

o sinal e o ruído e o
e o ruído e o ruído e
o ruído e o ruído e o
por que tantas e o r
previsões falham e
e outras não e o ruído
ruído e o ruído e o r
e o ruído e o ruído e
nate silver e o ruído
e o ruído e o ruído e
o ruído e intrínseca

o sinal e o ruído

nate silver

TRADUÇÃO DE
ANA BEÁTRIZ RODRIGUES E CLAUDIO FIGUEIREDO

REVISÃO TÉCNICA
EUCHERIO RODRIGUES



DADOS DE COPYRIGHT

Sobre a obra:

A presente obra é disponibilizada pela equipe [X Livros](#) e seus diversos parceiros, com o objetivo de disponibilizar conteúdo para uso parcial em pesquisas e estudos acadêmicos, bem como o simples teste da qualidade da obra, com o fim exclusivo de compra futura.

É expressamente proibida e totalmente repudiável a venda, aluguel, ou quaisquer uso comercial do presente conteúdo

Sobre nós:

O [X Livros](#) e seus parceiros disponibilizam conteúdo de domínio público e propriedade intelectual de forma totalmente gratuita, por acreditar que o conhecimento e a educação devem ser acessíveis e livres a toda e qualquer pessoa. Você pode encontrar mais obras em nosso site: xlivros.com ou em qualquer um dos sites parceiros apresentados neste link.

Quando o mundo estiver unido na busca do conhecimento, e não lutando por dinheiro e poder, então nossa sociedade enfim evoluirá a um novo nível.



À minha mãe e ao meu pai

SUMÁRIO

Introdução

1. UM ERRO DE PREVISÃO CATASTRÓFICO
2. VOCÊ É MAIS ESPERTO QUE UM ANALISTA DE TV?
3. TUDO QUE IMPORTA SÃO OS VS E OS DS
4. HÁ ANOS VOCÊS DIZEM QUE A CHUVA É VERDE
5. DESESPERADAMENTE EM BUSCA DE SINAL
6. COMO SE AFOGAR EM UM METRO DE ÁGUA
7. UM MODELO A SEGUIR
8. MENOS, MENOS E MENOS ERRADO
9. FÚRIA CONTRA AS MÁQUINAS
10. A BOLHA DO PÔQUER
11. SE NÃO PUDER VENCÊ-LOS...
12. UM CLIMA DE SAUDÁVEL CETICISMO
13. O QUE OS OLHOS NÃO VEEM O CORAÇÃO NÃO SENTE

Conclusão

Agradecimentos

Notas

INTRODUÇÃO

Este é um livro sobre informação, tecnologia e progresso científico. É um livro sobre competição, livres mercados e a evolução das ideias. É um livro sobre coisas que nos tornam mais inteligentes do que qualquer computador e sobre falhas humanas. É um livro sobre como aprendemos, passo a passo, a conhecer o mundo de forma objetiva e por que às vezes damos um passo atrás.

É um livro sobre previsão — algo que fica na interseção entre todas essas coisas. Um estudo sobre os motivos pelos quais algumas previsões vingam e outras não. Minha esperança é que possamos desenvolver um pouco mais de discernimento para o planejamento do futuro e, assim, diminuir a chance de repetir os erros.

Mais informações, mais problemas

O início da revolução da tecnologia da informação não ocorreu com a invenção do microchip; ocorreu, sim, com a invenção do tipo móvel para impressão. A criação de Johannes Gutenberg, em 1440, tornou a informação disponível às massas, e a explosão de ideias por ela produzida teve consequências inesperadas e efeitos imprevisíveis. Foi uma centelha para a Revolução Industrial em 1775,¹ um ponto de virada no qual a civilização, que praticamente não havia feito progresso científico ou econômico durante grande parte da sua existência, passou a ter as taxas exponenciais de crescimento e mudança que nos são familiares hoje.

Desencadeou os eventos que produziram o Iluminismo europeu e a fundação da república americana.

Mas a invenção do tipo móvel produziria, antes, outra coisa: centenas de anos de guerra santa. Quando a humanidade passou a acreditar que poderia prever e escolher seu destino, iniciou-se a época mais sangrenta da história.²

Os livros já existiam antes de Gutenberg, mas a escrita e a leitura não eram muito difundidas. Ao contrário, eram itens de luxo da nobreza: os escribas produziam um exemplar de cada vez.³ Na época, pagava-se aproximadamente 1 florim (moeda de ouro que valeria cerca de 200 dólares atuais) por cada cinco páginas reproduzidas de um único manuscrito;⁴ desse modo, um livro como o que você está lendo custaria cerca de 20 mil dólares. É provável que também viesse com uma série de erros de transcrição, pois seria uma cópia da cópia de uma cópia, e os erros teriam se multiplicado e mudado a cada geração.

