

introdução à CIBERNÉTICA

IVAN CARLO
ANDRADE DE OLIVEIRA



INTRODUÇÃO À CIBERNÉTICA

IVAN CARLO ANDRADE DE OLIVEIRA



Conselho Editorial

Madson Ralide Fonseca Gomes (Presidente), Alaan Ubaiara Brito, Alisson Vieira Costa, Clay Palmeira da Silva, Eliane Leal Vazquez, Inara Mariela da Silva Cavalcante, Irlon Maciel Ferreira, Ivan Carlo Andrade de Oliveira, Jodival Maurício da Costa, Luciano Magnus de Araújo, Marcus Andre de Souza Cardoso da Silva, Raimundo Erundino Diniz, Regis Brito Nunes, Romualdo Rodrigues Palhano e Yony Walter Mila Gonzalez

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP
Elaborado por Mário das Graças Carvalho Lima Júnior – CRB-2 /
1451

ISBN 978-65-89517-62-7

O48 Oliveira, Ivan Carlo Andrade de.
Introdução à cibernética / Ivan Carlo Andrade de Oliveira. - Macapá: Unifap, 2023.
1 recurso eletrônico. 71 p.

Modo de acesso: World Wide Web.
Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Cibernética. 2. Comunicação. 3. Teoria da informação. I. Título.

CDD 23. ed. – 302.234

OLIVEIRA, Ivan Carlo Andrade de. **Introdução à cibernética.**
Macapá: Unifap, 2023.

Arte da capa e diagramação: Ivan Carlo Andrade de Oliveira

Editora da Universidade Federal do Amapá
www2.unifap.br/editora | E-mail: editora@unifap.br
Endereço: Rodovia Juscelino Kubitschek, Km 2, s/n, Universidade,
Campus Marco Zero do Equador, Macapá-AP, CEP: 68.903-419
Editora afiliada à Associação Brasileira das Editoras Universitárias

É proibida a reprodução deste livro com fins comerciais sem
permissão do autor. É permitida a reprodução parcial dos textos
desta obra desde que seja citada a fonte.

ÍNDICE

[CAPÍTULO I - O INÍCIO DA CIBERNÉTICA: A MESA REDONDA](#)

[CAPÍTULO II - DEMÔNIO MANIQUEU E DEMÔNIO](#)

[AGOSTINIANO](#)

[CAPÍTULO III - A INFORMAÇÃO](#)

[CAPÍTULO IV - LINGUAGEM BINÁRIA](#)

[CAPÍTULO V - CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO](#)

[CAPÍTULO VI - CARACTERÍSTICAS DA INFORMAÇÃO](#)

[CAPÍTULO VII - REDUNDÂNCIA](#)

[CAPÍTULO VIII - RUÍDO](#)

[CAPÍTULO IX - REPERTÓRIO](#)

[CAPÍTULO X – ENTROPIA](#)

[CAPÍTULO XI – CÓDIGOS](#)

[Dica de Livro/ O livro dos códigos](#)

[BIBLIOGRAFIA](#)

[INFORMAÇÕES SOBRE O AUTOR](#)

CAPÍTULO I - O INÍCIO DA CIBERNÉTICA: A MESA REDONDA

No final da década de 30, um grupo de cientistas se reunia na cidade de Boston para discutir assuntos científicos.

Eles se sentavam ao redor de uma mesa redonda, jantavam e um deles propunha um assunto para discussão.

Embora a maioria fosse procedente da Universidade de Havard, eram pesquisadores dos mais variados campos do conhecimento. Havia psicólogos, biólogos, matemáticos, físicos, filósofos, neurologista, engenheiros...

As reuniões haviam surgido a partir de uma percepção compartilhada por todos os integrantes do grupo: a especialização cada vez maior dos cientistas estava se tornando um problema. Psicólogos desconheciam completamente o trabalho de biólogos. Físicos não se interessavam minimamente pelas pesquisas dos matemáticos...

Em outras palavras, os cientistas de diferentes áreas se especializavam em campos cada vez menores e desconsideravam inteiramente o trabalho de outros pesquisadores que não faziam parte desses campos.

Esse estado de coisas poderia ser exemplificado pela anedota de Bernard Shaw: “O especialista é um homem que sabe cada vez mais num terreno cada vez menor, o que o fará chegar a saber tudo... sobre nada”.

Em pouco tempo agregou-se ao grupo um professor do Massachusetts Institute of Technology chamado Nobert Weiner.

Weiner era uma dessas inteligências enciclopédicas, que dominam vários campos de conhecimento. Aos 18 meses ele já aprendera a ler. Aos sete anos já estava familiarizado com a teoria da evolução, de Charles Darwin, que iria influenciar toda a sua obra. Aos 14 anos se licenciou em ciência. Aos 18 já havia terminado o doutorado.

Weiner estava plenamente de acordo com o promotor dos encontros, o Dr. Arturo Roseblueth, da Havard Medical School, em deplorar a especialização excessiva para a qual a ciência estava se direcionando.

“Cada um tem grande tendência a considerar o tema vizinho como pertencente, com exclusividade, ao seu colega da terceira porta à direita do corredor”, escreveu Weiner.

A maioria dos participantes da mesa redonda compreendia que estava se criando ali um novo paradigma, uma nova forma de ver o mundo e a natureza. A idéia era não⁵separar para conhecer

melhor, como previa o pensamento de Descartes, mas analisar as partes em suas relações entre si e com o todo.

Mas era necessário dar um nome a esse novo paradigma.

Embora boa parte das discussões envolvessem máquinas e mecanismos de calcular, Weiner não queria um nome que lembrasse muito a máquina, afinal a idéia era justamente criar um campo de estudo que pudesse explicar tanto fenômenos mecânicos quanto humanos, tanto computadores quanto homens. Por essa mesma razão, não era aconselhável usar um nome que fosse muito humano.

O objetivo era encontrar uma nomenclatura que representasse uma ciência que estudasse homens, animais e máquinas como um todo; uma ciência que estivesse mais interessada nas semelhanças que nas diferenças entre esses três reinos.

Um dos problemas básicos da cibernética era o do controle e foi dessa característica que surgiu o nome da nova ciência: cibernética.

A palavra cibernética havia sido utilizada antes pelo físico inglês James Maxwell num artigo de 1886 sobre controle de máquinas.

Muito antes disso, Platão havia usado a palavra com o sentido de “a arte de governar os homens”.

Os gregos usavam o termo para se referir à arte de governar navios. Em outras palavras, era o ofício do piloto. Necessariamente não é o piloto que traça o percurso do navio, mas ele é o responsável por

fazê-lo chegar ao seu destino. Para isso, o piloto corrige continuamente o navio, que é afetado por uma série de ruídos: ventos, correntes marítimas...

O melhor piloto é aquele capaz de perceber rapidamente as alterações na rota e de responder a elas, corrigindo o curso.

É, portanto, um problema de comunicação. A cibernética irá se interessar muito por problemas de comunicação, especialmente a comunicação entre máquina-máquina e máquina-homem.

Isaac Epstein lembra que o conceito de cibernética não é necessariamente positivo: “As sociedades não têm alvos claros e aceitos por consenso. O equilíbrio e a homeostase podem estar a serviço de sistemas autoritários e iníquos. Às vezes até do genocídio”. (EPSTEIN, 1986, p. 9)

Muitas vezes, o objetivo traçado pode não estar a serviço da humanidade. Foi o que aconteceu, por exemplo, com a IBM, que utilizou seus sofisticados equipamentos para identificar judeus que seriam exterminados pelos nazistas.

Epstein propõe que, em situações como essa, em que os objetivos não são aceitáveis, seja utilizada a cibernética como anti-cibernética. É o que fazem, por exemplo, os ciberpunks.

A primeira oportunidade de colocar a cibernética em prática surgiu com a II Guerra Mundial.

Havia uma preocupação generalizada por parte dos aliados de evitar que a Inglaterra fosse derrotada por um ataque aéreo fulminante. Para isso seria

necessário desenvolver máquinas de ataque anti-aéreo.

O problema não era apenas de física ou de matemática. Se fosse, bastava calcular o local em que estaria o avião após efetuar o bombardeio.

Acontece que o piloto, sabendo que seria alvejado, desviava.

A questão, portanto, envolvia física, psicologia e biologia (a curvatura seria limitada pela resistência fisiológica do piloto). Era um problema cibernético em sua essência. E só um grupo de pesquisadores de várias áreas trabalhando em conjunto poderia solucioná-lo.

A resposta foi encontrada no feedback, ou retroalimentação.

A idéia de feedback é antiquíssima. A própria vida tem uma série de processos auto-reguladores. Hipócrates já havia formulado a hipótese de que existem mecanismos no corpo humano que tendem a ser opor às patologias.

O que a cibernética fez de diferente foi estudar a fundo a retroação e compreender seu funcionamento.

No campo da comunicação, o conceito de feedback como elemento essencial do processo de comunicação influenciou a maior parte dos autores posteriores à cibernética, entre eles o educador Paulo Freire.

O feedback torna₈ menos unilateral o processo de comunicação, pois só podemos dizer que

houve, de fato, comunicação, quando há uma resposta ao estímulo inicial.

