



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Marília



**CULTURA  
ACADÊMICA**  
*Editora*

## **Informação e comunicação:** a abordagem quantitativa e alguns de seus críticos

Marcos Antonio Alves  
Alan Rafael Valente

**Como citar:** ALVES, M. A.; VALENTE, A. R. Informação e comunicação: a abordagem quantitativa e alguns de seus críticos. *In*: ALVES, M. A.; GRÁCIO, M. C. C.; MARTÍNEZ-ÁVILA, D. (org.). **Informação, conhecimento e modelos**. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2017. p. 111-130.  
DOI: <https://doi.org/10.36311/2017.978-85-86497-29-2.p111-130>



All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported.

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição - Uso Não Comercial - Partilha nos Mesmos Termos 3.0 Não adaptada.

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.

# INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO: A ABORDAGEM QUANTITATIVA E ALGUNS DE SEUS CRÍTICOS

Marcos Antonio Alves  
marcosalves@marilia.unesp.br

Alan Rafael Valente  
valente.alan@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

Conforme Floridi (2012), o ser humano passou por quatro grandes revoluções epistemológicas, ao longo de sua história. A primeira delas foi a copernicana, que nos retirou de centro do universo. A segunda foi a revolução darwiniana, com a qual passamos a ser considerados membros do reino animal, sem qualquer superioridade ou privilégios com respeito aos demais seres. A terceira foi a revolução freudiana, sugerindo que nossas mentes estão repletas de mecanismos inconscientes. Essas três revoluções mostraram que, além de não sermos o centro do universo, tampouco somos preponderantes às outras espécies ou possuímos completo controle sobre nossa mente. Elas provocaram uma espécie de processo de deslocamento e reavaliação da natureza fundamental da humanidade e o seu papel no meio ambiente.

A quarta revolução, ainda em curso, é a virada informacional. Ela substitui a visão de mundo centrada na mente humana para a explicação da realidade, da cognição e da própria natureza humana, atribuindo papel de destaque à informação, nesses estudos.

A virada informacional teve seu surgimento fortalecido por dois aspectos de alto impacto na ciência contemporânea: o teste de Turing e a segunda lei da termodinâmica. Turing (1950) propõe uma definição de pensamento enquanto processamento de informação, construindo uma abordagem, de alguma forma, empírica, em detrimento das concepções metafísicas a respeito da cognição. A termodinâmica, por sua vez, além de inserir a informação no contexto teórico da física, conforme mostra

Mitchel (2009), também contribuiu, a partir do uso de conceitos, como os de ordem e entropia, como fonte de inspiração para a concepção quantitativa da informação.

Neste trabalho, realizamos uma análise crítica da definição de informação sugerida no contexto da Teoria Matemática da Comunicação (doravante, TMC). Apontamos o que, supostamente, foi um dos marcos iniciais da virada informacional, a qual teria ocorrido a partir das reflexões quantitativo-informacionais presentes nos estudos de Engenharia, Matemática, Computação e Lógica, desenvolvidos por pensadores como Shannon e Weaver (1949).

Para alcançar nosso objetivo, na primeira seção, introduzimos a noção de comunicação, entendida como um processo de transmissão de mensagens. Apresentamos brevemente os principais elementos associados a esse processo, tais como os de fonte, transmissor, canal, receptor, destino e ruído. Na segunda seção, explicitamos a concepção de informação subjacente à TMC. Evidenciamos que a informação, nessa perspectiva, está associada à entropia, à redução de incerteza, ao grau de liberdade na escolha de mensagens. Em seguida, na terceira seção, expomos a definição da medida informacional em uma fonte. Embora a perspectiva quantitativa informacional desenvolvida pela TMC tenha a sua utilidade, por exemplo, no ambiente técnico das telecomunicações e da computação, ela sofre inúmeras críticas, algumas delas expostas na quarta seção. Finalizamos o capítulo expressando algumas reflexões a respeito da concepção de informação e comunicação.

## 1 UMA CONCEPÇÃO DE COMUNICAÇÃO

A TMC é uma abordagem preponderantemente técnica e formal, cujo objetivo central consiste na análise dos processos de transmissão de sinais de um ponto para outro. A comunicação, nesse contexto, é definida como a transmissão de mensagens entre duas entidades. Enfatizam Shannon e Weaver (1949, p. 03):

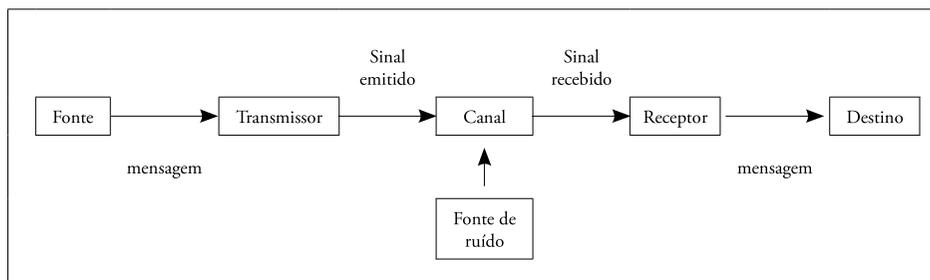
A comunicação é qualquer procedimento pelo qual uma mente afeta outra mente. Além da fala, escrita e oral, a comunicação envolve música, artes pictóricas, teatro, balé e, de fato, todo comportamento humano. Em algumas situações pode ser desejável usar uma definição mais ampla de comunicação. Tal definição envolveria procedimentos

por meio dos quais um mecanismo (por exemplo um equipamento automático para rastrear um aeroplano e computar suas prováveis posições futuras) afeta outro mecanismo (por exemplo, um míssil guiado perseguindo este aeroplano).

