo dos cegos e do elefante⁶³, e em Afanasiev, com as qualidades do sistema “que não se reduzem unicamente à soma das propriedades dos seus componentes.”

As noções de ordem (interconexão e interação dos componentes) e de estrutura (as relações espaciais, a estabilidade do sistema) estão muito coesas e bem explicitadas em Afanasiev. Essas mesmas noções, todavia, estão dispersas, fragmentadas em Wilkerson e Paul, por exemplo, e sob designações distintas como totalidade e relações.

Na visão ocidental (Katz e Kahn), estabilidade, equilíbrio, homeostase

“... não significa imobilidade nem equilíbrio verdadeiro. Há um fluxo contínuo de energia do ambiente externo para o sistema e uma exportação contínua de energia do sistema para o ambiente, estabelecendo, assim, uma proporção de trocas e relações que permanece igual, isto é, constante e é equilibrada.”

conforme já visto. Para Afanasiev, a estabilidade é, necessariamente, decorrente de uma estrutura temporal; há no sistema uma determinada periodicidade, um

determinado ritmo que faz com que, em seu processo de movimento e desenvolvimento, o sistema atravesse certas etapas ou fases cronologicamente sucessivas: o sistema é um processo em função do que sua estrutura vem a ser sua organização no tempo e um contínuo tornar-se.

A grande diferença das duas visões, neste caso, é ser o fator tempo, para Afanasiev, uma condição necessária para a estabilidade do sistema, e não tão somente um componente dos seus mecanismos reguladores.

A determinação e a importância do ambiente de um sistema é diferente nas duas visões. Churchman define meio ambiente como tudo o que está fora do sistema e sobre o qual este não

tem controle. Estar fora do sistema significa não pertencer a ele, estar fora de seus limites, o que é de difícil determinação.

Churchman exemplifica a questão do controle com um sistema operando com determinado orçamento fornecido por uma agência qualquer. Se o sistema não pode alterar esse orçamento, redistribuindo-o, por exemplo, então o orçamento faz parte do ambiente do sistema. Se, ao contrário, alguma alteração for possível, então o orçamento fará parte do sistema em si. Dessa forma, o controle que o sistema é ou não capaz de exercer sobre elementos diversos determina se esses elementos pertencem ao sistema ou ao seu meio ambiente.

A questão da entropia, da desordem, é abordada por Afanasiev no contexto dos sistemas autogovernados: o processo de direção é a ordenação do sistema. Na visão de Von Bertalanffy e seus seguidores, a entropia ocorre em sistemas fechados, podendo ser evitada pelos sistemas abertos mediante a importação de energia (informação) do meio ambiente.

Assim, apesar das diferenças apresentadas pelas duas visões, é possível perceber a importância do pensar sistêmico para uma abordagem aos problemas científicos, sociais e do mundo como um todo.

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

É fundamental destacar que as designações SI (Sistema de Informação) e SRI (Sistema de Recuperação da Informação) são, no mínimo, indevidas, inadequadas e impróprias. Conforme visto, informação é tudo aquilo que altera estruturas, ou seja, só existe no contexto da ação acabada, isto é, no contato efetivo entre uma “mensagem, um potencial de informação etc.” e o usuário. No entanto, a área, talvez até por falta de uma visão consolidada sobre os fenômenos informação e sistemas de informação, tenha adotado e popularizado as designações SI e SRI, gerando, assim, uma confusão entre o objeto trabalhado, isto é, documentos, textos e mensagens, e o possível efeito de seu conteúdo sobre o usuário, ou seja, a informação propriamente dita. Dessa forma, a terminologia que está sendo adotada (SI e SRI) segue a conotação paradigmática das áreas de comunicação e ciência da informação com as devidas ressalvas apontadas de sua impropriedade.

Isso posto, sistemas de informação são aqueles que objetivam a realização de processos de comunicação. Sistemas humanos de processamento da informação, sistemas eletrônicos de processamento de dados e sistemas de recuperação da informação constituem exemplos de mecanismos “especificamente planejados para possibilitar a recuperação da informação”⁵⁴. Dessa forma, sistemas de recuperação da informação são tipos de sistemas de comunicação que, entre outras funções, visam dar acesso às informações neles registradas. Tais informações constituem a memória humana registrada, o que Belkin e Robertson⁵⁵ categorizam como informação “cognitivo-social”: as estruturas conceituais sociais referentes ao conhecimento coletivo, ou seja, as estruturas de conhecimento partilhadas pelos membros de um grupo social (manuscritos, livros, periódicos, mapas, filmes, vídeos, quadros, partituras etc.).

O marco moderno da recuperação de informação e da consolidação do SRI como entidade é, em geral, datado das décadas de 40/50⁽⁵⁶⁾, embora o termo recuperação da informação (*information retrieval*) só tenha sido criado em 1951, por Calvin Mooers⁵⁷. Tal marco é caracterizado pela necessidade de armazenar e dar acesso rápido e preciso ao grande número de documentos que vinha tendo crescimento exponencial desde o século XVII e pelo advento do computador, que era visto como a grande solução para os problemas de armazenamento e recuperação da informação.

Nesse mesmo período, Von Bertalanffy sistematizava as novas idéias científicas que postulavam uma abordagem de todos integrados – a abordagem sistêmica. Assim, a concomitância do surgimento da visão sistêmica, com o advento do computador e a explosão da literatura, fez emergir e consolidar a entidade Sistema de Recuperação da Informação/Sistema de Informação.

Ainda, caso se leve em conta que SRIs operam com símbolos de documentos – substitutos pobres, inadequados e distorcidos dos objetos que representam – e que os processos de entrada e saída não estão sendo realizados de maneira satisfatória, deve-se rever, com urgência, a abordagem dada a esses processos, visando diminuir o distanciamento e tornar mais efetivo o contato entre o documento e o usuário. Somente nestas condições, pode-se associar ao SRI o conceito real de *Sistema de Informação* (SI)⁵⁸.

ENTROPIA E INFORMAÇÃO

Entropia, *a priori*, equivale a perda de energia, desordem; é um conceito fundamental da termodinâmica⁵⁹. Esta, em suas duas leis, estabelece: “o conteúdo total de energia do Universo é constante, e a entropia total cresce continuamente⁶⁰”.

Os princípios básicos e as preocupações da termodinâmica já estavam presentes no primeiro século antes de Cristo, quando o poeta Lucrécio⁶¹ escreveu em *De Rerum Natura*:

“.. Nosso ponto de partida será este princípio: nada pode ser criado, pelo poder divino, a partir do nada ... se coisas pudessem resultar do nada, qualquer espécie poderia brotar de qualquer fonte e nada necessitaria semente. Homens poderiam surgir do mar e peixes da terra, e aves poderiam ser chocadas no céu ... O segundo grande princípio é este: a natureza decompõe tudo em seus átomos constitutivos e nunca reduz coisa alguma a nada. Se qualquer coisa, em todas as suas partes, fosse passível de entrar em decomposição, qualquer coisa poderia perecer de repente e desaparecer de vista ...”

Horácio⁶², poeta romano, ao argumentar que “o tempo deprecia o valor do mundo”, falava sobre a essência da entropia sem o saber. Os textos dos filósofos naturalistas voltam freqüentemente ao tema relacionado à conservação de alguma entidade, de algo, mesmo nos fenômenos que ocorrem na natureza. Segundo Aron⁶³, já havia, desde os tempos de Lucrécio, a idéia de que, mesmo no contexto de um fracionamento do todo em átomos, a natureza conservaria algo, ainda que não se pudesse explicar perfeitamente o fenômeno. Leibniz conseguiu ver o princípio de conservação da energia mecânica, e Huygens delineou os princípios da impossibilidade de um moto perpétuo, baseado em sua convicção de que não se pode extrair algo do nada na tentativa de controlar os fenômenos naturais. A segunda metade do século XVIII e a primeira metade do século XIX viram essas concepções vagas baseadas em uma noção de encadeamento ordenado das condições inicial e final de processos de mudança física transformarem-se em princípios e leis científicas. Como exemplo dos princípios fundamentais envolvidos no estudo da matéria, podemos citar os trabalhos de Lavoisier no final do século XVIII e de seu contemporâneo Conde de Rumford.

O primeiro princípio, conhecido como da conservação da energia, apareceu em 1842 nos *Annalen der Chemie und Pharmacie*. O trabalho do engenheiro francês Nicholas Léonard Sadi Carnot sobre máquinas de calor e a descoberta do Ciclo de Carnot formaram a base da segunda lei da termodinâmica⁶⁴.

Conforme mencionado, a primeira lei da termodinâmica é a lei da conservação e estabelece que, embora a energia não possa ser criada nem destruída, pode ser transformada de uma forma para outra. Asimov⁶⁵ exemplifica:

“...Imagine que tomemos uma quantidade de calor e a transformemos em trabalho. Ao fazê-lo, não destruímos o calor, somente o transferimos para outro lugar ou, talvez, o tenhamos transformado em outra forma de energia.”

Na verdade, tudo é feito de energia. Contornos, formas e movimentos de tudo que existe representam concentrações e transformações de energia. Tudo o que existe no mundo, do mais simples ao mais complexo, tenha ou não sido criado pelo homem – plantas, animais, os próprios seres humanos, sistemas, máquinas, indumentárias, pedras, edifícios, monumentos etc. –

representam transformações de energia de um estado para o outro. Destruição ou morte dessas entidades representa, também, transformação de energia de um estado para o outro, ou seja, a energia neles contida é conservada e transformada: não desaparece. Essa primeira lei da termodinâmica estabelece, simplesmente, que não se gera nem se destrói energia. É o seu complemento, isto é, a segunda lei, que dá os fundamentos para a impossibilidade de se usar a mesmíssima energia repetidas vezes. Esta segunda lei estabelece que, a cada vez que a energia é transformada de um estado para outro, há uma certa penalidade imposta ao processo, quer dizer, haverá menos energia disponível para transformação futura. Esta penalidade chama-se entropia. Entropia é uma medida da quantidade de energia não mais capaz de ser convertida em trabalho.

As experiências de Sadi Carnot foram exatamente neste sentido. Ele tentava entender melhor por que uma máquina a vapor trabalha. Descobriu que a máquina trabalhava porque uma parte do sistema estava muito fria e a outra muito quente, ou seja, para que a energia se converta em trabalho, é necessária uma diferença em concentração de energia (diferença de temperaturas) em diferentes partes do sistema. O trabalho ocorre quando a energia passa de um nível de concentração mais alto para um nível de concentração mais baixo (temperatura mais elevada para mais baixa). Cada vez que a energia vai de um nível para outro significa que menos energia está disponível para ser convertida em trabalho em uma próxima vez.

