

Sistemas de informação: a evolução dos enfoques

Marcos Dantas

INTRODUÇÃO

A importância dos estudos sistêmicos para a Ciência da Informação é evidente, bastando, para confirmá-la, qualquer aleatória revisão de literatura. Uma discussão sobre conceitos e tipos de sistemas encontra-se, por exemplo, em Pinheiro *et alii*¹. Mattos² expõe definições e algumas características básicas reconhecidas por diferentes autores. A descrição do que seja e como funciona um sistema abstrato parece assim razoavelmente estabelecida e vem sendo útil à análise e à prática dos sistemas concretos de informação, a partir dos quais o campo costuma extrair as suas formulações teóricas.

Por outro lado, um exercício teórico sobre a teoria mesma pode conduzir a novas indagações ou, mesmo, questionamentos epistemológicos. Investigando a teoria conhecida, relendo seus principais autores, pode-se assumir uma postura científica que busque no enfoque sistêmico um modelo voltado à permanente mudança (logo aos desequilíbrios necessários), ao invés de um outro mais conservador, voltado à estabilidade e ao equilíbrio. Basta que se coloque o sistema como agente perturbador do ambiente e, daí, instrumento de mudança, ao contrário do que é mais costumeiro pensar, como paciente das perturbações do meio, das quais se deve defender.

Respalhada nas formulações mais recentes, essa postura, assumida com clareza, pode ajudar na compreensão de questões mais abrangentes relativas à inserção dos sistemas de informação nos ambientes sociais que os cercam.

O ENFOQUE SISTÊMICO

Um sistema é um conjunto de elementos governados pelas relações que estabelecem, todos, entre si. É percebido como tal, porque qualquer mudança no comportamento de um dos elementos afeta o comportamento de todos os demais. Por isso é dito um conjunto complexo e ordenado^{3, 4}: complexo, porque os seus elementos constituintes não são necessariamente idênticos em suas estruturas e comportamentos; organizado, porque suas interações não são necessariamente aleatórias, antes parecendo obedecer a regras e planos.

Até os anos 20 deste século, a ciência, no geral, contentava-se em decompor um conjunto em seus elementos simples ou discretos, inferindo do comportamento de um deles as características do todo. Quando os estudos de Sir Ronald Fischer sobre solos agrícolas confirmaram existir fenômenos que não podiam ser entendidos apenas pelas reações isoladas de cada um de seus componentes, mas sim pelas interações entre eles⁵, a compreensão científica do mundo começou a evoluir, admitindo, em muitos casos, ser necessário estudar o conjunto como um todo organizado e complexo. Para dar conta do estudo desses conjuntos, surgiu a teoria geral dos sistemas, mais como "uma perspectiva ou metodologia [...] do que uma teoria no sentido reservado pela ciência a esse termo"⁴.

O mais evidente conjunto complexo e organizado é um ser vivo, tanto biologicamente (na sua estrutura interna), quanto nas suas necessárias interações com o meio (inserção em estruturas maiores). Daí que as formulações sistêmicas tenham nascido exatamente entre cientistas envolvidos em pesquisas biológicas, psicológicas ou sociais.

Entretanto, as primeiras abordagens sistêmicas tenderam a considerar o todo como que independente de suas partes. O comportamento destas se explicaria por uma necessidade de ajustamento ao conjunto, sendo inerente ao conjunto a busca daquele ajustamento. Noutras palavras, qualquer sistema estaria sempre tendendo a alguma posição de equilíbrio entre suas partes, sendo o movimento destas entendido como uma reação a algum tipo de intervenção desequilibradora, em busca de um novo ponto de equilíbrio.

Bertalanffy⁷ ilustra esta afirmação, expondo como as teorias psíquicas desenvolvidas na primeira metade do século, independentemente de suas diferenças, entendiam os desajustes em um indivíduo como uma resposta a algum estímulo desequilibrador do sistema biológico ou psicológico desse indivíduo. À reação e subsequente recuperação do equilíbrio deu-se o nome de homeostase. Essa mesmo conceito preside a noção dos modelos administrativos que se acreditava poderem existir razoavelmente insensíveis a perturbações imprevistas⁸, isto é, de tal forma se descre-

Resumo

Este artigo discute a teoria de sistemas com base nos estudos de alguns de seus principais formuladores e mostra que o sistema pode ser visto como um agente de mudança do meio circundante. Sugere uma postura de análise e ação mais abrangente que considere os efeitos positivos dessa intervenção desequilibradora sobre o meio, possibilitando compreender como a Ciência da Informação, pela prática que orienta, promove essa intervenção.