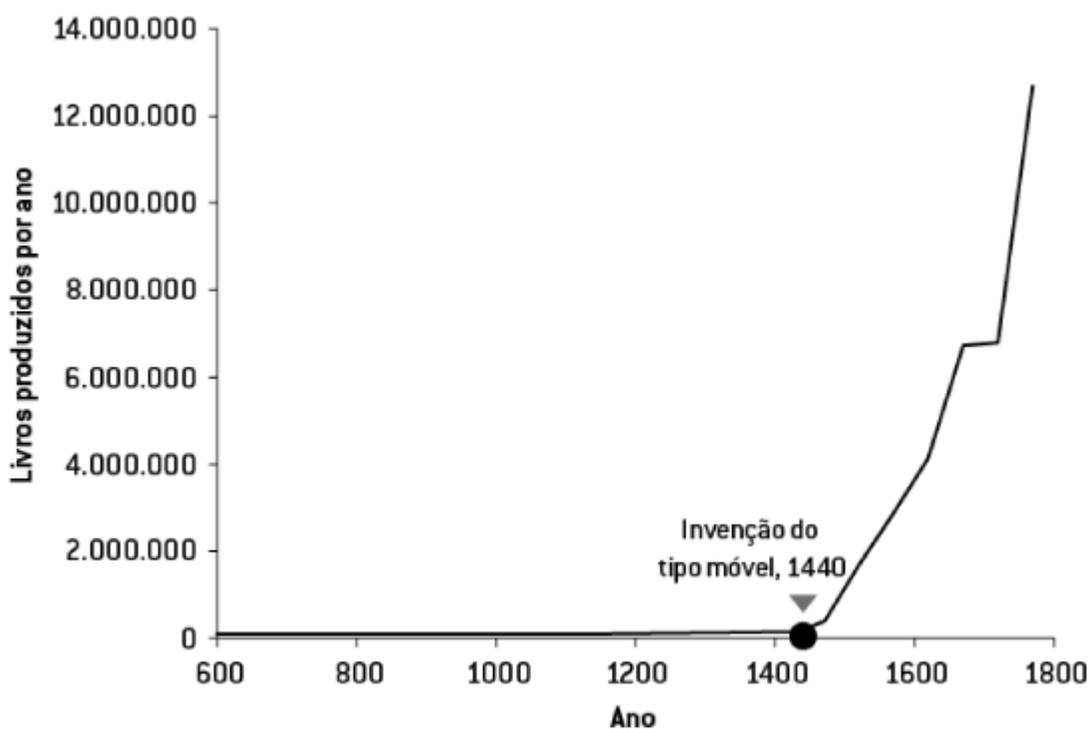
Isso dificultava muito o acúmulo de conhecimento. Era necessário um esforço heroico para impedir que esse volume *diminuísse*, uma vez que os livros poderiam se deteriorar muito antes de serem reproduzidos. Várias edições da Bíblia sobreviveram, junto com um pequeno número de textos de cânones, como Platão e Aristóteles. Contudo, uma quantidade inimaginável de sabedoria se perdeu ao longo dos anos,⁵ e havia pouco incentivo para registrá-la nas páginas.

A busca pelo conhecimento parecia inerentemente fútil, se não completamente vã. Se hoje temos uma sensação de efemeridade graças à rapidez com que as coisas estão mudando, essa era uma preocupação muito mais literal para as gerações que nos antecederam. Não havia “nada de novo sob o sol”, como dizem os belos versos no Eclesiastes, não tanto porque tudo fora descoberto, mas porque tudo seria esquecido.⁶

A invenção do tipo móvel mudou isso de maneira permanente e profunda. De uma hora para outra, o custo de produção de um livro

diminuiu quase trezentas vezes;⁷ assim, um livro que poderia ter custado 20 mil dólares em valores atuais passou a custar 70. O tipo móvel disseminou-se com grande rapidez pela Europa; da Alemanha de Gutenberg a Roma, Sevilha, Paris e Basileia, até por volta de 1470, e, daí, para quase todas as outras principais cidades europeias nos dez anos seguintes.⁸ O número de livros em produção cresceu exponencialmente, aumentando cerca de trinta vezes no primeiro século depois da invenção.⁹ O conhecimento humano começou a se acumular, e com rapidez.