Complementando o trabalho de Carnot, Clausius compreendeu que, em um sistema fechado, a diferença em níveis de energia sempre tende a desaparecer⁶⁶. Quando um ferro em brasa é retirado do fogo e deixado em contato com o ar, observa-se que o ferro começa a esfriar enquanto o ar imediatamente em volta começa a aquecer-se. Isto ocorre porque o calor sempre flui do corpo mais quente para o corpo mais frio. Após um determinado espaço de tempo, podemos notar que o ferro e o ar imediatamente em volta dele atingiram a mesma temperatura. A isto denomina-se estado de equilíbrio aquele em que não há diferença em níveis de energia. A energia neles contida está não-disponível. Isto não significa que não se possa reaquecer o ferro, mas, sim, que uma nova fonte de energia disponível terá que ser utilizada no processo. O estado de equilíbrio é, então, aquele em que a entropia atinge o valor máximo, em que não há energia disponível para executar algum trabalho. Clausius resumiu a segunda lei da termodinâmica concluindo que: “no mundo, a entropia sempre tende para um máximo.”

É interessante lembrar que, segundo Fast⁶⁷, o conceito de entropia tem dupla origem. De um lado, na termodinâmica clássica, a entropia é definida de uma forma abstrata, como uma variável termodinâmica do sistema em estudo. De outro lado, na mecânica estatística, ela é definida como uma medida do número de maneiras nas quais as partículas elementares do

sistema podem ser estruturadas sob dadas circunstâncias. A mecânica estatística, como o próprio nome diz, é a aplicação de métodos estatísticos à análise das propriedades, estrutura e comportamento de sistemas físicos, ou seja, aqueles sistemas que a física estuda e possibilitou mensurar, com grande nível de precisão, a entropia.

Rifkin⁶⁸ analisa mais amplamente o fenômeno da segunda lei da termodinâmica, de forma a ressaltar sua importância e impacto para a sociedade como um todo. Segundo ele, a atual visão de mundo iniciada há 400 anos, apesar dos refinamentos e modificações sofridas, mantém muito de sua essência. Vive-se, ainda hoje, sob a influência do paradigma da máquina newtoniana. Tal visão, no entanto, está prestes a ser substituída por um novo paradigma, ou seja, a lei da entropia. Einstein identificou a lei da entropia como “... a primeira lei de toda a ciência”. Sir Arthur Eddington a ela referiu-se como “... a suprema lei metafísica de todo o Universo”⁶⁹.

O Universo é entrópico, irreversivelmente. A irreversibilidade da entropia, que é a impossibilidade de retransformar (reutilizar) energia já

dissipada (utilizada), produz degradação. Se a energia total do universo é constante e a entropia é crescente, conforme foi visto, quer dizer que não se pode criar ou destruir energia; pode-se simplesmente mudá-la de um estado para outro. A cada mudança de estado, há menos energia para futuras transformações. Esta quantidade mensurável “menos energia disponível” é a entropia. À medida que a entropia aumenta, há um decréscimo em energia disponível. A cada vez que um evento ocorre no mundo, alguma quantidade de energia fica indisponível para trabalho futuro. Esta energia não disponível, diz Rifkin, é a poluição. Muitas pessoas pensam que a poluição é um subproduto da produção. Na verdade, poluição é a soma total de toda a energia disponível no mundo que foi transformada em energia não-disponível. O lixo, então, é energia dissipada, não-disponível. Uma vez que, de acordo com a primeira lei, energia não pode ser criada ou destruída, mas apenas transformada em uma única direção – para um estado dissipado –, poluição é apenas outro nome para entropia, isto é, representa uma medida de energia não-disponível presente em um sistema.

Um ponto importante que, segundo Rifkin, precisa ser enfatizado e reenfatizado é que na Terra a entropia cresce continuamente e deverá, em última instância, atingir um máximo. Isto, porque a Terra é um sistema fechado em relação ao Universo, isto é, troca energia, mas não matéria com o ambiente. Com exceção de um meteorito ocasional caindo sobre a Terra e de alguma poeira cósmica, o planeta Terra permanece um subsistema fechado do Universo. Rifkin, citando Georgescu-Roegen, destaca: “Mesmo na fantástica máquina do Universo, a matéria não é criada em quantidades expressivas ‘tão somente’ a partir de energia; ao contrário, enormes quantidades de matéria são continuamente convertidas em energia”⁷⁰.

A lei da conservação (primeira lei da termodinâmica) sempre teve ampla aceitação. A segunda lei, ao contrário, sempre encontrou resistência, em vários níveis, para ser aceita. Na física, os trabalhos de Maxwell e Boltzmann, no final do século XIX, mostram a obstinação da comunidade científica de contornar os efeitos da entropia. A aceitação da primeira lei e a rejeição da segunda podem ser explicadas pela própria antítese que simbolizam: vida e morte, início e fim, ordem e desordem.

A visão até aqui colocada da segunda lei é sob a perspectiva da energia movendo-se do estado disponível para o não-disponível e movendo-se da alta concentração para a baixa. Há ainda uma outra forma de ver a segunda lei, que diz que toda a energia em um sistema isolado move-se de um estado ordenado, isto é, coeso, para um desagregado. O estado mínimo de entropia, em que há máxima energia disponível concentrada, é também o estado mais coeso, uniforme. Em contraste, o estado máximo de entropia, no qual a energia disponível foi totalmente dissipada e dispersada, é também o estado mais desagregado ou caótico. O termo **caos da matéria** é empregado quando a matéria torna-se não-disponível, da mesma forma que se usa o termo **morte calórica**, quando a energia torna-se não-disponível.

A lei da entropia estabelece que o processo de evolução dissipa a energia total disponível para a vida no planeta Terra. O conceito geral de evolução estabelece exatamente o oposto. Acredita-se que, como em um passe de mágica, a evolução possa gerar ordem. Hoje em dia, o ambiente em que se vive tornou-se tão dissipado e desordenado, que se começou a rever idéias correntes sobre evolução, progresso e criação de bens de valor material. Evolução significa geração de ilhas cada vez maiores de ordem às expensas de mares cada vez maiores de desordem.

Foi Shannon⁷¹ quem primeiro ligou os conceitos de entropia e informação. Em seu modelo de comunicação (fonte-emissor-canal-receptor), a quantidade de informação transmitida em uma mensagem é uma função da previsibilidade da mensagem. A noção de entropia está ligada ao grau de desorganização existente na fonte. Quanto maior a desorganização (entropia, incerteza), maior o potencial de informação dessa fonte. Uma fonte que responda com a única e mesma mensagem a toda e qualquer pergunta não transmite informação, já que não há redução de incerteza.

Weaver⁷² destaca a importância da associação entre informação e entropia: em uma situação altamente organizada, em que não há aleatoriedade ou escolha, tanto a informação quanto a entropia são baixas.

Shannon e Weaver⁷³ desenvolveram, também, o conceito de entropia relativa, isto é, a entropia real dividida pela entropia máxima possível de uma fonte que utilize um conjunto de símbolos. Para eles, a redundância seria igual à diferença entre a entropia relativa e a unidade (um), donde:

Redundância = 1 – entropia relativa

Redundância é, assim, uma medida do quanto de uma mensagem pode ser destruída, apagada ou embaralhada sem perda de comunicação efetiva. Por exemplo, a ausência da letra “a” em **felicidade** não acarreta a perda de seu significado, de seu reconhecimento.

Um dos problemas associados à teoria de Shannon é a sua conceituação de informação. Para ele, informação é a presença de um ou zero em um bit – está associada à quantidade de informação de uma mensagem, e não ao seu conteúdo. Quantidade de informação significando maior ou menor probabilidade de emissão de mensagens a partir de uma fonte. Uma fonte binária tem apenas duas mensagens possíveis: 0 ou 1; sim ou não.

Wiener⁷⁴ também, à mesma época, associa entropia ao processo de comunicação/informação:

“... os processos que perdem informação são, como poderíamos esperar, estreitamente análogos aos processos que ganham entropia (...). Temos aqui uma aplicação precisa da 2ª lei da termodinâmica à comunicação. Uma especificação maior de uma situação ambígua tende, em geral, a proporcionar um ganho e não uma perda de informação.”

Brillouin⁷⁵ igualou informação à neguentropia (entropia negativa). Neguentropia é, então, a informação necessária para mudar um sistema de um estado para outro, mais ordenado. Dessa forma, é a neguentropia ou informação que torna possível a ordem crescente (entropia decrescente) em um sistema. O modelo clássico desse processo envolve o demônio de Maxwell. O conceito de neguentropia é objeto de discussão até hoje, já que sua base teórica é bastante contestada.

Conforme apontam Shaw & Davies⁷⁶, relações básicas entre entropia, ordem, informação e significado têm sido observadas por diferentes autores e disciplinas que vão da biologia à economia, passando pela ciência da informação, arte e religião.

Inúmeros trabalhos teóricos na ciência da informação foram baseados no modelo de Shannon Weaver, tendo como premissa a relação entropia-informação. Exemplos desses trabalhos são os de Lynch – distribuição de letras em textos; de Pao – usa a função de Brillouin como uma medida de comunicação entre autores; e Avramescu, que vê as distribuições bibliométricas como tipos de transferência de informação, discute o uso da entropia em modelos de difusão/transferência da informação e também discute as medidas de informação em comparação às da termodinâmica.

As relações entre entropia e informação, inclusive em nível de formalização matemática, notadas por vários autores, sempre intrigaram a comunidade científica, que vem abordando tais relações entre as duas entidades cautelosamente. Como aponta Rapoport⁷⁷: “O paralelo entre entropia e informação destaca-se meramente como uma identidade formal de expressões matemáticas. Aqueles que desejam especular acerca dos efeitos da segunda lei da termodinâmica sobre uma “sociedade fechada” e assuntos similares devem fazê-lo por sua conta e risco etc...”. Rapoport destaca, então, alguns pontos de semelhança buscados pelos cientistas entre as duas entidades, como será visto a seguir.

*“Dado um conjunto de configurações de qualquer sistema associado a probabilidades independentes de ocorrência (p_i), a **incerteza** do conjunto é definida na teoria da informação por*

$$H = - \sum_i p_i \log_2 p_i$$

*Assim, caso se selecione uma mensagem de uma fonte de n mensagens, cada seleção é uma “configuração” caracterizada por uma certa probabilidade. Então, **H** é a incerteza (por mensagem) associada à fonte. A recepção da mensagem transmitida sem erro destrói a incerteza do receptor em relação à qual mensagem será escolhida. Portanto, **H** mede, também, a quantidade de informação por mensagem.”*

Na mecânica estatística, prossegue Rapoport, a quantidade termodinâmica entropia também aparece com a mesma expressão, onde o conjunto de configurações **H** compreende todos os arranjos de posições e momentos das partículas que compõem um sistema e que correspondem ao seu estado termodinâmico.

Ocorre que os estados descritos na termodinâmica como **estados de equilíbrio** têm, correspondendo a eles, o maior número possível de tais configurações e são, então, os “mais prováveis”. A tendência ao equilíbrio observada em todos os sistemas “largados à própria sorte” é interpretada na mecânica estatística como a predominância da ocorrência de estados mais prováveis sobre menos prováveis.