Se chamo um cachorro e ele se aproxima, estabeleceu-se uma comunicação. Embora o feedback não tenha ocorrido no mesmo canal e mesmo código, é inegável que o receptor respondeu à mensagem.

Se, por outro lado, o animal não se mexe, o processo de comunicação não se estabeleceu, talvez em decorrência de um ruído (o cachorro pode, por exemplo, ser surdo).

Essa nova maneira de ver os fenômenos encarando-os como problemas de comunicação e de controle (que deveriam ser estudados por várias disciplinas em conjunto) forneceu uma poderosa percepção que influenciaria muitos pensadores e voltaria com grande força com a teoria do caos e o pensamento complexo de Edgar Morin.

CAPÍTULO II - DEMÔNIO MANIQUEU E DEMÔNIO AGOSTINIANO

Os autores cibernéticos encontraram nos demônios agostiniano e maniqueu metáforas apropriadas para compreensão das diferenças entre os fenômenos naturais e sociais.

O maniqueísmo, religião babilônica, acreditava que o universo era governado por duas forças antagônicas, uma boa e outra má.

O termo sobreviveu como sinônimo de uma separação rígida entre dois pólos antagônicos. Diz-se, por exemplo, que os gibis de super-heróis são maniqueístas, pois os heróis são totalmente bons e bem intencionados. Os vilões, ao contrário, são totalmente maus. Não há meios-tons.

Mas o que nos interessa é como os maniqueístas viam essa força negativa. Para eles, o demônio era astuto o bastante para mudar de estratégia, caso sua ¹⁰ vítima lhe percebesse o

ardil.

Imaginemos que o demônio maniqueu colocasse uma casca de banana à porta de um homem. Este, assim que saísse de casa, escorregaria, e soltaria uma série de palavras impublicáveis, para regozijo do demônio.

Isso acontece por dias seguidos, até que o homem, cansado da brincadeira, resolve sair pela janela.

O demônio, percebendo a mudança, passaria a deixar a casca de banana abaixo da janela, até que surgissem novos fatos que o forçassem a mudar novamente de estratégia.

Santo Agostinho, ao contrário, achava que o demônio seguia leis divinas, das quais não podia escapar. O demônio não poderia blefar ou mudar de estratégia.

Foi esse tipo de pensamento que permitiu a Henrick Kramer e Jacobus Sprenger escreverem o livro “Malleus Maleficarum”, verdadeiro manual dos inquisidores.

O objetivo era descobrir como agia o demônio e seus agente temporais, as bruxas, indicando a melhor forma de combater a ação destes.

Os títulos de alguns capítulos falam por si: “Métodos Diabólicos de Atração e Sedução”; “Como as bruxas podem infligir enfermidades graves”; “Métodos para destruir e curar a bruxaria”.

Jamais ocorreria a₁₁ tais autores que o demônio, percebendo que seu modo de ação

fora descoberto e dissecado, pudesse mudar de estratégia.

O demônio agostiniano são os fenômenos naturais. Eles seguem leis rígidas, das quais não podem escapar.

Se solto uma pedra, ele, incapaz de desobedecer à lei de gravitação universal, cairá, atraída pela Terra.

A pedra não cogita flutuar no ar apenas para contrariar minhas expectativas.

Posso dizer “A pedra irá cair” sem medo de ser desmentido pela pedra.

O mesmo já não ocorre com fenômenos sociais.

Imaginemos um aluno relapso sobre o qual o professor faz a seguinte previsão: “Você não será aprovado, pois não estuda”.

Ele pode se deixar abater pela previsão e desistir plenamente de ser aprovado. Mas, por outro lado, poderá estudar com mais afinco, para provar que o professor estava errado.

Quando se trata de seres humanos, podemos fazer previsões auto-destrutivas e auto-realizadoras.

Um jornal que estampe uma previsão de inflação fará com que os consumidores corram para estocar produtos antes do anunciado aumento de preços. O aumento da demanda fará com que os vendedores aumentem o preço das mercadorias.

Talvez a inflação não tivesse ocorrido se o

jornal não a tivesse anunciado.

É fato sabido que nenhum banco tem em caixa dinheiro o bastante para cobrir a retirada de todos os seus correntistas.

Se corre o boato de que o banco irá falir, haverá uma corrida ao mesmo. O excesso de saques deixará a instituição sem capital e, portanto, falida.

Mais de uma empresa bancária já fechou suas portas em decorrência de previsões auto-realizadoras.

Os fenômenos naturais são demônios agostinianos: jogam um jogo difícil, mas, uma vez decobertas suas leis, eles não a mudarão apenas para nos contradizer ou agradar.

Os fenômenos sociais, ao contrário, são demônios maniqueus, pois o fluxo de informações pode fazer a sociedade ou grupos mudarem de comportamento.

Como um jogador de pôquer, a sociedade muda seu comportamento e suas estratégias.

As investigações de Karl Marx sobre a sociedade capitalista foram muito acuradas, mas não servem para nossos dias, pois o capitalismo se utilizou dessas mesmas análises para se transformar e, portanto, sobreviver.

Segundo Nobert Weiner, comparado ao demônio maniqueu, dono de refinada malícia, o demônio agostiniano é estúpido. Joga um jogo difícil, mas pode ser derrotado completamente pela inteligência e pela₁₃ observação.

A metáfora dos demônios maniqueu e agostiniano faz cair por terra a falácia de pesquisadores do início do século XX que pretendiam investigar os fenômenos sociais com as mesmas ferramentas e a mesma lógica com que se investiga a natureza.

Para pesquisar tais fenômenos, surge uma nova teoria, parte da cibernética, chamada teoria dos jogos.

O jogo praticado pela sociedade constantemente é do tipo soma-zero, em que os ganhos de uma parte revertem em perdas para o outro lado.

É o que ocorre, por exemplo, nos casos de dominação política: uma vitória do dominador transforma-se em perda para o dominado.

Sabe-se que a dominação política e econômica é baseada no conhecimento do homem sobre o homem. Em especial o conhecimento sobre como a sociedade dominada age. Nesse caso, interessa aos dominados agirem como demônios maniqueus, o que torna inútil esse conhecimento.

O melhor exemplo desse tipo de comportamento é a guerrilha. A guerrilha não respeita as regras dos conflitos armados: ataca de surpresa, em pequenos grupos que escapam rapidamente de uma posterior perseguição.

Os terroristas também agem como demônios maniqueus.

O ataque às torres gêmeas do World Trade

Center é um exemplo perfeito de demônio maniqueu.

Ops EUA estavam muito preocupados com a criação de um escudo anti-mísseis, que tornasse inviável qualquer ataque aéreo às cidades americanas.

Os terroristas atacaram justamente de onde os militares norte-americanos não esperavam nenhum ataque. Eles seqüestraram aviões comerciais, de transporte de passageiros, e os jogaram sobre os alvos.

Para sequestarem os aviões, os terroristas usaram facas. Um comportamento absolutamente imprevisível e, portanto, maniqueu: atacar a maior potência militar do planeta utilizando apenas facas!

O inusitado da ofensiva foi justamente a característica que permitiu o ataque possível.

CAPÍTULO III - A INFORMAÇÃO

Parte essencial da cibernética, o estudo da informação foi consagrado pela Teoria da Informação (T.I).

A T.I. foi criada pelo matemático norte-americano Claude Shannon para resolver problemas técnicos de transmissão de informação.

Os engenheiros da época acreditavam que era apenas uma questão de tecnologia conseguir transmitir uma maior quantidade de mensagens telegráficas com maior rapidez. Shannon demonstrou que cada canal tem uma velocidade e uma quantidade limite de informações transmitidas. A partir de um certo ponto, a mensagem começa a ser dominada por ruídos que prejudicam a recepção.

Shannon também tornou possível a construção de computadores digitais ao substituir o sistema decimal pelo sistema binário. Ele foi, provavelmente, o primeiro pesquisador a tentar uma definição científica do conceito de informação: “Informação é uma redução da incerteza, oferecida quando se obtém¹⁶ resposta a uma

pergunta”. (apud Epstein, teoria da informação, 35)

Vamos imaginar uma situação. Dois candidatos A e B estão disputando uma eleição.

O eleitor não sabe quem é o vencedor e liga o rádio para obter essa informação. Se o locutor dissesse: “O Vencedor foi A ou B”, a mensagem seria totalmente redundante, pois o ouvinte já sabe que o vencedor foi um dos dois concorrentes.

A mensagem “A venceu” seria informação, pois diminui a incerteza do receptor.

Entretanto, só há informação quando ocorre variedade de possibilidades. Quanto maior a quantidade de respostas possíveis, maior a quantidade de informação.

Se a eleição tiver um único concorrente, digamos A, a mensagem “A venceu não teria qualquer informação”.

Por outro lado, se houvessem três candidatos com chance real de se eleger, a mensagem “A venceu” seria mais informativa.

Quanto maior a quantidade de possibilidades, maior a dúvida e, portanto, maior a quantidade de informação da mensagem “A venceu”.

Imaginemos que a mensagem seja “A, B e C empataram”. Essa notícia teria muito mais informação do que “A venceu”, pois é muito improvável que três candidatos tenham exatamente o mesmo número de votos.

Quanto mais¹⁷improvável um

acontecimento, mais informação ele tem.

