

## Capítulo 1

# Que é informação? Notas introdutórias para enquadrar a investigação

## Prólogo

Que é informação? Esta é uma questão pertinente, considerando-se a importância da informação e o papel central que ela desempenha na vida cultural e econômica no início do século XXI. Dizem que vivemos na Era da Informação – o que é difícil de contestar, dada a ubiquidade da vasta gama de tecnologias da informação (TI) à nossa disposição para gerar, comunicar, interpretar e explorar a informação. Estamos cercados de informação graças à computação e às “novas mídias” digitais, como a Internet, a web, blogs, e-mail, mensagens instantâneas, mensagens de texto, telefones celulares, VOIP, webcams, iPods, Blackberries, iPhones, realidade virtual, mundos virtuais, RFID ou *smart tags*, nanotecnologia e computação ubíqua. Além da proliferação desses vários dispositivos informáticos, também temos de lidar com a explosão de informação nas ciências físicas e biológicas, engenharias, ciências sociais e humanas. A computação e a TI tornaram-se a principal metáfora pela qual muito de nossa vida e de nosso mundo é compreendido, formando o fundamento da inteligência artificial (IA) e da vida artificial. O conceito definitivo de informação, entretanto, pertence a Edward Fredkin, que insiste em que o Universo é um computador e que a vida, inclusive a vida humana, é apenas um programa em execução no computador (Hayles, 1999a, p. 240-242).

A ironia da nossa imersão total na informação e do papel central que ela desempenha em nossa vida econômica, social e cultural é que, na maioria das vezes, não temos uma compreensão clara do que vem a ser exatamente informação. Informação não é um conceito simples e direto, mas uma noção muito escorregadia, usada de muitas maneiras diferentes e em muitos contextos diferentes. Linguística e gramaticalmente, a palavra informação é um substantivo, mas, na realidade, descreve um processo e, portanto, é como um verbo. Uma reflexão sobre o conceito de informação dá origem a uma série de questões interessantes que exploraremos neste livro.

Há uma única forma de informação ou há vários tipos de informação? Em outras palavras, a informação é uma invariante ou um universal, independente de seu quadro de referência ou dependente do contexto?

Qual a relação entre informação e significado, comunicação e organização?

Informação é uma coisa, como um substantivo, ou um processo, como um verbo?

A informação é material, uma forma de energia ou apenas um padrão?

A informação é um fenômeno exclusivamente humano ou formas não humanas de vida também contêm informação?

Qual o papel da informação na propagação da vida?

Qual a relação entre informação, energia e entropia?

Qual a relação entre informação e ciência?

Qual a relação entre informação e mídia?

A informação ou o processamento da informação desempenham algum papel nas artes?

Essas são algumas das questões que iremos abordar neste livro; tentaremos aprofundar nosso entendimento sobre o

que, exatamente, chamamos de informação. Vamos considerar o desenvolvimento histórico do conceito de informação para obter o significado exato dessa coisa ou processo que define a nossa época e que é também o motor do crescimento econômico. Rastreamos o desenvolvimento do conceito de informação desde os primeiros usos da palavra até o início da teoria da informação, tal como formulada por Shannon e Weaver. Por teoria da informação queremos dizer o “ramo da matemática que se relaciona à engenharia de comunicação, biologia, ciência médica, sociologia e psicologia. A teoria é dedicada à descoberta e à exploração de leis matemáticas que governam o comportamento dos dados quando são transferidos, armazenados ou recuperados” (Searchnetworking.com, 2002). Vamos também estudar o papel da informação nas quatro esferas de influência na vida humana: a biosfera de organismos vivos, a simbologosfera – que engloba a linguagem, a mente humana e todos os produtos da mente, inclusive a cultura –, a tecnosfera da tecnologia e a econosfera da economia e do governo.