FIGURA I.1: PRODUÇÃO DE LIVROS NA EUROPA



Entretanto, como ocorreu nos primórdios da World Wide Web, a qualidade da informação variava muito. Embora a invenção do tipo móvel tenha pagado dividendos quase imediatos com a produção de mapas de melhor qualidade,¹⁰ a lista de best-sellers logo passou a ser dominada por textos hereges e pseudocientíficos.¹¹ Agora, os erros podiam ser produzidos

em massa, como na chamada “Wicked Bible” [A Bíblia maldita], que cometeu o mais infeliz erro tipográfico na história da página impressa: “*Cobiçarás* a mulher do próximo.”¹² Enquanto isso, a exposição a tantas novas ideias gerava confusão em massa. A quantidade de informações aumentava com uma rapidez muito maior do que nossa capacidade de saber o que fazer com ela ou nossa habilidade de diferenciar informações úteis ou equivocadas.¹³ Paradoxalmente, ter um volume tão maior de conhecimentos compartilhados estava ampliando o isolamento em termos nacionais e religiosos. O atalho instintivo que tomamos diante do “excesso de informação” é sua seleção; escolhemos aquelas que nos interessam e ignoramos as restantes, tornando aliados aqueles que fizeram as mesmas escolhas e inimigos os demais.

Os primeiros entusiastas do tipo móvel foram aqueles que o utilizaram para a evangelização. As 95 teses de Martinho Lutero não eram tão radicais; sentimentos semelhantes haviam sido discutidos muitas vezes. O que era revolucionário, como escreve Elizabeth Eisenstein, é que as teses de Lutero “não ficaram afixadas à porta da igreja”.¹⁴ Ao contrário, foram reproduzidas pelo menos trezentas mil vezes pela prensa móvel de Gutenberg¹⁵ — um sucesso retumbante até para os padrões modernos.

O cisma produzido pela Reforma Protestante de Lutero não tardou a mergulhar a Europa em guerra. De 1524 a 1648, houve a Guerra dos Camponeses na Alemanha, a Guerra de Esmalcalda, a Guerra dos Oitenta Anos, a Guerra dos Trinta Anos, as guerras religiosas francesas, as guerras confederadas irlandesas, a Guerra Civil Escocesa e a Guerra Civil Inglesa — muitas das quais travadas ao mesmo tempo. Não podemos deixar de lado a Inquisição espanhola, que começou em 1480, ou a Guerra da Liga de Cambraia, de 1508 a 1516, embora não tivessem tanto a ver com a difusão do protestantismo. Só a Guerra dos Trinta Anos matou um terço da população da Alemanha,¹⁶ e o século XVII foi, possivelmente, o mais sangrento da história, seguido de perto pelo início do século XX.¹⁷

Entretanto, de alguma forma, em meio a tudo isso, o tipo móvel começava a gerar progresso científico e literário. Galileu compartilhava suas ideias (censuradas), e Shakespeare produzia suas peças.

As peças de Shakespeare muitas vezes ressaltam a ideia de destino, como faz a tragédia grega. O que as torna tão trágicas é a lacuna entre o que seus personagens gostariam de realizar e o que a sorte lhes reserva. A ideia de controlar o próprio destino parece ter se tornado parte da consciência humana nessa época — embora as competências necessárias para alcançar esse fim ainda não existissem. Ao contrário, quem desafiava o destino geralmente acabava morto.¹⁸

O tema é explorado vividamente na peça *Júlio César*. Na primeira metade da obra, César recebe vários sinais de advertência — que ele chama de predições¹⁹ (“cuidado com os idos de março”) — de que sua coroação poderia se transformar em uma carnificina. César, é claro, ignora-os, insistindo, muito orgulhoso, que os sinais se referem à morte de outra pessoa ou interpretando seletivamente os indícios. Eis então que César é assassinado.

“Os homens podem, porém, interpretar coisas ao seu modo/ Livre da finalidade da coisa propriamente dita”, adverte-nos Shakespeare pela voz de Cícero — um bom conselho para qualquer um que deseje mergulhar na riqueza de informações recém-descobertas. Era difícil distinguir sinal e ruído. A história que os dados nos contam muitas vezes é aquela que gostaríamos de ouvir, e geralmente fazemos de tudo para que ela tenha um final feliz.