Palavras-chave

Teoria de sistemas, Entropia: Sistemas de informação.

viam os papéis de cada um de seus elementos, os objetivos da organização, bem como os meios de evitar ações oriundas de fontes não desejadas que se presumia poder o sistema funcionar em permanente equilíbrio, ou a este estado retornar quando "perturbado".

A idéia de homeostase também predomina no pensamento econômico neoclássico, o qual entende o sistema econômico como voltado à busca do equilíbrio, pois, se assim não fosse, "não seria um sistema no sentido próprio da palavra, mas a representação de um conjunto desordenado de atividades, privado de qualquer eficácia para os fins de interpretação da realidade econômica efetiva", segundo Napoleoni⁸. Entretanto, "a situação de equilíbrio geral existe e, portanto, nosso modelo tem sentido"¹⁰.

Essa posição, denominada "organicista"¹¹, que chegou a se constituir em um verdadeiro paradigma epistemológico, sofreu forte abalo a partir da constatação, em diferentes campos de pesquisa, de serem os sistemas aí considerados – biológicos ou sociais – inerentemente desequilibrados, porque **abertos**. Como lembra Thompson, "não possuímos registro de organização que esteja fechada ao ambiente"¹², o mesmo valendo para um organismo biológico, ou para quaisquer sistemas sociais mais amplos, dentre eles, o econômico.

Na verdade, a tendência de um sistema a um estado de equilíbrio e descanso – correspondendo à sua máxima desorganização, ao contrário do que acredita Napoleoni – é confirmada pela segunda lei da termodinâmica, tendo-se constituído, até as primeiras décadas deste século, com repercussões ainda hoje, em uma verdadeira fronteira paradigmática ao avanço do conhecimento. Particularmente, o princípio da entropia não explicava a vida e, por um bom tempo, justificou interpretações mais filosóficas do que científicas da vida como o resultado de um plano extranatural.

Quando Szillard logrou exorcizar o "demônio de Maxwell"¹³ esclareceu-se a distinção entre sistemas fechados e abertos, percebendo-se o potencial neguentrópico destes. O fenômeno da vida pôde ser entendido como um processo de crescente organização, resultado de uma contradição permanente entre a condição de exposição a fontes externas de energia e informação própria dos sistemas abertos e a tendência última do sistema físico maior no qual se inserem, ao equilíbrio e caos final. Com efeito, em um ser vivo, tal se consoma na morte.

Conseqüentemente, todo sistema organizado – biológico ou social – busca ainda

mais organizar-se, em sua negação permanente da tendência entrópica. Este é o seu **objetivo**. O equilíbrio homeostático nele é um estado passageiro, o desequilíbrio é seu "estado constante"¹⁴. Daí que a homeostase "não é aplicável" às leis dinâmicas ("baseadas não em mecanismos fixos, mas dentro de um sistema que funciona como um todo"), a atividades espontâneas, a processos cuja meta é "não a redução, mas a criação de tensões", aos processos de "crescimento, desenvolvimento, criação e similares"¹⁵.

SISTEMA E INFORMAÇÃO

O que permite a um sistema aberto organizar-se é a informação. Ela é o meio que lhe possibilita dispor das fontes de energia livre necessárias ao seu projeto neguentrópico. Todo o sistema é um sistema de informação, permanentemente captando no meio, processando em seu interior e liberando, de novo, no meio, a informação necessária à sua organização.

Basicamente, o que um sistema busca é capturar energia livre. Deixada em liberdade, essa energia tende a degradar-se entropicamente. Capturada pelo sistema, ganha uma direção; uma, por assim dizer, "missão" determinada pelo objetivo do sistema. O exemplo mais evidente é o ciclo alimentar dos seres vivos, transformando a energia disponível do ambiente em "combustível" para os seus processos biológico-moleculares. Ao fazê-lo, isto é, ao "organizar" a energia até então livre, o sistema (biológico) introduz informação no ambiente.