### **Os bastidores de *Que é informação?* – três projetos precedentes**

Este estudo desenvolveu-se a partir de três projetos anteriores (descritos abaixo) que chamaram minha atenção ao longo dos últimos anos. Na verdade, a questão “Que é informação?” surgiu de uma conversa com Stuart Kauffman e Robert Este, em Ottawa, imediatamente após a reunião inaugural da Sociedade Canadense de Biologia Sistêmica. Stuart começou a conversa, como eu bem recorro, perguntando o que é biologia sistêmica. Indaguei se não seria o ramo dessa ciência que trata da informação em sistemas bióticos. Ele retrucou ques-

tionando o que vem a ser a informação em um sistema biótico. Depois de uma viva discussão de cerca de uma hora, concluímos que nós não entendemos realmente qual é a natureza da informação em um sistema biótico. Tentamos relacionar a informação biótica à noção de informação de Shannon. Logo se tornou evidente para nós que a informação de Shannon não pode descrever propriamente a informação biótica. Essa conversa levou ao primeiro dos três projetos nos quais este livro se baseia, intitulado “Propagating Organization: An Enquiry” [Propagação da organização: um estudo] (Kauffman, Logan, Este, Hobill, Goebel e Shmulevich, 2007), daqui em diante denominado POE. Nessa pesquisa mostramos que a informação biótica ou instrucional é bem diferente da informação de Shannon e está relacionada com as restrições que possibilitam que um organismo vivo converta a energia livre em um trabalho que lhe permita operar o seu metabolismo e replicar-se, e assim propagar sua organização. Os resultados do POE estão resumidos no capítulo 2. A lição que foi aprendida a partir desse projeto nos alertou para o fato de que nenhum de nós tem uma imagem clara da natureza da informação. Esperamos que este estudo leve outros a reexaminar a natureza da informação.

Devo mencionar que o conceito de propagação da organização foi originalmente formulado por Kauffman (2000) em seu livro *Investigations*, que veio a desempenhar um papel fundamental nesta investigação. De fato, foi generalizando a noção de Kauffman de propagação da organização para a linguagem, a cultura, a ciência, a tecnologia e a economia que comecei a perceber que havia muitas formas diferentes de informação, além da de Shannon e da informação biótica.

Embora a questão “Que é informação?” tenha surgido da conversa com Kauffman e Este, devo assinalar que a ideia

desse título simples para este livro teve grande influência da famosa e importante obra de Irwin Schrödinger, *What is Life?* (1944).

Um segundo projeto que tem contribuído para a minha reflexão sobre a natureza da informação é o meu trabalho em curso sobre Ecologia das Mídias e Linguística, que remonta à minha colaboração com Marshall McLuhan (McLuhan e Logan, 1977) e inclui um estudo do impacto do alfabeto no desenvolvimento da civilização ocidental em *The Alphabet Effect* (Logan, 2004a), uma tentativa de compreender a origem da comunicação humana e da linguagem em *The Extended Mind* (Logan, 2007) e sua evolução desde a fala, a escrita e a matemática até a ciência, a computação e a Internet em *The Sixth Language* (Logan, 2004b). Esses resultados são apresentados nos capítulos 3 e 4, nos quais também examinamos a natureza da mente humana. A motivação para a compreensão da mente humana é que o sentido original de informação significava “dar uma forma à mente”. É também o fato de que é pela agência da mente que a informação é formulada, comunicada e recebida. Iremos, portanto, examinar a natureza da mente humana e sua relação com a linguagem e com a cultura, conforme o modelo de *Extended Mind* para o surgimento da linguagem e da cultura (Logan, 2007). Um dos principais resultados desse trabalho, que é pertinente para abordar a questão “Que é informação?”, é a maneira pela qual foi mostrado que a linguagem verbal, a tecnologia, a cultura e a economia podem ser tratadas como se fossem organismos vivos em função do modo como evoluem, possuem agência e representam fenômenos emergentes.