No entanto, se *Júlio César* recorre ao antigo conceito de predição — associando-o a fatalismo, adivinhação e superstição —, ela também introduz uma ideia mais moderna e mais radical: a de que poderíamos interpretar esses sinais para extrair deles alguma vantagem. “Há momentos em que os homens são donos do seu destino”, afirma Cássio, na esperança de persuadir Brutus a participar da conspiração contra César.

A ideia do homem como dono de seu destino começava a ganhar popularidade. Hoje, as palavras inglesas *predict* e *forecast* são usadas como sinônimas,¹ mas, na época de Shakespeare, tinham significados diferentes. *Predict* era aquilo que faziam os adivinhos; *forecast*, por outro lado, era algo mais próximo à ideia de Cássio.

O termo *forecast* vem das raízes germânicas do inglês,²⁰ enquanto *predict* vem do latim.²¹ *Forecast* refletia a nova noção mundana dos protestantes, e não a outra visão do Sacro Império Romano. *Forecasting* implicava, em geral, planejar em condições de incerteza. Sugeria exercer prudência e esforçar-se, mais ou menos da mesma maneira que utilizamos nos dias de hoje a palavra *previsão*.²²

As implicações teológicas dessa ideia são complicadas,²³ mas eram menos complexas para quem desejava ter uma existência proveitosa no mundo terreno. Essas qualidades estavam fortemente associadas à ética protestante no trabalho, que, para Max Weber, propiciou o surgimento do capitalismo e a Revolução Industrial.²⁴ Essa noção de *forecast* estava muito ligada à ideia de progresso. Todas as informações contidas nos livros deveriam nos ajudar a planejar nossa vida e a prever, de forma proveitosa, o rumo do mundo.