Como exemplo de processos de comunicação, podemos citar uma ligação telefônica, o envio de *e-mail* ou uma conversa. Conforme explicaremos adiante, a noção de afetar aqui é concebida como o alcance de mensagens em uma entidade, emitida por outra entidade.

A transmissão de mensagens pressupõe alguns componentes imprescindíveis, constituintes de um conjunto de elementos interconectados, de modo a formar um todo organizado. Basicamente, um sistema de comunicação, aos moldes da TMC, é composto por uma fonte, um canal e um destino. As mensagens são transmitidas apenas em uma direção, da fonte para o destino e, por isso, a comunicação é denominada unidirecional. A figura abaixo ilustra esse modelo de comunicação, acrescido do transmissor e receptor:

Figura 1: Modelo de comunicação unidirecional



Fonte: Shannon e Weaver (1949, p. 07)

Conforme explica Alves (2012b), a fonte é compreendida como qualquer situação ou processo capaz de transmitir mensagens que restringem, selecionam, delimitam ou geram informação. Seus elementos são concebidos como um conjunto de signos organizados de acordo com as circunstâncias e regras de cada situação. Como exemplos de fontes, encontramos os lances de uma moeda, cujos elementos são cara e coroa, o jogo de um dado, constituído pelos seis lados das suas faces, o falante, em uma conversa, cujos eventos poderiam ser considerados as letras, palavras ou frases proferidas.

Uma fonte pode ser compreendida informalmente como um conjunto de mensagens, cada uma delas com uma probabilidade de ocorrência. Em um lance de moeda, por exemplo, a fonte de informações associada seria composta por duas mensagens, correspondentes a cara e coroa. Já no jogo de dados, a fonte conteria seis mensagens. No caso de uma conversa telefônica, a fonte seria definida em função de um conjunto delimitado de mensagens possíveis de serem emitidas pelo falante.

No processo comunicativo, as informações são transmitidas através de mensagens. Conforme Wiener (1970, p. 33), “[...] uma mensagem é uma sequência discreta ou contínua de elementos mensuráveis distribuídos no tempo (o que os estatísticos chamam série temporal).” As mensagens discretas são constituídas por cadeias de signos, nas quais é possível enumerá-las, classificá-las e distribuí-las com precisão, a exemplo do que ocorre com os marcadores de tempo nos relógios digitais ou com as palavras deste texto lido por você. Já as mensagens contínuas se caracterizam por não apresentarem uma separação nítida de seus elementos, como acontece nos relógios analógicos, nos sinais de onda ou na fala de um comunicante.

O canal de um sistema de comunicação é o meio pelo qual a mensagem é transferida da fonte para o destino. Como exemplo, citamos as ondas eletromagnéticas, ou um conjunto de fios que fazem a ligação entre um telefone e outro, ou entre um controle remoto e um aparelho qualquer regulado por ele. O destino, por sua vez, corresponde ao alvo final da informação. Ao contrário da fonte, ele tem uma função passiva, a qual consiste unicamente em receber informações.

Em geral, é necessária a construção de um transmissor e de um receptor para a efetivação de um processo comunicativo. Como mostra Alves (2012b), o transmissor possui a função de traduzir as mensagens na linguagem do canal para que elas possam ser transmitidas por ele; o receptor, então, realiza a tradução inversa dos sinais, considerando a linguagem do destino, a fim de que elas possam alcançá-lo.

No exemplo da ligação telefônica, os dois extremos do sistema de comunicação seriam o falante e o ouvinte. O canal seria o ambiente, através do qual as mensagens seriam transmitidas via cabos ou via satélite. As mensagens emitidas pela fonte são transformadas em sinais de onda pelo

transmissor e enviadas para o receptor, outro mecanismo que as transforma novamente em ondas sonoras para chegar ao destino.

As mensagens enviadas pela fonte podem ser alteradas por meio de falhas no processo de comunicação, denominadas ruídos. Os ruídos, geralmente presentes no canal, são anomalias que interferem e alteram as mensagens emitidas por uma fonte. Normalmente, eles são causados por fatores externos ao sistema de comunicação, como se dá, por exemplo, com as interferências em transmissões radiofônicas ou telefônicas.

A TMC visa a averiguar, dentre outras coisas, em que medida aquilo que foi emitido por uma fonte em um sistema de comunicação é realmente aquilo recebido pelo destino. O problema fundamental da comunicação, ressaltam Shannon e Weaver (1949, p. 31), “[...] é o da reprodução, de modo exato ou aproximado, de uma mensagem selecionada em um ponto para outro ponto.” Para tanto, é preciso encontrar meios de detectar, eliminar, evitar o ruído ou descobrir meios de recuperar as mensagens alteradas por ele. Um dos modos de fazê-lo é através de boas codificações das mensagens, o que, muitas vezes, exige a inserção da redundância.

A redundância é a medida do grau de repetição de uma fonte. Consiste na inserção de informações adicionais ou repetidas às mensagens, que se manifesta no aumento do número de signos na mensagem. Por isso, assevera Roman (1992, p. 03), “[...] quanto maior a redundância adicionada à mensagem de uma fonte, mais confiavelmente pode-se detectar e corrigir erros, mas menor a eficiência (mais lenta e custosa) torna-se a transmissão das mensagens.”