A condição “se o sistema for largado à própria sorte” é crucial. É fácil reduzir a entropia de um baralho mediante a reordenações propositais de suas cartas. Uma vez que a entropia termodinâmica foi identificada como uma medida da desordem em um sistema, foi natural levantar a questão da possibilidade de a segunda lei poder ser contornada pela intervenção de alguma inteligência. Maxwell, relata Rapoport⁷⁸, na tentativa de contornar a segunda lei da termodinâmica, criou um minúsculo e inteligente demônio, pequeno o suficiente para lidar com moléculas individuais. A hipótese de Maxwell foi desenvolvida ao longo da seguinte linha: ele imaginou um compartimento fechado, totalmente isolado, com uma divisão no meio contendo uma pequena porta. O compartimento estava preenchido por um gás a uma “temperatura uniforme”, isto é, onde nenhum trabalho poderia mais ser desenvolvido, de acordo com a lei da entropia. O demônio, com visão acurada, era capaz de abrir e fechar a porta, permitindo que moléculas com velocidade acima da média, de alta temperatura, passassem da esquerda para a direita e que moléculas com velocidade abaixo da média, de baixa temperatura, passassem da direita para a esquerda. Assim, o gás localizado à metade direita do compartimento

aquecer-se-ia e o gás à esquerda resfriar-se-ia. Uma vez estabelecida a diferença de temperatura poder-se-ia usar qualquer tipo de máquina térmica para executar trabalho. Tanto Szilard quanto Brillouin mostraram que, para reduzir a entropia do gás, Maxie, o demônio de Maxwell, causaria um aumento de entropia em outros lugares, já que, para enxergar as moléculas, precisaria de alguma fonte luminosa extra, permanecendo, então, válida a segunda lei. Rapoport mostra, ainda, que tais discussões são interessantes porque conduzem a uma percepção de como as enzimas trabalham. A estas, é creditada a possibilidade de contornar, em nível local, a segunda lei – possibilidade esta que parece ocorrer em sistemas vivos. Ora, ocorre que mais cedo ou mais tarde todas as enzimas “desnaturam-se” e perdem suas funções de “organizadoras” de processos vivos. Desta forma, além do aumento na entropia do ambiente causada pela “fonte luminosa extra”, é preciso considerar, também, o aumento da entropia interna ao próprio Maxie, ou seja, a “desnaturação” das suas enzimas, refletindo o “custo entrópico” de suas decisões.

Outro nível de especulação refere-se ao conceito de informação como ferramenta para mensurar a “quantidade de conhecimento”, isto é, “quantificar o conhecimento”. Isto não é surpreendente, já que conhecimento evoca, intuitivamente, uma similaridade com informação e, também, porque conhecimento tem sido o objeto de especulações filosóficas. Da mesma maneira, há inúmeras discussões sobre como combater a inexorabilidade da segunda lei através do aumento do conhecimento (conhecimento = informação = entropia negativa), sobre o colapso inevitável das sociedades totalitárias (sociedade totalitária = sociedade fechada = sistema fechado, onde a entropia tende a aumentar) e sobre assuntos semelhantes, todos eles bem distantes da teoria da informação, tal como originalmente concebida, que se preocupava essencialmente com a transmissão eficiente de sinais em um canal de comunicação.

As generalizações, aponta Rapoport, foram muito além do que o ferramental disponível permitia, e, apesar dos vários problemas por ele levantados, enfatiza:

*“Embora pareçamos terminar com uma nota pessimista, deixe-nos reiterar nossa fé no futuro da teoria da informação (...). Acreditamos que as extensões da teoria da informação e do conceito de entropia (...) são inteiramente pertinentes. **Tememos, no entanto, que essas extensões não sejam fáceis de executar e que não possam ser obtidas por [mera] ‘sugestão semântica’, ou seja, por uma tendência de confundir invenção de termos com descoberta de princípios.**”*

Esse mesmo alerta é feito por Shannon⁷⁹ em 1956:

“Eu, pessoalmente, acredito que muitos conceitos da teoria da informação serão úteis em outros campos (...) mas o estabelecimento de tais aplicações não é uma questão trivial de mera tradução de palavras para um novo domínio, e, sim, o processo lento e tedioso de formulação de hipóteses e verificação experimental”.

Uma das aplicações mais importantes da lei da entropia é na determinação do tempo. O tempo vai em uma única direção, isto é, para frente, e este rumar para frente, por sua vez, é uma função da entropia. O tempo reflete mudanças na energia – de concentração para dissipação ou de ordem para desordem crescente. Se o processo de entropia pudesse ser revertido, então, tudo o que foi feito poderia ser desfeito. O tempo segue adiante porque a energia está continuamente movendo-se, do estado disponível para o não-disponível. Nas palavras de Sir Arthur Eddington⁸⁰, “entropia é a flecha do tempo”.

O tempo só pode existir enquanto houver energia disponível para realizar trabalho, diz Rifkin. A quantidade de tempo gasto é um reflexo direto da quantidade de energia utilizada. À medida que o Universo consome energia disponível, menos e menos ocorrências são possíveis, o que

significa que menos e menos “tempo real” está ainda disponível. Em dado momento no futuro, quando for atingido o estado final de equilíbrio (morte calórica), tudo cessará, nada mais ocorrerá. Portanto, quão mais rapidamente a energia do mundo for usada, menores serão as possibilidades de eventos ocorrerem e menor será o tempo disponível no mundo.

Há outro aspecto da entropia e do tempo que é importante. Embora a entropia fale da direção do tempo, não fala da velocidade. Na verdade, o processo entrópico está constantemente mudando de velocidade. A cada ocorrência no mundo, a entropia aumenta – algumas vezes de maneira lenta, outras de maneira rápida.

A humanidade sempre debateu a questão do determinismo histórico *versus* sua capacidade de exercer o livre arbítrio no desenrolar dos eventos. A lei da entropia muito contribuiu para resolver esta questão. Ao estabelecer a direção do tempo, a segunda lei estabelece os limites dentro dos quais a humanidade é forçada a trabalhar. Não se pode reverter o tempo nem o processo entrópico.

Eles já estão determinados. Pode-se sim, porém, exercer o livre arbítrio na determinação da velocidade com a qual o processo entrópico move-se. Cada ação que o ser humano exerce neste mundo acelera ou desacelera o processo entrópico. É através da escolha de como viver e de como comportar-se que a humanidade decide quão rapidamente ou quão lentamente a energia disponível no mundo exaurir-se-á.

Assim, a lei da entropia destrói a noção de história enquanto progresso. A lei da entropia destrói a noção de que ciência e tecnologia criam um mundo mais ordenado. Na verdade, a lei da entropia causa, sobre o mundo mecanicista newtoniano, o mesmo impacto que este causou sobre a visão de mundo da Idade Média cristã. Muitos, continua Rifkin, recusar-se-ão a aceitar que a lei da entropia reina suprema sobre toda a realidade física no mundo. Insistirão que o processo entrópico somente se aplica a casos específicos e que qualquer tentativa de aplicá-lo mais amplamente à sociedade é fazer uso de metáfora. No entanto, estão errados. As leis da termodinâmica provêm o quadro de referência científica mais ampla para toda a atividade física neste mundo. Nas palavras do prêmio Nobel Frederick Söldy citadas por Rifkin:

“As leis da termodinâmica controlam, em última instância, o surgimento e a queda de sistemas políticos, a liberdade ou a escravidão de nações, os fluxos do comércio e da indústria, as origens da riqueza e da pobreza, e o bem-estar físico geral da raça.”

Deve ser enfatizado que a lei da entropia lida somente com o mundo físico, onde tudo é finito e onde todos os organismos vivos existem e eventualmente deixam de existir. É uma lei que governa o mundo linear, horizontal do tempo e do espaço.

DISCUSSÃO

Toda a energia dispendida na evolução – do Universo, da Terra, da vida e da civilização – sempre esteve presente, na mesma quantidade, e sempre o estará (apesar de em estados diferentes: não-dissipado e dissipado).

Parece haver um razoável consenso por parte dos cientistas em torno da idéia do Big Bang, bem como da idéia de um universo em expansão; embora haja diferentes visões de como essa expansão se dá (positiva ou negativamente), a expansão em si não é questionada. Também não é questionado que a evolução implica degradação de energia (de útil para dissipada): o universo é entrópico. Em outras palavras: o conteúdo total de energia do universo é constante, e a entropia total cresce continuamente⁸¹.

Há uma contradição aparente entre os conceitos **vida** e **evolução** e **entropia**. De maneira simplista, a contradição pode ser resumida na seguinte pergunta: como conciliar a idéia de um universo em evolução, onde a vida se organiza, espécies adaptam-se, organismos de complexidade crescente surgem, com as idéias de desordem, caos e degradação contidas na entropia?

Parte dessa contradição é de origem polissêmica, isto é, termos como ordem, morte, equilíbrio são empregados com diferentes significados em diferentes contextos. Os conceitos **ordem** e **equilíbrio** na biologia (vida) conotam idéias de processo, progresso para atingir algo ideal, progredir, evoluir. Em relação à entropia, esses mesmos conceitos – **equilíbrio** e **ordem** – concretizam-se apenas quando nenhuma ação mais é possível, isto é, não há no sistema **desequilíbrio**, por exemplo, térmico capaz de gerar trabalho ou ação. Neste contexto, equilíbrio e ordem equivalem à morte entrópica, exatamente o oposto à equivalência desses mesmos conceitos na biologia.

É importante destacar que a biologia foi sempre um ponto de referência básico para a Teoria Geral dos Sistemas, uma vez que Von Bertalanffy, sendo biólogo, levou para sua teoria muitos dos conceitos e visões da biologia. Assim, equilíbrio na Teoria Geral dos Sistemas é algo desejável:

sistemas abertos buscam a homeostase. Nesse contexto, equilíbrio significa “estabilidade dinâmica”, preservação do caráter do sistema quando este atravessa períodos de crescimento e expansão. Equilíbrio aqui não significa imobilidade, mas um fluxo contínuo de energia do ambiente externo para o sistema e uma exportação contínua de energia do sistema para o ambiente, estabelecendo assim uma proporção de trocas e relações que permanece igual e é constante e equilibrada⁸². Uma vez que sistemas abertos são também considerados sistemas “vivos”, percebe-se a analogia entre esses conceitos na biologia e na Teoria Geral dos Sistemas. Há, em ambos os conceitos, uma dinâmica de crescimento através da qual levam ao limite máximo sua natureza básica. Reagem às mudanças ou as antecipam através do crescimento por assimilação de novos insumos energéticos.

Conforme coloca Schrödinger⁸³, cada ser vivo sobrevive extraindo continuamente entropia negativa, isto é, ordem, de seu meio ambiente. Enquanto são capazes de dissipar a entropia que geram a partir da importação de energia, esses organismos evitam a degeneração da morte (biológica).

Os conceitos que aqui emergem são os de sistema aberto, importação de energia e meio ambiente. Esses três conceitos encontram-se inter-relacionados, principalmente na Teoria Geral dos Sistemas e em outras teorias de sistemas que nela se apoiaram e que foram desenvolvidas, conforme já apontado por discípulos e seguidores de Von Bertalanffy.