A mensagem “Há um elefante nas florestas da Índia” tem pouquíssima informação, pois há uma grande probabilidade de haver elefantes nas selvas indianas.

Entretanto, a mensagem “Há um elefante solta na Avenida Paulista” tem alta carga de informação, pois a chance de isso acontecer é mínima.

A idéia de informação está sempre ligada a algo diferente, improvável, fora do normal.

CAPÍTULO IV - LINGUAGEM BINÁRIA

Para visualizar a noção de que a quantidade de informações está relacionada à multiplicidade de possibilidades de respostas (variedade), imagine que os quadrados abaixo são caixas, uma das quais está cheia de bombons. A outra, vazia. Você é desafiado a descobrir qual das duas está cheia de guloseimas, e deve fazer perguntas cujas sejam sim ou não.

A	B
---	---

Vamos imaginar que você pergunte: é a A? A resposta pode ser sim ou não.

Nesse caso, a informação é dada entre duas respostas possíveis do tipo sim ou não. É um bit. Trata-se do que ocorre, por exemplo, com o interruptor de luz, que só permite duas possibilidades de mensagens: aceso/apagado.

A descoberta da caixa premiada teria muito mais informação se as 2^n possibilidades fossem

quatro, pois a incerteza seria maior.

A	B	C	D
---	---	---	---

A quantidade de informação dobraria no caso abaixo.

A	B	C	D	E	F	G	H
---	---	---	---	---	---	---	---

Agora a resposta correta seria uma entre oito possibilidades.

Para descobrir qual é a caixa premiada, o concorrente poderia fazer perguntas do tipo sim/não (bit). Como atacar o problema?

Uma possibilidade seria ir perguntando em seqüência:

É o A?

É o B?

É o C?

Esse método, no entanto, se revelaria desgastante se a resposta correta fosse o H. Seriam necessárias sete perguntas para descobrir a solução.

Imaginemos, no entanto, que só sejam permitidas três₂₀ perguntas. A Teoria da

Informação propôs uma fórmula otimizada para se chegar à solução. Bastaria dividir o conjunto em dois grupos: A-D e E-F.

Assim, a primeira pergunta seria:

A caixa premiada está no conjunto A-D?

Resposta: Não.

Conclui-se que a caixa está no conjunto E-H. A segunda pergunta dividiria o conjunto em dois grupos (bits):

A caixa está no conjunto E-F?

Resposta: Sim.

A pergunta seguinte seria simples. Afinal, a caixa só pode ser E ou F.

Basta indagar:

É o F?

Se a resposta for sim, F é a premiada. Se for não, será a E.

Foram necessárias três perguntas para se chegar à solução, portanto a resposta teria três bits.

Utilizando-se desse método, a teoria da informação conseguiu calcular a quantidade de informação em cada mensagem. A linguagem binária tornou possível os computadores.

Para transmitir uma mensagem ao computador, devemos codificá-la em conjuntos do tipo sim ou não em²¹que 1 seria sim e 0 seria

não.

O número 9 em código binário fica: 1001.

Para transmitir ao computador a imagem de um círculo basta montar uma tabela com diversos quadrados. O sim representa o quadrado preenchido e o não o vazio. Quanto maior a quantidade de quadrados, maior a resolução e maior a quantidade de bits.

CAPÍTULO V - CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Magaroh Maruyama percebeu que conceituamos a informação de acordo com a forma como organizamos o universo à nossa volta. Assim, ele propôs uma classificação da informação em três universos: o universo classificador, o universo relacional e o universo relevante.

Universo classificador

Esse é o tipo de informação mais importante para as culturas ocidentais. Talvez isso se deva à grande influência do filósofo Aristóteles.

Aristóteles preocupava-se em classificar os fenômenos naturais, os animais, minerais e plantas

em categorias e subcategorias mutuamente exclusivas.

Os animais são classificados em mamíferos, aves, répteis, peixes, etc... Um animal não pode pertencer simultaneamente a duas categorias. A baleia, por exemplo, embora viva na água, é uma mamífero. Ela não pode ser, ao mesmo tempo, peixe e mamífero.

A divisão da informação por classificação é estática e não permite muitos entrecruzamentos.

Na escola, por exemplo, os alunos aprendem matemática, física e química como matérias isoladas. É a compartimentação do saber.

É interessante notar que a forma como organizamos as informações vai moldar a maneira como pensamos e vemos o mundo.

Certa vez, quando eu era professor de Redação Jornalística, descontei pontos de uma aluna que havia cometido vários erros gramaticais. Ela contestou a nota com um argumento típico do universo classificador:

- Você é professor de redação jornalística, não de português, portanto não pode descontar pontos de erros gramaticais.

Claro que nem todos os adeptos do universo classificador são tão radicais, mas não há dúvidas de que foi o universo classificador que permitiu a compartimentação do saber contra a qual a cibernética tanto lutaria (atualmente o grande crítico dessa compartimentação²⁵ é o filósofo Edgar Morin).

Em todo caso, um exemplo muito bom de universo classificador é a biblioteca.

Os livros são distribuídos nas estantes e nos catálogos através de categorias e subcategorias mutuamente exclusivas.

Por exemplo: uma estante para ciências exatas, outra para ciências humanas. Na sala de ciências humanas, há o conjunto de estantes de história. Entre elas, há estantes para história do Brasil, história geral e história antiga.

Muitas vezes essas divisões se tornam complicadas.

Diante de um livro como “O Nome da Rosa”, de Umberto Eco, o bibliotecário se vê num aperto.

O livro é uma ficção literária de alto categoria, mas é também um romance policial ao estilo de autores como Conan Doyle. Por outro lado, é também um verdadeiro tratado histórico sobre a Idade Média. Uma leitura mais atenta revelaria que boa parte de suas páginas são ocupadas com a semiótica, ciência que estuda os signos e até cibernética.

Em que categoria incluir “O Nome da Rosa”? Em alta literatura? Em ficção policial? Em teorias da comunicação? Em história da Idade Média?

O mesmo tipo de problema pode ser encontrado nos sites de busca, como o cadê. A palavra ensino nos levará às categorias ensino superior, ensino médio e ensino fundamental. Dentro de ensino superior, há cursos de graduação, cursos de pós-graduação e assim por diante.

Não há dúvida de que a informação classificadora foi o grande motor do desenvolvimento de nossa sociedade, especialmente do ponto de vista científico e tecnológico. Entretanto, a ênfase exagerada dada a esse tipo de informação revela, hoje, um impasse em decorrência da grande quantidade de informação com a qual lidamos diariamente.

Por outro lado, o universo classificador, ao pressupor que há algo acima e algo abaixo, permitiu que surgisse a hierarquia e as divisões de classe.

A sociedade brasileira é organizada de forma classificadora: o presidente está acima do governador, que está acima do governador, que está acima do prefeito. Uma pessoa não pode ser, ao mesmo tempo, presidente e prefeito.

A ênfase no conceito de liderança decorre de um processo de classificação da informação. Entretanto, para algumas culturas, como a esquimó, o conceito de liderança é irrelevante.

Universo relacional

No universo relacional, predominam as interações mútuas entre as coisas. Assim, a guerra é aquilo que acaba com a paz. A paz é aquilo que acaba com a guerra.

No universo classificador a pergunta básica é “O que é isso?”. No₂₇relacional a pergunta básica é “Como isso se relaciona com as outras

coisas?”.

As coisas e fenômenos são vistos como parte de um sistema de inter-relações.

No universo classificador, o gato é definido como um animal mamífero, vertebrado, felídeo etc...

No universo relacional, o gato é o animal que come o rato.

Na nossa cultura, a informação relacional tem sido mais valorizada pelos artistas.

Ao olhar para um gato e uma cadeira, o pintor vê uma relação entre eles: o gato sobre a cadeira pode resultar em uma bela composição.

O universo relacional pode ser também encontrado em um passeio descompromissado pela net

Começo pesquisando Edgar Alan Poe. Em um dos sites encontro que esse autor influenciou o argentino Jorge Luis Borges. Vou à página sobre Borges e encontro a informação de que o autor de O Alpeh era fanático por tigres. Acabo minha pesquisa em uma página sobre tigres (ou posso continuar infinitamente, seguindo o rastro das relações entre as coisas).

Universo relevante

“Como faço para₂₈conservar

meu

casamento?"; "De que maneira posso me tornar mais feliz?"; "O que posso fazer para que formigas não ataquem minhas flores?"; "Que tipo de filme devo assistir no final de semana?".

Essas são perguntas que dificilmente serão respondidas consultando-se um catálogo de biblioteca. No entanto, são perguntas importantes para as pessoas. As respostas a essas perguntas fazem parte do universo relevante.

Esse é o tipo de informação que não se encontra em bibliotecas ou na educação formal (muitas bibliotecas talvez contenham essas respostas, mas a organização dos catálogos, essencialmente classificadora, torna quase impossível encontra-las).

Geralmente essas notícias são fornecidas por amigos ou conhecidos. Se quero viajar no final de semana e não sei para onde ir, é mais prático pedir sugestão a um amigo do que consultar uma biblioteca ou um site.

O cérebro humano lida melhor com a informação relevante do que qualquer computador ou biblioteca. Para uma pessoa que viaja muito, lembrar-se de locais agradáveis é uma informação muito relevante e, portanto de fácil recuperação.