Como procuramos mostrar, a eficiência da comunicação, na perspectiva em questão, é estabelecida a partir do sucesso na transmissão de sinais. Shannon e Weaver (1949, p. 04) destacam três enfoques diferentes ao problema da comunicação:

A: Problema técnico: quão acuradamente os símbolos de comunicação podem ser transmitidos.

B: Problema semântico: quão precisamente os símbolos transmitidos carregam o significado desejado.

C: Problema da efetividade: quão efetivamente o significado recebido afeta a conduta de modo desejado.

O problema técnico, ou sintático, procura analisar a exatidão da transferência de sinais, buscando eliminar o ruído. Nesse sentido, avaliam-se os aspectos quantitativos e sintáticos da informação, a fim de serem evitadas as perturbações, ou seja, inserção ou eliminação de partes das mensagens. A eficiência da comunicação, nesse patamar, é medida conforme a reprodução exata das mensagens da fonte para o destino.

No âmbito semântico, explica Alves (2012b), busca-se avaliar a informação sob o ponto de vista qualitativo, de modo a averiguar em que medida o destino é capaz de capturar com fidelidade o conteúdo significativo das mensagens emitidas pela fonte. A resolução do problema semântico depende da resolução do problema sintático. Assim, para que a efetividade semântica entre dois falantes, que se comunicam pelo telefone, por exemplo, seja máxima, é necessário, antes de tudo, que a linha telefônica apresente o mínimo possível de ruídos do ponto de vista técnico.

Por fim, no problema da efetividade, são investigadas em quais condições os comandos, as atividades contidas, explícita ou implicitamente, em uma mensagem emitida pela fonte são satisfeitas pelo destino. A eficácia, nesse patamar, pressupõe a solução dos problemas técnico e semântico. Se o destino não conseguir capturar os sinais ou o significado da mensagem, possivelmente não será capaz de capturar o comando pragmático nela presente.

Para ilustrar os três patamares de comunicação expostos acima, imaginemos um caso em que nos fosse mandado efetuar uma lista de tarefas, presente em uma mensagem por escrito. No nível técnico, analisaríamos os aspectos sintáticos da mensagem, visualizando se a letra é legível ou se o papel se encontra rasurado, amassado ou se os símbolos apresentam falhas. No nível semântico, examinaríamos se a lista de tarefas possui coerência ou se encontra na mesma língua do destinatário, para ele poder capturar o significado da mensagem. Superados os problemas técnicos e semânticos, no nível da efetividade, averiguaríamos as possibilidades de adequações da ação do destino às tarefas pressupostas nas mensagens emitidas pela fonte.

A eficiência da transmissão de mensagens é analisada em termos do conteúdo informacional, da quantificação da informação, de uma fonte. Para a comunicação ser eficaz, é necessário, embora não suficiente, que a quantidade de informação emitida pela fonte seja a mesma recebida pelo destino. Disso resulta a inexistência de ruídos, no processo comunicativo.

A quantificação da informação também determina a quantidade necessária de símbolos para a codificação das mensagens, estabelecendo o gasto mínimo para a transmissão de mensagens. Na próxima seção, trataremos da noção de informação subjacente à TMC, para, na terceira seção, expormos a definição da medida informacional de uma fonte.

## 2 A CONCEPÇÃO DE INFORMAÇÃO NO CONTEXTO DA TEORIA MATEMÁTICA DA COMUNICAÇÃO

A virada informacional, além de pressupor uma visão de mundo, no mínimo distinta das concepções cognitivistas clássicas, inseriu ainda a informação como elemento central na explicação de certos fenômenos. Com ela, o sujeito cognitivo deixa de ser uma entidade independente de seu meio, passando a ser compreendido como um elemento constituído essencialmente a partir de um plano contingente de relações informacionais. Essa perspectiva sugere alterações nos procedimentos de estudo em áreas da Filosofia, como a ontologia, epistemologia, lógica, filosofia da mente, entre outras.

Segundo Adams (2003), a virada informacional é o ambiente de inúmeras investigações acerca da natureza ontológica e epistemológica da informação, mediante os problemas da Filosofia e da Ciência Cognitiva. De natureza interdisciplinar, constitui um esforço contemporâneo, com fundamentação empírica, para tratar de problemas filosóficos milenares. As investigações e implicações epistemológicas e ontológicas dessa perspectiva, erigida em meados do século passado, apresentam um novo panorama às reflexões a propósito dos problemas relacionados à Filosofia, Engenharia, Computação, Lógica, Sociologia, Biologia e demais áreas do conhecimento que têm como parte de seus objetivos o estudo da cognição.

Conforme Adams (2003, p. 401), as principais características da virada informacional estão relacionadas à

[...] aplicação da teoria da informação aos problemas filosóficos da mente e do significado a partir dos primeiros dias da criação da teoria matemática da comunicação. O uso da teoria da informação para entender o comportamento intencional, a aprendizagem, reconhecimento de padrões, marcou o início da naturalização da mente e do significado.

Evidencia-se, portanto, a importância do desenvolvimento de uma teoria da informação para o desenvolvimento desta área de pesquisa. Uma das primeiras e mais marcantes perspectivas sobre a informação, nesse cenário, foi a desenvolvida no contexto da TMC.