Por outro lado, uma vez dentro do sistema, a energia, não pode tender a outra direção, se não a degradar-se. A segunda lei exerce também aí os seus efeitos – e não poderia ser diferente. Se a energia do sistema degrada-se, cresce a sua desorganização, diminui a sua quantidade de informação. Mas o sistema está aparelhado para percebê-lo: na medida em que tende ao equilíbrio, "dispara" fatores de negação da entropia – ou neguentrópicos, na expressão cunhada por Brioullin – que introduzirão novamente no ambiente informação organizadora de energia livre.

Se a relação entre a perda de neguentropia e o ganho de informação é próxima a 1, então o sistema pode manter um estado constante durante um certo tempo, durante o qual não deixa e nem pode deixar de continuar afetando o ambiente no qual troca energia livre por informação. Quanto mais lhe introduz informação, isto é, quanto mais o organiza, mais dele precisa, neguentropicamente, retirar energia livre que "alimente" sua organização ampliada.

É a ação do sistema aberto sobre o ambiente que o "desequilibra" – entendido este, no limite, como um sistema físico fechado, logo definido pela tendência ao equilíbrio. Este entendimento é justo o contrário da idéia organicista de ser o ambiente que afeta o equilíbrio homeostático do sistema. Com efeito, um estudo constante em um determinado tempo – que não se confunde com o equilíbrio resultante das condições **iniciais** de um sistema fechado – depende das condições internas **presentes** do sistema que, por força de sua necessária interação e intervenção no meio, permanece "capaz de liberar potenciais existentes ou **tensões** espontaneamente ou em resposta a estímulos libertadores"¹⁶. Isto é, ainda que possa ser, dependendo das circunstâncias (agentes específicos do meio), **reativo**, o sistema é, primordialmente, **ativo**, determinado pelas condições internas – que logrou ele mesmo criar – a agir sobre o ambiente para sustentar aquelas condições.

Na medida em que, em sua ação, o sistema aberto injeta informação no ambiente, transfere para "mais além" o espaço de energia livre. É como se os limites ou fronteiras do sistema aberto estivessem sempre se ampliando enquanto incorporam o espaço, ou ambiente circundante. Na medida em que as fronteiras se ampliam, o núcleo original do sistema vai sendo afetado pela própria interação com novos elementos. Seus desequilíbrios e instabilidades aumentam na mesma proporção; sua necessidade de mais ordenar-se e organizar-se, também. O sistema pode, segundo Laborit¹⁷, assumir sucessivos planos ou esferas de organização, cada qual definido por algum arranjo relativamente constante de seus elementos, mas em permanente comunicação com planos superiores e inferiores. Um sistema vivo complexo constituir-se-ia de vários desses planos em interação, a partir dos átomos de seus elementos básicos, daí às moléculas, daí às células, daí aos órgãos etc.

As mesmas condições internas do sistema que o obrigam a uma organização crescente e complexa impõe-lhe um limite, além do qual ele não logra mais superar a entropia circundante. Há um ponto, a partir do qual, sua estrutura não mais lhe assegura neguentropia igual ou superior à sua entropia: a partir daí, entra em decadência e morre. Considere-se um avião um dos mais neguentrópicos sistemas artificiais existentes. Seu estado constante em cruzeiro (altura, velocidade, rota) é mantido pela ação neguentrópica do conjunto instrumentos/piloto (humano ou eletrônico) sobre o suprimento de combustível aos motores, as mudanças nos *flaps* etc. Um avião – "mais pesado do que o ar" – voando é um sistema em total desequilíbrio

que somente se sustenta graças a um alto nível de complexidade organizada. Mas tem um limite: sua capacidade de carregar combustível. Isto é, chegará um momento em que a "ordem" (informação) aos tanques para carregar de querosene o motor não será executada por se ter esgotado o combustível (energia interna) disponível dentro do próprio sistema. Este limite pode ser afetado pelas condições ambientais (mau tempo pode provocar um consumo de combustível maior do que o previsto), mas ele é basicamente definido pela capacidade de armazenamento dos tanques, isto é, pela definição (estado) de um dos elementos (tanques de combustível) do sistema (avião).