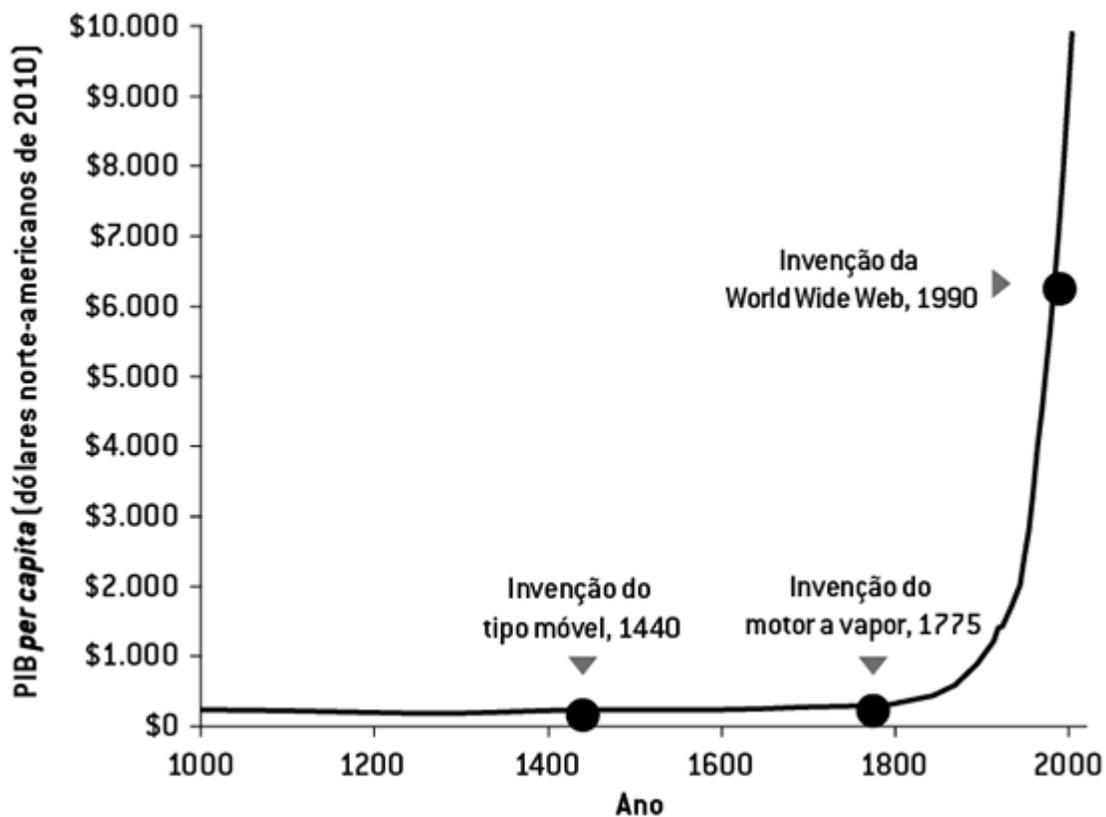
* * *

Os protestantes que conduziram séculos de guerra santa estavam aprendendo a usar o conhecimento acumulado para mudar a sociedade. A Revolução Industrial começou, em grande parte, nos países protestantes e naqueles em que havia liberdade de imprensa, onde as ideias religiosas e científicas podiam circular sem medo de censura.²⁵

Nunca é demais enfatizar a importância da Revolução Industrial. Durante boa parte da história do homem, o crescimento econômico ocorreu num ritmo de talvez 0,1% ao ano, suficiente para permitir um

aumento gradativo da população, mas *nenhuma* elevação dos padrões de vida *per capita*.²⁶ Foi então que, de uma hora para outra, o progresso chegou onde antes não havia nada. O desenvolvimento econômico começou a se dar muito mais rapidamente do que a taxa de crescimento da população, como continuou a fazer até os dias de hoje, apesar das ocasionais crises financeiras globais.²⁷

FIGURA I.2: PIB PER CAPITA GLOBAL, 1000-2010



Ocorre que a explosão de informações produzida pelo tipo móvel nos fez muito bem. Foram necessários 330 anos — e milhões de mortos em campos de batalha em toda a Europa — para que essas vantagens se estabelecessem.

O paradoxo da produtividade

Enfrentamos apuros sempre que o aumento da quantidade de informações ultrapassa nossa capacidade de processá-las. Os últimos quarenta anos da história humana sugerem que ainda podemos levar um bom tempo para traduzir as informações em conhecimento útil e que, se não tivermos cuidado, podemos até dar um passo para trás nesse meio-tempo.

O termo “era da informação” não é exatamente novo. Seu uso começou a ser disseminado no final da década de 1970. A expressão afim, “era do computador”, foi usada ainda antes, a partir de 1970.²⁸ Nessa época, o uso de computadores se popularizava aos poucos, em laboratórios e no meio acadêmico, mesmo que o computador pessoal ainda não fosse comum. Dessa vez, não foram necessários três séculos para que o crescimento da tecnologia da informação produzisse benefícios tangíveis para a sociedade humana. Mas levou de quinze a vinte anos.

A década de 1970 foi o ponto alto da “grande quantidade de teoria aplicada à quantidade mínima de dados”, disse-me Paul Krugman. Tínhamos começado a usar computadores para produzir modelos do mundo, mas demoramos algum tempo para reconhecer que eles ainda eram muito rudimentares e hipotéticos e que a precisão que os computadores podiam gerar não substituía a precisão das nossas previsões. Em áreas que vão da economia à epidemiologia, foi uma época em que se realizaram previsões audaciosas, que fracassaram com igual frequência. Em 1971, por exemplo, alegou-se que seríamos capazes de prever terremotos dentro de uma década,²⁹ um problema que hoje, passados quarenta anos, ainda não estamos perto de resolver.

