

8. A virada informacional

(O ingrediente básico na construção de uma consciência)

É provavelmente perigoso usar essa teoria da informação em campos para os quais ela não foi projetada, mas creio que o perigo não vai impedir as pessoas de fazê-lo.

J. C. R. Licklider, 1950¹

A maioria das teorias matemáticas toma forma aos poucos. A teoria da informação de Shannon nasceu para o mundo como Atena, totalmente formada. Ainda assim, o pequeno livro de Shannon e Weaver atraiu pouca atenção do público quando surgiu, em 1949. A primeira resenha foi feita por um matemático, Joseph L. Doob, que desqualificou a obra, afirmando que seria mais “sugestiva” do que matemática — “e nem sempre fica claro se as intenções matemáticas do autor são mesmo honradas”.² Uma revista de biologia ressaltou: “À primeira vista, pode parecer que se trata apenas de uma monografia de engenharia de pouca ou nenhuma serventia aos problemas humanos. Na verdade, a teoria traz algumas implicações animadoras”.³ A *Philosophy Review* alertou que os filósofos cometeriam um erro se ignorassem o livro: “Shannon desenvolve um conceito de *informação* que, surpreendentemente, revela-se uma extensão do conceito termodinâmico de *entropia*”.⁴ A resenha mais estranha mal poderia ser chamada de resenha: cinco parágrafos publicados na *Physics Today*, edição

de setembro de 1950, assinados por Norbert Wiener, do Massachusetts Institute of Technology.

Wiener começou com uma anedota levemente condescendente:

Cerca de quinze anos atrás, um jovem estudante dos mais brilhantes procurou as autoridades do MIT com a ideia de uma teoria de alternância elétrica que dependia da álgebra da lógica. O estudante era Claude E. Shannon.

No presente livro (prosseguiu Wiener), Shannon, junto com Warren Weaver, “resume suas opiniões a respeito da engenharia da comunicação”.

A ideia fundamental desenvolvida por Shannon, segundo Wiener, “é a da quantidade de informação como entropia negativa”. Acrescentou que ele próprio — “o autor da presente resenha” — tinha desenvolvido a mesma ideia mais ou menos na mesma época.

Wiener declarou que o livro era uma obra “cujas origens são independentes de meu próprio trabalho, mas que foi vinculado desde o início a minhas investigações por meio de influências cruzadas que se espalhavam em ambas as direções”. Ele mencionou “aqueles de nós que tentaram investigar essa analogia com o estudo do demônio de Maxwell” e acrescentou que ainda havia muito trabalho a ser feito.

Então ele sugeriu que o tratamento da linguagem estava incompleto na ausência de uma maior ênfase no sistema nervoso humano: “a recepção nervosa e a transmissão da linguagem no cérebro. Digo isso não a título de crítica hostil”.

Por fim, Wiener concluiu com um parágrafo dedicado a outro novo livro: “*Cibernética*, de minha própria autoria”. Ele afirmou que ambos os livros representavam os passos inaugurais num campo que prometia crescer rapidamente.

Em meu livro, assumi como autor o privilégio de ser mais especulativo, e de cobrir um campo mais vasto do que os doutores Shannon e Weaver optaram por fazer. [...] Não existe apenas espaço, mas também a necessidade de produzir livros diferentes.

Ele saudou os colegas por sua abordagem bem trabalhada e independente... da cibernética.

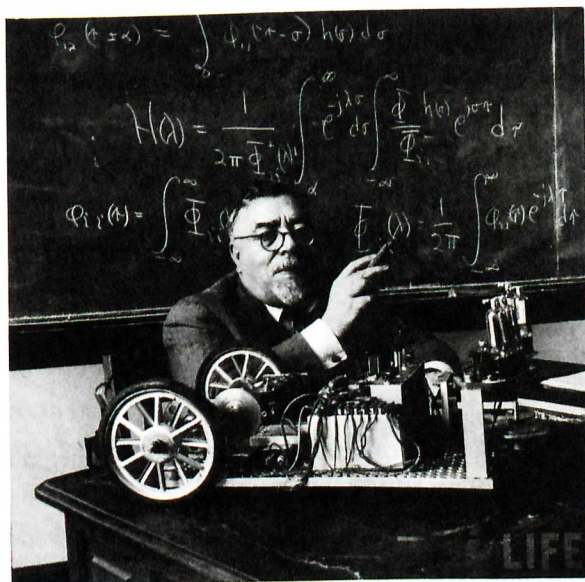
Shannon, enquanto isso, já tinha contribuído com uma espécie de resenha do livro de Wiener para a *Produção do Instituto de Engenheiros de Rádio*, oferecendo elogios que poderiam ser descritos como discretos. Trata-se de uma “excelente introdução”, escreveu ele.⁵ Havia certa tensão entre os dois pesquisadores. Seu peso era sentido na longa nota de rodapé que ancorava a porção de Weaver da *Teoria matemática da comunicação*:

O próprio dr. Shannon enfatizou que a teoria da comunicação deve muito ao professor Norbert Wiener por boa parte de sua filosofia básica. O professor Wiener, por outro lado, destaca que boa parte do trabalho inicial de Shannon envolvendo a alternância e a lógica matemática precedeu seu próprio interesse no campo; e acrescenta generosamente que Shannon merece o crédito por ter desenvolvido de maneira independente aspectos tão fundamentais da teoria quanto a introdução das ideias entrópicas.

O colega de Shannon, John Pierce, escreveu mais tarde: “A cabeça de Wiener estava ocupada com seu próprio trabalho. [...] Pessoas bem informadas me disseram que Wiener, acreditando equivocadamente já saber aquilo que Shannon tinha feito, nunca chegou a descobri-lo de fato”.⁶

Cibernética era um termo novo, uma palavra que chamaria muita atenção no futuro, um campo de estudos proposto, um movimento filosófico em potencial inteiramente concebido por esse brilhante e irritadiço pensador. O nome ele tomou emprestado do grego, com o significado de *timoneiro*: κυβερνήτης, *kubernites*, da qual também é derivada (não por acaso) a palavra *governador*.⁷ Ele pretendia que a cibernética fosse um campo capaz de sintetizar o estudo da comunicação e do controle, sendo também o estudo do ser humano e da máquina. Norbert Wiener tornou-se conhecido no mundo primeiro como uma figura exótica: um piadista, um prodígio, incentivado e promovido pelo pai, professor de Harvard. “Um rapaz que foi orgulhosamente descrito pelos amigos como o menino mais brilhante do mundo”, relatou com destaque o *New York Times* quando ele tinha catorze anos, “vai se formar no ano que vem no Tufts College. [...] Apesar de a capacidade de Norbert Wiener para o aprendizado ser fenomenal, ele é como os demais meninos. [...] Seus intensos olhos negros são seu traço mais marcante.”⁸ Quando escreveu suas memórias, ele sempre usou a palavra “prodígio” nos títulos: *Ex-Prodígio*:

Minha infância e juventude e Sou um matemático: A vida posterior de um prodígio. Depois de Tufts (matemática), da pós-graduação em Harvard (zoologia), de Cornell (filosofia) e novamente Harvard, Wiener partiu rumo a Cambridge, na Inglaterra, onde estudou lógica simbólica e os *Principia Mathematica* com o próprio Bertrand Russell, que não foi seduzido de imediato. “Um jovem prodígio chamado Wiener, ph.D. (Harvard), de dezoito anos, apareceu por aqui”, escreveu ele a um amigo. “O rapaz foi muito elogiado, e considera a si mesmo uma encarnação do próprio Deus Todo-Poderoso — há entre nós uma disputa permanente para saber quem é que vai ensinar a quem.”⁹ De sua parte, Wiener detestou Russell: “Ele é um iceberg. Sua mente dá a impressão de ser uma máquina precisa, fria e de lógica estreita capaz de cortar o universo em pequenos pacotes organizados que medem, no caso, apenas três polegadas em cada dimensão”.¹⁰ Ao retornar aos Estados Unidos, Wiener entrou para o corpo docente do MIT em 1919, assim como Vannevar Bush. Quando Shannon chegou lá, em 1936, participou de um dos cursos de matemática de Wiener. Com a aproximação da guerra, Wiener foi um dos primeiros a se juntar às equipes ocultas e espalhadas de matemáticos que trabalhavam no controle balístico dos canhões antiaéreos.



Norbert Wiener (1956).

Ele era baixo e corpulento, com óculos pesados e um cavanhaque mefistofélico. Se o trabalho de Shannon com o controle balístico buscava o sinal em meio ao ruído, Wiener se ateu ao ruído: flutuações enxameantes no receptor de radar, desvios imprevisíveis nas trajetórias de voo. No entendimento dele, o ruído se comportava estatisticamente, como o movimento browniano, o “movimento extremamente agitado e totalmente casual” que Van Leeuwenhoek observara ao microscópio no século XVII. Wiener tinha se dedicado ao rigoroso tratamento matemático do movimento browniano nos anos 1920. A própria descontinuidade o interessava — não apenas a trajetória das partículas, mas também as próprias funções matemáticas pareciam se comportar de maneira estranha. De acordo com ele, era um caos distinto, termo que só seria bem compreendido muitas gerações depois. No projeto do controle balístico, no qual Shannon fez uma contribuição modesta para a equipe dos Laboratórios Bell, Wiener e seu colega Julian Bigelow produziram uma lendária monografia de 120 páginas, confidencial, conhecida entre as poucas dezenas de pessoas com autorização para vê-la como o Perigo Amarelo, por causa da cor de sua capa e da dificuldade de seu tratamento. O título formal era *Extrapolação, interpolação e uniformização de séries temporais estacionárias*. Nela Wiener desenvolveu um método estatístico para prever o futuro a partir de dados ruidosos, incertos e corrompidos a respeito do passado. Tratava-se de algo ambicioso demais para o maquinário bélico existente, mas ele testou suas fórmulas no Analisador Diferencial de Vannevar Bush. Tanto o canhão antiaéreo, com seu operador, e o avião alvo, com seu piloto, eram híbridos de máquina e homem. Um deles tinha de prever o comportamento do outro.