Embora nossa cultura dê pouca importância ao universo relevante, ele é de grande importância.

Na verdade, o universo classificador está tão entranhado em nosso pensamento que a própria divisão de informação classificador, relevante e relacional tem como base o universo classificador.

Entretanto, o desenvolvimento da inteligência artificial só pode ocorrer se for construída uma máquina capaz de processar os três tipos de informação.

Segundo a revista Superinteressante, de agosto de 2000, os pesquisadores Tim Benners, James Hendler e Ora Lassila estão desenvolvendo uma agente virtual que seria a resposta. O agente seria um mecanismo de busca na net que conseguiria acessar exatamente a informação pretendida.

Por exemplo, alguém que pretende viajar para o Peru pesquisa nos sites de busca informações sobre esse país. Ela, provavelmente, vai se deparar com homes sobre como preparar o peru de Natal, piadas infames e uma grande quantidade de sites sobre o país Peru, mas com informação absolutamente irrelevante.

O agente virtual, ao contrário, não só encontraria informações turísticas sobre o Peru, como as compararia com opiniões de pessoas que já passaram por aquele país. Além disso, fariam a reserva do avião e indicariam os melhores hotéis.

O engenho seria um mecanismo capaz de lidar com os três tipos de informação: relacional, classificador e relevante.

CAPÍTULO VI - CARACTERÍSTICAS DA INFORMAÇÃO

A informação tem como característica a possibilidade de ser transportada, armazenada e traduzida.

Na maioria das vezes em que estabelecemos uma comunicação, estamos transportando informação (Há certa controvérsia sobre isso. Alguns autores dizem que a informação não é uma propriedade da mensagem e, portanto, pode haver mensagens sem informação. É o que acontece, por exemplo quando usamos a função fática da linguagem, cujo objetivo é testar o canal, como quando, por exemplo, indagamos; “Você está ouvindo?”).

O transporte da informação pressupõe a existência de um canal.

Imaginemos uma situação. Sei que a mãe de um amigo morreu e devo informá-lo do acontecido. Posso procurá-lo e repassar diretamente a ele a mensagem. Nesse caso, a informação foi transportada através de³¹ondas sonoras. Posso, no

entanto, utilizar outros canais. Posso telefonar, ou mandar um e-mail ou uma carta.

Cada canal tem o seu custo de transmissão de mensagem. Em alguns, o custo é maior, em outros, menor (isso inclusive é verificável em termos financeiros. Se a ligação for para um telefone comum custará menos que uma ligação para um celular). O custo do canal se relaciona muito com a vulnerabilidade do mesmo aos ruídos.

A informação também pode ser armazenada. Antigamente, a única forma de armazenar a informação era guardá-la em nossa mente. Com a invenção da escrita, foi possível armazenar as informações em livros. Criou-se a memória externa, o grande passo da humanidade na direção da evolução tecnológica, pois as novas gerações estavam dispensadas de lembrar todos os conhecimentos das gerações anteriores e podiam utilizar sua capacidade mental para criar coisas novas.

Por fim, a informação pode ser traduzida.

Ao transportar a informação, utilizamos um código para que a mesma possa ser compreendida pelo receptor.

O processo de tradução da informação é muito óbvio quando se trata de transferir uma mensagem de uma língua para outra (um texto do inglês para o português, por exemplo), mas utilizamos a tradução da informação em diversas situações de nosso cotidiano.

Quando dizemos “A casa está pegando fogo”, estamos³²traduzindo a informação

visual para o código lingüístico.

Por outro lado, a pessoa, quando recebe a informação, a decodifica, a frase “A casa está pegando fogo”, transforma-se, em sua mente, na visualização da casa em chamas. Esse fenômeno é bem explicado pela semiótica.

CAPÍTULO VII - REDUNDÂNCIA

O conceito de redundância é absolutamente oposto ao de informação.

Enquanto a informação significa variedade, novidade, a redundância significa falta de variedade ou simplesmente repetição.

Geralmente os indivíduos que chamamos de chatos são na verdade tremendos redundantes. É o caso, por exemplo, das pessoas que contam a mesma história diversas vezes.

Indivíduos previsíveis também são redundantes.

Durante algum tempo, acreditou-se que utilizar a retórica era criar um discurso aparentemente bonito, mas inócuo. Esse tipo de comportamento foi satirizado através do personagem Rolando Lero, do humorístico *Escolinha do Professor Raimundo*.

Se quisermos tirar uma informação de Rolando Lero, teremos de agüentar meia-hora de um discurso totalmente redundante.

Veja um exemplo de um discurso redundante ao extremo:

Prezado e maravilhoso chefe, eu que conheço sua augusta figura há muitos anos, desde que entrei neste departamento, venho, neste momento difícil, através desta maneira informal representada pela fala, solicitar à Vossa Senhoria o prazer inestimável de comparecer ao mictório deste departamento com a máxima urgência, desde que isso seja possível e não vá contra nenhum regulamento de nossa gloriosa instituição na qual trabalho há muitos anos, desde que passei no concurso público, no ano de 1967 e do qual me lembro muito bem, pois não há coisa que passe em nossa vida sem que nos marque profundamente e é por isso que sou muito grato a todos que me ajudaram até aqui e principalmente todos os meus amigos e meus familiares, pois sem a ajuda da família e dos amigos, nós nada conseguimos, especialmente as coisas importantes, que realmente importam para todos nós e são coisas que acontecem todos os dias, todos os anos, que são anos porque juntam doze meses e, portanto, não são séculos e é por isso que termino aqui minha concisa, clara e objetiva solicitação, certo do pronto atendimento da mesma.

No final, a informação é apenas: Preciso ir ao banheiro. Todo o resto é redundância (aliás, o excesso de redundância aqui, permite interpretação dúbia: alguns podem ler o texto como um pedido ao chefe para que *ele* vá ao banheiro).

O exemplo mostra³⁵ que a redundância

sobrecarrega a mensagem. O que poderia ser dito com 22 caracteres, foi dito com 1001. Ou seja, 979 caracteres (incluindo espaços) eram totalmente desnecessários à transmissão da mensagem.

O exemplo pode dar a entender que as melhores mensagens são aquela totalmente informativas. Isso não é verdade.

Há dois casos de não-comunicação: quando a mensagem é totalmente redundante e quando ela é totalmente informativa.

Uma mensagem redundante ao extremo é normalmente ignorada pelo receptor. Quando perguntado o que achava de certo livro recém-lançado, Osvald de Andrade respondeu apenas: Não li e não gostei”. Ou seja, o autor era tão previsível que Osvald não precisava nem mesmo ler o livro para saber que não gostaria.

A mente humana gosta de informação.

Neurologistas da Emory University Health Sciences Center, nos EUA, pingaram gotas de suco de frutas ou de água em voluntários monitorados por ressonância magnética. Quando a bebida era trocada, a atividade dos neurônios aumentava. A resposta chegava a ser mais forte que aquelas provocadas por sensação de prazer. (revista Saúde, abril de 2001)

Os pesquisadores chegaram à conclusão de que a mente humana é atraída pelo inusitado, pelo diferente.

A origem da hipnose está nesse repúdio à redundância. O36hipnotizador usa um

estímulo tão redundante que a mente simplesmente se recusa a continuar recebendo a mensagem e simplesmente “desliga”.

Por outro lado, uma mensagem totalmente informativa acaba se tornando incompreensível. É o caso, por exemplo, de uma mensagem escrita sem código em uma língua desconhecida pelo receptor.

A redundância tem também um papel importantíssimo no processo de comunicação. Ela é usada para combater ruídos que possam obstruir o canal.

Essa é a razão pela qual, por exemplo, nós batemos várias vezes na porta de uma casa quando queremos ser atendidos pelos moradores.

Bater uma única vez já transmitiria a mensagem, mas nós a reforçamos a fim de garantir que o receptor irá recebê-la.

Quanto maior a vulnerabilidade a ruídos de um certo canal, maior a redundância necessária para garantir a integridade da mensagem. Em um ambiente barulhento, devemos aumentar o tom de voz e repetir partes da mensagem.

Da mesma forma, quanto mais importante uma mensagem, maior a redundância aconselhada.

Uma mãe zelosa cujo filho está doente irá lembrá-lo de tempos em tempos que é necessário tomar os remédios.

Mesmo as línguas têm alta taxa de redundância para combater o ruído.

O núcleo de informação de qualquer palavra está nas consoantes, em especial nas mais raras, como o R, o X e o Z.

Se dou ao leitor as três vogais abaixo, dificilmente ele conseguirá descobrir a palavra da qual as mesmas foram tiradas:

E A E

No entanto, se eu apresento apenas as consoantes da mesma palavra, a tarefa se torna muito mais fácil:

M N S G M

Trata-se, como o leitor astuto já deve ter percebido, da palavra MENSAGEM.

Abreviaturas têm como base a retirada de toda a redundância das palavras. É o que podemos fazer com a palavra MENSAGEM. Eliminando a redundância (inclusive de consoantes), poderíamos escreve-la da seguinte maneira:

MSG

A frase MENSAGEM PARA VOCÊ ficaria assim:

MSG PR VC

Por que razão, uma vez que as abreviaturas são mais informativas, não as usamos mais comumente nas comunicações?