As reflexões na TMC começaram a se desenvolver de modo consistente desde a década de 1930, algumas inspiradas em trabalhos na termodinâmica, cujos termos, como os de ordem e entropia, serviram como referência para a construção de uma abordagem quantitativa da informação, segundo descreve Mitchel (2009). Hartley (1928), por exemplo, associa informação a entropia, definindo a quantidade de informação a partir da desordem, conforme explicitaremos na próxima seção. Para ele, a quantidade de informação presente em uma fonte cujas mensagens são equiprováveis, ou seja, possuem a mesma probabilidade de ocorrência, está relacionada ao seu número de mensagens possíveis.

Os estudos de Hartley (1928) tiveram grande impacto na formação da TMC e foram aprimorados por Shannon e Weaver (1949). Como apontam Alves e D'Ottaviano (2015), esses dois pensadores aprimoraram e estabeleceram as bases da TMC. Com base na definição de informação de Hartley (1928), introduziram novos elementos à sua proposta, demonstrando resultados referentes, por exemplo, à capacidade do canal, ao conceito de ruído, à economia de energia na transmissão de mensagens e às fontes cujas mensagens não são equiprováveis.

Na proposta da TMC, a concepção de informação está relacionada a noções como as de escolha, redução de incerteza, ordem e entropia. Em síntese, há informação apenas onde houver alternativas. Enfatizam Shannon e Weaver (1949, p. 8-9):

O termo informação, na teoria da comunicação, diz respeito nem tanto àquilo que você diz, mas àquilo que você poderia dizer. Isto é, informação é uma medida da liberdade de escolha quando se seleciona uma mensagem.

Em um lance não viciado de uma moeda, por exemplo, há duas possibilidades igualmente prováveis de resultado, cara ou coroa. Já em um lance não viciado de um dado, há seis possibilidades, correspondentes às suas seis faces. Nesse sentido, a liberdade de escolha no primeiro caso é

menor que no segundo, resultando que a quantidade de informação no primeiro caso é menor do que no segundo.

A noção de informação costuma igualmente ser associada às noções de ordem e entropia. Na perspectiva da TMC, o termo *ordem* é utilizado para se referir à estabilidade de uma fonte, no sentido de que algumas coisas acontecem com maior frequência do que outras. Essa estabilidade, a qual pressupõe previsibilidade, regularidade na ocorrência de certos elementos em detrimento de outros, é definida em função da diferença da distribuição de probabilidade de ocorrência das mensagens de uma fonte. Por conseguinte, quanto maior a diferença entre a probabilidade de ocorrência de seus componentes, maior a sua ordem.

Uma fonte totalmente desordenada é aquela cujos elementos possuem, todos eles, a mesma probabilidade de ocorrência. Nesse caso, quanto maior a quantidade de elementos de uma fonte, maior a sua desordem. O lance de moeda não viciada, cujos eventos são equiprováveis, serve como exemplo de uma fonte com desordem máxima possível para ela. Já o lance de moeda viciada pode ser um exemplo de uma fonte ordenada, dada a tendência de ocorrência de uma de suas faces. Quanto maior a desordem de uma fonte, maior será a sua quantidade de informação. Em decorrência, a medida da informação é inversamente proporcional à ordem, enquanto a desordem está na mesma proporção da informação.

A ordem é geralmente associada à noção de entropia. Aplicada à noção de informação, a entropia é definida com base na probabilidade de ocorrência das mensagens de uma fonte. Na concepção de Shannon e Weaver (1949, p. 12), “[...] a entropia é a medida da incerteza de uma variável randômica.” É a medida da desordem. Quanto mais desordenada uma fonte, maior a sua quantidade de entropia. Assim, a entropia está em proporção inversa à ordem.

O aumento na entropia significa um aumento da liberdade de escolha ou da redução da incerteza. Quanto mais desordenada for uma fonte, maior será sua quantidade média de informação. Por isso, salientam Shannon e Weaver (1949, p. 15), “[...] a informação e a entropia estão na mesma proporção.” Na quarta seção deste trabalho, expomos algumas críticas a esta concepção de informação. Antes disso, no que se segue, apresentamos a definição da medida informacional.

### 3 A QUANTIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO

No contexto da TMC, o foco é definir a quantidade média de informação em uma fonte que, entre outras coisas, define o grau de complexidade exigido de um canal para a transmissão eficiente das mensagens. Para tanto, Shannon e Weaver (1949) definem a quantidade de informação de uma mensagem, a ser utilizada para a determinação da quantidade média de informação em uma fonte, como destacamos a seguir.

#### DEFINIÇÃO 1 (QUANTIDADE DE INFORMAÇÃO DE UMA MENSAGEM)

Seja  $x_i$  uma mensagem de uma fonte  $F$  e  $p_i$  a probabilidade de ocorrência de  $x_i$ . A *quantidade de informação em  $x_i$* , denotada por " $I_i$ ", é definida pela seguinte equação:  $I_i = -\log_2 p_i$ . (Quando  $p_i = 0$ , definimos que  $-\log_2 0 = 0$ , ou seja,  $I_i = 0$ .)

Imaginemos, para ilustrar a definição acima, um jogo de oito cartas viradas, no qual um jogador ganha se tirar a carta com valor numérico maior. Suponhamos haver quatro cartas "ases", duas cartas "dois", uma número "três" e uma número "quatro". Elas são embaralhadas e colocadas sobre uma mesa, viradas para baixo, sem que o jogador tenha observado as faces das cartas. Nessas circunstâncias, existem quatro possibilidades distintas de escolha: a seleção de um "ás", o qual possui quatro chances de ser escolhido, em um total de oito possibilidades; a carta "dois", que possui duas chances de escolha; as cartas "três" e "quatro", que possuem uma chance cada. A probabilidade de o jogador selecionar um "ás" é muito maior do que as demais cartas. Assim, a mensagem "saiu um ás" ocorre muito mais vezes do que a mensagem "saiu um dois", "saiu um três" ou "saiu um quatro".