Wiener era tão verborrágico quanto Shannon era reticente. Era uma pessoa viajada e um poliglota, ambicioso e preocupado com o status social; tratava a ciência com paixão, como algo pessoal. Sua expressão da segunda lei da termodinâmica, por exemplo, era um apelo:

Estamos nadando contra a corrente na direção de uma imensa torrente de desorganização, que tende a reduzir tudo à morte térmica do equilíbrio e da semelhança. [...] Essa morte térmica na física tem sua contraparte na ética de Kierkegaard, que destacou que vivemos num universo moral caótico. Nele, nossa principal obrigação é estabelecer enclaves arbitrários de ordem e sistematização. [...] Como

a Rainha de Copas, não podemos ficar onde estamos sem correr tão rápido quanto conseguirmos.¹¹

Ele estava preocupado com o lugar que ocuparia na história intelectual, e seu objetivo era ambicioso. A cibernética, escreveu ele em suas memórias, correspondia a “uma nova interpretação do homem, do conhecimento que o homem tem do universo, e da sociedade”.¹² Enquanto Shannon enxergava a si mesmo como matemático e engenheiro, Wiener se considerava principalmente um filósofo, e de seu trabalho com o controle balístico tirou lições filosóficas a respeito do propósito e do comportamento. Se o comportamento for definido com inteligência — “qualquer mudança de uma entidade com relação a seu entorno”¹³ —, então a palavra poderá ser aplicada às máquinas e também aos animais. O comportamento voltado para uma meta é objetivo, e o propósito pode às vezes ser imputado à máquina em lugar de um operador humano: o caso do mecanismo de busca de alvo, por exemplo. “O termo servomecanismos foi criado precisamente para designar máquinas de comportamento intrinsecamente objetivo.” A chave estava no controle, ou na autorregulação.

Para fazer uma análise mais adequada, ele tomou emprestado um termo obscuro da engenharia elétrica: “retroalimentação”, o retorno da energia da saída de um circuito de volta à entrada. Quando a retroalimentação é positiva, como ocorre quando o som dos amplificadores é outra vez amplificado pelo microfone, foge completamente ao controle. Mas, quando a retroalimentação é negativa — como no governador mecânico original dos motores a vapor, analisado pela primeira vez por James Clerk Maxwell —, pode guiar um sistema rumo ao equilíbrio, atuando como um agente de estabilidade. A retroalimentação pode ser mecânica: quanto mais rápido o governador de Maxwell gira, maior é a extensão de seus braços, e quanto maior for a extensão de seus braços, menor será a velocidade de rotação do governador. Ou pode ser elétrica. Seja como for, a chave para o processo é a informação. Aquilo que governa o canhão antiaéreo, por exemplo, é a informação a respeito das coordenadas do avião e da posição anterior da própria arma. O amigo de Wiener, Bigelow, enfatizou isso: “não era apenas algo físico em particular, como a energia, o comprimento ou a voltagem, mas apenas a informação (transmitida por quaisquer meios)”.¹⁴

A retroalimentação negativa tem de ser onipresente, acreditava Wiener.

Ele podia observar esse funcionamento na coordenação entre olhos e mãos, guiando o sistema nervoso de uma pessoa que desempenhava uma ação tão simples quanto apanhar um lápis. Ele se concentrou em especial nos distúrbios neurológicos, males que perturbavam a coordenação motora ou a linguagem. Wiener os enxergava como casos de retroalimentação de informação que tinham dado errado — variações da ataxia, por exemplo, nas quais as mensagens sensoriais são interrompidas na coluna vertebral ou interpretadas equivocadamente pelo cerebelo. Sua análise era detalhada e matemática, com equações — algo quase sem precedente na neurologia. Enquanto isso, os sistemas de controle por retroalimentação estavam invadindo as linhas de produção das fábricas, pois um sistema mecânico também pode modificar o próprio comportamento. A retroalimentação é o governador, o timoneiro.

Assim, *Cibernética* se tornou o título do primeiro livro de Wiener, publicado no outono de 1948 nos Estados Unidos e na França. Subtítulo: *Controle e comunicação no animal e na máquina*. O livro é um apanhado de noções e análises e, para espanto de seus editores, a obra se tornou best-seller do ano. Foi citado pelas mais populares revistas norte-americanas de notícias, *Time* e *Newsweek*. Wiener e a cibernética foram associados a um fenômeno que estava irrompendo na consciência do público justamente naquele momento: as máquinas computadoras. Com o fim da guerra, um véu fora erguido para revelar os primeiros projetos de cálculo eletrônico, particularmente o ENIAC, um monstro de trinta toneladas feito de válvulas termiônicas, relés e fios soldados à mão que ocupava 25 metros da faculdade de engenharia elétrica da Universidade da Pensilvânia. A máquina era capaz de armazenar e multiplicar até vinte números de dez dígitos decimais. O Exército a utilizava para calcular tabelas de disparo de artilharia. A empresa International Business Machines (IBM), que proporcionava as máquinas de cartões perfurados para os projetos do Exército, também construiu uma máquina calculadora gigante em Harvard, conhecida como Mark I. Na Grã-Bretanha, ainda em segredo, os decifradores de códigos de Bletchley Park tinham avançado a ponto de construir uma máquina computadora feita de válvulas termiônicas chamada Colossus. Alan Turing começava a trabalhar em outra do tipo, na Universidade de Manchester. Quando o público ficou sabendo da existência dessas máquinas, elas foram naturalmente interpretadas como “cérebros”. Todos fizeram a mesma pergunta: seriam as máquinas capazes de pensar?

“Elas estão crescendo a uma velocidade assustadora”, declarou a *Time* em sua edição de fim de ano. “Tiveram início solucionando equações matemáticas com a velocidade de um raio. Agora estão começando a agir como verdadeiros cérebros mecânicos.”¹⁵ Wiener encorajava a especulação, mas não as imagens extravagantes:

O dr. Wiener não vê motivo que as impeça de aprender com a experiência, como monstruosas e precoces crianças avançando num ritmo aceleradíssimo pelas aulas de gramática. Um cérebro mecânico do tipo, maduro com a experiência armazenada, seria capaz de administrar uma indústria inteira, substituindo não apenas os mecânicos e as secretárias como também muitos dos executivos. [...]

À medida que os homens constroem máquinas calculadoras melhores, explica Wiener, e conforme exploram seus próprios cérebros, os dois se tornam cada vez mais parecidos. Ele acredita que o homem está recriando a si mesmo, numa ampliação monstruosa feita à sua própria imagem.

Boa parte do sucesso de seu livro, por mais obscuro e pouco legível que fosse, jazia no constante retorno do foco de Wiener ao humano, e não à máquina. Ele não estava tão interessado em esclarecer a ascensão da computação — com a qual, aliás, seus elos eram apenas periféricos — quanto em descobrir como a computação poderia esclarecer a humanidade. Revelou-se que ele se preocupava muito com a compreensão dos distúrbios mentais, com as próteses mecânicas e com os deslocamentos sociais que poderiam se seguir à ascensão das máquinas inteligentes. Ele temia que isso provocasse uma desvalorização do cérebro humano proporcional à desvalorização que o maquinário das fábricas tinha imposto à mão humana.

Wiener desenvolveu seus paralelos entre seres humanos e máquinas num capítulo intitulado “Máquinas computadoras e o sistema nervoso”. Primeiro ele expôs uma distinção entre dois tipos de máquinas computadoras: analógicas e digitais, embora ainda não empregasse tais termos. O primeiro tipo, como o Analisador Diferencial de Bush, representava os números como medidas numa escala contínua — eram máquinas de analogia. O outro tipo, que ele chamou de máquinas numéricas, representava os números de maneira direta e exata, como faziam as calculadoras de mesa. Em termos ideais, esses serviços usariam o sistema binário de números a título de simplicidade. Para os cálculos

avançados, teriam que empregar uma forma de lógica. Que forma seria essa? Shannon tinha respondido à pergunta em sua tese de mestrado, em 1937, e Wiener ofereceu a mesma resposta:

a álgebra da lógica *par excellence*, ou a álgebra booleana. Esse algoritmo, como a aritmética binária, tem como base a dicotomia, a escolha entre *sim* e *não*, a escolha entre estar numa classe e estar fora dela.¹⁶

Ele argumentou que o cérebro também seria em parte uma máquina lógica. Se os computadores empregam relés — mecânicos, ou eletromecânicos, ou puramente elétricos —, o cérebro conta com os neurônios. Essas células tendem a apresentar um entre dois estados num dado momento: ativas (em descarga) ou inativas (em repouso). Assim, podem ser consideradas relés com dois estados. Elas se conectam umas às outras em vastas estruturas, em pontos de contato conhecidos como sinapses. Transmitem mensagens. Para armazenar as mensagens, os cérebros têm a memória, e também as máquinas computadoras precisam de um armazenamento físico que pode ser chamado de memória. (Ele bem sabia que essa era uma imagem simplificada para um sistema complexo, que outros tipos de mensagem, mais analógicos do que digitais, pareciam ser transmitidos quimicamente pelos hormônios.) Wiener indicou também que distúrbios funcionais como os “colapsos nervosos” poderiam ter parentesco na eletrônica. Os projetistas das máquinas computadoras talvez tivessem que fazer planos para fluxos de dados substanciais e inoportunos — um possível equivalente dos “problemas de tráfego e da sobrecarga do sistema nervoso”.¹⁷

Tanto os cérebros como os computadores eletrônicos usam quantidades de energia ao desempenhar seu trabalho de lógica — “que é em sua totalidade desperdiçada e dissipada sob a forma de calor”, sendo levada pelo sangue ou por um aparato de resfriamento e ventilação. Mas isso não vem ao caso, segundo Wiener. “A informação é informação, e não matéria nem energia. Nenhum materialismo que seja incapaz de reconhecer isso pode sobreviver nos dias atuais.”

Seguiu-se então uma época de animação.

“Estamos mais uma vez num daqueles prodigiosos períodos de progresso científico — um momento que, à sua maneira, lembra o período pré-socrático”,

declarou o gnomesco neurofisiologista de barba branca Warren McCulloch numa reunião de filósofos britânicos. Ele disse que, ao ouvir Wiener e Von Neumann, vieram-lhe à consciência os debates da Antiguidade. Uma nova física da comunicação tinha nascido, segundo ele, e a metafísica nunca mais seria a mesma: “Pela primeira vez na história da ciência conhecemos nossa forma de conhecer e, portanto, podemos enunciá-la com clareza”.¹⁸ Ele então ofereceu a heresia: afirmou que o conhecedor era uma máquina computadora, que o cérebro era composto de relés, possivelmente 10 bilhões deles, cada qual recebendo sinais de outros relés e passando-os adiante. Os sinais são quantizados: ou eles ocorrem, ou não ocorrem. Assim, novamente a matéria do mundo, disse ele, revela-se ser os átomos de Demócrito: “indivisíveis — mínimos — que se debatem no vazio”.