Embora um avião, qualquer outra máquina e qualquer ser vivo precisem e possam ser "restabelecidos" para atender às suas demandas imediatas de energia, é sabido que, ao longo do tempo, inúmeras **forças** (diferentes expressões da energia) responsáveis pela coesão de seus elementos se degradam irremediavelmente. Peças se desgastam; as células envelhecem. Esforços – tipicamente neguentrópicos – podem ser feitos para retardar esses processos. Mas, ao fim e ao cabo, todo ser vivo é mortal, toda máquina acaba, nenhuma organização social perdura na história. A longevidade de qualquer sistema aberto pode variar, mas encontra um limite em si mesmo. A ilha de neguentropia é isto: uma ilha em um oceano finito de entropia.

DO HOMEM "FORA" PARA O HOMEM "DENTRO"

A descrição de Thompson¹⁹ ao "modelo racional de organização" aponta-o como um sistema onde **tudo** está sujeito a controle: a organização é "poderosa e independente", suas partes são "completamente submissas a uma rede monolítica de controle". Trata-se de um "sistema fechado de lógica que exclui a incerteza"²⁰. Este modelo, de inspiração weberiana, concebe o sistema **o mais fechado possível**, admitindo como "única incógnita", o operador humano, fazendo deste, pois, o alvo das atividades de controle.

Esta concepção, coerente, como já vimos, com o paradigma organicista que predominou nos primórdios dos estudos sistêmicos, tem como conseqüência a pretensão de "isolar" o sistema do homem. Esta pretensão pode ser reforçada na medida em que um sistema possa ser entendido ou projetado como um conjunto de componentes articulados não-humanos, ou seja, como máquina. A máquina, programada para cumprir rigorosamente o objetivo para o qual foi projetada e protegida, ao máximo, das ações perturbadoras-externas – inclu-

sive de um mal operador humano –, é a realização acabada do plano homeostático de um mundo que, ao mesmo tempo, mova-se e não saia do lugar...

A primeira idéia de um "sistema de informação", na evolução descrita por Wilson *et alli*,²⁰ insere-se nesse paradigma (Figura 1). O usuário parece não ser parte do sistema, mas, antes, o agente "perturbador" a lhe afetar o equilíbrio que homeostaticamente recupera ao liberar um "documento". Admite-se, porém, já que o "sistema de informação" tem por **objetivo** atender a uma demanda de informação **documentada**, que o usuário – em uma apropriação das palavras de Thompson referidas à organização – seja uma "parte ofensora" que "produza uma contribuição líquida positiva para a sobrevivência do sistema. Se não, a parte ofensora é desligada, ou o sistema deixa de existir"²².

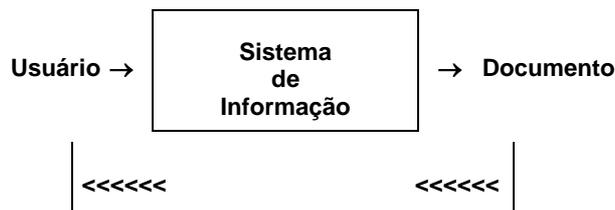


Figura 1 – O usuário como "agente perturbador" do sistema
 Fonte: Wilson *et alli*²⁰, op. cit.

A debilidade desse enfoque reside em sua pouca compreensão da natureza dos sistemas abertos. O "sistema de informação", mesmo sendo exclusivamente um artefato técnico, é um sistema aberto, pois está em interação e afetando o meio que lhe é externo. O "retorno do documento" não é um movimento mecânico, mas uma relação dialética entre o usuário e o "sistema": ambos se **modificando** na construção do **objetivo** que o modelo supõe ser apenas do "sistema". É o que parece perceber p modelo seguinte da descrição de Wilson *et alii*,²⁰ (figura 2), quando já se atribui uma "relevância diferencial" ao uso do "sistema" pelo usuário e ao documento que lhe é fornecido. Ainda aqui, porém, permanece a concepção básica do usuário externo ao "sistema", logo, deste "fechado de lógica".