Como é possível perceber, intuitivamente, a escolha de um "ás", desconsiderando o seu naipe, provocaria muito menos surpresa do que a retirada de um "três". Assim, ele deveria possuir menos informação do que a ocorrência da mensagem "saiu um três". Como a ocorrência do "ás" é muito maior que a do "três", tendo em vista que ele é menos informativo, em termos gerais, a quantidade média de informação da fonte também deverá ser menor do que os casos em que os eventos são equiprováveis.

De acordo com o exemplo em questão, em que a carta “ás” é denotada por  $I_1$ , “dois” por  $I_2$ , “três” por  $I_3$  e “quatro” por  $I_4$ , temos os seguintes valores informacionais:

$$I_1 = -\log_2 \frac{1}{2} = 1; I_2 = -\log_2 \frac{1}{4} = 2; I_3 = -\log_2 \frac{1}{8} = 3; I_4 = -\log_2 \frac{1}{8} = 3.$$

Em mensagens equiprováveis, pode ser facilmente mostrado que a quantidade de informação de cada mensagem é igual à quantidade de informação da própria fonte (cf. ALVES, 2012b).

Com base na definição acima, Shannon e Weaver (1949) definem a quantidade de informação em uma fonte do seguinte modo:

**DEFINIÇÃO 2 (QUANTIDADE DE INFORMAÇÃO EM UMA FONTE)**

Seja  $F$  uma fonte de informação com  $n$  mensagens e  $I_i$  a quantidade de informação da mensagem  $x_i$  de  $F$ . A *quantidade de informação em  $F$* , denotada por  $H_F$ , é definida pela seguinte equação:  $H_F = \sum_i p_i \times I_i$ .

Com base nessa definição, apresentamos três fontes, na sequência, e calculamos sua quantidade de informação.

**EXEMPLO 1:**

$$F_1 = \{(a, \frac{1}{2}), (b, \frac{1}{2})\}.$$

$$F_2 = \{(a, \frac{1}{4}), (b, \frac{1}{4}), (c, \frac{1}{4}), (d, \frac{1}{4})\}.$$

$$F_3 = \{(a, \frac{1}{2}), (b, \frac{1}{4}), (c, \frac{1}{8}), (d, \frac{1}{8})\}.$$

$$H_{F_1} = \{(\frac{1}{2} \times 1) + (\frac{1}{2} \times 1)\} = 1.$$

$$H_{F_2} = \{(\frac{1}{4} \times 2) + (\frac{1}{4} \times 2) + (\frac{1}{4} \times 2) + (\frac{1}{4} \times 2)\} = 2.$$

$$H_{F_3} = \{(\frac{1}{2} \times 1) + (\frac{1}{4} \times 2) + (\frac{1}{8} \times 3) + (\frac{1}{8} \times 3)\} = 1,75.$$

A primeira fonte acima representa, por exemplo, um lance de moeda, cujos eventos correspondem a cara ou coroa. A segunda fonte representa a retirada aleatória de uma carta de baralho, num total de quatro cartas. Já a terceira fonte representa o exemplo do jogo de cartas acima ilustrado, em que a probabilidade de escolha da carta “ás” é bastante elevada.

Por conter mais mensagens, a quantidade de informação da segunda fonte é maior que a da primeira. Embora a terceira fonte tenha o mesmo número de mensagens que a segunda, a Definição 2 determina que o grau de liberdade, ou seja, a quantidade de informação, diminuiu, em comparação com a segunda. Isso ocorre porque as mensagens da terceira fonte não são equiprováveis, o que leva a uma economia no número médio de escolhas. Na segunda fonte, a chance de qualquer elemento ser escolhido é a mesma, o que não acontece na terceira fonte, diminuindo o seu grau de liberdade.

Observamos, com base nos três casos do exemplo acima, que, quanto maior a disparidade entre as probabilidades de ocorrências das mensagens, menor é a quantidade de informação da fonte. Já a informação é máxima quando todos os eventos são equiprováveis. Assim, quanto maior a incerteza, maior a quantidade de informação.

Pode-se comparar a quantidade de informação de uma mensagem com a sua codificação, a fim de maximizar a eficiência da transmissão de sinais. Dado que a TMC é desenvolvida no ambiente das telecomunicações, é fundamental apontar uma maneira para o envio de mensagens com o menor gasto possível, seja de tempo, seja financeiro.

Considerando que os aparelhos de transmissão de informação são digitais, pelo menos na década de 1930, momento em que os estudos em questão começam a se fortalecer, o sistema binário parece ser o mais razoável para a codificação e para adequações das transmissões das mensagens pelo canal de comunicação. Nesse sentido, elementos que ocorrem mais vezes, nos casos das fontes com mensagens não equiprováveis, deveriam ser representados com número menor de símbolos. Isso facilitaria a sua transmissão, economizando energia e diminuindo o tempo médio gasto no processo comunicativo. Dessa maneira, poderia ser possível que uma fonte com dada quantidade de informação transmitiria, em média, a mesma quantidade de símbolos por certa unidade de tempo.

A quantificação é importante igualmente para estabelecer o limite do canal de comunicação, um dos teoremas fundamentais da TMC provados por Shannon (1949). Ela seria útil para determinar a sua capacidade mínima para a transmissão eficiente das mensagens emitidas pela fonte.