Trata-se de um mundo, para Heráclito, sempre “em movimento”. Não quero dizer simplesmente que cada relé é ele próprio destruído por um momento e recriado como uma chama, mas que sua lida é com a informação que chega a ele por muitos canais, passa por ele, avança contra a corrente dentro dele e emerge outra vez para o mundo.

O fato de tais ideias estarem transbordando as fronteiras disciplinares decorria em parte de McCulloch, um fenômeno de ecletismo e versatilidade. Pouco depois da guerra, ele começou a organizar uma série de conferências no Hotel Beekman, em Park Avenue, Nova York, com o dinheiro da Fundação Josiah Macy Jr., criada no século XIX por herdeiros de baleeiros de Nantucket. Várias ciências diferentes estavam amadurecendo ao mesmo tempo — as chamadas ciências sociais, como antropologia e psicologia, em busca de novos alícerces matemáticos; crias da medicina com nomes híbridos, como a neuropsicologia; quase ciências como a psicanálise —, e McCulloch convidou especialistas de todas essas áreas, bem como da matemática e da engenharia elétrica. Ele instituiu uma regra da Arca de Noé, convidando dois exemplares de cada espécie, de modo que os palestrantes sempre tivessem entre os presentes alguém capaz de ir além de seu jargão.¹⁹ Entre os membros do grupo principal estavam a já famosa antropóloga Margaret Mead e seu então marido Gregory Bateson, os psicólogos Lawrence K. Frank e Heinrich Klüver, e um formidável par de matemáticos que às vezes rivalizavam entre si, Wiener e Von Neumann.

Mead, registrando os encontros numa caligrafia que ninguém mais era capaz de ler, afirmou ter quebrado um dente em meio à excitação da primeira reunião, coisa que só percebeu depois. Wiener disse a eles que todas aquelas ciências, em especial as ciências sociais, consistiam fundamentalmente no estudo da comunicação, e que a ideia que as unia era a *mensagem*.²⁰ As reuniões começaram com o desajeitado nome de Conferências para Mecanismos Causais Circulares e de Retroalimentação nos Sistemas Biológicos e Sociais, e então, em deferência a Wiener, cuja recém-adquirida fama eles apreciavam, mudaram para Conferências de Cibernética. No decorrer das conferências, tornou-se habitual usar o termo novo, estranho e levemente suspeito conhecido como *teoria da informação*. Algumas das disciplinas se sentiam mais confortáveis do que outras. Não estava claro para ninguém onde a informação se encaixava em suas respectivas visões de mundo.

A reunião de 1950, realizada em 22 e 23 de março, começou de maneira autoconsciente. “O tema e o grupo atraíram um imenso interesse externo”, disse Ralph Gerard, neurocientista da faculdade de medicina da Universidade de Chicago, “quase a ponto de lançar uma moda nacional. Eles foram objeto de artigos extensos em conhecidas revistas científicas como *Time*, *News-Week* e *Life*.”²¹ Entre outras, ele estava se referindo à matéria de capa da *Time* publicada meses antes e intitulada “A máquina pensante”, que tratava de Wiener:

O professor Wiener é um tempestuoso petrel (ele parece mais um tempestuoso papagaio-do-mar) da matemática e dos territórios adjacentes. [...] Os grandes novos computadores, anunciou Wiener com uma mistura de alarme e triunfo, são [...] arautos de uma ciência inteiramente nova da comunicação e do controle, que ele batizou prontamente de “cibernética”. As máquinas mais novas, destacou Wiener, já se assemelham de forma extraordinária ao cérebro humano, tanto na estrutura como na função. Por enquanto, eles não têm sentidos nem “efetivadores” (braços e pernas), mas por que não deveriam tê-los?

Gerard disse ser verdade que esse campo estava sendo profundamente afetado pelas novas formas de pensar vindas da engenharia da comunicação — ajudando-os a pensar nos impulsos nervosos não apenas como “evento físico-químico”, mas como signo ou sinal. Assim, era útil aprender lições com “as máquinas calculadoras e os sistemas de comunicação”, mas também perigoso.

Dizer que, portanto, essas máquinas são cérebros, como faz a imprensa pública, e que nossos cérebros nada mais são do que máquinas calculadoras, é algo presunçoso. Poderíamos dizer igualmente que o telescópio é um olho ou que uma escavadeira é um músculo.²²

Wiener sentiu a necessidade de responder. “Não pude evitar tais reportagens”, disse ele, “mas tentei fazer com que as publicações exercessem a moderação. Ainda não estou convencido de que o emprego da palavra ‘pensantes’ em tais textos seja inteiramente repreensível.”^{23*}

O principal propósito de Gerard era comentar a possibilidade de o cérebro, com sua misteriosa arquitetura de neurônios, suas árvores de dendritos ramificados e suas complexas interconexões vivas dentro de uma sopa química, ser adequadamente descrito como analógico ou digital.²⁴ Gregory Bateson o interrompeu imediatamente: ele ainda considerava a distinção confusa. Tratava-se de uma pergunta básica. Gerard devia seu próprio entendimento à “orientação especializada que recebi aqui, em especial de John von Neumann” — que estava sentado bem ali —, mas Gerard tentou explicar mesmo assim. Analógico corresponde a uma régua de cálculo, na qual os números são representados como distâncias; digital corresponde a um ábaco, no qual escolhemos entre considerar uma conta ou ignorá-la; não existe nada entre as duas opções. Um reostato — como o dimmer de iluminação — é analógico; um interruptor de parede com as posições “ligado” e “desligado” é digital. Gerard afirmou que as ondas cerebrais e a química neurológica seriam analógicas.

Seguiu-se uma discussão. Von Neumann tinha muito a dizer. Ele havia desenvolvido recentemente uma “teoria dos jogos”, algo que enxergava na prática como uma matemática da informação incompleta. E ele estava assumindo a vanguarda na criação de uma arquitetura para os novos computadores eletrônicos. Queria que os membros de mentalidade mais analógica do grupo pensassem de maneira mais abstrata — que reconhecessem o fato de que

* Como destaca Jean-Pierre Dupuy: “Tratava-se no fundo de uma situação perfeitamente corriqueira, na qual os cientistas culpavam os não cientistas por terem-nos interpretado ao pé da letra. Depois de trazer à consciência do público a ideia de que as máquinas pensantes estariam ao alcance, os cibernéticos se apressaram em se dissociar de qualquer pessoa ingênua o bastante para acreditar em algo como aquilo”. Jean-Pierre Dupuy, *The Mechanization of the Mind: On the Origins of Cognitive Science*. Trad. de M. B. DeBevoise. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2000. p. 89.

os processos digitais ocorrem num mundo mais confuso e contínuo, mas são digitais mesmo assim. Quando um neurônio salta entre dois estados diferentes — “o estado da célula nervosa sem nenhuma mensagem em seu interior e o estado de uma célula com uma mensagem dentro de si”²⁵ —, a química dessa transição pode ter tonalidades intermediárias, mas para os propósitos teóricos as tonalidades podem ser ignoradas. Ele indicou que no cérebro, como num computador feito de válvulas termiônicas, “essas ações distintas são na verdade simuladas no contexto de processos contínuos”. McCulloch tinha acabado de expor organizadamente essa ideia num novo estudo, intitulado “Sobre os computadores digitais chamados cérebros”: “Neste mundo parece melhor tratar até as aparentes continuidades como alguns números de certos pequenos passos”.²⁶ Permanecendo em silêncio na plateia estava o novo membro do grupo, Claude Shannon.

O palestrante seguinte foi J. C. R. Licklider, especialista em fala e som do novo Laboratório Psicoacústico de Harvard, conhecido por todos como Lick. Tratava-se de outro jovem cientista com os pés em dois mundos diferentes — parte psicólogo e parte engenheiro elétrico. Posteriormente naquele ano ele se transferiu para o MIT, onde criou um departamento de psicologia dentro do departamento de engenharia elétrica. Trabalhava numa ideia para a quantização da fala — a redução das ondas da fala às menores quantidades que poderiam ser reproduzidas por um “circuito flip-flop”, um dispositivo caseiro feito com 25 dólares em válvulas termiônicas, resistores e capacitores.²⁷ Era surpreendente — mesmo para as pessoas acostumadas aos chiados e estalos dos telefones — até que ponto a fala podia ser reduzida sem perder sua inteligibilidade. Shannon ouviu atentamente, não apenas porque conhecia a engenharia telefônica como também por ter lidado com os temas em seu projeto secreto de guerra, que envolvia o embaralhamento do áudio. Wiener também prestou atenção, em parte por causa de seu interesse em próteses capazes de auxiliar a audição.

Quando Licklider descreveu alguma distorção como algo que não seria linear nem logarítmico, e sim algo “num ponto intermediário”, Wiener o interrompeu.

“O que significa ‘ponto intermediário’? X mais S sobre N ?”

Licklider suspirou. “Os matemáticos vivem fazendo isso, me cobrando pelas afirmações inexatas.”²⁸ Mas ele não tinha problemas com a matemática e, posteriormente, ofereceu uma estimativa de quanta informação — usando a

nova terminologia de Shannon — poderia ser enviada por uma linha de transmissão, levando em consideração determinada largura de banda (5 mil ciclos) e determinada proporção entre sinal e ruído (33 decibéis), números que eram realistas para o rádio comercial. “Acho que aparentemente 100 mil bits de informação podem ser transmitidos por meio de um canal de comunicação como este” — bits por segundo, ele quis dizer. Tratava-se de um número impressionante. Para efeito de comparação, ele calculou a capacidade da fala humana da seguinte maneira: dez fonemas por segundo, escolhidos a partir de um vocabulário de 64 fonemas (2⁶, “para facilitar” — o logaritmo do número de escolhas é 6), chegando a uma capacidade de 60 bits por segundo. “Isso supõe que os fonemas apresentem probabilidades iguais...”

“Isso!”, interrompeu Wiener.²⁹

“... e é claro que isso não é verdadeiro.”

Wiener se perguntou se alguém teria tentado um cálculo semelhante para a “compressão para os olhos”, para a televisão. Quanta “informação real” é necessária para a inteligibilidade real? Embora tenha acrescentado, casualmente: “Com frequência me pergunto por que as pessoas olham para a televisão”.