Sistema aberto seria o que mantém relações de troca (energia e matéria) com o meio ambiente – tudo o que se encontra fora do sistema, que o afeta, e sobre o qual o sistema não exerce controle. A separação entre o meio-ambiente (o não-sistema) e o sistema é feita pelas fronteiras ou limites do sistema. Essa visão que implica uma delimitação física tangível entre sistema e não-sistema é, no mínimo, falaciosa. Na verdade, de acordo com a própria Teoria Geral dos Sistemas, todo sistema é subsistema de um sistema maior, ou seja, o não-sistema (meio ambiente) de um dado sistema é interno e parte, portanto, de um sistema outro qualquer ao qual aquele primeiro sistema pertence, por definição, *a priori* e necessariamente, no sentido de Hume⁸⁴. Não existe não-sistema nas teorias de sistemas.

Existe, sim, uma relação conter/estar contido de tal forma que o que não está contido em um sistema inicial **A** certamente estará no sistema seguinte **B** e assim sucessivamente até chegar-se, por exemplo, à Terra, que já é um sistema fechado em relação ao Universo, ou seja, a Terra troca energia, mas não matéria com o ambiente, conforme coloca Georgescu-Roegen⁸⁵; mesmo na fantástica máquina do universo, a matéria não é criada em quantidades expressivas tão somente a partir de energia; ao contrário, enormes quantidades de matéria são constantemente convertidas em energia.

A dedução lógica a que se chega a partir dessa dicotomia falaciosa aberto/fechado é que se está diante da mesma solução que o homem tem sempre adotado com entidades complexas e grandes: fracionar para observar, analisar, compreender e lidar com. É o que vem sendo feito com a ciência e suas áreas e subáreas, com a tecnologia e com outras reconstruções de “mundo”, no plano concreto ou no plano abstrato, com que o homem tem tido que lidar.

Para observar, analisar, compreender e lidar com o construto sistema foi adotada a convenção aberto/fechado e, para cada sistema aberto, foi criada outra dicotomia em relação à entidade-alvo, isto é, o sistema e o “resto”, ou seja, o meio ambiente. Ora, não há meio ambiente que não esteja dentro de um sistema maior; a Terra não troca matéria com seu ambiente, sendo então olhada como sistema fechado e, se a visão sistêmica for ampliada até o sistema maior, ou seja, o universo, qual seria o seu ambiente? Onde estariam as relações de troca? O que está em questão não é a existência do universo, nem seus contornos como vistos na física, na astronomia e em outras áreas correlatas, e sim a sua visão como sistema. Nessa visão, tanto a Terra, quanto o Universo são sistemas fechados e é uma contradição lógica afirmar que sistemas fechados contêm

sistemas abertos. Logo, a divisão é falaciosa. **Na verdade, não existem sistemas abertos ou fechados.** Convencionou-se, assim, categorizá-los para lidar melhor com o construto sistema.

Talvez por esta razão, a posição adotada por Afanasiev⁶⁶ não inclui considerações de sistemas aberto ou fechado. Sua tipologia fala em sistemas dirigidos e sistemas autogovernados. O conceito de direção é inerente aos sistemas de índole biológica, social ou mecânica, desde que criados pelo homem. A função da direção é manter a estabilidade do sistema, sua determinação qualitativa e equilíbrio dinâmico, o que é conseguido por meio da mudança oportuna e eficaz da estrutura do sistema em consonância com as novas condições. A estabilidade é necessariamente decorrente de uma estrutura temporal; há no sistema uma determinada periodicidade, um determinado ritmo que faz com que, em seu processo de movimento e desenvolvimento, o sistema atravesse certas etapas ou fases cronologicamente sucessivas: “O sistema é um processo em função do que sua estrutura vem a ser sua organização no tempo. É um contínuo tornar-se”.

Em relação ao meio ambiente, Afanasiev declara: não se deve levar ao absoluto a importância do ambiente.

“O caráter específico do sistema integral e sua essência são determinados, antes de tudo, pela natureza das partes que o formam e pelo caráter de sua interação interna. No que se refere ao meio ambiente, o efeito de seus fatores se traduz sempre através do interno, da essência do sistema, e de suas contradições internas”.

Dessa forma, o enfoque de Afanasiev rejeita a dicotomia aberto/fechado e insere as questões do tempo e do processo de direção. Ou seja, Von Bertalanffy e Afanasiev vêm de forma distinta a construção sistêmica em alguns de seus aspectos teóricos e práticos. Como a visão de Von Bertalanffy e seus seguidores predomina no mundo ocidental, esta visão (sistemas abertos e fechados) consolidou-se na literatura e vem permeando as áreas de conhecimento que utilizam a visão sistêmica, isto é, praticamente todas, inclusive comunicação/ciência da informação.

Entretanto, sistemas de informação e sistemas de comunicação, como entidades sistêmicas, não são nem abertos nem fechados; contêm subsistemas e estão contidos em sistemas maiores que também não são abertos nem fechados e, certamente, estão no sistema Terra e no sistema universo e, também, como todos os demais sistemas existentes, sujeitos às mesmas leis da entropia.

Ao retirar energia de um “hipotético ambiente” (não-sistema) para equilibrar-se, estão desequilibrando o sistema maior no qual estão inseridos; ao tentar “reduzir a entropia”, o caos, a desordem em seu interior provocam entropia, caos, desordem em alguma outra parte. Sistemas abertos ou sistemas fechados – não importa a designação – não sustentam a entropia e nem poderiam fazê-lo, uma vez que o universo é entrópico, irreversivelmente. Ocorre, sim, que, quanto maior o sistema, mais possibilidade há de entropia, desordem em seu interior. Quanto maior a entropia em seu interior, mais entropia é gerada no esforço de gestão desse sistema – de tal forma que gigantismo, crescimento exagerado, megasistemas, implica, logicamente,

aceleração do processo entrópico e conseqüente desorganização, caos, desequilíbrio acentuado. Não se pode deter a entropia, mas talvez seja possível minimizar seus efeitos, retardando-os mediante redução no espaço provável da entropia, ou seja, reduzindo o tamanho dos sistemas.

O fato de o Sistema de Informação (SI) estar atingindo seu limite de crescimento é uma das conseqüências lógicas do crescimento exponencial da informação, iniciado no século XVII e que atinge seu apogeu no século XX, com a chamada **explosão da informação**. Conforme Anderla⁸⁷, entre 1660 e 1960, a produção da ciência multiplicou-se por um fator de ca. um milhão. De dois periódicos em 1665, passou-se para uma dezena um século depois; para uma centena meio

século depois; para um milhar no meio século seguinte; para dez mil no início do nosso século; para cem mil antes de seu término. A literatura científica, como um todo, vem crescendo 7% ao ano, ou seja, dobra de volume a cada 15 anos. Já no início da década de 70, havia cerca de dois milhões de trabalhos científicos produzidos anualmente (entre 6 e 7 mil documentos científicos por dia útil).

Embora o termo **explosão da informação** tenha nascido no contexto da informação científica e tecnológica, há mugito ultrapassou essas fronteiras. O número de registros em bases de dados computadorizados, bibliográficos ou não, de acesso público, cresceu de 52 milhões em 1975 para ca. 5 bilhões em 1989 – um crescimento de mais de 9.500% em menos de 15 anos⁸⁸. Ora, se a literatura científica, ao dobrar de volume a cada 15 anos, deu origem à expressão “explosão da informação”, como caracterizar um crescimento de ca. dez mil por cento em um período de igual duração?

Essa **explosão da informação**, que, aliás, deveria ter melhor designação (explosão de documentos/mensagens), é apenas um dos aspectos envolvidos em sistemas de informação/comunicação. Aspectos outros como armazenamento, processamento e transmissão estão sendo tratados também pelo computador. Segundo Tennant e Heilmeir⁸⁹, na década de 70 o primeiro mandamento de um programador era “não desperdice o tempo da máquina!”; o custo de tal tempo era assustadoramente alto: pagava-se pela fração de um segundo. Na década de 80, iniciou-se uma era de “abundância computacional”. Hoje em dia, o imperativo é encontrar mais usos do computador para a sociedade, já que vêm ocorrendo enormes reduções no custo das funções por ele desempenhadas. Computadores ainda serão muito vendidos, e a potência computacional continuará a crescer e os custos continuarão a cair; no entanto, há mais de 12 milhões de computadores pessoais, e eles ficam ociosos, em média, 23 horas por dia. Mas, acrescentam os autores, ainda há espaço para mais abundância na indústria da computação. A velocidade de processamento multiplicou-se por 100 desde meados da década de 70; os custos de processadores decresceram por um fator de dez mil. Essas tendências levaram, na década de 80, à ampla difusão da computação pessoal e à inserção de computadores na produção industrial. **“Embora estejamos nos aproximando de alguns limites fundamentais na tecnologia de semicondutores, é provável que os próximos 25 anos ainda tragam progressos similares”** (grifo da autora).

A tecnologia de circuitos integrados ainda está progredindo exponencialmente. No entanto, a maioria dos especialistas acredita que, em meados da década de 90, os limites desse crescimento serão atingidos, sobretudo pelas técnicas utilizadas na litografia ótica, responsável pela impressão de circuitos no *chip* de silício⁹⁰.

Além da capacidade de processamento, a capacidade de armazenamento de um computador pessoal crescerá por um fator de 100, até atingir 1 *gigabyte* (1000 *megabytes* ou 1 bilhão de *bytes*). A capacidade de conexão do computador, em nível de uma rede local, crescerá cerca de 10000 vezes. Em termos de disponibilidade de informação, isto significa mais ou menos a diferença entre ter um livro ou ter uma biblioteca. É possível imaginar os impactos que tal ordem de grandeza causarão nas redes nacionais e internacionais.

Em termos de velocidade de transmissão, é suficiente exemplificar com os dados de Moreira⁹¹: com o emprego de novas tecnologias como as fibras óticas, os dados poderão voar a 2,4 *Gbits* por segundo, velocidade 1 milhão de vezes superior à taxa de transmissão de 2400 *bits* por segundo dos *modems* mais usados. Essa velocidade poderá aumentar ainda mais quando as fibras que a AT&T está testando chegarem ao mercado. Com elas, em menos de um segundo poderá ser transmitida toda a *Enciclopédia Britânica* com seus 30 volumes; quão mais perto se pode chegar do limite da velocidade e da “quantidade” de transmissão?

O fato de o SI estar atingindo a saturação é evidenciado pelo que se pode caracterizar como não uso em relação a documentos e mensagens, e ociosidade, em termos de máquina.