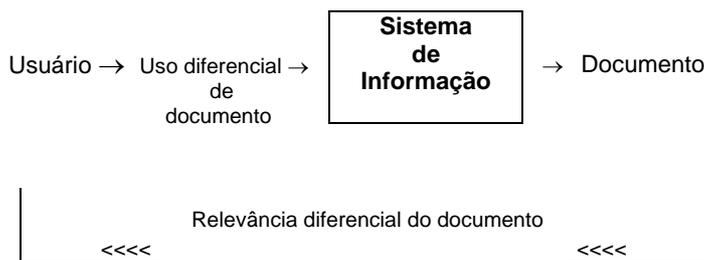


Figura 2 – O usuário interage com o sistema

Fonte: Wilson *et alii*²⁰.

O terceiro modelo (figura 3), apresentado como de concepção mais recente, insere-se em uma percepção de sistema ativo, com vários planos de organização articulados, tendo a "pessoa" (o usuário) como núcleo. Aqui, o indivíduo é o sistema aberto e vivo que produz informação ("comportamento de busca de informação") para atender a necessidades (energia consumida) "fisiológicas", "afetivas", "cognitivas", acusadas nequentropicamente pelas suas relações profissionais, sociais etc. Os meios – bibliotecas, computadores etc. – serão apenas instrumentos para ajudá-lo a superar barreiras colocadas entre esses planos ou, dito de outra e melhor forma, para conduzir a troca de informação (comunicação) entre eles.

CONCLUSÃO

O indivíduo (entendido como um ser social) deve ser situado no centro do sistema. Os meios de que dispõe são instrumentos que cria e usa para agir sobre o ambiente, modificando-o, no esforço para manter-se vivo. Nesse esforço, precisa promover desequilíbrios à sua volta, através da informação que injeta no ambiente, enquanto dele retira suas necessidades energéticas. Gerando desequilíbrios, promove o progresso.

Os enfoques sistêmicos que se viram adequaram-se mal às concepções de mundo ou de sociedade calcadas nas idéias de equilíbrio e resistência às mudanças seriam mais úteis, se adotados para explicar, como inerentes, os desequilíbrios e as mudanças no mundo ou na sociedade. Assim, tornam-se também instrumentos para a análise e prática dessas mudanças, inclusive para a compreensão de como a Ciência da Informação, pela prática que orienta, as promove.