Margaret Mead tinha uma questão diferente a levantar. Ela não queria que o grupo se esquecesse de que o significado pode existir com bastante independência em relação aos fonemas e às definições do dicionário. “Se falarmos a respeito de um tipo diferente de informação”, disse ela, “se tentarmos comunicar o fato de que alguém está bravo, que ordem de distorção pode ser introduzida para tirar a raiva de uma mensagem que, com a exceção desse detalhe, carrega exatamente as mesmas palavras?”³⁰

Naquela noite Shannon assumiu a palavra. Deixemos de lado o significado, disse ele. Shannon anunciou que, por mais que seu tema fosse a redundância do inglês escrito, ele não se interessaria nem um pouco pelo *significado*.

Ele estava falando na informação como algo transmitido de um ponto a outro: “Pode ser, por exemplo, uma sequência aleatória de dígitos, ou a informação para um míssil teleguiado ou um sinal de televisão”.³¹ O importante era que ele iria representar a fonte da informação como um processo estatístico, gerando mensagens com probabilidades variadas. Mostrou os exemplos de sequências de texto que tinha usado em *Teoria matemática da comunicação*

— obra que poucos ali tinham lido — e descreveu seu “experimento de previsão”, no qual o sujeito adivinha letra por letra. Disse que o inglês tinha uma *entropia* específica, uma quantidade correlacionada com a redundância, e que ele seria capaz de usar esses experimentos para computar o número. Seus ouvintes ficaram fascinados — especialmente Wiener, pensando em sua “teoria da previsão”.

“Meu método guarda alguns paralelismos com esse raciocínio”, interrompeu Wiener. “Perdoe a interrupção.”

Havia uma diferença de ênfase entre Shannon e Wiener. Para Wiener, a entropia era uma medida da desordem; para Shannon, da incerteza. Fundamentalmente, como eles estavam percebendo, as duas coisas eram iguais. Quanto maior o grau de ordem inerente num exemplo de texto em inglês — ordem sob a forma de padrões estatísticos, conhecidos consciente ou inconscientemente pelos falantes do idioma — maior seria o grau de previsibilidade e, nos termos de Shannon, menor a quantidade de informação que cada letra subsequente transmite. Quando o sujeito adivinha a letra seguinte com confiança, ela é redundante, e a chegada da letra não contribui com nenhuma informação nova. Informação é surpresa.

Os demais também se perdiam com perguntas sobre idiomas diferentes, estilos de prosa diferentes, escrita ideográfica e fonemas. Um psicólogo indagou se a escrita de jornal teria uma aparência diferente, do ponto de vista estatístico, em comparação com a obra de James Joyce. Leonard Savage, estatístico que trabalhou com Von Neumann, perguntou como Shannon teria escolhido um livro para aquele teste: aleatoriamente?

“Simplesmente fui até a estante e escolhi um na prateleira.”

“Não poderíamos chamar isso de aleatório, não é mesmo?”, disse Savage. “Existe o risco de o livro ser a respeito de engenharia.”³² Shannon não disse a eles que, na verdade, tratava-se de um romance detetivesco.

Outra pessoa quis saber se Shannon diria que a fala de um bebê seria mais ou menos previsível do que a fala de um adulto.

“Creio que seria mais previsível”, respondeu ele, “se conhecermos o bebê.”

O inglês é na verdade uma soma de vários idiomas diferentes — talvez tantos idiomas quanto há falantes do inglês —, cada qual com estatísticas diferentes. Ele também dá origem a dialetos artificiais: a linguagem da lógica simbólica, com seu alfabeto preciso e restrito, e a linguagem que um dos participantes

chamou de “avianês”, empregada pelas torres de controle e pilotos. Além disso, está em constante transformação. Heinz von Foerster, jovem físico de Viena e um dos primeiros acólitos de Wittgenstein, perguntou-se como o grau de redundância numa linguagem poderia mudar conforme a linguagem evoluía, e especialmente na transição da cultura oral para a escrita.

Von Foerster, assim como Margaret Mead e vários outros, sentia-se pouco confortável com a ideia da informação sem significado. “Queria chamar o todo daquilo que eles chamavam de teoria da informação de teoria do *sinai*”, disse ele mais tarde, “porque a informação ainda não estava lá. Havia ‘*bip bipes*’, mas isso era tudo, nada de informação. No momento em que alguém transforma um conjunto de sinais em outros sinais que nosso cérebro é capaz de compreender, *então* nasce a informação — ela não está nos bipes.”³³ Mas ele se surpreendeu pensando na essência da linguagem, sua história na consciência e na cultura, de uma maneira nova. E destacou que, a princípio, ninguém tem consciência das letras, nem dos fonemas, como unidades básicas de uma linguagem.

Estou pensando nos antigos textos maias, nos hieróglifos dos egípcios ou nas tabuletas sumérias do primeiro período. Durante o desenvolvimento da escrita é necessário um tempo considerável — ou um acidente — para reconhecermos que a linguagem pode ser dividida em unidades menores do que as palavras, ou seja, sílabas ou letras. Tenho a sensação de que há uma retroalimentação entre a fala e a escrita.³⁴

O debate mudou sua opinião a respeito da centralidade da informação. Ele acrescentou uma nota epigramática à sua transcrição da oitava conferência: “A informação pode ser considerada a ordem extraída da desordem”.³⁵

Por mais que Shannon se esforçasse para manter seus ouvintes concentrados nessa definição pura e livre de significado para a informação, tratava-se de um grupo que se recusava a manter-se longe dos enrosocos semânticos. Eles logo compreenderam as ideias essenciais de Shannon, e especularam muito além. “Se pudssemos concordar em definir a informação como qualquer coisa que altere probabilidades ou reduza incertezas”, comentou Alex Bavelas, psicólogo social, “as mudanças na segurança emocional poderiam ser vistas com bastante facilidade sob essa luz.” E quanto aos gestos e às expressões faciais, aos tapinhas nas costas ou às piscadelas de um extremo ao outro da mesa? Conforme os

psicólogos absorviam essa forma artificial de pensar nos sinais e no cérebro, toda a sua disciplina se aproximava do limiar de uma transformação radical.

Ralph Gerard, o neurocientista, lembrou-se de uma história. Um desconhecido está numa festa de pessoas que se conhecem bem. Uma delas diz “72”, e todos riem. Outra diz, “29”, e a festa explode em gargalhadas. O desconhecido pergunta o que está havendo.

A pessoa ao lado diz: “Temos muitas piadas, e já as contamos tantas vezes que agora usamos apenas um número”. O convidado pensa em experimentar aquilo e, depois de algumas palavras, diz “63”. A reação é discreta. “Qual é o problema, não é uma piada?”

“É, sim, é uma de nossas melhores piadas, mas você não a contou muito bem.”³⁶

No ano seguinte, Shannon voltou com um robô. Não era um robô muito complexo, nem tinha uma aparência que imitasse algo vivo, mas impressionou o grupo de cibernética. Ele solucionava labirintos. Eles o chamaram de “rato de Shannon”.

Ele empurrou um armário cuja tampa superior era uma rede quadriculada de cinco por cinco. Divisórias poderiam ser colocadas ao redor e entre qualquer um dos 25 quadrados para formar labirintos de diferentes configurações. Um pino poderia ser colocado em qualquer quadrado para marcar a saída, e havia no labirinto uma barra sensora que se movia, impulsionada por um par de pequenos motores, um para a movimentação leste-oeste e outro para a movimentação norte-sul. Sob o capô havia um conjunto de relés elétricos, cerca de 75 deles, interconectados, alternando-se entre os estados ligado e desligado para formar a “memória” do robô. Shannon apertou um interruptor para acioná-lo.

“Quando a máquina estava desligada”, disse ele, “os relés essencialmente esqueceram tudo aquilo que sabiam, de modo que estão agora começando de novo, sem nenhum conhecimento do labirinto.” Seus ouvintes estavam cativados. “Podemos ver agora o dedo explorando o labirinto, caçando o final. Quando chega ao centro de um quadrado, a máquina toma uma nova decisão quanto à próxima direção a ser tentada.”³⁷ Quando a barra chegava a uma divisória, os motores invertiam seu funcionamento e os relés registravam o evento. A máquina tomava cada “decisão” com base em seu “conhecimento” prévio — era

impossível evitar essas palavras psicológicas — de acordo com uma estratégia criada por Shannon. O dispositivo vagava pelo espaço seguindo a tentativa e erro, entrando em becos sem saída e trombando com paredes. Por fim, sob as vistas de todos, o rato encontrou a saída do labirinto, uma campainha soou, uma lâmpada se acendeu, e os motores pararam.

Então Shannon recolocou o rato na posição inicial, para uma nova tentativa. Dessa vez ele foi diretamente para a saída sem errar o caminho nenhuma vez nem trombar com nenhuma divisória. O aparelho tinha “aprendido”. Colocado em outra parte inexplorada do labirinto, ele revertia para a tentativa e erro até enfim “construir um padrão completo de informação, sendo capaz de chegar ao final diretamente a partir de qualquer ponto”.³⁸

Para levar a cabo a estratégia de exploração e busca da saída do labirinto, a máquina tinha de armazenar uma informação a cada quadrado visitado: mais especificamente, a última direção tentada antes de conseguir sair do quadrado. Havia apenas quatro possibilidades — norte, oeste, sul, leste — e, como Shannon explicara cuidadosamente, dois relés eram designados como memória para cada quadrado. Dois relés significavam dois bits de informação, o suficiente para uma escolha entre quatro alternativas, porque havia quatro estados possíveis: desligado-desligado, desligado-ligado, ligado-desligado e ligado-ligado.