Com isso, eliminaria recortes ou atrasos na transmissão, evitando o ruído e, conseqüentemente, falhas no processo comunicativo.

A perspectiva quantitativa da informação possui grande utilidade no ambiente técnico das telecomunicações. Apesar disso, ela sofre inúmeras críticas, especialmente de cunho ontológico e epistemológico, algumas expostas a seguir.

#### 4 ALGUMAS CRÍTICAS À POSTURA QUANTITATIVA DA INFORMAÇÃO

Começamos esta seção pela abordagem ontológica de Stonier (1990), para o qual a informação não é nem matéria nem energia. Todavia, assim como a matéria e a energia, ela existe no mundo físico. “A sua existência independe dela ser percebida ou entendida, ter um significado ou ser interpretada”, assevera Stonier (1990, p. 22). A informação presente no DNA ou nos símbolos gravados em uma pedra existe independente de ela ser compreendida por algum captador específico. Se os signos vierem a ser decifrados, então o DNA ou a pedra, além de conter (*contain*) informação, também a carrega/exprime (*convey*).

Na visão do pensador em questão, informação e ordem estão na mesma proporção, contrariando a abordagem quantificacional. Assim, quanto mais ordenada for uma fonte, mais informação ela carrega. A ordem é a manifestação da informação interagindo com matéria e energia. A informação organiza o espaço e o tempo. Ela é definida por Stonier (1990, p. 26) como “[...] a capacidade para organizar um sistema ou para mantê-lo em um estado ordenado.” A ordem estrutural de uma cadeira informa algo a seu respeito, de sua natureza, utilidade, função, etc. Se essa cadeira for submetida ao fogo, tornando-se disforme, um monte de cinzas, gerando desordem, a informação anterior diminui ou até mesmo desaparece por completo.

Stonier (1990, p. 33) estabelece uma relação inversa entre informação e desordem: “Quanto mais desordenado for um sistema, menor é o seu conteúdo informacional.” A ordem de um sistema reflete o arranjo das suas partes constituintes. No entanto, embora a ordem e, conseqüentemente, a informação, dependa da ordem material ou energética, ela não pode ser confundida com a própria matéria ou energia.

“A entropia negativa é uma medida de ordem”, assinala Stonier (1990, p. 38). A informação é uma função exponencial inversa da entropia, entendida como uma medida da desordem, que se contrapõe à ordem de um sistema, em especial, de uma fonte. Quanto maior a entropia em uma fonte, menor a informação presente nela. “Um sistema é menos ordenado na medida em que seus elementos tendem a ser distribuídos randomicamente”, define Stonier (1990, p. 37).

Na concepção de Stonier (1990), há um paradoxo na caracterização de informação de Shannon, o qual pode ser ilustrado através do seguinte exemplo: imaginemos uma biblioteca cujos livros estão distribuídos por assunto, autor, palavras-chave. Nela, é fácil encontrar uma obra solicitada. Intuitivamente, diríamos que tal biblioteca é altamente informativa (levando em conta a distribuição física das obras, e não o seu conteúdo semântico, como base para a constituição das mensagens da fonte), pois podemos saber onde estão os seus livros com grande facilidade. Mas, segundo a perspectiva de Shannon, ela conteria uma pequena quantidade de informação, dado o grau elevado de ordem. Nesse sentido, quanto mais informativa for uma fonte, menos informativa ela parece ser.

O paradoxo acima se origina devido à ambiguidade da noção de informação, o que o torna um pseudoparadoxo. Por um lado, sob a perspectiva da TMC, a informação está associada à desordem. Por outro lado, conforme Stonier (1990) e áreas como a ciência da informação, ela é aquilo que uma fonte diz efetivamente sobre algum estado de coisas; é um conhecimento inscrito ou gravado na forma escrita ou falada, segundo Yves (1996). Voltaremos a tratar desse assunto nas Considerações Finais.

Em suma, Stonier se contrapõe à TMC, sobretudo no que se refere à relação entre informação e entropia. Outro pensador a divergir da abordagem quantitacional é Dretske (1981). Ele reconhece o valor da proposta de Shannon e a adota para propor uma concepção semântica de informação. Entretanto, salienta Dretske (1981, p. 40): “Uma teoria genuína da informação seria uma teoria sobre o conteúdo de nossas mensagens e não sobre a forma pela qual este conteúdo é incorporado.” Não se pode confundir o sinal que carrega uma informação com a própria informação. Seria o mesmo que confundir o balde que carrega a água ou a quantidade de água no balde com a própria água, ilustra o pensador. A TMC mede a

quantidade de informação transmitida de uma fonte a um destino, através de um canal, contudo, não diz o que está sendo transmitido.

Para Dretske (1981), a informação encontrada em um sinal (sinal que representa uma mensagem na fonte) é o que ele é capaz de dizer *verdadeiramente* sobre algum estado de coisas no mundo. A informação é aquele artigo capaz de produzir conhecimento. Não há informação, quando o que está sendo transmitido não corresponde à realidade do objeto na fonte. Quando tal correspondência existir, a informação carrega um *significado natural* sobre os eventos no meio ambiente. Um conjunto de nuvens pretas, por exemplo, significa a possibilidade de chuva para um receptor (humano ou não) atento às regularidades da natureza. O marcador de combustível de um automóvel informa a quantidade de combustível no tanque, se houver uma correspondência total entre o ponteiro e a quantidade do produto no carro. Qualquer alteração no marcador será acompanhada da mesma mudança no volume de combustível.