O terceiro projeto de relevância para a compreensão da natureza da informação surge da formulação de John Schumann (2003a; b) da noção de simbolosfera, revisada no ca-

pítulo 5, e da colaboração que Schumann e eu (Logan e Schumann, 2005) iniciamos combinando sua noção de simbolosfera com minhas ideias a partir do modelo de *Extended Mind* (Logan, 2006a; 2007) para desenvolver uma representação neodualista da realidade. Esse trabalho é revisado no capítulo 6. A representação da neodualidade sugere que a realidade consiste em dois elementos básicos: 1. elementos físicos com extensão ocupando a fisiosfera, ou o que Descartes chamou *res extens*, e 2. elementos simbólicos, como a linguagem, a cultura e a mente, que não têm extensão e ocupam o que Schumann definiu como a “simbolosfera”. O simbolosfera corresponde à *res cogitans* de Descartes, mas é agnóstica em relação às noções de Deus, alma e espírito, razão pela qual nos referimos ao nosso tipo de dualismo como neodualismo, de modo a distingui-lo do dualismo cartesiano, que inclui conceitos não passíveis de análise científica. Mas o dualismo é utilizado, uma vez que há claramente um mundo material dos objetos com extensão no espaço e um mundo de ideias sem qualquer materialidade ou extensão. O capítulo 6 também revisa Logan (2006b), em que o conceito de neodualidade foi estendido para explicitamente incluir a mídia, a ciência, a música e as artes plásticas.

A revisão desses projetos que faço ao longo deste volume serve de pano de fundo para o estudo sobre a natureza da informação e para o esclarecimento de leitores(as) não familiarizados(as) com os meus últimos trabalhos. Aqueles(as) que desejarem mais detalhes devem ler essas obras anteriores, cuidadosamente referenciadas aqui. O material novo neste livro é baseado em algumas pesquisas que fiz e em ensaios que escrevi nos últimos cinco anos, todos relacionados de uma forma ou de outra à noção de informação, um conceito que considero dos mais intrigantes. As questões fundamen-

tais que têm me intrigado nos últimos cinco anos são do tipo “Que é  $x$ ?”, onde  $x$  é informação, linguagem, comunicação, cultura, livro, mente, altruísmo, ciência e vida. Espero ter lançado alguma luz sobre essas questões e sobre a natureza da informação, o modo como ela é usada em campos de estudo tão diversos como linguística, comunicação, ciência da computação, gestão do conhecimento, física, biologia e cibernética. Não posso me considerar um *expert* em qualquer desses campos, com a possível exceção da física, em que cursei meu Ph.D. Como um “turista intelectual” e um cientista interdisciplinar genuíno, no entanto, espero ter lançado alguma luz sobre todos esses campos. Alguns vão achar a minha preocupação com “Que é  $x$ ?” um tanto fora de moda, o que está bem para mim, se isso significa que eu serei colocado na companhia de Schrödinger, que escreveu *What is Life?*.

### **O que este livro é e o que ele não é**

De início, quero que meus(minhas) leitores(as) entendam que o propósito desta obra é provocar uma reflexão mais profunda sobre o que queremos dizer quando usamos o termo “informação” em vários campos diferentes. Não tenho a pretensão de ser um especialista em todos os campos que menciono e não estou, portanto, afirmando ter revisado o papel que a informação desempenha em todos esses campos em grande detalhe. Eu de fato acredito que o(a) leitor(a) terá uma compreensão mais profunda da natureza da informação e que ele(a) será mais preciso(a) ao empregar o termo e ao pensar sobre informação. Se Stuart Kauffman, um dos líderes e pioneiros da biologia sistêmica, pôde conceber uma compreensão mais profunda a respeito da informação em seu campo como resultado do nosso estudo (Kauffman et al.,

2007), então é totalmente possível que outros especialistas fora da biologia também possam desenvolver uma compreensão mais profunda e melhor a respeito da informação em seus respectivos campos. Escrevo, a princípio, para esses especialistas, mas acredito que o(a) leitor(a) comum também encontrará interesse neste estudo, pela crescente importância que a informação e a tecnologia da informação têm em sua vida.