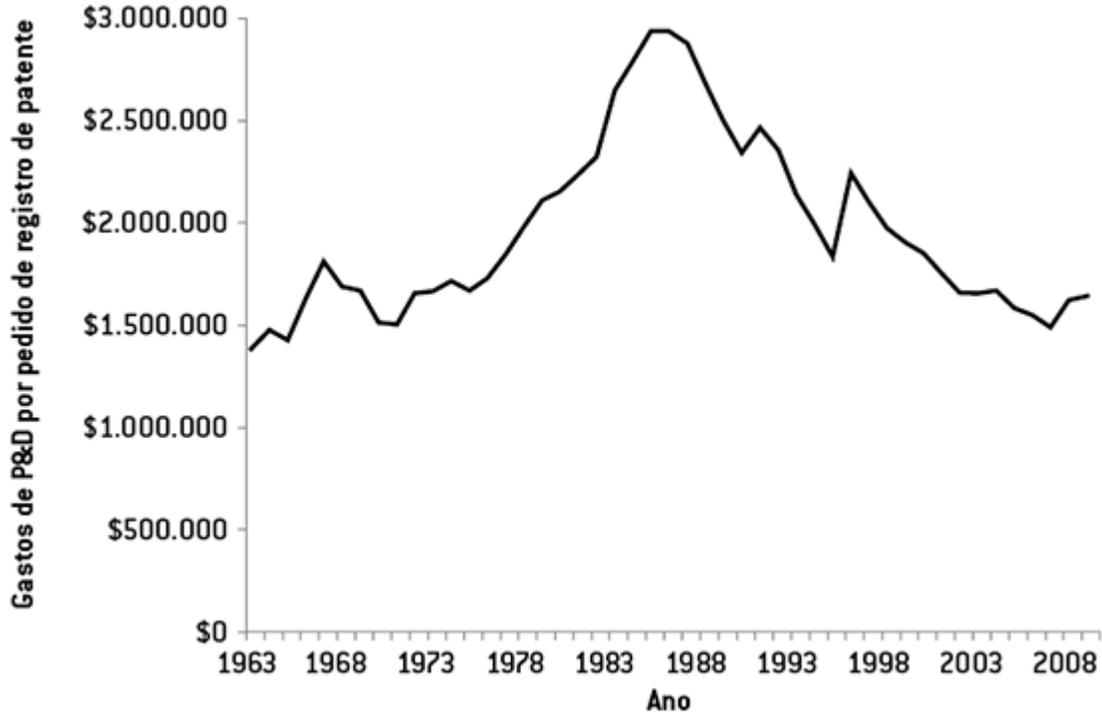
Ao contrário, o *boom* dos computadores das décadas de 1970 e 1980 gerou um *declínio* temporário na produtividade econômica e científica. Economistas chamaram o fenômeno de paradoxo da produtividade. “Podemos ver a era do computador em toda parte, menos nas estatísticas sobre produtividade”, escreveu o economista Robert Solow, em 1987.³⁰ Os

Estados Unidos passaram por quatro recessões entre 1969 e 1982.³¹ A segunda metade da década de 1980 foi um período em que a economia do país esteve mais forte, mas não podemos dizer o mesmo sobre os outros países do mundo.

É mais difícil medir o progresso científico do que o progresso econômico.³² No entanto, uma de suas características é o número de patentes registradas, especialmente em relação aos investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Se é mais barato produzir uma nova invenção, significa que estamos usando bem nossas informações e transformando-as em conhecimentos úteis. Se é mais caro, significa que estamos vendo sinais nos ruídos e desperdiçando nosso tempo com pistas falsas.

Na década de 1960, os Estados Unidos gastavam quase 1,5 milhão de dólares (ajustados segundo a inflação)³³ por pedido de registro de patente³⁴ feito por um inventor americano. No entanto, esse número *aumentou* no início da era da informação, em vez de cair, alcançando seu pico, cerca de 3 milhões de dólares, em 1986.³⁵

FIGURA I.3: GASTOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO POR PEDIDO DE REGISTRO DE PATENTE



Na década de 1990, à medida que adotamos pontos de vista mais realistas a respeito do que essa nova tecnologia poderia possibilitar, nossa produtividade em pesquisa começou a melhorar novamente. Andávamos por menos ruas sem saída; os computadores aos poucos melhoravam nossa vida cotidiana e ajudavam a economia do país. As histórias de previsões, em geral, estão relacionadas a progresso a longo prazo e regressão a curto prazo. Muitas coisas que parecem previsíveis a longo prazo frustram nossos melhores planos nesse meio-tempo.

A promessa e as armadilhas do “Big Data”

A expressão da moda hoje é “Big Data” (bancos de dados de tamanho bem maior do que os que em geral conhecemos). A IBM calcula que estamos gerando diariamente 2,5 quintilhões de bytes de dados, mais de 90% dos quais criados nos últimos dois anos.³⁶

Esse crescimento exponencial de informações costuma ser visto como uma panaceia, como aconteceu aos computadores na década de 1970. Chris Anderson, editor da revista *Wired*, escreveu, em 2008, que o mero volume de dados eliminaria a necessidade de teoria e até de método científico.³⁷

Este é um livro pró-ciência e pró-tecnologia e, em minha opinião, muito otimista. Entretanto, argumenta que essas visões estão totalmente equivocadas. Os números, em si, nada dizem. Nós falamos por eles. Nós os imbuímos de significado. Como César, podemos interpretá-los de maneiras que sirvam aos nossos interesses e desvinculadas de sua realidade objetiva.