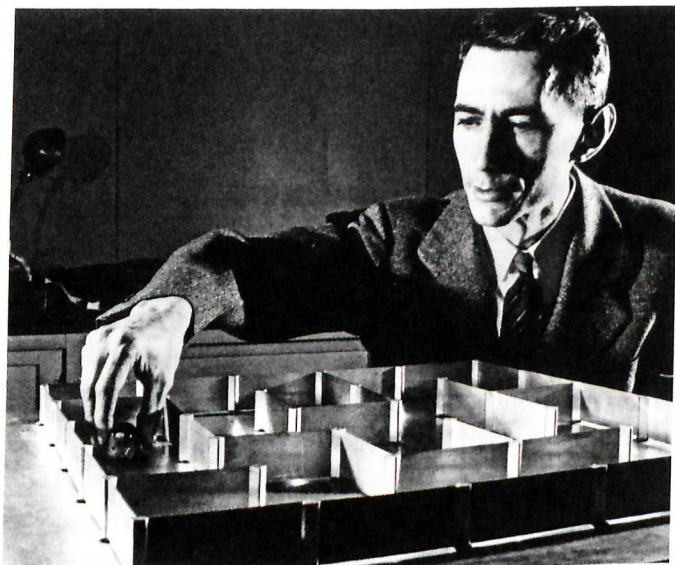
A seguir Shannon rearranjou as divisórias de modo que a solução anterior não funcionasse mais. A máquina teria então que “explorar os arredores” até encontrar uma nova solução. Às vezes, no entanto, uma combinação particularmente esquisita de memória anterior e novo labirinto jogaria a máquina num ciclo infinito. Shannon mostrou: “Quando chega ao ponto A, o robô se lembra que a solução antiga lhe dizia para ir a B, e então ele percorre um círculo, A, B, C, D, A, B, C, D. Foi estabelecido um círculo vicioso, ou um distúrbio flagrante”.³⁹

“Uma neurose!”, disse Ralph Gerard.

Shannon acrescentou “um circuito antineurótico”: um contador programado para romper o ciclo quando a máquina repetisse a mesma sequência seis vezes. Leonard Savage notou que isso era uma espécie de trapaça. “O robô não tem como reconhecer que ‘enlouqueceu’ — percebe apenas que está se repetindo por muito tempo?”, indagou ele. Shannon concordou.

“É demasiadamente humano”, comentou Lawrence K. Frank.

“George Orwell deveria ter visto essa máquina”, comentou Henry Brosin, um psiquiatra.



Shannon e seu labirinto.

Uma peculiaridade da forma com a qual Shannon tinha organizado a memória da máquina — associando uma única direção a cada quadrado — era o fato de o rumo não poder ser invertido. Depois de chegar à saída, a máquina não “sabia” como voltar ao ponto de partida. Naquela acepção do termo, o conhecimento emergia daquilo que Shannon chamou de campo vetorial, a totalidade dos 25 vetores direcionais. “Não é possível dizer de onde veio o dedo sensor por meio do estudo de sua memória”, explicou ele.

“Como um homem que conhece a cidade”, disse McCulloch, “ele consegue ir de qualquer lugar a qualquer outro lugar, mas nem sempre se lembra do caminho que fez.”⁴⁰

O rato de Shannon era parente da dançarina prateada de Babbage e dos cisnes e peixes metálicos do Merlin’s Mechanical Museum: autômatos empenhados em simular a vida. Eles nunca deixavam de impressionar e entreter. A aurora da era da informação trouxe consigo uma nova geração sintética de ratos, besouros e tartarugas, feitos de válvulas termiônicas e depois de transistores. Eram modelos grosseiros, quase triviais se julgados pelos critérios de poucos anos além de sua época. No caso do rato, a memória total da criatura correspondia a 75 bits. Mas Shannon podia afirmar que ele solucionava um problema por tentativa e erro; era capaz de reter a solução e repeti-la sem os

erros; conseguia integrar informações obtidas com novas experiências; e “esquecia” a solução quando as circunstâncias mudavam. A máquina não estava apenas imitando o comportamento de um ser vivo — estava desempenhando funções anteriormente reservadas aos cérebros.

Um de seus críticos, Dennis Gabor, um engenheiro elétrico húngaro que depois ganhou o prêmio Nobel por inventar a holografia, contestou: “Na realidade é o labirinto que lembra, e não o rato”.⁴¹ Isso era verdadeiro até certo ponto. Afinal, não havia rato. Os relés elétricos poderiam ter sido instalados em qualquer lugar, e retinham a memória. Eles se tornavam, na prática, um modelo mental do labirinto — uma *teoria* de um labirinto.

Os Estados Unidos do pós-guerra estavam longe de ser o único lugar em que biólogos e neurocientistas estavam subitamente assumindo uma causa ao lado dos matemáticos e engenheiros elétricos — embora os norte-americanos às vezes falassem como se este fosse o caso. Wiener, que relatou suas viagens a outros países de maneira um pouco extensa em sua introdução à *Cibernética*, menosprezou em seu texto o fato de, na Inglaterra, ter encontrado pesquisadores “bem informados”, dizendo que não tinham avançado muito “na unificação do tema e na reunião dos diferentes campos de pesquisa”.⁴² Novos grupos de cientistas britânicos começaram a se fundir em resposta à teoria da informação e à cibernética em 1949 — em sua maioria, jovens com experiência recente em decifrar códigos, operar radares e controlar canhões. Uma das ideias era formar um clube de debates à moda inglesa — “filiação restrita e encontros após as refeições”, propôs John Bates, pioneiro da encefalografia. Isso exigiu um grande debate envolvendo nomes, regras de associação, locais de reunião e emblemas. Bates queria biólogos de inclinação para a elétrica e engenheiros de orientação biológica, sugerindo “cerca de quinze pessoas que tiveram as ideias de Wiener antes do surgimento de seu livro”.⁴³ Reuniram-se pela primeira vez no porão do Hospital Nacional para Doenças Nervosas, em Bloomsbury, e decidiram chamar a si mesmos de Ratio Club (Clube da Proporção) — nome que significava o que quer que se desejasse. (Seus cronistas, Philip Husbands e Owen Holland, que entrevistaram muitos dos membros sobreviventes, relatam que metade deles pronunciava o nome como *RAY-she-oh* e a outra metade falava *RAT-ee-oh*.⁴⁴) Para sua primeira reunião, eles convidaram Warren McCulloch.

Falaram não apenas sobre compreender o cérebro, mas também sobre como “projetá-lo”. Um psiquiatra, W. Ross Ashby, anunciou que estava trabalhando na ideia segundo a qual “um cérebro composto de sinapses impressionais ligadas aleatoriamente umas às outras assumiria o grau exigido de organização como resultado da experiência”⁴⁵ — em outras palavras, a ideia de que a mente seria um sistema dinâmico que organiza a si mesmo. Outros queriam debater a identificação de padrões, o ruído no sistema nervoso, o xadrez disputado por robôs e a possibilidade da autoconsciência mecânica. McCulloch expôs isso da seguinte maneira: “Pensem no cérebro como um relé telegráfico que, ativado por um sinal, emite outro sinal”. Os relés tinham avançado muito desde a época de Morse. “No caso dos eventos moleculares do cérebro, tais sinais são os átomos. Cada um deles é transmitido ou não.” A unidade fundamental é uma escolha, e binária. “Trata-se do menor evento que pode ser verdadeiro ou falso.”⁴⁶

Eles também conseguiram atrair Alan Turing, que publicou seu próprio manifesto com uma provocante afirmação inicial — “Proponho que consideremos a pergunta: ‘Serão as máquinas capazes de pensar?’”⁴⁷ — seguida pela discreta e astuta admissão de que ele o faria sem chegar nem mesmo a tentar definir os termos *máquina* e *pensar*. Sua ideia era substituir a questão por um teste chamado de Jogo da Imitação, destinado a se tornar famoso como o “teste de Turing”. Em sua forma inicial, o Jogo da Imitação envolve três pessoas: um homem, uma mulher e um interrogador. O interrogador fica numa sala separada e faz perguntas (Turing indica que, em condições ideais, estas seriam feitas por meio de uma “teleimpressora encarregada da comunicação entre os dois cômodos”). O interrogador tem como objetivo determinar qual é o homem e qual é a mulher. Um deles — o homem, digamos — tem o objetivo de enganar o interrogador, enquanto a outra parte tem como meta ajudar a revelar a verdade. “Para ela, a melhor estratégia é, provavelmente, oferecer respostas verdadeiras”, indica Turing. “Ela pode acrescentar informações como ‘Sou a mulher, não dê ouvidos a ele!’, mas isso não produzirá resultado, pois o homem pode fazer afirmações semelhantes.”

Mas e se a questão não envolvesse o gênero, e sim o tipo: ser humano ou máquina?

Compreende-se que a essência do ser humano jaz nas “capacidades intelectuais” de um indivíduo — daí o jogo de mensagens etéreas transmitidas às cegas entre cômodos. “Não queremos castigar a máquina por sua incapacidade

de brilhar nas competições de beleza”, diz Turing, seco, “nem castigar um homem por sair perdedor numa corrida contra um avião.” E, pelo mesmo motivo, nem por sua lentidão na aritmética. Turing apresenta alguns exemplos imaginários de perguntas e respostas:

P: Por favor, componha para mim um soneto sobre o tema da Ponte Forth.

R: Não conte comigo. Sou incapaz de compor uma poesia.

Mas, antes de avançar, ele considera necessário explicar melhor o tipo de máquina que tem em mente. “O interesse atual nas ‘máquinas pensantes’”, destaca ele, “foi despertado por um tipo específico de máquina, habitualmente chamada de ‘computador eletrônico’ ou ‘computador digital.’”⁴⁸ Esses dispositivos fazem o trabalho dos computadores humanos com mais velocidade e precisão. Turing enuncia a natureza e as propriedades do computador digital, coisa que Shannon não fizera. John von Neumann também tinha feito isso ao construir uma máquina sucessora para o ENIAC. O computador digital é composto de três partes: um “armazém de informações”, correspondente à memória do computador humano ou ao papel; uma “unidade executiva”, que se encarrega das operações individuais; e um “controle”, que administra uma lista de instruções, certificando-se de que sejam levadas a cabo na ordem correta. Essas instruções são codificadas sob a forma de números. Às vezes são chamadas de “programas”, explica Turing, e a construção de uma lista desse tipo pode ser chamada de “programação”.