Além de desenvolver uma compreensão mais profunda a respeito da informação, outra motivação para este estudo foi a percepção do poder da noção de informação como propagação da organização e de que ela poderia ser aplicada a uma série de campos fora da biologia. Os campos que eu examino envolvem a cultura em geral e setores específicos da cultura, como a literatura, a governança, a economia, a ciência, a tecnologia, a publicação de livros e as artes. Dada a grande variedade de campos aos quais aplicarei os conhecimentos desenvolvidos em Kauffman et al. (2007), será impossível revisar toda a literatura sobre informação em cada um deles. A literatura citada em cada um desses campos é aquela com que estou mais familiarizado e que estudei para alguns de meus projetos anteriores (ver os artigos e livros citados na lista de referências no final do livro). Todos(as) os(as) autores(as) nos(as) quais apoio minhas hipóteses são estudiosos(as) consagrados(as) em seus respectivos campos e são altamente respeitados(as).

A terceira motivação para este estudo foi cruzar as fronteiras da disciplina e tentar criar um diálogo entre as ciências humanas e sociais, por um lado, e as ciências naturais, por outro, utilizando a informação como uma ponte de ligação entre elas.

Este livro é um produto de minha investigação levada a cabo ora por conta própria, ora com outros(as), ao longo dos

últimos doze anos. Como indiquei, ele se desenvolveu a partir de alguns projetos separados, descritos acima. Do projeto *Extended Mind* surgiu a noção de que linguagem, cultura e as várias subunidades da cultura, como a linguagem, a tecnologia, a ciência, a governança e a economia, poderiam ser tratadas como organismos vivos, que evoluem e têm agência. Então combinei essa ideia com a noção desenvolvida em Kauffman et al. (2007), de modo que a cultura e todas as suas subunidades são tratadas como organismos vivos que propagam sua organização. Estendemos mais ainda essa noção no capítulo 7, identificando o modo pelo qual esses organismos culturais, simbioses obrigatórios ou parasitas benéficos, se preferirem, têm agência, estão abertos a informações e entram em relações simbióticas uns com os outros. Finalmente, a partir das ideias de Logan e Schumann (2005) enfrentamos as questões da materialidade e da não materialidade da informação.

Os objetivos deste livro são ambiciosos e não afirmo que atingi todos eles de uma forma definitiva, mas que comecei a caminhar nessa direção. Convido meus(minhas) leitores(as) a julgar por si mesmos(as) quão útil foi o meu trabalho. Convido-os(as) também a enviar seus comentários, tanto de apoio quanto de crítica – será um prazer ouvi-los(as) –, pelo e-mail [logan@physics.utoronto.ca](mailto:logan@physics.utoronto.ca).

## **A organização deste livro**

Tendo descrito os três projetos que deram origem a este estudo, e tendo devidamente advertido os(as) leitores(as) a respeito do que este livro é e do que ele não é, agora nos voltamos para uma descrição dos capítulos que compõem esta obra. Do capítulo 2 ao 7, desenvolve-se o tema do livro, que

é a natureza da informação, sua relação com os elementos da cultura simbólica humana e o fato de que esses elementos da cultura humana se comportam como organismos vivos. Os capítulos 8, 9 e 10 mostram exemplos específicos do modo pelo qual a informação impacta três áreas especialmente: a ciência, o livro e as artes. Embora esses três capítulos sejam independentes da narrativa que os precede, eles enriquecem a nossa noção do que é informação. O capítulo final contém as conclusões e um epílogo.

O capítulo 2 apresenta algumas das questões associadas à compreensão da natureza da informação. Ele começa com uma análise etimológica do termo informação e uma história do uso da palavra com base nas entradas do *Oxford English Dictionary*. Em seguida, traçamos a história do conceito de informação incluindo a formulação de Shannon (1948) da teoria da informação, a formulação de Wiener (1948; 1950) da cibernética e as críticas e limitações da noção de informação de Shannon. Exploramos também a relação da informação com a termodinâmica e a entropia, e argumentamos, como fizeram muitos físicos antes de nós, que a informação e a entropia são opostas e não paralelas, conforme sugerido por Shannon.