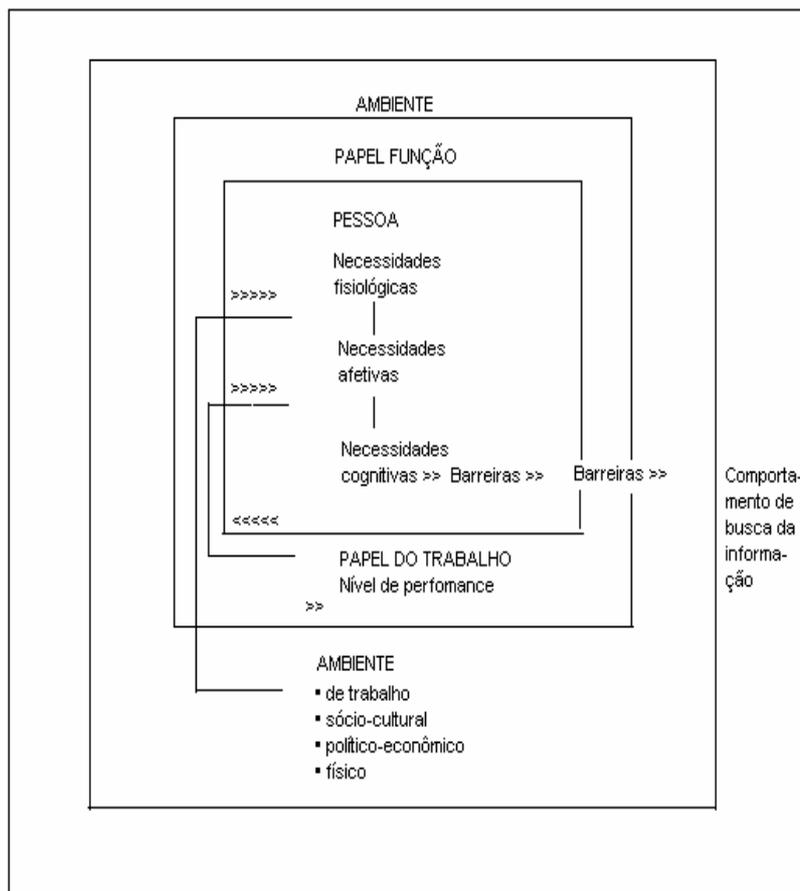


Figura 3 – O usuário como núcleo de um sistema de informação

Fonte: Wilson *et alii*²⁰

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PINHEIRO, Lena Vania R., GOMES, Hagar Espanha, BALDUINO, Patrícia, GONZALES. Maria Iracema de, ALMEIDA, Carlos Henrique M., SAYÃO, Luís Fernando, LIMA, Ida Maria. C. *Estudo da viabilidade da participação de unidades de informação em programas cooperativos de automação*. Rio de Janeiro, UFRJ, Escola de Comunicação, Mestrado em Ciência da Informação, 1989.
2. MATTOS, Erotildes de Lima. *Estruturas sistêmicas em bibliotecas universitárias brasileiras: ficção ou realidade?* Rio de Janeiro, ECO/UFRJ-IBICT/CNPq. Dissertação de Mestrado, 1992.
3. BERTALANFFY, Ludwig von. Teoria geral dos sistemas: aplicação à psicologia. In: ANOHIN, P.K. *et alii*. *Teoria dos sistemas*. Rio de Janeiro, Editora da Fundação Getúlio Vargas, trad., 1976. p. 1-20.
4. RAPOPORT, Anatol. Aspectos matemáticos da análise geral dos sistemas. In: ANOHIN, P.K. *et alii*, *op. cit.*, p. 21-46, 1976.
5. ASHBY, W. Ross. *Introdução à cibernética*. São Paulo, Editora Perspectiva, trad., 1970. 345p.
6. RAPOPORT, *op. cit.*, p.21.
7. BERTALANFFY, *op. cit.*
8. THOMPSON, James W. Modelos de organização e sistemas administrativos. In: ANOHIN, P.K. *et alii*, *op. cit.*, p.47-62.
9. NAPOLEONI, Cláudio. *Curso de economia política*. Rio de Janeiro, Edições Graal, trad., 1979. 405p. p. 72.
10. Idem, p. 73.
11. RAPOPORT, *op. cit.*
12. THOMPSON, *op. cit.*, p. 50.
13. SINGH, Jagjit. *Teoría de la información, del lenguaje y de la cibernética*. Madrid, Alianza Editorial, trad., 4ª ed., 1982. 354p.
14. BERTALANFFY, *op. cit.*, p.7.
15. Idem, p.8.
16. Idem, p.7.
17. LABORIT, Henri. *Deus não joga dados*. São Paulo, Trajetória Cultural, trad., 1ª ed., 1988. 148p.
18. THOMPSON, *op. cit.*
19. THOMPSON, *op. cit.*, p.48.
20. WILSON, T; STREATFIELD, D.R.; WERSIG, G. Models of the information user: progress and prospects in research. In: SWEENEY, G.P. *Information and the transformation of society*. Amsterdam, North-Holand Pub., 1982. p.361-367.
21. THOMPSON, *op. cit.*, p.49.
22. WILSON *et alii*, *op. cit.*

Artigo aceito para publicação em 14 de setembro de 1992.

Marcos Dantas

Mestrando em Ciência da Informação na Escola de Comunicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Formado em Comunicação Social, exerce atividades de assessoria e consultoria, para instituições ou empresas públicas ou privadas, no campo da Comunicação Científica e Tecnológica. Autor do livro *O crime de Prometeu: como o Brasil obteve a tecnologia de informática*, publicado pela Abicomp (1989), e da monografia *O Brasil na encruzilhada: a Política Nacional de Informática como um caminho para a Sociedade da Informação*, premiado e publicado pela revista *Dados e Ideias* (setembro de 1986).

Information systems: the evolution of the approaches

Abstract

This article discusses the systems theory, based on studies of some main formulators and shows how one system can be seen as an agent of change. It suggests a more comprehensive altitude in the analysis and action, pointing out the positive effects of the unbalanced of this intervention on the environment. Also it attempts to understand how the Information Science, through the practice that it guides, promotes this intervention.

Key words

Systems theory; Entropy; Information systems.