Além da correspondência entre mensagem e mundo, o conteúdo informacional de uma mensagem depende também do conjunto de informações acumuladas no destino das informações, como ilustrado por Dretske (1981, p 65): em uma mesa, há quatro conchas enfileiradas e, sob uma delas, está escondido um amendoim. Dois indivíduos, A e B, criam um jogo, cujo vencedor é quem descobre primeiro em qual delas está escondido o alimento. Suponhamos que o indivíduo A, mas não o B, saiba que o objeto não está nas duas primeiras conchas. O ato de levantar a terceira concha carrega o conteúdo informacional para o indivíduo A, mas não para B, da localização exata do amendoim.

Dretske (1981) adota a noção shannoniana de informação (no tocante ao seu aspecto objetivo e quantitativo), para apresentar uma caracterização de conhecimento. De acordo com ele, quando há uma quantidade de informação positiva associada ao caso de  $s$  ser  $F$ ,  $K$  *conhece* que  $s$  é  $F$  é o mesmo que: a crença de  $K$  de que  $s$  é  $F$  é causada (ou causalmente sustentada) pela informação de que  $s$  é  $F$ . Nessa caracterização, “ $K$ ” é um sistema capaz de conhecer (ter crenças, manipular informações); “ $s$ ” é um elemento demonstrativo ou indexical que se refere a algum elemento de uma fonte; “ $F$ ” é um predicado pertencente a uma sentença. Ser “causalmente sustentado” é entendido como sinônimo da existência de uma relação entre a informação na fonte e a crença gerada por ela no destino.

Para melhor ilustrar os termos dessa caracterização de conhecimento, vejamos o seguinte exemplo: um sujeito (*K*) observa uma mesa (*s*), em uma sala, e acredita que ela é quadrangular (*F*). Se tal crença for sustentada essencialmente pela informação de que a mesa é quadrangular, e por outros conhecimentos, observações empíricas ou definições, então o sujeito conhece/sabe que a mesa é quadrangular.

Outra abordagem que possui diferenças com a abordagem quantitativa é aquela sugerida por Devlin (1991). Esse pensador realiza igualmente uma investigação da parte semântica da informação e concorda que ela é uma entidade existente no mundo. Ele usa a lógica para determinar o conteúdo informacional de uma fonte. A fim de tratar da informação, afirma Devlin (1991, p. 10), “[...] uma ‘lógica’ baseada na verdade (tal como a lógica clássica) não é apropriada; o que se exige é uma ‘lógica’ baseada na informação.”

Para Devlin (1991), a informação é algo que resulta da combinação de uma restrição, de um recorte (*constraint*) e de uma representação de eventos e situações no mundo. Uma restrição é algo que liga vários tipos de situações, seja por meio de leis naturais, seja por convenções, regras analíticas, linguísticas. A sentença “fumaça implica fogo”, por exemplo, expressa uma restrição do tipo lei natural. A relação de dependência estabelecida entre o toque de uma campainha e a presença de alguém à porta também é uma restrição. Uma restrição associa uma fonte a um conjunto delas, definindo quais podem estar relacionadas.

A representação torna perceptível a primeira fonte da restrição, como a fumaça ou o ruído provocado pelo toque na campainha. Se o receptor estiver sintonizado tanto com a restrição (conhecer a relação entre o tocar na campainha e a existência de alguém que a toque) quanto com a representação (for capaz de ouvir o som típico da campainha), é capaz de receber a informação (há alguém à porta) que resulta da restrição e da representação.

Considerando as três abordagens expostas nesta seção, em comparação à abordagem quantitativa, para finalizar este capítulo, esboçamos a seguir algumas reflexões referentes ao estatuto ontológico da informação, das diferentes concepções a seu respeito e do modelo unidirecional de comunicação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas confusões e mal-entendidos relacionados à informação, sua natureza, uso, utilidade, ainda dizem respeito à falta de uma concepção clara, precisa, unívoca do que ela seja. A ambiguidade conceitual pode gerar paradoxos, como o da biblioteca, exposto anteriormente. Em uma biblioteca bem ordenada, dizer que uma obra de Descartes está na estante de filosofia é algo quase que tautológico e, assim, pouco informativo, do ponto de vista da TMC. Diferentemente do que propõem Stonier, Dretske ou Devlin, a TMC não trata do conteúdo semântico das obras dispostas na biblioteca. Interessa, apenas, classificá-las e diferenciá-las, de acordo com a categoria à qual pertencem. Estamos no mesmo caso do jogo de dados, em que distinguimos uma face de outra, por meio de números. Entretanto, não faria diferença, do ponto de vista sintático, ou quantitativo, nomear ou representar uma face com um número, letra ou qualquer outro símbolo. Trata-se apenas de diferenciar eventos, sem qualquer referência ao seu significado ou constituição. No caso da TMC, a biblioteca ordenada é pouco informativa devido à pouca liberdade de escolha na seleção das mensagens, referentes à localização dos livros nas estantes.

Como procuramos mostrar, a perspectiva quantitativa associa a informação à liberdade de escolha, ao se selecionar uma mensagem, priorizando aquilo que poderia ser dito e não ao que efetivamente se diz. Busca determinar o conteúdo informacional de uma fonte, sem esclarecer o que é a informação, do mesmo modo que o rótulo de uma garrafa pode indicar o seu conteúdo líquido, mas não revelar o que ela carrega. Essa liberdade está relacionada ao valor de probabilidade de ocorrência de cada mensagem, definida a partir da relação entre as mensagens individuais e seu conjunto, conforme a equação logarítmica de base dois desses valores.