Um dos problemas associados ao gigantismo das bases de dados (5 bilhões de registros em 1989) refere-se à proporção desses registros que é errada, obsoleta, duplicada e irrelevante. Daniel⁹² estima tal proporção atingindo 150 milhões de registros aproximadamente. A saturação dos SIs é bem evidenciada pela lei dos 80/20 enunciada por Trueswell⁹³ a partir do modelo de Pareto, de ampla generalização, que mostra a distribuição de riqueza⁹⁴. Juran⁹⁵, um dos líderes do movimento de gerência da qualidade total (TQM) usa a frase: “os poucos vitais e os muitos triviais” (*the vital few and the trivial many*) como forma útil de chamar a atenção sobre um dos elementos mais importantes de uma população. Em relação aos SRIs, torna-se “extraordinariamente difícil” encontrar os “poucos vitais” entre os “muitos triviais”. De acordo com Prabha⁹⁶, o número absurdo de referências bibliográficas recuperadas degrada a qualidade da recuperação quando este número excede a tolerância do usuário. Em outras palavras, há uma saturação que torna o usuário incapaz de transformar documentos recuperados em informação. A capacidade de absorção do conjunto de usuários, isto é, seu limite de saturação, deveria nortear o “tamanho” dos produtos do sistema (saída).

O limite de crescimento do sistema de informação e seus subsistemas já foi atingido; presencia-se, no momento, a transição desse crescimento para a saturação (que parece estar levando os processos do sistema a uma estagnação, não concretização); seleção que não seleciona; indexação que isola e mutila; organização de arquivos que tem problemas quanto à sua própria integridade física, problemas estes que ampliam-se e repercutem no armazenamento; imprecisão e indeterminismo da análise e negociação de questões; limitações e dicotomização da estratégia de busca/recuperação; incoerência e perplexidade na disseminação/acesso ao documento. Nesse contexto, nada resta a acrescentar quanto ao sistema de avaliação; os estudos espelham, de maneira geral, o gigantismo dos sistemas e a insatisfação e a frustração do usuário com a resposta que lhe é fornecida pelo sistema⁹⁷.

A saturação do sistema expressa na lei dos 80/20, tal como a entropia, não pode ser evitada, mas seus efeitos podem ser atenuados.

Embora a qualidade emergja da quantidade – que leva à criação de massa crítica⁹⁸ –, há um ponto crucial além do qual o crescimento da massa crítica leva a uma explosão, a um gigantismo, que acarreta uma saturação, ou seja, o atingimento de um ponto limite a partir do qual não há mais capacidade de absorção/assimilação.

No contexto de sistemas de informação, esse fenômeno é nítido: a informação cresceu exponencialmente, explodiu. A preocupação dominante do SI foi a de acompanhar esse crescimento, essa explosão, sem questionar as possíveis conseqüências daí advindas. Talvez, até mesmo, por não compreender o fenômeno informação e confundi-lo com o fenômeno documento – simulacro da informação.

A associação do SI com o computador e com as novas tecnologias de informação e telecomunicações teve como objetivo basicamente, dar conta da quantidade e, nesse sentido, vem sendo utilizada até hoje. O emprego das tecnologias da informação nos subsistemas de um SRI é, na maior parte dos casos, uma réplica ampliada e acelerada dos processos manuais. Não têm havido estudos da necessidade de mudanças nesses subsistemas e, muito menos, de como a tecnologia pode auxiliar nessas mudanças.

O uso cego da tecnologia gerou, como seria de se esperar, o não-uso ou o uso cego dos documentos. As capacidades de armazenamento, processamento e transmissão estão sendo levadas a números muitas vezes inconcebíveis, infinitamente superiores à capacidade de assimilação do homem, isto é, estão sendo levadas à saturação.

A solução ou uma possível solução para o SI lidar com ou minimizar os efeitos do gigantismo e suas implicações de entropia e fenômenos correlatos (80/20, etc.) é uma reversão a tamanhos compatíveis com a capacidade de absorção dos segmentos sociais aos quais visa atender e que é seu objetivo maior (maximização do uso da informação).

Como a noção de tamanho está associada à noção de qualidade e massa crítica, esses dois fatores são cruciais para qualquer solução que se tencione adotar para a sobrevivência do SI enquanto sistema social, criado pelo homem.

Sistemas, de acordo com a teoria que os rege, necessitam ter objetivo(s) para o serem. SIs vêm, ao longo do tempo, definindo seus próprios objetivos em contextualizações diversas. Tais contextualizações imprimem-lhes conotações que vão de **armazéns estáticos de documentos** (os que visam dar acesso aos documentos), até **sistemas dinâmicos de processamento e disseminação de documentos** (os que visam maximizar o uso da coleção).

Ainda em termos sistêmicos, é necessário avaliar se e quão bem os objetivos do sistema estão sendo atingidos – e para tanto, é essencial que esses objetivos sejam expressos em termos mensuráveis. É nesse sentido que maximizar o uso de coleção, além da conotação dinâmica, possibilita a avaliação do sistema no todo e/ou em parte, uma vez que é possível mensurá-la. Tais mensurações são encontradas na literatura sob designações como: estudos de uso da coleção, estudos de satisfação do usuário, estudos de demanda da informação etc.

A quase totalidade dos estudos de uso da coleção corrobora a lei dos 80/20. O que significa na verdade essa lei? Dizer que 20% da coleção satisfazem a 80% da demanda, mesmo sob a visão mais otimista, não pode ser considerado como um uso máximo. O que essa lei expressa parece ser um padrão generalizado de distribuição relativa a fenômenos naturais e sociais (sociais, no contexto de produzidos pelo homem).

Se tal lei expressa, então, um fenômeno generalizado, poder-se-ia até inferir ser 20% o uso máximo possível de uma coleção. No entanto, o próprio Trueswell⁹⁹ – descobridor da lei –, em diferentes estudos, constatou, para empréstimos, proporções como 93/60 (Northwestern University); 90/50 (Mount Holyoke College) etc. Estudos em um SRI no Brasil, na década de 80, evidenciaram padrões em torno de 78/35 e 80/52¹⁰⁰.

Ora, se é possível para alguns, não há por que não ser para os demais. O sistema, ao aceitar a imposição dos 80/20, submete-se, de forma passiva, a uma lei que perversamente o faz falhar no cumprimento de seu objetivo: maximizar o uso da coleção.

A maioria dos estudos de usuários evidencia padrões bastante similares de insatisfação em relação ao desempenho do sistema no todo ou em parte. Kremer¹⁰¹ aponta alguns resultados desses estudos: há ca. 50% de insucesso nas buscas de documentos nos armazéns (estantes, registros computadorizados etc.); o nível de satisfação do usuário com o sistema em geral oscila entre 40 e 60%, sendo 60 considerado um “bom” nível de satisfação; 75% dos usuários de bibliotecas não pedem ajuda aos bibliotecários, porque ficaram insatisfeitos em atendimentos anteriores; grande parte dos usuários acha difícil usar os sistemas.

O que esses estudos evidenciam é muito mais a insatisfação do que a satisfação: 60% serem considerados um “bom” nível de satisfação do usuário mostra quão distorcida é a perspectiva do sistema em relação a seu público-alvo.

Embora tais estudos sejam criticados por usarem metodologias incipientes, por não se aprofundarem em questões de cognição e pela ausência de um embasamento teórico e também de generalizações – ou seja, não são metodologicamente inatacáveis –, eles apontam para uma conclusão inequívoca: a insatisfação do usuário ou, no máximo, uma satisfação medíocre.

A expressão numérica da satisfação do usuário, seja para encontrar um documento no armazém/estante, seja no grau de confiança que ele tem no sistema, seja em sua própria satisfação com o sistema como um todo, é em torno de 50%, o que tende a indicar, conforme foi apontado, que satisfação e insatisfação confundem-se em uma mesma expressão numérica, o que é uma contradição, porque satisfação não é igual à insatisfação. No entanto, para o sistema, pelo menos numericamente, não há diferença entre as duas, ou seja, ou o usuário está insatisfeito ou está mediocrementemente satisfeito.

Uma das prováveis razões dessa falha do sistema no cumprimento de seus objetivos, tanto do ponto de vista do próprio sistema, quanto do ponto de vista do usuário, está associada ao gigantismo (que, conforme foi visto, propicia mais espaço para entropia e caos). Inversão do crescimento exponencial, reversão a tamanhos menores e mais adequados não significam apenas redução quantitativa. A mera redução quantitativa não atende às demandas de uma sociedade que é informação-intensiva e caminha rumo ao conhecimento, não podendo dar-se ao luxo de jogar fora informação relevante; tal redução pode levar à perda de informações básicas, fundamentais, o que afetaria a qualidade do sistema.

A inversão no crescimento exponencial significa redução na velocidade de crescimento, de tal forma que essa desaceleração possibilite uma reversão do sistema a tamanhos menores, mais adequados; em outras palavras, crescer mais devagar, alterar sua própria relação tempo-espacial com a explosão da informação, por exemplo, não tentar acompanhar cegamente a velocidade dessa explosão e poder, dessa forma, gerir melhor seus espaços internos de arquivos, armazéns, processos etc., possibilitando a reversão do sistema de informação a tamanhos menores, mais adequados.

Reversão implica pensar qualitativo, difícil de caracterizar e conceituar, mas que está implícito em diferentes manifestações/leituras do pós-moderno. Reversão significa retroceder, regressar, voltar ao ponto de partida. Re-versão pode ser interpretada como um retorno, uma volta (re-) para uma nova interpretação/visão de mundo (-versão). O conceito, de maneira geral, acarreta **voltar para trás**.

A reversão aqui proposta significa uma reconstrução mental – não de um sistema original no sentido de seu estágio temporal primitivo, mas sim de um sistema capaz de se repensar para uma nova visão de mundo em termos de tamanhos mais adequados.

Deve-se usar informação (inteligência) sobre o próprio sistema para revertê-lo de acordo com as necessidades de uma sociedade de informação – para que ele possa realmente ser um sistema de recuperação da informação. Isso não implica mera redução de tamanho, mas um repensar conceitual sobre a entidade *qua* sistema social, onde as reformulações necessitem, talvez, ir bem além de cortes quantitativos, onde seja talvez necessário repensar o sistema em seus subsistemas, processos, componentes, para que dele se extraia informação, e não seu simulacro.

Tal repensar não pode ser linear nem talvez determinista: quais serão os atratores da reversão a serem considerados? Quais os seus ciclos?

Dessa forma, a reversão do sistema a tamanhos menores, mais adequados, é condição necessária à sua sobrevivência como sistema social, mas certamente não é suficiente. A qualidade exigida por uma sociedade da informação – conhecimento intensivo implica, sobretudo, uma nova contextualização teórico-conceitual para SIs – contextualização essa que parece extrapolar, extravasar os limites das abordagens sistêmicas tradicionais.

EXTENSÃO EXPLANATÓRIA: NOVA ABORDAGEM TEÓRICO-CONCEITUAL – O CAOS

Caos, na definição de diversos dicionários, significa “grande confusão ou desordem; espaço vazio; abismo”. Caos tem, dessa forma, a conotação de desordenado, sem forma ou estrutura. Em tempos mais recentes, há uma ou duas décadas, essa palavra está sendo usada nas ciências, na matemática, nas artes, na filosofia etc. para “adjetivar” uma grande quantidade de fenômenos que englobam desde o sistema solar até condições meteorológicas, biológicas, sociais etc. O emprego do termo caos em tais contextos é um pouco paradoxal: caos sugere ausência de forma, desordem. Mas as atividades científicas, filosóficas, sociais, artísticas etc. evocam ordenação e estruturas definidas. Não há muito o que dizer sobre algo em que inexiste ordem e estrutura. Mas, nessas atividades mencionadas anteriormente, o termo caos conota imprevisibilidade e complexidade. Para melhor compreensão desse fenômeno, é preciso retroceder cerca de 300 anos e olhar o mundo sob a perspectiva do mecanicismo newtoniano (século XVII).