Em seguida, voltamos para o uso da informação nas ciências biológicas e revemos extensivamente o artigo POE (Kauffman et al., 2007), no qual mostramos que a informação de Shannon falha em descrever a informação biótica. Revelamos também que a informação não é uma invariante, e que ela depende do quadro de referência ou do contexto no qual é usada. Ilustramos este ponto examinando a relação entre informação, materialidade e significado em sistemas de informação tanto bióticos quanto simbólicos. Então mostramos que há uma ligação entre informação e organização em

sistemas bióticos e em vários aspectos da cultura humana, que incluem a linguagem, a tecnologia, a ciência, a economia e a governança. Terminamos o capítulo 2 discutindo se um organismo vivo (como um ser humano) é informação ou é carne e osso, e qual a relação entre informação e carne e osso.

No capítulo 3, examinamos a origem e a evolução da linguagem humana, e sua relação com a comunicação e a informação. O capítulo analisa três estudos anteriores:

1. *The Alphabet Effect* (Logan, 2004a) postula que o alfabeto fonético, a lei codificada, o monoteísmo, a ciência abstrata e a lógica dedutiva surgiram primeiro na zona geográfica restrita entre o sistema dos rios Tigre-Eufrates e o mar Egeu, entre 2000 a.C. e 500 a.C., entre culturas que negociavam e interagem. Esta hipótese foi desenvolvida para ajudar a explicar por que a ciência abstrata começou no Ocidente, enquanto a maioria das tecnologias teve origem na China antiga.

2. *The Sixth Language* (Logan, 2004b) postula que a linguagem é tanto um meio de comunicação quanto uma ferramenta de informática, e que a fala, a escrita, a matemática, a ciência, a computação e a Internet formam uma cadeia evolutiva de linguagens.

3. *The Extended Mind* (Logan, 2007, cap. 1-12) postula que a linguagem surgiu como a bifurcação entre a percepção baseada em processos mentais e o pensamento baseado em conceitos, como uma forma de lidar com a complexidade da vida dos hominídeos a partir de adventos como a construção de ferramentas, o controle do fogo, a necessidade de viver em grandes ambientes sociais para tirar proveito da fogueira, a caça e a coleta em larga escala e a comunicação mimética não verbal necessária para coordenar essas atividades. Revisamos também a hipótese desenvolvida por Christiansen

(1994) e Deacon (1997) de que a linguagem pode ser tratada como um organismo vivo, um simbiote obrigatório que evoluiu de modo a poder ser facilmente aprendido pelas crianças. Tal hipótese previne a necessidade de invocar a teoria de Chomsky, de que um dispositivo de aquisição de linguagem e a Gramática Universal foram incorporados ao cérebro humano, para explicar por que crianças pequenas aprendem a linguagem automaticamente.

No capítulo 4, examinamos a relação entre cultura, organização e informação, fazendo uso de Logan (2007, capítulos 2-4). Mostramos que o argumento de Christiansen, de que a linguagem pode ser considerada como um organismo, pode ser estendido para a cultura. Postulamos que a cultura, como um organismo, evoluiu de tal forma a ser facilmente aprendida e que, dada a universalidade das estruturas cognitivas humanas, não devemos ficar surpresos com a universalidade da cultura humana, como foi documentado por Donald Brown (1991).

No capítulo 5, combinamos os resultados de “Propagação da organização: um estudo” (Kauffman et al., 2007) com a noção desenvolvida nos capítulos 3 e 4 de que linguagem, cultura, tecnologia, economia e governança e ciência podem ser tratados como organismos que evoluem, propagam sua organização e representam fenômenos emergentes. Mostramos que todos esses sistemas de informação humana também se comportam como seres vivos com respeito a três propriedades que Kauffman (2000) identificou em *Investigations*:

1. eles constantemente sondam o adjacente possível;
2. eles maximizam sua variedade e, portanto, obedecem à suposta quarta lei da termodinâmica de Kauffman;
3. eles são sistemas autoconstrutivos.