A ideia é antiga, diz Turing, e ele cita Charles Babbage, que identifica como Professor Lucasiano de Matemática em Cambridge de 1828 a 1839 — antes tão famoso, agora quase esquecido. Turing explica que Babbage “tinha todas as ideias essenciais” e “planejou uma máquina desse tipo, chamada de Máquina Analítica, mas nunca chegou a concluí-la”. Ela teria empregado engrenagens e cartões — nada a ver com a eletricidade. A existência (ou inexistência, mas no mínimo uma quase existência) da máquina de Babbage permite que Turing refute uma superstição cuja formação ele sente no *zeitgeist* de 1950. As pessoas parecem sentir que a magia dos computadores digitais é essencialmente elétrica, e o sistema nervoso também é elétrico. Turing, entretanto, se esforça para pensar na computação de maneira universal, o que significa também uma maneira abstrata. Ele sabe que a questão principal nada tem a ver com a eletricidade:

Como a máquina de Babbage não era elétrica, e como todos os computadores digitais são essencialmente equivalentes, vemos que o uso da eletricidade não pode ser de importância teórica. [...] O recurso ao uso da eletricidade é assim visto como mera similaridade extremamente superficial.⁴⁹

O famoso computador de Turing era uma máquina feita de lógica: fita imaginária, símbolos arbitrários. Tinha todo o tempo do mundo e uma memória sem limites, e poderia fazer qualquer coisa que fosse passível de ser expressa em passos e operações. Poderia até julgar a veracidade de uma comprovação no sistema dos *Principia Mathematica*. “No caso de a fórmula não ser demonstrável nem refutável, uma máquina desse tipo não se comportaria de maneira satisfatória, por certo, pois continuaria a trabalhar indefinidamente sem produzir nenhum resultado, mas isso não pode ser considerado muito diferente da reação dos matemáticos.”⁵⁰ Assim, Turing supôs que ela poderia se submeter ao Jogo da Imitação.

É claro que ele não pretendia comprovar tal suposição. Seu objetivo principal era mudar os termos de um debate que considerava em boa medida inócuo. Turing fez algumas previsões para o meio século que viria a seguir: os computadores teriam de armazenamento de 10^9 bits (ele imaginou alguns computadores muito grandes — não vislumbrou nosso futuro de minúsculos e onipresentes dispositivos de computação dotados de uma capacidade de armazenamento exponencialmente maior que essa); e talvez pudessem ser programados para realizar o Jogo da Imitação bem o bastante para enganar certos interrogadores por ao menos alguns minutos (verdadeiro, dentro do possível).

Creio que a pergunta original, “Serão as máquinas capazes de pensar?”, é demasiadamente carente de significado para ser merecedora de um debate. Apesar disso, creio que, no fim do século, o emprego das palavras e a opinião informada do público em geral terá mudado tanto que poderemos falar em máquinas pensantes sem esperar nenhum questionamento dessa ideia.⁵¹

Ele não viveu para ver o quanto sua profecia se mostrou correta. Em 1952, foi preso sob a acusação de homossexualismo, julgado, condenado, privado do acesso a informações confidenciais e submetido pelas autoridades britânicas a um humilhante processo de castração química por meio de injeções de estrógeno. Em 1954, Turing tirou a própria vida.

Anos se passaram sem que o público soubesse de seu importantíssimo trabalho secreto com o projeto Enigma em Bletchley Park. Suas ideias a respeito de máquinas pensantes atraíram certa atenção em ambos os lados do Atlântico. Alguns daqueles que consideravam o conceito absurdo ou até assustador apelaram a Shannon em busca de sua opinião. Ele ficou ao lado de Turing. “A ideia de uma máquina capaz de pensar não é de maneira alguma repugnante para todos nós”, disse Shannon a um engenheiro. “Na verdade, me parece que a ideia oposta, de que o cérebro humano seja em si uma máquina cuja funcionalidade poderia ser duplicada por meio de objetos inanimados, é bastante atraente.” Fosse como fosse, tratava-se de algo mais útil do que “a especulação envolvendo ‘forças vitais’ intangíveis e inatingíveis, ‘almas’ e coisas do tipo”.⁵²

Os cientistas da computação queriam saber aquilo que suas máquinas eram capazes de fazer. Os psicólogos queriam saber se os cérebros eram computadores — ou talvez se os cérebros eram *apenas* computadores. Em meados do século, os cientistas da computação eram uma novidade, mas, até certo ponto, o mesmo poderia ser dito dos psicólogos.

Em meados do século, a psicologia tinha se tornado moribunda. De todas as ciências, era a que mais enfrentava dificuldades para explicar exatamente qual seria o objeto do próprio estudo. Originalmente, seu objeto era a alma, em oposição ao corpo (somatologia) e ao sangue (hematologia). “*Psychologie* é uma doutrina que busca a alma do homem e seus efeitos; trata-se da parte que não pode faltar na constituição de um homem”,⁵³ escreveu James de Black no século XVII. Mas, quase por definição, a alma era inefável — dificilmente algo a ser conhecido. Para complicar ainda mais a questão, havia o enredamento (mais profundo na psicologia do que em todos os demais campos) do observador com o observado. Em 1854, quando ainda era grande a probabilidade de ser chamada de “filosofia mental”, David Brewster lamentou que nenhum outro setor do conhecimento tinha progredido tão pouco quanto “a ciência da mente, se é que podemos chamá-la de ciência”.⁵⁴

Vista como material por um investigador, como espiritual por outro, e por outros ainda como uma misteriosa mistura de ambas as coisas, a consciência humana escapa da cognoscência do sentido e da razão, e jaz como um campo desolado,

com o flanco exposto, sobre o qual qualquer especulador visitante pode lançar seus questionamentos mentais.

Os especuladores visitantes ainda estavam investigando principalmente o próprio interior, e os limites da introspecção eram aparentes. Em busca de rigor, da possibilidade de verificação e talvez até da matematização, os estudiosos da mente avançaram por direções radicalmente diferentes na virada do século xx. O caminho trilhado por Sigmund Freud era apenas um entre os possíveis. Nos Estados Unidos, William James construiu quase sozinho uma disciplina da psicologia — foi professor dos primeiros cursos universitários e autor do primeiro manual abrangente — e, ao terminar seu trabalho, desistiu de chegar a alguma conclusão. Escreveu que sua própria obra, *Princípios da psicologia*, era “uma maçaroca desprezível, verborrágica, intumescida e inchada que servia apenas para afirmar dois fatos: 1^o, que não se pode falar numa *ciência* da psicologia, e 2^o, que wj não passa de um incapaz”.⁵⁵

Na Rússia, um novo ramo da psicologia teve início com um fisiologista, Ivan Petrovich Pavlov, conhecido pelo estudo da digestão pelo qual ganhou o prêmio Nobel, que desprezava a palavra *psicologia* e toda a terminologia a ela associada. James, em seus momentos de temperamento mais ameno, considerava a psicologia como ciência da vida mental, mas, para Pavlov, não havia mente, apenas comportamento. Os estados mentais, pensamentos, emoções, metas e propósitos — todos eram intangíveis, subjetivos, estando fora do alcance. Traziam o estigma da religião e da superstição. Aquilo que James tinha identificado como temas centrais — “o fluxo dos pensamentos”, “a consciência de si”, a percepção do tempo e do espaço, imaginação, razão e vontade — não tinha lugar no laboratório de Pavlov. Tudo que um cientista podia observar era o comportamento, e este, ao menos, podia ser registrado e medido. Os behavioristas, particularmente John B. Watson nos Estados Unidos e depois o famoso B. F. Skinner, criaram uma ciência com base no estímulo e na resposta: comida, sinos, choques elétricos; salivação, alavancas apertadas, labirintos percorridos. Watson afirmou que o grande propósito da psicologia era prever as respostas que se seguiriam a um determinado estímulo e também quais estímulos poderiam produzir um determinado comportamento. Entre estímulo e resposta havia uma caixa-preta, que sabíamos ser composta de órgãos sensoriais, caminhos neurológicos e funções motoras, mas fundamentalmente fora do alcance. Na prática, os behavioristas

estavam reafirmando que a alma é inefável. Durante meio século, seu programa de pesquisas prosperou porque produziu resultados em termos de condicionamento dos reflexos e de controle do comportamento.

Como resumiu posteriormente o psicólogo George Miller, os behavioristas diziam: “Fala-se na memória; fala-se em expectativa; fala-se nos próprios sentimentos; fala-se em todas essas coisas mentais. Tudo não passa de balela. Mostre-me uma delas, aponte uma delas”.⁵⁶ Eles eram capazes de ensinar pombos a jogar pingue-pongue e também ratos a percorrer labirintos. Mas, já em meados do século, a frustração tinha se instalado. A pureza dos behavioristas tinha se convertido em dogma. Sua recusa em levar em consideração os estados mentais se tornara uma jaula, e os psicólogos ainda queriam compreender o que era a consciência.

A teoria da informação era uma porta de entrada. Os cientistas analisaram o processamento das informações e construíram máquinas capazes de fazê-lo. As máquinas tinham memória. Elas simulavam o aprendizado e a busca por metas. Um behaviorista estudando um rato num labirinto debateria a associação entre estímulo e resposta, mas se recusaria a fazer qualquer especulação envolvendo a *mente* do rato, mas agora os engenheiros estavam construindo modelos mentais dos ratos usando somente alguns relés elétricos. Não estavam apenas abrindo a caixa-preta, estavam construindo sua própria caixa. Sinais estavam sendo transmitidos, codificados, armazenados e recuperados. Os psicólogos repararam naquilo. Da teoria da informação e da cibernética, eles receberam um conjunto de metáforas úteis e até uma estrutura conceitual produtiva. O rato de Shannon podia ser visto não apenas como um modelo bastante rudimentar do cérebro como também como uma teoria do comportamento. Subitamente, os psicólogos se viram livres para falar a respeito de planos, algoritmos, regras sintáticas. Puderam investigar não apenas a maneira como as criaturas vivas reagem ao mundo exterior como também a forma como representavam isso para si mesmas.

A formulação de Shannon para a teoria da informação parecia convidar os pesquisadores a olhar numa direção que ele próprio não pretendia seguir. Shannon declarara: “O problema fundamental da comunicação é reproduzir num determinado ponto, seja exata ou aproximadamente, uma mensagem selecionada num outro ponto”. Seria difícil para um psicólogo deixar de pensar no caso em que a fonte da mensagem é o mundo exterior e o receptor é a mente.