A história da evolução humana evidencia uma busca pela regularidade: ordem das estações, sucessão de dias e noites, precisão (ainda que muitas vezes só aparente) do movimento de estrelas e planetas no céu etc. – regularidades essas demonstradas por Isaac Newton há mais de 300 anos, mediante as leis do movimento e da teoria da gravidade. As leis do movimento, sobretudo, fornecem um exemplo clássico do mecanicismo, no qual o futuro é determinado apenas pelo passado, em um determinismo “anti-séptico” em que o acaso e a incerteza são aberrações a serem negligenciadas. Ora, os conceitos de ordem, de determinismo, como tantas outras enteléquias, trazem em si sua própria antítese: a existência da ordem implica a existência da desordem.

“Com Newton, Galileu, Kepler, Leibniz e outros cientistas, o determinismo se liga à idéia de ‘lei natural’, de ‘simplicidade da natureza’ e vai encontrar uma expressão precisa na formulação matemática das leis físicas¹⁰²”. Determinismo implica a visão de um comportamento necessário e bem regulado para o universo material e contrapõe-se à idéia de acaso. Essas duas idéias, determinismo e acaso, evocam o antigo debate filosófico-teológico sobre necessidade e livre arbítrio, mostrando ser o cerne dessa questão muito anterior à formalização da ciência.

O contraponto, a antítese do determinismo é o acaso, a probabilidade, ou seja, a descrição de como um grande número de eventos pode comportar-se de forma típica, mesmo quando eventos individuais são imprevisíveis. Por exemplo, em um grande número de lances de moeda, sabe-se que a probabilidade de cara ou coroa é de 50%, embora seja impossível prever cada lance individual da moeda.

Um dos primeiros estudiosos da probabilidade, da desordem, foi o matemático francês Pierre Simon de Laplace (século XVIII), que, no entanto, era adepto da visão newtoniana do universo. O século XIX foi sacudido pela probabilidade, culminando, em seu final, com um elenco de teoria e visões que seriam resumidas posteriormente no princípio da incerteza de Heisenberg. Isto não significando, no entanto, que o determinismo houvesse sido abandonado. Pelo contrário, determinismo e probabilidade co-existiram (e ainda o fazem!), lado a lado, como visões possíveis de mundo, apesar de incompatíveis: na primeira, o futuro é determinado com base no passado, sem necessidade do conceito de probabilidade. Na segunda, o futuro

depende do passado de uma forma aleatória e não pode ser determinado por ele¹⁰³. O primeiro desafio a essa situação de conflito nasceu em 1920-30, com a teoria quântica (também baseada no cálculo de probabilidades). O segundo desafio veio da teoria do caos (1960/70). Mesmo em sistemas simples, newtonianos, a previsão nem sempre é possível – há uma persistente instabilidade, isto é, caos.

Ainda de acordo com Persival¹⁰⁴, a teoria do caos determinista mistu-ra determinismo e probabilidade de formas totalmente inesperadas. Compreender o desdobrar-se do caos em um sistema ajuda a descrever comportamentos de uma folha flutuando ao vento, batidas cardíacas, torneiras que pingam e muitos outros aspectos, em grande e pequena escalas, de nosso universo complexo – o caos permeia todas as disciplinas científicas. Astrônomos vêm utilizando teorias do caos para modelar a pulsação do universo em seus primórdios, o movimento das estrelas nas galáxias, bem como o dos planetas, satélites e cometas do sistema solar. Outra aplicação do caos é no estudo dos movimentos da atmosfera, permitindo previsões meteorológicas. Biólogos também vêm o caos nas mudanças em populações de insetos e aves, na propagação de epidemias, no metabolismo de células e na propagação de impulsos no sistema nervoso. Físicos encontram caos no movimento dos elétrons nos átomos, no movimento dos átomos em moléculas e gases e na teoria de partículas elementares. Engenheiros lidam com o caos em circuitos elétricos e aceleradores de partículas. Economistas tentam prever os altos e baixos do mercado financeiro com a ajuda do caos.

“A ciência do caos é como um rio que se alimenta de muitas correntes. Suas fontes vêm de todas as disciplinas – matemática, física, química, engenharia, medicina e biologia, astronomia e meteorologia, daquelas que estudam fluidos e das que estudam circuitos elétricos, de estudiosos que buscam a comprovação precisa e rigorosa de teoremas e de audaciosos exploradores da computação¹⁰⁵”.

Em uma palestra sobre sistemas caóticos, atratores estranhos e aplicações, Pallis Jr.¹⁰⁶ mostrou a importância crescente do caos; nos anos 60-70, a visão dominante de mundo era determinista, com pequena fração caótica. Nos anos 80-90, ocorre exatamente o oposto: predomina a visão caótica que pode abranger até mesmo os sistemas deterministas. O caos determinista ocorre onde as formulações são deterministas e as soluções não o são. De acordo com Rezende¹⁰⁷;

“O caos é um estado complexo caracterizado pela (aparente) im-previsibilidade de comportamento e por grande sensibilidade a pequenas mudanças das variáveis do sistema ou das condições iniciais. É observado tanto em sistemas muito simples, quanto em sistemas complexos. A condição essencial para um sistema apresentar estado caótico é ser não-linear, isto é, apresentar uma resposta não proporcional ao estímulo.

Hoje sabemos que o comportamento caótico é perfeitamente quantificável e previsível, desde que disponhamos de um modelo matemático, analítico ou numérico, para descrever o sistema. Entretanto, para um observador que não conheça o modelo ou não seja capaz de resolvê-lo, o comportamento de um sistema no estado caótico parece totalmente aleatório e imprevisível.”

Alguns dos mais belos exemplos de caos estão na matemática, onde as soluções dos problemas aparentemente simples evidenciam comportamentos extraordinariamente complicados. Tais complicações afastavam os cientistas desses problemas, mas, com o advento dos computadores, a beleza dessas “complicações” tornou-se uma das principais fontes de atração desse tema. Caos é uma ciência da era da computação, assim como a ciência da informação e a comunicação em alguns de seus contextos.

Sistemas de recuperação da informação têm formulações deterministas, isto é, possuem os componentes “regulares” de um sistema: entrada, saída, partes, limites, meio ambiente etc. Os subsistemas executam processos, têm funções definidas e inter-relacionam-se para atingir o

objetivo proposto pelo sistema. No entanto, a seleção não seleciona; a indexação isola e mutila; arquivos e armazéns têm problemas de integridade e precisão; a análise e negociação de questões têm problemas de imprecisão e indeterminismo; a estratégia de busca tem limitações e dicotomias; a disseminação é incoerente e causa perplexidade¹⁰⁸. Em outras palavras, respostas imprevisíveis e, na maioria das vezes, inesperadas.

O fenômeno da relevância, indissociável do SRI, do usuário e dos documentos, é extremamente subjetivo e sujeito a variações de interpretação e julgamento, dependendo dos momentos e condições iniciais do sistema, dos diferentes usuários e dos documentos em suas inter-relações. Qualquer alteração nessas variáveis pode mudar drasticamente os resultados esperados. O que é relevante para um elemento do sistema (responsável, por exemplo, pela seleção, indexação e demais processos) pode ou não ser para ele próprio em um outro momento no tempo, ou para outros elementos do sistema; o que é relevante para um usuário em um tempo T pode não ser para outros usuários ou para o mesmo em outro tempo T1; documentos têm sua própria relevância, *a priori* do sistema, e que pode ser alterada dependendo do conjunto ao qual esses documentos venham a pertencer; há, no sistema, uma imprevisibilidade de comportamento. E o sistema como um todo é sensível às alterações que tais imprevisibilidades vão provocar em suas variáveis – alterações estas que, conforme visto, não são lineares.

Acresce ainda que a entidade informação que o sistema tenciona processar para entregar ao usuário é sensível ao estado mental/à estrutura interna do usuário (condições iniciais), tornando-se, assim, imprevisível em sua concretização; é impossível afirmar se um determinado documento será ou não transformado em informação, ou seja, se alterará ou não a estrutura mental do receptor – o jogo da informação é o jogo do caos.

Dessa forma, SIs parecem exibir todas as características de um sistema caótico, ainda que determinista. A abordagem sistêmica das décadas de 30, 40, 50, útil como agregadora de áreas e fenômenos àquela época dispersos, parece ter se tornado uma camisa de força para os SIs, que parecem necessitar uma nova abordagem teórico-conceitual que melhor responda às suas necessidades enquanto sistema social.

A abordagem caótica parece reunir as condições necessárias e suficientes a um novo modelo de SI. Tal abordagem não anula os efeitos da entropia e sequer dispensa a inversão do crescimento exponencial e a reversão do SI a tamanhos mais adequados. No entanto, já se pensa em controlar o caos¹⁰⁹, embora não se fale em controlar a entropia.

O que uma nova abordagem teórico-conceitual pode apresentar é uma perspectiva de solução para alguns dos graves problemas que vêm afetando SIs, independentemente de seu tamanho, e que só se agravam com seu crescimento, gigantismo e descontrole exponencial.

CONCLUSÕES

O sistema de informação não só está atingindo seu limite de crescimento e saturando-se, mas a inversão de seu crescimento exponencial e sua reversão a tamanhos mais adequados são condições necessárias e, talvez, até indispensáveis, embora não suficientes à sua sobrevivência como sistema social, criado pelo homem.

A questão maior, a entropia, não pode ser evitada: sistemas são entrópicos. No entanto, há maneiras de se lidar com a entropia de forma a minimizar seus efeitos nos SIs. Não se trata apenas de uma simples redução de tamanho para, conseqüentemente, reduzir o espaço de

entropia – esta seria uma solução míope, simplista que tiraria do SI o seu *status* de sistema social.

Não acompanhar a explosão da informação através de uma série de processos internos que redimensionem a política de seleção e, ao mesmo tempo, reestruturem os demais subsiste-

mas é uma etapa seguinte, consecutiva à redução do tamanho. Aproximar as entidades documento e informação é uma demanda da sociedade pós-moderna, conhecimento-intensiva, voltada para segmentos sociais distintos que têm diferentes necessidades e percepções de informação.

Dessa forma, inverter o crescimento exponencial para reverter o sistema a tamanhos menores, mais adequados, implica uma revisão do próprio sistema. Seu *locus* contextual e teórico e também sua modelagem e jogos de ação não podem ficar confinados nem aprisionados em uma teoria de sistemas que seja um fim em si mesma, ou que represente uma visão finalística, acabada, do SI.