No capítulo 6, analisamos a interseção entre a teoria da emergência e o conceito de dualidade dentro do contexto de informação e propagação da organização que é materialmente instanciada no caso da biosfera e que não é materialmente instanciada no caso da simbolosfera. Mostramos que o conflito que Clayton (2004) sugere existir entre emergência e dualidade é facilmente resolvido com a introdução do conceito de neodualidade (Logan e Schumann, 2005), descrito acima. Destacamos ainda as diferenças entre a dualidade cartesiana e a neodualidade de Logan e Schumann.

No capítulo 7, descrevemos o conteúdo informativo das quatro esferas que influenciam diretamente a condição humana: a biosfera, a simbolosfera, a tecnosfera e a econosfera. Em seguida, analisamos os componentes das quatro esferas – organismos vivos, linguagem e cultura, tecnologias e organizações econômicas e governamentais – e o modo como:

1. contêm informação;
2. surgem e evoluem;
3. desenvolvem sua agência;
4. estão abertos à energia e à informação;
5. entram em relações simbióticas tanto dentro da sua própria esfera quanto com aqueles que residem em outras esferas.

No capítulo 8, examinamos a relação entre informação, conhecimento, ciência e lógica. Descrevemos as limitações da ciência e discutimos o uso da expressão “vamos provar que  $x$  é verdade”. Apresentamos uma análise linguística e uma prova matemática formal, o teorema da não probabilidade, com base nos critérios de Popper da falsificabilidade de uma proposição científica para mostrar que a ciência não pode provar a verdade de qualquer proposição, ela só pode formular hi-

póteses que continuamente requerem verificação empírica para cada novo domínio de observação. As únicas provas da verdade de uma proposição estão na matemática e na lógica e não na ciência. Uma série de exemplos históricos de como a ciência teve que modificar teorias e/ou abordagens que foram pensadas para ser absolutamente inabaláveis é apresentada, incluindo-se a mudança na qual a dinâmica linear é agora considerada anomalia e a dinâmica não linear, a norma. Complexidade e previsibilidade são mostradas para fornecer uma complementaridade como aquela entre posição e momento no princípio da incerteza de Heisenberg. A relação entre complexidade e previsibilidade também é semelhante àquela entre completude e consistência lógica dentro do contexto do teorema de Gödel.

No capítulo 9, analisamos o futuro do livro no contexto da informação digital. Concluímos que, apesar de algumas previsões da obsolescência do livro, seu futuro parece brilhante. Apontamos o futuro potencial da evolução do livro descrevendo o sistema SmartBook, no qual a convergência do livro códice e do e-book, usando uma *smart tag* RFID, resulta em um sistema de leitura legível, pesquisável, compartilhável em redes e inteligente.

No capítulo 10, examinamos a origem e a natureza das formas não verbais de informação e comunicação inerentes à expressão artística por meio da música, da dança e das artes plásticas, da pintura, da escultura e da fotografia. Consideramos também a conexão entre linguagem verbal e expressão artística, que acreditamos dever-se à percepção secundária, ou seja, a percepção influenciada pela linguagem verbal e o pensamento simbólico conceitual. Sugerimos que a capacidade de processamento de informação conceitual levou a diferentes formas de expressão artística.

O capítulo 11 é composto por duas partes: conclusões e um epílogo. Nas conclusões, resumimos o que acreditamos ter alcançado neste estudo. No epílogo, levantamos uma série de questões interessantes de natureza filosófica, dignas de nossa consideração, embora quaisquer respostas a elas sejam altamente especulativas. Mostramos que, apesar de todos os nossos esforços para compreender a natureza da informação, esta ainda é uma noção misteriosa e um tanto ambígua.