Se ouvidos e olhos deveriam ser entendidos como canais de mensagem, então por que não testá-los e medi-los como microfones e câmeras? “Novos conceitos da natureza é da medida da informação”, escreveu Homer Jacobson, químico da Hunter College, em Nova York, “tornaram possível especificar quantitativamente a capacidade informacional do ouvido humano”,⁵⁷ e foi isso que ele fez. E depois tentou o mesmo com o olho, chegando a uma estimativa quatrocentas vezes mais alta em termos de bits por segundo. Muitos outros tipos sutis de experimento tornaram-se subitamente práticas legítimas, alguns deles sugeridos pela obra de Shannon envolvendo o ruído e a redundância. Em 1951, um grupo testou a probabilidade de os ouvintes escutarem uma palavra corretamente quando sabiam que esta seria uma dentre um pequeno número de alternativas, em vez de muitas alternativas.⁵⁸ Aquilo parecia óbvio, mas nunca fora feito antes. Os responsáveis pelos experimentos exploraram o efeito de tentar compreender duas conversas ao mesmo tempo. Começaram a pensar na quantidade de informação contida num conjunto de itens — dígitos, letras ou palavras — e no quanto poderia ser compreendido ou lembrado. Em experimentos-padrão, envolvendo fala, campainhas, teclas pressionadas e pés batidos contra o chão, a linguagem do estímulo e da resposta começou a dar lugar à transmissão e à recepção da informação.

Durante um breve período, os pesquisadores debateram a transição explicitamente — mais tarde, ela se tornou invisível. Donald Broadbent, psicólogo experimental inglês que explorava a questão da atenção e da memória de curto prazo, escreveu sobre um experimento em 1958:

A diferença entre uma descrição dos resultados em termos de estímulo e resposta e uma descrição nos termos da informação se torna mais pronunciada. [...] Sem dúvida seria possível desenvolver uma descrição adequada dos resultados em termos de E-R [...] mas tal descrição parece primitiva quando comparada à descrição oferecida pela teoria da informação.⁵⁹

Broadbent fundou uma divisão de psicologia aplicada na Universidade de Cambridge, e a isso se seguiu um grande volume de pesquisas, ali e em outras partes, no âmbito geral de como as pessoas lidam com a informação: efeitos do ruído no desempenho; atenção seletiva e filtragem da percepção; memória de curto e longo prazo; identificação de padrões; solução de problemas. E onde

seria correto situar a lógica? Na psicologia ou na ciência da computação? Certamente não faria parte somente da filosofia.

Um influente colega de Broadbent nos Estados Unidos era George Miller, que ajudou a fundar o Centro de Estudos Cognoscivos de Harvard em 1960. Ele já era famoso por causa de um estudo publicado em 1956 sob o levemente excêntrico título de “O mágico número sete, mais ou menos dois: Alguns limites em nossa capacidade de processar informações”.⁶⁰ Sete parecia ser o número de itens que a maioria das pessoas era capaz de manter na memória de trabalho num determinado momento: sete dígitos (o típico número de telefone americano da época), sete palavras, ou sete objetos mostrados por um psicólogo experimental. Miller afirmou que o número também insistia em aparecer em outros tipos de experimento. No laboratório, os participantes recebiam goles d’água com diferentes quantidades de sal, para determinar quantos níveis diferentes de salinidade seriam capazes de distinguir. Pedia-se a eles que detectassem distinções entre notas de diferente tonalidade ou volume. Mostravam-se a eles padrões de pontos, rapidamente projetados numa tela, pedindo a seguir que dissessem quantos eram (se fossem menos que sete, quase sempre o palpite era correto; mais que sete, quase sempre uma estimativa). De uma maneira ou de outra, o número sete voltava a aparecer como um limiar. “Esse número assume uma variedade de disfarces”, escreveu ele, “sendo às vezes um pouco maior e às vezes um pouco menor do que o habitual, mas nunca mudando a ponto de ser irreconhecível.”

Tratava-se obviamente de algum tipo de simplificação grosseira. Como destacou Miller, as pessoas são capazes de identificar rostos e palavras específicos dentre milhares de possibilidades e podem memorizar longas sequências de símbolos. Para ver o tipo de simplificação envolvido, ele se voltou para a teoria da informação, e em especial para o modelo de Shannon, no qual a informação seria uma escolha dentre múltiplas alternativas. “O observador é considerado um canal de comunicação”, anunciou ele — uma formulação que certamente deixaria horrorizados os behavioristas que dominavam a profissão. Há informação sendo transmitida e armazenada — sobre o volume, ou a salinidade, ou a quantidade. A respeito dos bits, explicou:

Um bit de informação é a informação de que precisamos para tomar uma decisão entre duas alternativas de igual probabilidade. Se precisamos decidir se um

homem tem mais de 1,80 metro de altura ou se tem menos, e se sabemos que as chances são de 50-50, então precisamos de um bit de informação. [...]

Dois bits de informação nos permitem decidir entre quatro alternativas de igual probabilidade. Três bits de informação nos possibilitam decidir entre oito alternativas igualmente prováveis [...] e assim por diante. Ou seja, se há 32 alternativas de igual probabilidade, precisamos tomar cinco decisões binárias sucessivas, valendo um bit cada, antes de sabermos qual é a alternativa correta. Assim, a regra geral é simples: toda vez que o número de alternativas aumentar à razão de dois, acrescenta-se um bit de informação.

O mágico número sete é na verdade pouco menos de três bits. Experimentos simples mediam a discriminação, ou capacidade do canal, numa única dimensão. Medidas mais complexas surgem a partir de combinações de variáveis em múltiplas dimensões — tamanho, por exemplo, brilho e matiz. E as pessoas se dedicam a ações que os teóricos da informação chamam de “recodificação”, o agrupamento da informação em pedaços cada vez maiores — a organização de pontos e traços do telégrafo sob a forma de letras, das letras na forma de palavras, e das palavras em frases, por exemplo. A essa altura o raciocínio de Miller tinha se tornado algo de natureza mais semelhante à de um manifesto. Ele declarou que a recodificação “me parece ser o fluido vital dos processos do pensamento”.

Os conceitos e as medidas oferecidos pela teoria da informação proporcionam uma forma quantitativa de investigar algumas dessas questões. A teoria nos dá uma medida para calibrar nossos materiais de estímulo e para avaliar o desempenho dos participantes. [...] Os conceitos informacionais já mostraram seu valor no estudo da distinção e da linguagem; parecem muito promissores para o estudo do aprendizado e da memória; e foi até proposta a possibilidade de serem úteis no estudo da formação de conceitos. Muitas perguntas que pareciam infrutíferas vinte ou trinta anos atrás podem agora merecer uma nova visita.

Era o início do movimento chamado revolução cognitiva na psicologia, estabelecendo a base para a disciplina chamada ciência cognitiva, combinando psicologia, ciência da computação e filosofia. Posteriormente, alguns filósofos que observaram esse momento o chamaram de virada informacional. “Aqueles

que experimentam a virada informacional passam a enxergar a informação como o ingrediente básico da construção de uma mente”, escreveu Frederick Adams. “A informação tem de contribuir com a origem do mental.”⁶¹ Como o próprio Miller gostava de dizer, a mente entrou montada nas costas da máquina.⁶²

Shannon estava longe de ser um nome conhecido — ele nunca chegou a se tornar famoso para o público geral —, mas ganhou estatura de ícone em suas próprias comunidades acadêmicas, e às vezes promovia debates públicos sobre a “informação” em universidades e museus. Ele explicava as ideias básicas; fazia uma travessura ao citar Mateus 5:37: “Seja vossa comunicação, Sim, sim; Não, não: pois aquilo que disto passar terá vindo do mal”, como esquema para a noção de bits e da codificação redundante; e especulava a respeito do futuro dos computadores e autômatos. “Bem, para concluir”, disse ele na Universidade da Pensilvânia, “creio que num certo sentido o século atual será testemunha de um acentuado aumento e desenvolvimento de todo esse ramo da informação; a atividade de reunir informação e a atividade de transmiti-la de um ponto a outro, e, talvez ainda mais importante, a atividade de processá-la.”⁶³

Com psicólogos, antropólogos, linguistas, economistas e todo tipo de cientista social embarcando no bonde da teoria da informação, alguns matemáticos e engenheiros se sentiram desconfortáveis. O próprio Shannon identificou aquilo como uma moda. Em 1956, escreveu um breve recado de alerta — quatro parágrafos:

Nossos colegas cientistas de muitos campos diferentes, atraídos pela fanfarra e pelas novas avenidas abertas à análise científica, estão usando tais ideias em seus próprios problemas. [...] Por mais agradável e animadora que essa onda de popularidade possa ser para aqueles de nós que trabalham na área, ela traz ao mesmo tempo um elemento perigoso.⁶⁴

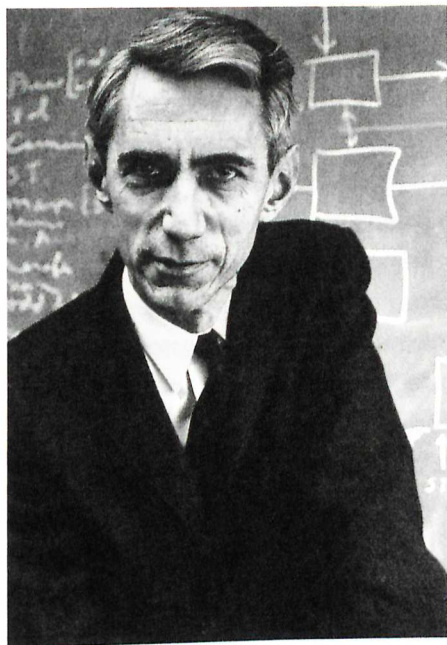
Ele lembrou a todos que, em seu núcleo duro, a teoria da informação era um ramo da matemática. Pessoalmente, acreditava que seus conceitos se mostrariam úteis em outros campos, mas não em toda parte nem que seria fácil sua adaptação: “A definição de tais aplicações não é uma questão trivial de traduzir palavras para um novo domínio, e sim o lento e tedioso processo do estabelecimento de

hipóteses e sua verificação experimental”. Além disso, Shannon achava que o trabalho duro mal tinha começado “em nossa própria casa”. Ele insistia em mais pesquisa e menos exposição.