O *status* do SI como sistema social, para concretizar-se, necessita de um novo contexto teórico capaz de alicerçá-lo adequadamente em sua realidade conceitual, perceptual, processual, metodológica e inter-relacional. Em resumo, uma teoria capaz de melhor explaná-lo em todos os seus aspectos dinâmicos e conflitantes. E esse *locus*, essa teoria, pode ser o caos.

Os resultados obtidos podem ser enfocados tanto em nível teórico, quanto prático; tanto em nível nacional, quanto a internacional. Em termos teóricos, os resultados apontam para uma nova possibilidade de contextualização da entidade sistemas de informação. Contextualização essa que abrange desde o fenômeno informação até o fenômeno sistema.

SIs não percebem que lidam basicamente com documentos, ou seja, com simulacros de informação, e não com informação. Isso ocorre tanto em nível macro, isto é, do sistema como um todo, quanto nos subsistemas, quer de entrada, quer de saída.

SIs, por se considerarem sistemas abertos, parecem ignorar ou negligenciar a entropia; o gigantismo parece preocupá-los essencialmente nos aspectos econômicos (custos e recursos humanos) e de espaço, mas, ainda assim, o computador está sendo apontado como um possível solucionador para os problemas de espaço e, até mesmo, a médio prazo, de custos.

SIs enclausuraram-se nas teorias de sistemas. Suas disfunções, falhas e inadequações são encaradas, geralmente, como normais – satisfação medíocre do usuário, lei dos 80/20 etc. – e até mesmo como inevitáveis, ou então como aberrações com as quais o sistema não deve se preocupar...

O presente trabalho provou que, a partir da definição de Belkin e Robertson, a designação SI é, no mínimo, inadequada – não há informação nos SIs, mas tão somente representações de documentos e documentos que carregam, em seu bojo, um potencial de informação. SIs sequer lidam com documentos – exceto, talvez, nas “pontas”: seleção e disseminação. Eles lidam apenas com representações de documentos, ou seja, com simulacros dos mesmos.

Não há sistemas abertos ou fechados. Não há como escapar da ação da entropia. E a própria visão sistêmica tradicional está inadequada em sua forma e conteúdo.

Conforme foi demonstrado, os construtos teóricos dos SIs precisam voltar-se para o Caos e rever-se à luz dessa nova teoria, buscando uma inserção mais adequada para suas próprias teorias, leis, quase-lei, modelos, conceitos etc. E, ao fazê-lo, provocarão, provavelmente, uma reconceituação em suas próprias visões dos construtos informação e sistemas.

E por ser o SI um tipo de sistema de comunicação, os efeitos dessa revisão impactarão tanto a ciência da informação, quanto a comunicação.

Em nível prático, as implicações são tão numerosas e de tamanho impacto potencial, que se torna difícil enumerá-las exaustivamente. Alguns poucos exemplos:

- aproximação e até interseção das entidades documento e sistemas de informação: nova abordagem teórico-conceitual informação;
- redimensionamento do SRI para uma sociedade conhecimento-intensiva, implicando, com isso, sistemas menores, mais adequados, com potencial de melhor atendimento a segmentos diversificados de usuários;
- análise dos processos e do processamento dos documentos como um todo, em todo seu fluxo, desde a entrada até a saída, visando tratar esses documentos de forma mais adequada, tornando-os realmente informação potencial;
- reconceitualização do profissional da informação como tal: sua formação, atuação e educação continuada, bem como sua própria inserção na sociedade à qual pertence;
- possibilidade do uso inteligente da tecnologia da informação para maximizar não só o uso de documentos, mas também buscar novas formas de satisfazer e até antecipar as demandas da sociedade pós-moderna, pós-industrial.

Em nível nacional, o presente trabalho aponta para diferentes soluções capazes de levar o país a utilizar, com inteligência e lucidez, uma de suas maiores riquezas, que é seu potencial de informação – hoje disperso, escondido, maltratado e negligenciado nos SIs.

Em contexto internacional, o presente trabalho aponta possíveis soluções para lidar com o gigantismo declarado dos megasistemas. Não é possível acabar com a entropia (a repetição aqui é deliberada), mas é possível, conforme foi demonstrado, lidar melhor com suas conseqüências.

O presente trabalho, em sua revisão do SI, tencionou abrir as portas para possíveis soluções de antigos problemas e novas abordagens ao sistema como um todo. Longe de esgotar o tema, descobriu a ponta de um iceberg que, se devidamente explorado, é capaz, realmente, de levar SIs bem próximos da informação, do conhecimento e, talvez, da sabedoria.

NOTAS E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BELKIN, N.J., ROBERTSON, S.E. *Information science and the phenomenon of information*. *Jasis*, v.27, n.4, p.197-204, 1976.
2. BERTALANFFY, L. Von. *General System Theory*. New York: George Braziller, 1968.
3. ASIMOV, I. In the game of energy and thermodynamics you can't even break even. *Apud* RIFKIN, J. *Entropy: a new world view*. New York: Bantam Books, 1981.
4. RIFKIN, J. *Entropy: a new world view*. New York: Bantam Books, 1981.
5. SHANNON, C.E. The mathematical theory of communication. *Bell System Tech. J.*, v.27, 1948.
6. WIENER, N. *Cybernetics*. New York: Wiley, 1948.
7. BRILLOUIN, L. The negentropy principle of information. *J. Applied Physics*, v.24, n.9, p.1152-1163, 1953.
8. SAGAN, C. *The dragons of Eden; Speculations on the evolution of human intelligence*. New York, Ballantine Books, 1977.

9. BRETON, P. & PROULX S. *L'explosion de la communication; la naissance d'une nouvelle idéologie*. Paris: La Découverte, 1989.
10. ZEMAN, J. Significado filosófico da noção de informação. In: *O conceito de informação na ciência contemporânea*. Trad. Maria Helena Kühner. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.
11. Esse conceito de entropia negativa será visto no capítulo sobre "entropia".
12. YUEXIAO, C. *Definitions and sciences of information*. *Information Processing & Management*, v. 24, n. 4, p. 479-491, 1988.
13. O dicionário Aurélio usa o termo *ilusivo* remetendo a *ilusório*: "que produz ilusão". O termo original é *elusive*.
14. BELKIN, N.J. Information concepts for information science. *Journal of Documentation*, v. 34, n. 1, p. 55-85, 1978.
15. BELKIN, N.J., ROBERTSON, S.E. *Information science and the phenomenon of information*. *Jasis*, v. 27, n. 4, p. 197-204, 1976.
16. BOULDING, K.E. *The image*. Ann Arbor, Mi: University of Michigan Press, 1956.
17. Esta é a conceituação de informação adotada no presente trabalho. A literatura de diferentes áreas e diferentes profissionais que lidam com o fenômeno informação empregam o termo *informação* como sinônimo de mensagem, conhecimento, conjunto de dados etc. Não cabe, neste trabalho, apontar ou corrigir os usos que conflitam com a definição adotada. Assim, quando o termo significar "alteração de estrutura", aparecerá grifado. Nos demais casos, isto é, para significar mensagens, conhecimento etc, não será grifado, embora isso possa causar uma aparente inconsistência entre a definição adotada e seu uso polissêmico e sinonímico em diferentes contextos.
18. YUEXIAO, *Op. cit.*
19. ARAUJO, V.M.R.H. de. *Ciência, tecnologia e informação como questão nacional no Brasil*. Rio de Janeiro: 1989, 33 p. [Inédito].
20. ANDERLA, G. *A informação em 1985*. Rio de Janeiro: CNPq/IBICT, 1979.
21. ARAUJO, V.M.R.H. de. *Informação: instrumento de dominação e de submissão*. *Ci.Inf.*, v. 20, n. 1, p. 37-44, jan./jun. 1991.
22. BUSINESS WEEK, Aug. 25, 1986.
23. CHERRY, C. *A comunicação humana*. São Paulo: Cultrix, Ed. da USP, 1974.
24. Incluída aí a autora deste artigo.
25. FREIRE, I.M. *Comunicação de informações tecnológicas para o meio rural*. *Ci.Inf.* Brasília, v. 13, n. 1, p. 67-71, 1984.
26. LYOTARD, J.F. *O pós-moderno explicado às crianças*. Lisboa: Publicações Don Quixote, 1987.
27. VATTIMO, G. *O fim da modernidade: niilismo e hermenêutica na cultura pós-moderna*. Lisboa: Editorial Presença, 1987
28. MARX, K. *Conseqüências sociais do avanço tecnológico*. São Paulo: Edições Populares, 1980.
29. VATTIMO, *Op. cit.*
30. BARBOSA, W. do V. Tempos pós-modernos [prefácio]. In: LYOTARD, J.F. *O pós-moderno*. 3ed., Rio de Janeiro: José Olympio Ed., 1988.
31. GOULD, S.B. Secrecy: Its role in National Scientific and Technical Information Policy. *Library Trends*, v. 35, n. 1, Summer, 1986.
32. MELODY, W.H. The context of change in the information professions. *Aslib Proceeding*, v. 38, n. 8, p. 223-230, August, 1986.

33. TOFFLER, A. *A terceira onda*, 3ª ed., Rio de Janeiro: Editora Record, 1980.
34. BERTALANFFY, L. Von. *General system theory*. New York: George Braziller, 1968.
35. BOGDANOV, A. *Textologia: Vseobshchaya Organizacionaya Nauka/Tectology: The Universal Science of Organization*, 2 ed.: Moscou: Izdatclstvo Z. I, 1922. 3 v. (Tradução de Gilda Maria Braga).
36. WEAVER, W. Science and complexity. *American Scientist*, v.36, p.536-644, 1948
37. MATTESSICH, R. Instrumental reasoning and systems methodology. Dordrecht. D. Rerdel, 1978, p.279. *Apud* MANSFIELD, U. The systems movement: an overview for information scientists. *JASIS*, v.33, n.6, p.375-382, Nov. 1982.
38. RAPOPORT, A. Aspectos matemáticos da análise geral dos sistemas. In: BERTALANFFY, L. Von. *et alii. Teoria dos sistemas*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1976.
39. MATTESSICH, R. *The systems approach: its variety of aspects*, *JASIS*, v.33, n.6, p.383-394, Nov. 1982.
40. CHURCHMAN, C.W. *The systems approach*. New York: Dell Publ., 1968.
41. BERTALANFFY, *Op. cit.*, nota 1.
42. ANGYAL, A. The structure of wholes. *Philosophy of Science*, v. 6, p. 25-37, 1939. A logic of systems. In: EMERY, F.E. *Systems thinking*. Middlesex: Eng. Penguin, 1972.
43. CHURCHMAN, *Op. cit.*, nota 8.
44. AMARAL, J. A. do. *Uma abordagem da teoria geral dos sistemas nos seus aspectos administrativos*. Rio de Janeiro: Conjunto Universitário Cândido Mendes, 1977.
45. A conotação de *sistema social* adotada no presente trabalho é esta: de [sistema criado] pelo homem, e não a de sistema social tal como adotada nas ciências sociais de uma maneira geral, que diz respeito a agrupamentos específicos de indivíduos, conotando "sociedades". Assim, todas as vezes que o termo *sistema social* for adotado, significará *sistema criado pelo homem*.
46. DAVIS, G. B. *Management information systems: conceptual foundations, structure, and development*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, 1974.
47. Os termos ambiente e meio ambiente serão usados indiferentemente no contexto deste artigo.
48. WILKERSON, L, PAUL, A. Every system should have one: a collection of properties which can be used as a criterion for evaluating the quality of a system. *Information Processing & Management*, v. 21, n. 1, p. 45-49, 1985.
49. KATZ, D., KAHN, R.L. Características comunes de los sistemas abiertos. In: *Teoria geral de sistemas y administracion publica*. Costa Rica: EDUCA-ICAP, 1977.
50. MILLER, J.G. Toward a general theory for the behavioral sciences. *American Psychologist*, v.10, p. 513-531, 1955, nota 30.
51. AFANASIEV, V.G. Sistemas dinamicos integrales; concepto de direcion. In: *Teoria geral de Sistemas y administracion publica*. Costa Rica: EDUCA-ICAL, 1977.
52. A tradução espanhola utilizada neste trabalho usa "sistemas naturales de la naturaleza muerta" (p. 88) e foi traduzido como sistemas naturais em estado de inércia por aproximar-se melhor da idéia do autor e porque o termo "natureza morta" em língua portuguesa tem outra conotação.
53. A história, conforme relatada por Churchman, gira em torno de um grupo de cegos tentando compreender o todo "elefante" a partir das diferentes partes tocadas: patas, presas, dorso, rabo, tromba, orelhas etc. De acordo com