Previsões baseadas em dados podem se concretizar — e podem falhar. É quando negamos nosso papel no processo que se elevam as chances de fracasso. Antes de exigir mais de nossos dados, precisamos exigir mais de nós mesmos.

Essa atitude pode parecer surpreendente para quem está familiarizado com minha história. Sou conhecido por usar dados e estatísticas para fazer previsões bem-sucedidas. Em 2003, entediado durante um trabalho de consultoria, projetei um sistema chamado Pecota, que tentava prever as estatísticas dos jogadores de beisebol da liga profissional americana. O projeto continha uma série de inovações — suas previsões eram probabilísticas, por exemplo, delineando uma gama de resultados possíveis para cada jogador —, e, quando comparamos os resultados, descobrimos que seu desempenho era superior ao de sistemas concorrentes. Em 2008, fundei o site FiveThirtyEight, com o objetivo de prever os resultados da eleição que se aproximava. As previsões do FiveThirtyEight prognosticaram corretamente o vencedor da corrida presidencial em 49 dos cinquenta estados americanos, bem como o vencedor de todas as 35 eleições para o Senado dos Estados Unidos.

Após a eleição, diversos editores me procuraram, querendo aproveitar o sucesso de livros como *Moneyball* e *Freakonomics*, que contavam a história

de nerds que conquistaram o mundo. Este livro foi concebido nesta linha: como uma investigação das previsões baseadas em dados para áreas que vão do beisebol à segurança nacional, passando por finanças.

Entretanto, ao conversar com mais de cem especialistas de mais de uma dúzia de áreas ao longo de quatro anos, ler centenas de artigos de periódicos e livros e viajar pelo mundo, de Las Vegas a Copenhague, percebi, em minha investigação, que a previsão na era do Big Data não andava bem das pernas. Tive sorte em alguns aspectos: primeiro, por ter alcançado o sucesso apesar dos muitos erros que descreverei e, segundo, por ter escolhido bem minhas batalhas.

O beisebol, por exemplo, é um caso excepcional. Por acaso, é uma exceção especialmente rica e reveladora, e o livro examina por que isso acontece — por que, uma década após *Moneyball*, viciados em estatística e olheiros trabalham em harmonia.

O livro apresenta alguns outros exemplos promissores. A previsão do tempo, que também envolve um misto de julgamento humano e capacidade de processamento, é um deles. Os meteorologistas têm uma péssima reputação, mas conseguiram realizar progressos notáveis, sendo capazes de prever, com três vezes mais precisão do que conseguiam fazer há um quarto de século, o ponto em que um furacão atinge terra firme. Enquanto isso, conheci os jogadores de pôquer e os apostadores em esportes que superavam Las Vegas e os programadores que desenvolveram o Deep Blue, da IBM, e derrubaram um campeão mundial de xadrez.

Contudo, esses casos de progresso nos modelos de previsão devem ser ponderados com relação a uma série de falhas.

Se há uma coisa que define os americanos — uma coisa que os torna excepcionais — é a crença na ideia de Cássio de que são capazes de controlar o próprio destino. Os Estados Unidos foram fundados durante a aurora da Revolução Industrial e por religiosos rebeldes que haviam constatado que o livre fluxo de ideias ajudara a difundir não apenas suas crenças religiosas, mas também dados da ciência e do comércio. A maioria

dos pontos fortes e fracos da nação — a criatividade e a determinação, a arrogância e a impaciência — deriva da crença inabalável na ideia de escolher o próprio curso.

No entanto, o novo milênio teve um começo terrível para os americanos. Não se previram os ataques de 11 de setembro. O problema não era a carência de informações. Exatamente como aconteceu nos ataques a Pearl Harbor, seis décadas antes, todos os sinais estavam lá. Ocorre que as peças não foram juntadas. Carentes de uma teoria adequada sobre os possíveis comportamentos dos terroristas, os americanos estavam cegos aos dados, e, para todos, os ataques foram “desconhecidos desconhecidos”.