No caso de Stonier e Dretske, a informação caracteriza-se por dizer efetivamente onde estão localizados os livros e não onde eles poderiam estar. Enquanto uma perspectiva atribui informação à desordem, visando à eficiência da transmissão de sinais, as outras atribuem à ordem, objetivando dizer algo sobre o mundo. Por conseguinte, o conceito de informação, em Shannon e Stonier, está sendo utilizado de forma ambígua, o que caracteriza o paradoxo da biblioteca.

Como o próprio nome indica, a TMC está interessada na eficiência do processo de comunicação, ou seja, de transmissão de sinais entre uma fonte e um destino. Conforme procuramos mostrar, especialmente na segunda seção, Shannon estava preocupado especialmente com problemas de comunicação, no sentido de maximizar a transmissão de sinais. Não raro, costuma-se aplicar esse modelo, útil no campo da engenharia, para a comunicação humana.

O modelo de comunicação unidirecional pode ser funcional para a transmissão de mensagens entre entidades cujo funcionamento é mecânico, sejam elas biológicas ou não. Mas não são eficientes para explicar ou explicitar processos comunicativos não-mecânicos, como a comunicação social entre seres autônomos, por exemplo. Ela não pode ser entendida segundo a perspectiva na qual um indivíduo emite informações e outros apenas as recebem passivamente. O modelo unidirecional prioriza o processo unilateral, em que a fonte é dominadora e manipuladora do processo de comunicação, enquanto o destino é concebido como uma entidade passiva. Esse tipo de modelo é utilizado com frequência, por exemplo, por meios de comunicação de massa ou mesmo por ditadores políticos, cujo fim é controlar a sociedade ou incutir ideologias em receptores alienados ou inativos. Pensamos que a comunicação humana envolve um processo dinâmico, dialógico, no qual não há fonte ou destino. Modelos alternativos de comunicação, que consideram tal dinamicidade, podem ser encontrados em Coelho Netto (2001) e Le Coadic (1996).

Embora as discussões acerca da natureza da informação, de sua manipulação e transmissão, de seu uso e utilidade, tenham se desenvolvido largamente, nos últimos anos, ainda carecemos de um consenso mínimo a respeito da caracterização da informação. Como ressalta Devlin (1991, p.3),

[...] estamos em situação quase similar àquela do homem da era do ferro que, apesar de manipular e viver cercado por instrumentos de ferro, não dispunha de instrumentos conceituais apropriados para explicar a natureza química ou física desse elemento.

Vivemos na Era da Informação, mas ainda não temos uma noção minimamente consensual do que ela seja. Talvez a sua compreensão presuponha, inclusive, um arcabouço teórico distinto daquele de que dispo-

mos, no momento. Além do alcance epistemológico, ou seja, da obtenção de um conhecimento mais profundo acerca da natureza da informação, o seu desvelamento pode nos auxiliar para a sua manipulação mais eficiente, gerando economia de tempo, de recursos físicos ou financeiros. Entretanto, envolve, também, um manuseio moral da informação, cuja eficiência resulte em benefícios coletivos, relativos ao ser humano ou ao cosmos como um todo.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, F. The Informational turn in philosophy. *Minds and Machines*. Netherlands, v. 13, p. 471-501, 2003.
- ALVES, M. A. Informação e conteúdo informacional: notas para um estudo da ação. In: GONZALEZ, M. E. Q.; BROENS M. C.; MARTINS C. A. (Org.). *Informação, conhecimento e ação ética*. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012a.
- \_\_\_\_\_. *Lógica e Informação: uma análise da consequência lógica a partir de uma perspectiva quantitativa da informação*. 2012. 211 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas; Campinas, 2012b.
- \_\_\_\_\_; D’OTTAVIANO, I. M. L. A quantitative-informational approach to logical consequence. In: KOSLOW, A.; BUCHSBAUM, A. (Ed.). *The Road to Universal Logic*. v. II. Switzerland: Springer International, 2015. p. 105-124 (Studies in Universal Logic).
- COELHO NETTO, J. T. *Semiótica, informação e comunicação*. São Paulo: Perspectiva, 2001. (Coleção debates).
- DEVLIN, K. *Logic and information*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- DRETSKE, F. *Knowledge and the Flow of Information*. Cambridge: MIT/Bradford, 1981.
- FLORIDI, L. Turing’s three philosophical lessons and the philosophy of information. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, v. 370, p. 3536-3542 2012.
- HARTLEY, R. V. L. L. Transmission of information. *Bell System Tech. J.*, v. 7, p. 535-563, 1928.

LE COADIC, Y. F. *A ciência da informação*. Tradução de Maria Gomes. Brasília: Briquet de Lemos Livros, 1996.

MITCHELL, M. *Complexity: a guided tour*. New York: Oxford University Press, 2009.

ROMAN, S. *Coding and information theory*. New York: Springer, 1992.

SHANNON, C.; WEAVER, W. *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press, 1998. (Primeira edição: 1949).

STONIER, T. *Information and the internal structure of the universe*. Londres: Springer, 1990.

WIENER, N. *O conceito de informação na ciência contemporânea*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970. (Ciência e informação, v. 2)

YVES, F. *A ciência da informação*. Brasília: Briquet de Lemos Livros, 1996.