a parte apalpada, cada cego descreveu de forma diferente o “sistema elefante”: como uma coluna, um tronco imenso, uma cobra, um leque enorme, sem que nenhum houvesse sequer vislumbrado o elefante como um todo.

54. PAO, M.L. *Concepts of information retrieval*. Englewood, Colo.: Libraries Unlimited, 1989.
55. BELKIN & ROBERTSON, *Op.cit.*
56. Alguns dos autores que indicam esse marco: Vickery, Van Rijsbergen, Pao, Lancaster.
57. KOCHEN, M. *Principles of information retrieval*. Los Angeles: Melville Publ., 1974.
58. ARAÚJO, V.M.R.H. de. *Sistemas de Recuperação da Informação: nova abordagem teórico-conceitual*. Tese apresentada à Escola de Comunicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Comunicação e Cultura. Rio de Janeiro, 1994.

59. O presente capítulo representa uma síntese das idéias e dos conceitos básicos sobre entropia, visando colocar os principais fundamentos que embasaram a pesquisa. As visões aqui externadas refletem a perspectiva das ciências sociais e da história da ciência. A importância da entropia para a humanidade é tal, que extrapolou as fronteiras da termodinâmica, da física e, até mesmo, da ciência como um todo. Ver, a título de ilustração, a obra TÁVORA, F.P. *A entropia e a busca da posição-Deus: onze pedras de filosofia para a qualidade comportamental*. São Paulo: Instituto Brasileiro do Livro Científico, 1992.
60. ASIMOV *apud* RIFKIN, *Op. cit.*
61. LUCRETIUS. De Rerum Natura. *Apud* ARONS, A.B. *Development of concepts of physics, to the first theory of atomic structure*. Boston, Mass.: Addison-Wesley, 1965.
62. *Apud* RIFKIN, *Op. cit.* nota 4.
63. ARONS, A.B. *Development of concepts of physics, to the first theory of atomic structure*. Boston, Mass.: Addison-Wesley, 1965.
64. MOTZ, L., WEAVER, J.H. *The history of physics*. New York, London: Plenum Press, 1989.
65. ASIMOV, *Op. cit.* nota 2.
66. RIFKIN, *Op. cit.* Idem.
67. FAST, J.D. *Entropy. The significance of the concept of entropy and its applications in science and technology*. London: MacMillan, 1970.
68. RIFKIN, *Op. cit.*, Idem id.
69. EDDINGTON, A. *The nature of physical world*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1958.
70. RIFKIN, *Op. cit.*
71. SHANNON, *Op. cit.* nota 5.
72. WEAVER, W. Recent contributions to the mathematical theory of communication. In: SHANNON, C.E., WEAVER, W. *The mathematical theory of communication*. Urbana Ill: University of Illinois Press, 1964.
73. SHANNON, *Op. cit.* Idem.
74. WIENER, N. *Cybernetics*. New York: Willey, 1948.

75. BRILLOUIN, L. *Op. cit.* nota 7.
76. SHAW, D., DAVIS, C.H. *Entropy and information: a multidisciplinary overview*. JASIS, v. 34, n. 1, p. 67-74, 1983.
77. RAPOPORT, A. *What is information ?* In: SARACEVIC, T. (Ed.) *Introduction to information science*. New York: Bowker Company, 1970.
78. É importante ressaltar a data do artigo de Rapoport: 1956.
79. SHANNON, C.E. The bandwagon. *IRE Transactions on Information Theory*, v. 2, n. 1, p. 3, 1956.
80. EDDINGTON, *Op. cit.*
81. ASIMOV. Esse aspecto entrópico do Universo foi bastante destacado no 2º Fórum Interdisciplinar *Caos, Acaso e Causalidade nas Ciências, Artes e Filosofia*, especialmente nas palestras dos Professores. Jacob Pallis Jr. (sistemas caóticos, atratores estranhos e aplicações) e Constantino Tsallis (caos, informação e aprendizagem).
82. KATZ & KAHN, *Op. cit.*
83. SCHRÖDINGER, E. *What is life ? The physical aspect of the living cell*. Cambridge: Cambridge University Press, 1945.
84. Para Hume, a definição de *necessário* é “aquilo cujo conteúdo é contraditório” - por exemplo, é necessário que os ângulos internos de um quadrado somem 360°; seria contraditória qualquer afirmação diferente desta. Da mesma forma, teorias de sistemas vêem o mundo como uma sucessão de sistemas em relações de conter/estar contido, isto é, todo sistema é subsistema de um sistema “maior”. Afirmar que existe algo que esteja fora do sistema – o não-sistema – é contraditório.
85. GEORGESCU-ROEGEN, N. *The entropy law and the economic process*. Cambridge Mass.: Harvard University Press, 1981.
86. AFANASIEV, *Op. cit.*
87. ANDERLA, *Op. cit.*
88. WILLIAMS, M. *National on-line meeting* (Proceedings of the Eleventh National Online Meeting, May, 1-3, 1990). Medford, New York, 1990.
89. TENNANT, H. & HEILMEIER, G.H. Knowledge and equality: harnessing the tides of information abundance. In: LEEBAERT, D. ed. *Technology 2001; the future of computing and communications*. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 1991.
90. ANDERLA, *Op. cit.*
91. MOREIRA, M.E. “Vias digitais” pavimentam o futuro das comunicações. Redes globais de fibra ótica abrem novo desafio para a informática. Folha de São Paulo, SP, Caderno de Informática, 27/10/93, p. 1, 5 e 6.
92. DANIEL, E.H. Quality control of documents. *Library Trends*, v. 41, n. 4, p. 644-663.
93. TRUESWELL, R.L. *Some behavioral patterns of library users: the 80/20 rule*. *Wilson Library Bulletin*, v.43, n. 5, p. 458-461, 1969.
94. A propósito da generalização de fenômenos similares aos descritos por Pareto, ver Fairthorne, R.A. Empirical hyperbolic distributions (Bradford-Zipf- Mandelbrot) for bibliometric description and prediction. In: Saracevic, T. ed. *Introduction to Information Science*. New York: Browker, 1970. O que essas distribuições hiperbólicas evidenciam é uma distribuição desigual de dois conjuntos produtores e produtos quando estes são colocados em correspondência. Uma pequena parte do conjunto produtor corresponde a uma grande parte do conjunto produzido. Tal fenômeno tem diferentes expressões numéricas e é categorizado como “lei empírica”, ou melhor, é observado, embora ainda não esteja inserido em um contexto teórico de ampla aceitação. Algumas das

expressões numéricas referidas anteriormente podem ser encontradas também na "lei do elitismo", de Price e na "hipótese de Ortega", de Ortega y Gasset.

95. JURAN, *apud* WILLIAMS.
96. PRABHA, *apud* WILLIAMS.
97. ARAUJO, V.M.R.H. *Op. cit.*
98. Massa crítica: número "adequado" suficiente, capaz de gerar produção quantitativa e qualitativamente relevante. PRELOG, N. Information economy and the information profession in a developing country. In: CRONIN, B. & TUDOR-SILOVIC, N. eds. *The knowledge industries*. London: Aslib, 1990.
99. TRUESWELL, R. User circulation satisfaction vs. size of holdings at three academic libraries. *College & Research Libraries*, v.30, n.2, p. 204-213, 1969.
100. BRAGA, G.M. *Avaliação das coleções de periódicos da PUC/RJ: estudo de uso*. (Diagnóstico complementar 1982/1983). Rio de Janeiro: PUC, 1985.
101. KREMER, J.M. *Estudo de usuários das bibliotecas da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: PUC, 1984.
102. MOREIRA, I. de C. Os primórdios do caos determinístico. *Ciência Hoje*, v.14, n.80, p. 10-16, 1992.
103. PERSIVAL, I. *Chaos: a science for the real world*. In: Hall, N. (ed.) *The new scientist guide to chaos*. London: Penguin Books, 1992.
104. PERSIVAL, I. *Op. cit.*
105. Id. *idem*.
106. PALLIS JR., J. *Sistemas caóticos atratores estranhos e aplicações*. II Forum Interdisciplinar: Caos, Acaso e Causalidade nas Ciências, Artes e Filosofia. Rio de Janeiro, Forum de Ciência e Cultura da UFRJ, 24-26 nov. 1993.
107. REZENDE, S.M. A dança dos spins. *Ciência Hoje*, v. 14, n. 80, p. 29-32, 1992.
108. ARAÚJO, V.M.R.H. *Op. cit.*
109. MOREIRA, I. de C. *É possível controlar o caos?*. II Fórum Interdisciplinar: Caos, Acaso e Causalidade nas Ciências, Artes e Filosofia. Rio de Janeiro, Fórum de Ciência e Cultura da UFRJ, 24-26 nov. 1993.

Information systems: a new theoretical and conceptual approach

Abstract

*Starting with the hypothesis: "the information system as an artificial/social one, is reaching its limits of growth and becoming saturated, thus requiring an inversion of its exponential growth. The reversion of the information system to smaller, more adequate sizes, is a necessary condition to its survival as a social system", some constructs are expanded - information as a social phenomenon; systems; informations retrieval systems and entropy. The systems approach no longer adequately accommodates information systems, which, due to the perception of entropy as "information loss", miss the real dimension of the **entropy** phenomenon in its thermodynamics sense, and its full implications: universality and irreversibility. The methodology is based upon Explanation and the results point to a new theoretical-conceptual model based upon Chaos theory.*

Keyword

Information system; System general theory; Entropy; Theory of chaos.

Vania Maria Rodrigues Hermes de Araujo
Departamento de Ensino e Pesquisa (DEP-RJ) IBICT