Porque uma mensagem como pouca redundância é vítima certa de ruídos.

Se houver³⁸ qualquer erro na

mensagem abreviada, a comunicação fica prejudicada, como acontece no caso abaixo:

MG PR VC

O mesmo já não ocorre com a mensagem normal:

MENSAEM PARA VOCÊ

O ruído, embora visível, não tornou impossível a compreensão da frase.

A língua inglesa é menos redundante que a portuguesa e, portanto, mais prejudicada pelos ruídos, como ocorre no caso abaixo.

Em inglês, CASAS AMARELAS escreve-se YELLOW HOUSES. Em português, como se vê, há dois S indicativos do plural e se um for vítima de ruído, ainda assim o receptor compreenderá que se trata de mais de uma casa. Em inglês a perda de um único S prejudica toda a mensagem.

Pesquisadores descobriram que os chineses têm o que chamam de ouvido absoluto, ou seja, sabem identificar a vibração exata de cada nota musical. Isso significa que o ouvido deles é menos propenso a ruídos. Assim, a palavra Mã pode ter quatro significados (mãe, paralisado, cavalo ou xingamento), de acordo com a entonação utilizada. (Superinteressante, ano 13, n 12, dezembro de 1999)

Além de ser uma ótima fonte de anedotas sobre equívocos de pronúncia, o fato demonstra que a língua chinesa pode ser mais informativa, pois o

ouvido absoluto dos chineses tema maior proteção contra ruídos.

Portanto, embora a redundância sobrecarregue a mensagem, ela também é necessária para evitar prejuízos.

A decisão sobre a quantidade de redundância da comunicação deve ser balizada por vários fatores: a taxa de ruído do canal, o repertório do receptor e a importância da mensagem.

CAPÍTULO VIII - RUÍDO

Claude Shannon, o criador da Teoria da Informação, percebeu que a capacidade de transmissão de informações de cada canal era limitada. A partir de um certo ponto, a mensagem era dominada por ruídos.

Os ruídos são, portanto, os elementos mais prejudiciais à transmissão de informações.

Podemos definir como ruído qualquer elemento que atrapalhe o processo de comunicação.

O termo “ruído” pode dar a entender que se trata apenas de um intruso sonoro, ou seja, um barulho. Nada mais falso. Qualquer coisa que atrapalhe o transporte da informação pode ser considerada ruído: um erro de impressão, chuviscos em uma mensagem televisiva, estática no rádio...

Algumas vezes o ruído pode ser ocasionado por um problema no receptor. É o que o ocorre, por exemplo, com a surdez, total ou parcial. A velhinha surda do programa humorístico, que entende de maneira totalmente distorcida a fala dos outros personagens é⁴¹ uma ótima representação

do conceito de ruído.

Em algumas situações o ruído pode provocar uma perda total da mensagem. É o caso de um jornal que saia da gráfica totalmente empastelado. Em outras situações, ocorre apenas uma interpretação equivocada da mensagem. Décio Pignatari cita como exemplo do segundo caso a manchete do jornal O Estado de São Paulo, de 1976: “Bertioga vai ser eliminada”. Na verdade, a cidade seria iluminada.

O ruído pode ser definido igualmente como algo que não faz parte da mensagem e, portanto, atrapalha a recepção. Assim, uma música clássica, ainda que agradável, é ruído para quem pretende ouvir uma conversa. Alguém falando é ruído para quem pretende assistir à televisão.

É importante lembrar que a probabilidade de ruído está diretamente relacionada à característica do canal. Uma rádio AM sofre mais ruído que uma FM. Uma conversa ao telefone tem mais ruído que uma carta.

Da mesma forma, as várias possibilidades de interrupção (telefone, filhos, visitas) fazem com que o vídeo-cassete tenha mais ruído que o cinema, no qual estamos numa sala isolada com a nossa atenção focada apenas no filme.

Isaac Epstein lembra, no entanto, que o ruído pode se tornar um importante fator de reorganização do sistema.

É o que acontece, por exemplo, na evolução biológica.

As mutações nada mais são que ruídos na transmissão do código genético. Em geral esses ruídos provocam a criação de indivíduos monstruosos, totalmente inadaptados às condições ambientais. Mas se surge uma mudança no habitat, os mutantes podem ser a grande saída da espécie para continuar a existir.

O caso das girafas é clássico e serviu de objeto de debate entre os cientistas do século XIX.

Lamarck sustentava que as girafas, de tanto esticar o pescoço para alcançar as folhas mais altas, iam encompridando o mesmo e essa característica era transmitida aos herdeiros.

Darwin demonstrou que o processo era totalmente aleatório e ocasionado por um ruído genético. Entre as várias girafas surgiu uma mutação de pescoço mais comprido. Devido às novas características ambientais (provavelmente uma seca), essa espécie pôde se alimentar melhor, comendo as folhas do topo das árvores. Assim, melhor alimentada que as outras, ela se reproduziu mais, transmitindo aos filhotes suas características genéticas.

Muitas vezes, a criação de coisas novas surge de um processo de ruído. O champanhe, por exemplo, foi um vinho que fermentou.

Há de se destacar também a importância dos ruídos nas mudanças sociais.

O movimento hippie, quando surgiu, era um ruído para a sociedade da época.

No entanto, não fosse o movimento

hippie, talvez hoje não estivéssemos tão preocupados com questões essenciais para a sociedade atual, como a ecologia.

Na época do surgimento do movimento, o mundo ocidental estava tão envolvido com a euforia do consumismo que não atentou para a tendência entrópica desse fenômeno. Se a sociedade continuasse como estava, as cidades se tornariam locais completamente não funcionais, as florestas seriam totalmente destruídas e em breve estaríamos em cidades completamente caóticas, sem recursos naturais disponíveis.

Claro que não vivemos em um mundo perfeitamente ecológico, mas hoje até políticos conservadores falam da importância de se preservar as florestas e reciclar materiais que degradam a natureza.

Os ruídos também são importantes na construção de novos paradigmas científicos. Segundo Thomas Khun, as revoluções científicas ocorrem quando os cientistas novos começam a pesquisar anomalias, fenômenos que eram considerados até então ruídos, erros de observação.

A teoria de Kepler, de que a órbita dos planetas era elíptica, surge justamente da observação de um desvio de rota dos planetas, que até então era considerado um erro de observação.

Isaac Newton, ao fazer a luz passar por um prisma e decompô-la em todas as cores do arco-íris, descobriu que cada cor separada é pura, sendo que o branco é uma mistura delas.

Até então se achava que as cores surgiam de uma mistura de preto e branco. A experiência de Newton era um ruído para a ciência da época.

Da mesma forma, a teoria do caos, ao prestar atenção na irregularidade dos fenômenos, estuda justamente aquilo que, para a ciência clássica, era apenas um ruído.

Não é por outra razão que os cientistas revolucionários são constantemente desprezados e perseguidos pelos colegas.

Esse estado de coisas é exemplificado pela reclamação de Galileu Galilei:

“Eu nunca pude entender de onde originou-se o fato de que tudo aquilo eu dos meus estudos achei conveniente publicar, para agradar ou servir aos outros, tenha encontrado em muitas pessoas uma certa animosidade em diminuir, defraudar e desfraudar aquele pouco valor que, se não pela obra, ao menos pela minha intenção, eu esperava merecer”. (O Ensaíador in Galileu e Newton, coleção Os Pensadores).

CAPÍTULO IX – REPERTÓRIO

Podemos definir repertório como o conjunto de conhecimentos que uma pessoa utiliza ao codificar ou decodificar uma mensagem.

Décio Pignatari dá como exemplo o caso de um garotinho que todo dia passava, ao lado da irmã mais velha, por uma escola de artes. Certo dia, não se agüentando de curiosidade, ele perguntou:

- O que é uma escola de artes?
- É uma escola em que se ensina arte.
- Deve ser uma bagunça!

A palavra arte, no seu repertório construído a partir dos ralhos da mãe (esse menino só faz arte) significa bagunça, peraltice.

Quanto maior o repertório, maior a sua capacidade para receber novas informações.

Pessoas com baixo repertório preferem mensagens mais redundantes e isso explica o grande sucesso⁴⁶ das chamadas novelas

mexicanas nas classes de menor escolaridade. A alta previsibilidade dessas novelas se encaixa bem ao gosto de um público com baixo repertório.

Por outro lado, a ficção científica costuma ser apreciada por pessoas com um alto nível de repertório. Para começar, a decodificação de livros ou filmes de ficção científica exigem conhecimentos científicos mínimos. Além disso, em um filme de F&C, tudo pode ser considerado informação, desde a roupa de seus personagens até seu modo de se comportar.

O repertório pode se tornar uma fonte de ruídos caso o emissor esteja em uma faixa de repertório muito acima do receptor.

A anedota abaixo, representada por uma série de comunicados internos de uma empresa demonstra a situação conhecida pelas crianças através da popular brincadeira do “telefone sem fio”.

DE: DIRETOR PRESIDENTE

PARA : GERENTE

Na próxima sexta feira, aproximadamente as 17 horas, o cometa Halley estará nesta área. Trata-se de um evento que ocorre somente a cada 76 anos. Assim, por favor, reúna os funcionários no pátio da fabrica, todos usando capacete de segurança, quando explicarei o fenômeno a eles. Se estiver chovendo, não poderemos ver o raro espetáculo a olho nu, sendo assim, todos deverão se dirigir ao refeitório, onde será exibido um filme documentário sobre o cometa Halley.