Quanto à cibernética, a palavra começou a perder destaque. Os cibernéticos da Macy fizeram sua última reunião em 1953, no Nassau Inn, em Princeton; Wiener tinha brigado com vários membros do grupo, que agora mal falavam com ele. Incumbido de fazer um resumo dos trabalhos, McCulloch soou melancólico. “Nunca houve entre nós um consenso unânime”, disse. “E, mesmo que tivesse havido, não vejo motivo pelo qual Deus deveria ter concordado conosco.”⁶⁵

Durante toda a década de 1950, Shannon permaneceu sendo o líder intelectual do campo que havia fundado. Suas pesquisas produziram estudos densos, repletos de teoremas, prenhes de possibilidades de desenvolvimento, estabelecendo as bases para amplos campos de estudo. Aquilo que Marshall McLuhan chamou posteriormente de “meio” era para Shannon o canal, e o canal estava sujeito a um rigoroso tratamento matemático. As aplicações eram imediatas e os resultados, férteis: canais de transmissão e canais de escuta, canais ruidosos e sem ruído, canais gaussianos, canais com limitações de entrada e limitações de custo, canais com retorno e canais com memória, canais multiusuário e canais multiacesso. (Quando McLuhan anunciou que o meio era a mensagem, estava sendo brincalhão. O meio é oposto à mensagem ao mesmo tempo que está misturado a ela.)

Um dos resultados essenciais de Shannon, o ruidoso teorema da codificação, ganhou importância cada vez maior, mostrando que a correção de erros pode de fato combater o ruído e a corrupção. Inicialmente, tratava-se apenas de uma tantalizante amenidade teórica — a correção de erros exigia computação, que ainda não era barata. Mas, durante os anos 1950, o trabalho com métodos de correção de erros começou a cumprir a promessa de Shannon, e a necessidade de tais métodos se tornou aparente. Uma de suas aplicações era a exploração do espaço com satélites e foguetes — seria preciso enviar mensagens por distâncias muito longas usando uma força limitada. A teoria da codificação se tornou uma parte crucial da ciência da computação, com a correção de erros e a compressão de dados avançando lado a lado. Sem ela, modems, CDs e televisão digital não existiriam. Para os matemáticos interessados em processos aleatórios, os teoremas da codificação são também medidas da entropia.



Claude Shannon (1963).

Enquanto isso, Shannon fez outros avanços teóricos que plantaram sementes para a futura constituição dos computadores. Uma de suas descobertas mostrou como maximizar o fluxo de informações numa rede de muitos ramos, num modelo no qual a rede poderia ser um canal de comunicação ou uma estrada de ferro ou uma rede elétrica ou um sistema de tubulação. Outra descoberta recebeu o apropriado título de “Circuitos confiáveis feitos com relés tocos” (embora tenha sido alterado para “... relés menos confiáveis” no momento da publicação⁶⁶). Ele estudou as funções alternadoras, a teoria da proporção de distorção e a entropia diferencial. Tudo isso era invisível para o público, mas os abalos sísmicos que vieram com a aurora da computação foram amplamente sentidos, e Shannon também fazia parte disso.

Já em 1948, Shannon completara o primeiro estudo de um problema que ele mesmo afirmou “não ter, é claro, nenhuma importância em si”:⁶⁷ como programar uma máquina para jogar xadrez. Isso já tinha sido tentado antes, nos séculos XVIII e XIX, quando vários autômatos jogadores de xadrez viajaram pela Europa, revelando com certa frequência humanos de baixa estatura escondidos em seu interior. Em 1910, o matemático e inventor espanhol Leonardo Torres y

Quevedo construiu uma verdadeira máquina de xadrez, inteiramente mecânica, chamada El Ajedrecista, capaz de jogar os lances finais de uma partida envolvendo três peças, rei e torre contra rei.

Shannon mostrava agora que computadores capazes de cálculos numéricos poderiam jogar uma partida inteira de xadrez. Como ele explicou, tais dispositivos, “contendo vários milhares de válvulas termiônicas, relés e outros elementos”, retinham números na “memória”, e um processo de tradução inteligente poderia fazer com que esses números representassem os quadrados e as peças de um tabuleiro. Os princípios expostos por ele foram empregados em todos os programas de xadrez desde então. Naquela época de entusiasmo e inexperiência na computação, muitas pessoas logo supuseram que o xadrez poderia ser *solucionado*: totalmente conhecido em todos os seus rumos e combinações. Imaginaram que um computador eletrônico de alta velocidade seria capaz de jogar um xadrez perfeito, assim como previsões meteorológicas confiáveis para o longo prazo. Shannon fez um cálculo aproximado, no entanto, e indicou que o número de partidas de xadrez possíveis seria superior a 10^{120} — um número algumas ordens de magnitude maior do que a idade do universo em nanossegundos. Portanto, os computadores não podem jogar xadrez recorrendo à força bruta. Eles precisavam raciocinar de acordo com o pensamento humano, como constatou Shannon.

Ele visitou o campeão americano Edward Lasker em seu apartamento, na East 23rd Street, em Nova York, e Lasker sugeriu alguns aprimoramentos.⁶⁸ Quando a *Scientific American* publicou uma versão simplificada de seu estudo, em 1950, Shannon não resistiu à tentação de fazer a pergunta que estava na cabeça de todos: “Será que uma máquina de jogar xadrez desse tipo é capaz de ‘pensar’?”

Do ponto de vista do behaviorismo, a máquina age como se estivesse pensando. Sempre se supôs que a habilidade no xadrez exige a faculdade do raciocínio. Se considerarmos o pensamento uma propriedade de ações externas, e não um método interno, então a máquina está sem dúvida pensando.

Independentemente disso, já em 1952 ele estimou que seriam necessários três programadores trabalhando por seis meses para permitir que um computador de grande escala fosse capaz de jogar uma partida num nível aceitável

para um amador. “O problema de um jogador de xadrez capaz de aprender está mais no futuro do que o do tipo pré-programado. Os métodos indicados são, obviamente, de uma lentidão mortificante. A máquina deixaria de funcionar por puro desgaste antes de ser capaz de vencer uma única partida.”⁶⁹ A ideia, entretanto, era olhar no maior número possível de direções para entender o que um computador de propósito geral seria capaz de fazer.

Ele estava também exercitando seu senso de humor. Shannon projetou e até construiu uma máquina capaz de operar a aritmética com numerais romanos: IV vezes XII, por exemplo, é igual a XLVIII. Ele a batizou de THROBAC I, acrônimo para Thrifty Roman-numeral Backward-looking Computer. Criou também uma “máquina leitora de mentes” com o objetivo de fazê-la jogar o jogo infantil conhecido como Par ou Ímpar. O que todos esses voos da imaginação tinham em comum era a extensão dos processos algorítmicos a novos domínios — o mapeamento abstrato de ideias em objetos matemáticos. Posteriormente, Shannon escreveu milhares de palavras a respeito dos aspectos científicos do malabarismo⁷⁰ — com teoremas e corolários —, incluindo uma citação de e. e. cummings que lembrava de cabeça: “Algum filho da puta vai inventar uma máquina para medir a primavera”.

Nos anos 1950, Shannon também estava tentando criar uma máquina capaz de reparar a si mesma.⁷¹ Se um relé apresentasse defeito, a máquina o localizaria e substituiria. Ele especulou a respeito da possibilidade de uma máquina capaz de se reproduzir, coletando peças nos arredores e montando-as. Os Laboratórios Bell ficavam contentes em vê-lo viajar e fazer palestras sobre tais temas, com frequência demonstrando sua máquina capaz de aprender a percorrer o labirinto, mas nem todas as plateias ficavam impressionados com aquilo. A palavra “Frankenstein” foi mencionada. “Me pergunto se os rapazes sabem com o que é que estão brincando”, escreveu um colunista de jornal de Wyoming.

O que ocorre se ligarmos um desses computadores mecânicos e esquecermos de desligá-lo antes de sair para o almoço? Ora, vou lhes dizer. Com os computadores, ocorreria na América o mesmo que ocorreu com os coelhos na Austrália. Antes que pudéssemos multiplicar 701 945 240 por 879 030 546, cada família no país teria seu próprio computadorzinho. [...]

Não quero desmerecer seus experimentos, sr. Shannon, mas, francamente, não estou nem remotamente interessado em nenhum computador, e creio que reagirei

mal se uma turma deles se reunir ao meu redor para multiplicar, dividir ou seja lá o que eles façam melhor.⁷²

Dois anos depois de Shannon ter feito seu alerta sobre o bonde, um teórico da informação mais jovem, Peter Elias, publicou uma nota criticando a existência de um estudo intitulado “Teoria da informação, fotossíntese e religião”.⁷³ É claro que tal estudo não existia. Mas tinham sido publicados estudos em teoria da informação, vida e topologia; teoria da informação e os efeitos físicos do dano nos tecidos; e sistemas clericais; e psicofarmacologia; e interpretação de dados geofísicos; e a estrutura dos cristais; e a melodia. Elias, cujo pai tinha trabalhado para Edison como engenheiro, era ele próprio um especialista sério — um dos maiores contribuintes para a teoria da codificação. Desconfiava do trabalho mais leve, fácil e banal que inundava as fronteiras disciplinares. De acordo com ele, o estudo típico

debate o relacionamento de surpreendente proximidade entre o vocabulário e a estrutura conceitual da teoria da informação e aqueles da psicologia (ou da genética, da linguística, da psiquiatria, da organização empresarial). [...] Os conceitos de estrutura, padrão, entropia, ruído, transmissor, receptor e código são (quando devidamente interpretados) centrais a ambas.

Ele declarou que aquilo não passava de um furto. “Depois de instalar pela primeira vez a disciplina da psicologia numa base científica razoável, o autor, modesto, deixa aos psicólogos a tarefa de preencher os contornos.” Sugeriu que seus colegas abandonassem o furto em troca de uma vida de trabalho honesto.

Esses alertas de Shannon e Elias apareceram em meio a um crescente número de novas publicações dedicadas inteiramente à teoria da informação.

Nesses círculos, uma das palavras do momento era *entropia*. Outro pesquisador, Colin Cherry, queixou-se: “Ouvimos falar em ‘entropias’ de linguagens, sistemas sociais e sistemas econômicos, e em seu uso em vários estudos carentes de método. Trata-se do tipo de generalidade abrangente à qual as pessoas se agarram inutilmente”.⁷⁴ Como isso ainda não tinha se tornado aparente, ele não disse que a teoria da informação estava começando a mudar o curso da física teórica e das ciências da vida, nem que a entropia era um dos motivos por trás disso.

Nas ciências sociais, a influência direta dos teóricos da informação havia passado de seu auge. A matemática especializada tinha cada vez menos a contribuir com a psicologia e cada vez mais com a ciência da computação. Mas suas contribuições foram reais. Elas catalisaram as ciências sociais e as prepararam para a nova era que tinha início. O trabalho havia começado; a virada informacional não poderia ser revertida.