DE : GERENTE

PARA : SUPERVISOR

Por ordem do Diretor Presidente, na sexta feira, as 17 horas, o cometa Halley vai aparecer sobre a fabrica. Se chover, por favor, reúnam os funcionários, todos de capacete de segurança e os encaminhem ao refeitório, onde o raro fenômeno terá lugar, o que acontece a cada 76 anos a olho nu.

DE : SUPERVISOR

PARA : CHEFE DE PRODUCAO

A convite do nosso querido Diretor, o cientista Halley, 76 anos, vai aparecer nu no refeitório da fabrica usando capacete, pois vai ser apresentado um filme sobre o problema da chuva na segurança. O Diretor levará a demonstração para o pátio da fábrica.

DE : CHEFE DE PRODUCAO

PARA : MESTRE

Na sexta feira, as 17 horas, o Diretor, pela primeira vez em 76 anos, vai aparecer no refeitório da fabrica para filmar o Halley nu, o cientista famoso e sua equipe. Todo mundo deve estar lá de capacete, pois vai ser apresentado um show sobre a segurança na chuva. O Diretor levará a banda para o pátio da fabrica.

DE : MESTRE

PARA : FUNCIONARIO

Todo mundo nu, sem exceção, deve estar com os seguranças no pátio da fabrica na próxima sexta feira, as 17 horas, pois o manda-chuva (o Diretor) e o Sr. Halley, guitarrista famoso, estarão lá para mostrar o raro filme "Dançando na 48Chuva". Caso comece a

chover mesmo, é para ir pro refeitório de capacete na mesma hora. O show será lá, o que ocorre a cada 76 anos.

AVISO PARA TODOS

Na sexta feira o chefe da Diretoria vai fazer 76 anos, e liberou geral pra festa, às 17 horas no refeitório. Vai ter show de Bill Halley e seus cometas, que vão tocar muito brega pra galera. Vai ser uma festa de arromba, pois o chefão quer todo mundo nu!

Observa-se como a comunicação vai sofrendo alterações ocasionadas pelas diferenças de repertório, até modificar completamente o sentido original.

É interessante notar, também, que as primeiras expressões a sofrerem modificação são aquelas relacionadas a palavras pouco conhecidas nas faixas mais baixas de repertório (Cometa Halley, a olho nu).

CAPÍTULO X – ENTROPIA

A entropia é um dos mais instigantes e também um dos mais controversos conceitos da cibernética. Nilson Lage define entropia como o oposto de redundância e equivalente ao conceito de informação: "O conceito de redundância relaciona-se com alta previsibilidade; o de entropia com baixa previsibilidade". Nobert Wiener, o criador da cibernética, vai no sentido oposto: "é possível interpretar a informação conduzida por uma mensagem como sendo, essencialmente, o negativo de sua entropia". A entropia é vista aqui não como informação, mas como redundância. Décio Pignatari concorda com as idéias de Wiener. Para ele, a entropia negativa é igual à informação: "Na desdiferenciação de formas e funções, teríamos a tendência caótica ou entrópica, cujo ponto extremo seria a uniformização geral, o caos, onde não haveria possibilidade de informação, nem troca possível de informação". Epstein, por sua vez, lembra que a fórmula para medir a entropia, proposta por Clausius em 1864 é⁵⁰ idêntica à proposta por

Shannon em 1948 para medir a informação de uma mensagem. Por outro lado, a entropia pode ser tratada como uma espécie de ruído (eu mesmo já o fiz em minha dissertação de mestrado).

Afinal, o que é entropia? A palavra entropia foi usada pela primeira vez em 1850, pelo físico alemão Rudolf Julius Clausius (1822-1888). A origem da palavra são os radicais gregos em (dentro) e tropee (mudança, troca, alternativa). O termo foi amplamente trabalhado na física para designar a Segunda Lei da Termodinâmica.

Há várias maneiras de enunciar essa lei, mas talvez a mais completa seja:

"Todo sistema natural, quando deixado livre, evolui para um estado de máxima desordem, correspondente a uma entropia máxima".

A entropia representa a perda de energia do universo, que ocorre a todo instante, razão pela qual os cientistas dizem que o universo caminha para a morte térmica. Ela é irreversível. Por isso, essa energia perdida jamais será recuperada.

Esse sentido único da entropia fez com que os físicos a chamassem de "a flecha do tempo".

Para exemplificar, imagine duas canecas de alumínio, uma a 80, outra a 20 graus centígrados. Se encostarmos uma na outra, o que ocorrerá? A caneca quente esfriará e a fria esquentará. Chegará um ponto em que as duas estarão à temperatura uniforme de 50 graus. Essa experiência fez com que Clausius enunciasse a lei da entropia da seguinte maneira: "É impossível⁵¹ haver transferência

espontânea de calor de um objeto frio para outro mais quente".

Outra característica da entropia é a mistura indiferenciada. Para visualizar essa propriedade, basta imaginar dois recipientes ligados por uma comporta, um com tinta branca, outro com tinta vermelha. Ao abrirmos a comporta, as duas tintas irão se misturando aos poucos, até chegar o ponto em que não conseguiremos distinguir onde está o branco e onde está o vermelho. Ou seja, a tinta entra em estado desordenado, pois a ordem pressupõe uma compartimentação de coisas. Uma estante em que livros e CDs estejam misturados é mais caótica do que uma estante em que os livros estejam em uma prateleira e os CDs em outra.

Um detalhe interessante da mistura das tintas é que as mesmas jamais voltarão à posição inicial, mesmo que esperemos por toda a eternidade.

É a flecha do tempo, o sentido único da entropia.

A entropia tem, também, o sentido de degradação. Assim, a velhice que vai aos poucos tomando conta de nosso corpo é um exemplo da mesma vivenciado por todos nós, diariamente. Esse processo vai se acumulando até redundar na fase final: a morte. Não é por outra razão que os físicos se referem à entropia como a morte térmica do universo.

A palavra entropia foi também usada em administração para designar empresas que se deixam dominar pelo caos, pela degradação. Lojas em decadência são um ⁵²exemplo perfeito de

como a entropia pode destruir um empreendimento: a sujeira toma conta do lugar; a fachada se tornando aos poucos ilegível; as paredes desbotam; o dono não tem dinheiro o bastante para fazer as reformas necessárias; e os empregados, desestimulados, não se empenham para vender mais, diminuindo a renda da firma e acelerando sua falência.

Uma vez iniciado o processo de entropia em uma empresa, somente uma injeção maciça de dinheiro pode salvá-la. Na verdade, é mais prático e barato criar uma empresa nova do que tentar reerguer uma dominada pela entropia.

Na comunicação, a entropia está relacionada ao grau de desorganização da mensagem. Quanto mais desorganizada, mais entrópica. Nos meios acadêmicos, costuma-se brincar que o melhor exemplo de entropia seria um macaco utilizando uma máquina de escrever. O resultado dessa traquinagem: uma mensagem totalmente desprovida de código e entrópica. Portanto, incompreensível.

O código é utilizado com o objetivo de evitar que o caos tome conta da mensagem.

A entropia, no entanto, pode ter uma utilização positiva na comunicação, pois uma mensagem extremamente ordenada é também uma mensagem previsível e, portanto, redundante. A característica de imprevisibilidade da entropia pode dar à comunicação um toque mais original. É o que ocorreu, por exemplo, com o surgimento da MTV. Diante da estrutura ordenada e previsível das emissoras convencionais, a linguagem entrópica da MTV foi um sopro de criatividade.

A entropia também pode ser usada na diagramação de revistas, como demonstra a revista Trip.

Exemplos de linguagem entrópica também podem ser encontradas no cinema. O filme "Clube da Luta", por exemplo, não só usa uma linguagem caótica, como fala explicitamente do aumento da entropia no mundo atual. A cena em que o personagem principal se auto-flagela é um ótimo exemplo disso.

Vale ressaltar que, uma vez assimilada, essa linguagem entrópica vai se tornando um novo tipo de ordem.

Como diz Umberto Eco, "cada ruptura da organização banal pressupõe um novo tipo de organização, que é desordem em relação à organização anterior, mas é ordem em relação a parâmetros adotados no interior do novo discurso".

CAPÍTULO XI – CÓDIGOS

Segundo a enciclopédia Larousse Cultural, “o código é um sistema de probabilidades que, aplicado a um sistema desordenado (entrópico ou caótico), reduz as possibilidades de ocorrência caótica de eventos, facilitando a comunicação” (Larousse Cultural, 1987, 1489)

A citação pode parecer complicada, mas não é. Para começar, vamos nos ater ao objetivo. O código tem como objetivo facilitar a comunicação. Ou seja, sempre que emitimos algum tipo de comunicação, utilizamos um código, ou nossa mensagem não seria compreendida.

Mesmo quando fazemos um gesto (de adeus, por exemplo) estamos usando um código.

As diferenças de código gestual já provocaram até um incidente diplomático. Um presidente norte-americano, em visita ao Brasil, fez, para os jornalistas, um sinal com^{55a} mão que consistia em

juntar o polegar e o indicador em círculo, deixando estendidos os outros dedos.

No código gestual norte-americano, esse gesto representa OK, mas no Brasil o sinal tem forte conotação obscena.

O corpo humano tem a possibilidade de realizar os mais variados tipos de movimentos. Se todos eles fossem portadores de mensagens, estaríamos diante de um estado entrópico, ou caótico, em que tudo é válido.

Assim, poderíamos um dia dar tchau balançando a mão aberta e, no outro, rodopiando o pé, ou abanando as orelhas. E, na semana seguinte, esses mesmos sinais poderiam ter outros significados.

Não é necessário ser um expert em cibernética ou semiótica para compreender que um tal estado de coisas, em que pode tudo, não seria favorável a uma comunicação eficaz.

Se encontro alguém na rua e ele me abana as orelhas, como poderei saber qual é a mensagem que ele quer, de fato, transmitir? (ele poderia estar abanando as orelhas sem qualquer objetivo de estabelecer uma comunicação).

É necessário haver um conjunto de regras que organize as várias possibilidades de sinais, nos dizendo o que pode e o que não pode, quais sinais têm significado e quais não têm.

No código gestual brasileiro, por exemplo, abanar as orelhas não tem significado nenhum.

O código diminui⁵⁶ consideravelmente as

possibilidades de transmissão de mensagens de um canal.

Como já dissemos anteriormente, um macaco datilografando é um exemplo de entropia. Ele utiliza todas as possibilidades combinatórias dos sinais que estão à sua disposição.

O primata pode, por exemplo, escrever uma mensagem do tipo:

RZHP0ITQAAJ

O texto é muito informativo, mas não comunica nada, pois não respeita as regras de combinação (sistema de probabilidades) da língua portuguesa.

Em português, quando temos a letra Q, há uma probabilidade enorme de que a letra seguinte seja um U acompanhado de uma das seguintes vogais: A, E, O, I.

Assim, a combinação QA não é possível.

Também de acordo com o código língua portuguesa, as consoantes são geralmente acompanhadas de uma vogal. Dessa forma, ao vermos um R, intuímos que a seguinte será uma vogal, como em RATO.

O encontro RZ não é aceito pelo código e a probabilidade dele ocorrer é mínima.

Diante das letras S, C, A e A, algumas combinações se revelam possíveis, outras não.

CASA é um agrupamento possível, assim como SACA, mas SCAA é uma⁵⁷ mensagem

completamente entrópica, a não ser que seja a sigla de uma entidade, por exemplo.

O código diminui consideravelmente a possibilidade informativa do canal, introduzindo redundância nela como uma forma de protegê-la contra o ruído e a entropia.

Para visualizar a noção de código, vamos imaginar um canal simples: quatro lâmpadas. (exemplo extraído de Epstein, 1986)

Imaginemos que essas quatro lâmpadas sejam usadas para transmitir ao piloto de um avião as seguintes mensagens: TREM DE POUSO FUNCIONANDO e TREM DE POUSO COM DEFEITO.

O leitor implicante irá me perguntar: por que usar quatro lâmpadas se eu posso transmitir a mesma mensagem com apenas uma?

De fato, esse é o sistema utilizado em um carro, por exemplo. Algumas funções internas do veículos são transmitidas ao condutor através de uma única lâmpada. É o que ocorre, por exemplo, com o fluído de freio. Se o fluído de freio está normal, a lâmpada permanece apagada. Se ela acende, é porque há algum problema.

Acontece que há uma diferença brutal entre o resultado de uma falha de comunicação em um carro e um avião.

Se a lâmpada do fluído de freio estiver queimada, o motorista, ainda assim, tem condições de descobrir que há algo errado (o freio começa a falhar, por exemplo) e parar o carro no acostamento.

No avião, não há tal possibilidade. Uma única falha de comunicação pode provocar um acidente no qual morrerão dezenas de pessoas.

Como vimos no capítulo sobre redundância, quanto maior a importância da mensagem e quanto mais grave a consequência de um possível ruído, maior deve ser a redundância empregada.

Para isso, usa-se quatro lâmpadas em nosso exemplo: a falha em uma delas não irá prejudicar a transmissão da mensagem.

Diante das quatro lâmpadas, temos de estabelecer um código, um conjunto de regras para a transmissão da mensagem.

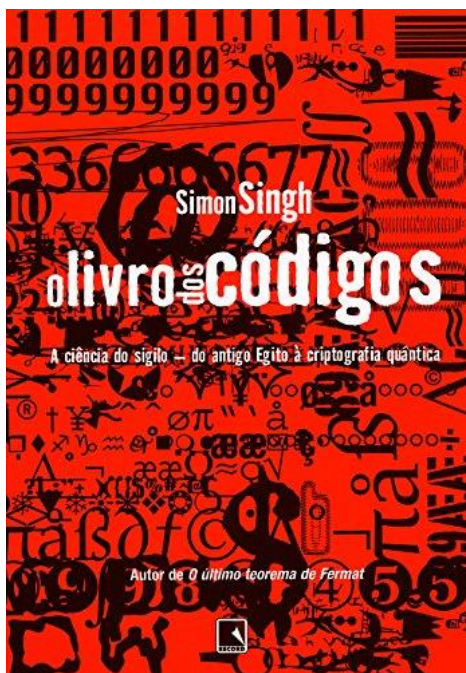
O canal quatro lâmpadas permite 16 combinações possíveis. Usá-las todas seria equivalente a um estado entrópico/caótico. O mesmo que um macaco brincando com uma máquina de escrever.

Para evitar isso, reduzimos para apenas duas as combinações possíveis. Assim: as duas primeiras lâmpadas acesas e as outras apagadas significa TREM DE POUSO FUNCIONANDO e as duas primeiras apagadas e as outras acesas significa TREM DE POUSO COM DEFEITO.

Caso ocorra um ruído (uma lâmpada queimada, por exemplo), ainda assim o receptor terá capacidade de receber a mensagem e perceberá que a lâmpada queimada é um ruído, não uma parte da mensagem.

Dica de leitura

O LIVRO DOS CÓDIGOS



SINGH, Simon. O livro dos códigos. Rio de Janeiro: Record, 1999.

Os códigos existem para facilitar a comunicação. São eles que nos dizem o que pode e o que não pode, o que representa algo e o que não representa nada. Sem eles, não seria possível se comunicar nem mesmo⁶⁰ através de gestos, pois

também esse tipo de comunicação passa por uma codificação. Mas existem situações em que códigos são criados com o objetivo específico de tornar o texto transparente para quem tem a chave e absolutamente incompreensível para quem não a tem. São as cifras secretas, utilizadas principalmente na política e na guerra.

O *Livro dos Códigos*, de Simon Singh, lançado pela editora Record, trata desses últimos. O alentado volume de quase quinhentas páginas trata da história dos códigos secretos e da luta entre dois times, os criptógrafos, que os criavam e tinham como objetivo mantê-los inquebráveis, e os criptoanalistas, que objetivavam descobrir a mensagem por trás de um emaranhado superficialmente incompreensível.

É um livro altamente aconselhável para quem gosta de história, mas principalmente para quem gosta de exercitar a massa cinzenta. *O Livro dos Códigos* se encaixa naquela categoria de livros que são para o cérebro o que Solange Frazão é para a panturrilha.

O aspecto histórico fica por conta dos momentos dramáticos que envolveram a criação ou a quebra de códigos. Não por acaso, o volume começa com Maria, a Rainha da Escócia, que, presa na Inglaterra, estava diante de uma corte, sendo acusada de articular o assassinato da rainha Elizabeth.

Na verdade, os católicos ingleses pretendiam de fato assassinar Elizabeth, a rainha protestante, e colocar em seu lugar Maria. Mas queriam antes ter a aprovação de Maria. Assim, escreveram para ela uma mensagem cifrada,⁶¹ pedindo autorização para

o levante. Maria respondeu positivamente, também através do código secreto.

Acontece que o primeiro secretário da rainha Elizabeth havia interceptado a mensagem e prendido os revoltosos. Restava julgar Maria. Mas, embora desprezasse sua prima, a rainha da Inglaterra tinha razões de sobra para não condena-la à morte. Primeiramente porque a ré era uma rainha de outra nação e muitos contestavam a autoridade de uma corte inglesa sobre ela. Além disso, a morte de Maria poderia criar um precedente perigoso. Se um júri poderia enviar uma rainha à morte, então talvez o populacho se sentisse tentado a fazer o mesmo com Elizabeth. Por último, havia o laço de sangue.

A condenação de Maria dependia de provas de que ela participava do plano e isso só poderia ser conseguido com a quebra da cifra.

Os revoltosos haviam criado um código em que cada letra era representada por um símbolo. Além disso, havia nulos, ou seja, sinais que não tinham valor algum e só serviam para complicar a vida de quem tentasse decifrar a mensagem.

Um leigo que olhasse a mensagem acharia que seria impossível decodificá-la sem a chave apropriada.

O mesmo ocorreria com uma cifra de César. Essa forma de codificar mensagens, criada pelo famoso estadista romano consistia em trocar as letras da mensagem original pelas terceiras letras seguintes do alfabeto. Assim, o A virava D, o B virava E e assim por diante. Mas, da mesma forma que a mensagem poderia ser escrita deslocando-se três casas, o criador do código⁶² poderia deslocar cinco,

seis ou até vinte e cinco casas. Um general inimigo que interceptasse a mensagem poderia ir tentando as combinações possíveis, mas existem 400.000.000.000.000.000.000.000.000 combinações possíveis. Isso significa que ele levaria um bilhão de vezes o tempo do universo para verificar todas as possibilidades. Parece impossível, não? No entanto, meus alunos mais espertos conseguem realizar tarefa semelhante em muito menos tempo. O recorde é de cinco minutos.

O segredo para a decodificação está na redundância. Sabendo em que língua foi escrita a mensagem, basta ter uma tabela de frequência da língua e verificar no texto quais são os sinais mais redundantes e os menos redundantes.

No português, por exemplo, as letras mais redundantes são as vogais, especialmente o A e o E. Letras como o X e o Z são as menos redundantes. Sabendo-se isso, basta trocar os sinais mais redundantes pelas letras mais redundantes e ir verificando as combinações. Além disso, há a redundância sintática. Em português, geralmente temos uma estrutura de sujeito – verbo – predicado. O sujeito geralmente é composto de um substantivo acompanhado de um artigo. Se o artigo for composto de apenas um sinal, deve ser ou o O ou o A. Se forem dois sinais, o artigo provavelmente está no plural: OS, AS, o que nos dá mais uma letra (S). Se o criptoanalista tiver uma idéia do assunto da mensagem, ele pode experimentar testar palavras que ele acredita constar na mensagem. Isso é chamado de cola. Se, por exemplo, sabemos que a mensagem trata do horário em que será feito um ataque podemos usar a palavra HORA⁶³ como cola e testá-la na

mensagem em vários pontos, até chegar a um resultado positivo. Descoberta uma palavra, o resto é fácil. Quem já jogou palavras-cruzadas sabe que não é tão difícil descobrir o significado de palavras incompletas. Se temos, por exemplo, o conjunto M_NS_GE_, é óbvio que se trata da palavra MENSAGEM.

Esse método é chamado de análise de frequência e foi precisamente a técnica utilizada pelo primeiro secretário da rainha Elizabeth para decodificar a mensagem e levar Maria ao cadafalso.

A pobre rainha da Escócia morreu porque sua cifra era fraca, fácil de ser decodificada.

Mas, com o tempo, os codificadores foram sofisticando cada vez mais seu trabalho, assim como os criptoanalistas e os códigos passaram a ser essenciais em episódios de guerra.

Exemplo disso foi o telegrama Zimmermann. Durante a I Guerra Mundial, os ingleses fizeram todos os esforços possíveis para convencer os EUA a entrarem no conflito. Sem sucesso. O presidente americano, Woodrow Wilson, não queria sacrificar a juventude de seu país e estava convencido de que a guerra só terminaria com um acordo negociado. Woodrow saudou a escolha do novo ministro das relações exteriores da Alemanha, Arthur Zimmermann, que parecia querer uma negociação. Os jornais norte-americanos publicaram manchetes como NOSSO AMIGO ZIMMERMANN.

Mas, na verdade, o novo ministro tinha outros planos em mente. Sua idéia era fazer uma guerra marítima total. O ⁶⁴Kaiser havia feito uma

promessa ao presidente norte-americano de que os submarinos emergiriam antes de realizar um ataque, o que evitaria acidentes com navios dos EUA. Se permanecessem no fundo do mar, os submarinos seriam invencíveis contra os navios ingleses. Como uma guerra submarina total afundaria navios norte-americanos, forçando Woodrow a entrar no conflito, Zimmermann planejava criar uma guerra na América, financiando uma ofensiva do México contra os EUA.

O plano foi enviado pelo rádio para o embaixador alemão no México, que deveria negociar com as autoridades mexicanas.

Acontece que os ingleses interceptaram a mensagem e a decifraram, passando-a para o embaixador norte-americanos na Inglaterra. Os EUA não tiveram outra alternativa, senão entrar na guerra. Segundo Sigh, “uma única descoberta feita pelos criptoanalistas da Sala 40 conseguiu sucesso onde três anos de diplomacia tinham fracassado”.

Mas o momento mais emocionante da atuação dos criptoanalistas foi a Segunda Guerra Mundial.

Os alemães haviam inventado uma máquina capaz de cifrar uma mensagem com grande rapidez e enorme confiabilidade. Chamava-se Enigma e era parecida com uma máquina de escrever, com a diferença de que uma letra, ao ser escrita, era trocada por outra letra de um alfabeto codificado. Havia uma série de misturadores, o que faziam com que a mensagem fosse codificada em vários alfabetos cifrados. Além disso, havia cabos que trocavam as letras, assim o A poderia ser codificado como B e assim por diante. A₆₅ ordem interna dos

misturadores e dos cabos podia mudar completamente o código e isso era feito todo dia pelos nazistas. Ou seja, a cada dia os germânicos tinham um código altamente seguro e diferente do usado no dia anterior, o que fazia com que os ingleses tivessem que decifrar o código diariamente. Além disso, a mesma máquina que era usada para codificar, poderia ser usada para decodificar. Um texto cifrado datilografado nela dava origem ao texto original.

Os ingleses conseguiram com os poloneses uma cópia da máquina Enigma, mas isso não ajudava muito, pois a Enigma poderia ser ajustada de acordo com 10.000.000.000.000.000 chaves diferentes. Seria necessário mais tempo do que a idade total do universo para chegar cada ajuste e, sinceramente, até lá a guerra já teria acabado.

A Enigma seria indecifrável, não fosse pela genialidade de Alan Turing, um dos autores que dariam origem ao ramo da ciência conhecido como cibernética.

O maior inimigo de um código secreto é a redundância. É ela que permite ao criptoanalista decifrar a mensagem. Na Enigma havia pouca redundância, mas, observando os textos que haviam sido decifrados, Turing percebeu uma redundância na mensagem. Muitas delas obedeciam a uma estrutura rígida. Ele descobriu, por exemplo, que os alemães mandavam relatórios sobre a previsão do tempo logo depois das seis horas da manhã. Dessa forma, uma mensagem interceptada nesse horário certamente conteria a palavra alemã para tempo, WETTER. Como havia um protocolo rigoroso sobre a formatação dessas mensagens, Turing poderia ter idéia até

mesmo de onde a palavra WETTER estaria na mensagem. Descoberto o texto cifrado de WETTER, bastava ajustar a máquina que transformariam a palavra no texto cifrado. Feito isso, a Enigma revelava completamente seus segredos.

As mensagens decifradas pelos ingleses foram fundamentais para a vitória aliada na Segunda Guerra, tanto que Winston Churchill chegou a visitar o local em que ficavam os decifradores, em Bletchley Park.

Entretanto, Turing jamais pôde coletar os frutos de seu trabalho. Em 1952 ele foi se queixar em uma delegacia de que havia sido roubado. Ingênuo, ele revelou que estava tendo um relacionamento homossexual no momento do furto. A polícia prendeu-o, acusando-o de “Alta indecência, contrária à seção 11 da lei Criminal, Emenda de 1885”. Os jornais divulgaram a notícia, Turing foi julgado, o governo britânico tomou-lhe seu passe de segurança e o retirou dos projetos de pesquisa relacionados com o desenvolvimento do computador. No dia 7 de julho de 1954 ele foi para seu quarto, levando uma maçã e um jarro com cianeto. Mergulhou a maçã na solução e comeu. Com apenas quarenta e dois anos morria um dos maiores gênios da cibernética e da criptoanálise.

BIBLIOGRAFIA

ASHBY, W. R. **Introdução à cibernética**. São Paulo: Perspectiva, 1970.

ECO, Umberto. **O Nome da rosa**. Rio de Janeiro: Record, 1986.

----- . **Obra Aberta**. São Paulo: Perspectiva, 1997.

EDWARDS, Elwyn. **Introdução à Teoria da Informação**. São Paulo: Cultrix, 1971.

EPSTEIN, Isaac (Org.). **Cibernética e Comunicação**. São Paulo: Cultrix & Edusp, 1973.

----- . **Cibernética**. São Paulo: Ática, 1986.

----- . **Teoria da Informação**. São Paulo: Ática, 1986.

LATIL, Pierre de. **O pensamento artificial**. São Paulo: Ibrasa, 1968.

LAROUSSE Cultural. São Paulo: Círculo do Livro, v. 8, 1988.

PIGNATARI, Décio. **Informação. Linguagem. Comunicação**. São Paulo: Perspectiva, 1976.

SINGH, Simon. **O livro dos códigos**. Rio de Janeiro: Record, 2001.

STAFFORD, Beer. **Cibernética** na

Administração. São Paulo: Ibrasa, 1979.

WIENER, Norbert. **Cibernética e Sociedade.** São Paulo: Cultrix, 1968.

INFORMAÇÕES SOBRE O AUTOR



Ivan Carlo Andrade de Oliveira é doutor em Arte e Cultura Visual e professor do curso de Jornalismo da Universidade Federal do Amapá.

Desde 1989 escreve roteiro de quadrinhos com o pseudônimo de Gian Danton. Também com esse pseudônimo já lançou três romances: Galeão (9Bravos), O uivo da górgona (9Bravos) e Cabanagem (Avec).

É imortal da Academia Amapaense de Letras.