Houve também os fracassos de previsão generalizados que acompanharam a recente crise financeira global. A confiança ingênua em modelos e a incapacidade de reconhecer sua fragilidade diante da escolha de pressupostos geraram resultados desastrosos. Enquanto isso, de maneira mais rotineira, descobri que somos incapazes de prever recessões com mais do que alguns meses de antecedência, e não é por falta de tentativa. Apesar de avanços consideráveis no controle da inflação, nossos formuladores de políticas econômicas muitas vezes voam às cegas.

Os modelos de previsão usados na eleição presidencial de 2000 e publicados pelos cientistas políticos antes das votações previram a vitória esmagadora de Al Gore por onze pontos.³⁸ Quem ganhou as eleições foi George W. Bush. Em vez de constituírem resultados anômalos, fracassos de previsão como esses são relativamente comuns na política. Um estudo de longo prazo realizado por Philip E. Tetlock, da Universidade da Pensilvânia, revelou que resultados considerados *impossíveis* por cientistas políticos aconteciam em aproximadamente 15% dos casos. (Os cientistas políticos, porém, são provavelmente melhores do que os especialistas de televisão.)

Recentemente houve, como na década de 1970, uma retomada nas tentativas de prever terremotos, a maioria delas com técnicas altamente matemáticas e baseadas em dados. Entretanto, essas previsões

prognosticaram tremores que nunca aconteceram e não conseguiram nos preparar para os que se concretizaram. O reator nuclear de Fukushima foi projetado para suportar terremotos de magnitude 8,6 em parte porque alguns sismólogos concluíram que era impossível ocorrerem tremores ainda mais intensos. Foi então que, em março de 2011, houve o terrível terremoto de 9,1.

As previsões estão falhando em uma série de disciplinas, muitas vezes com um grande prejuízo para a sociedade. Consideremos as pesquisas biomédicas. Em 2005, um médico e pesquisador que cresceu em Atenas, John P. Ioannidis, publicou um polêmico artigo intitulado “Why Most Published Research Findings Are False” [Por que a maioria das descobertas científicas publicadas é falsa].³⁹ O artigo estudou descobertas positivas documentadas em periódicos revisados por profissionais da área: descrições de previsões bem-sucedidas para hipóteses médicas testadas em experimentos de laboratório. O estudo concluiu que a maior parte desses achados poderia falhar quando aplicada no mundo real. Recentemente, a Bayer confirmou a hipótese de Ioannidis. Tentando realizar os experimentos, o laboratório não conseguiu reproduzir cerca de *dois terços* das descobertas positivas apresentadas em periódicos médicos.⁴⁰

O “Big Data” *vai* gerar progresso — um dia. Quando isso vai acontecer, e se, nesse ínterim, retrocederemos, dependerá de nós.

Por que o futuro assusta?

Biologicamente, não somos muito diferentes dos nossos antepassados. Entretanto, alguns pontos fortes da Idade da Pedra tornaram-se pontos fracos na era da informação.

Os seres humanos não dispõem de muitas defesas naturais. Não somos tão rápidos, nem tão fortes. Não temos garras ou presas, nem carapaça. Não cuspiamos veneno. Não sabemos nos camuflar. E não podemos voar. Ao contrário, é nossa sagacidade o que nos permite sobreviver. Nossa mente é

rápida. Fomos programados para detectar padrões e reagir a oportunidades e ameaças sem muita hesitação.

“Os seres humanos têm mais essa necessidade de encontrar padrões do que outros animais”, disse-me Tomaso Poggio, neurocientista do MIT que estuda como nosso cérebro processa as informações. “Reconhecer objetos em situações difíceis significa generalizar (...) Um bebê recém-nascido é capaz de reconhecer o padrão básico de um rosto (...) Essa capacidade foi adquirida por meio da evolução, não pelo indivíduo.”

O problema, afirma Poggio, é que esses instintos evolutivos às vezes nos levam a detectar padrões quando, na verdade, eles não existem. “As pessoas vêm fazendo isso o tempo todo”, explicou Poggio. “Encontrando padrões em ruídos aleatórios.”

O cérebro humano é notável — é capaz de armazenar por volta de três terabytes de informação.⁴¹ No entanto, isso corresponde a apenas um milionésimo dos dados que, segundo a IBM, o mundo produz *diariamente*. Por isso, temos de ser extremamente seletivos a respeito daquilo que escolhemos lembrar.

Alvin Toffler, no livro *Choque do futuro*, de 1970, previu algumas consequências do que chamou de “sobrecarga de informação”. Em sua opinião, nosso mecanismo de defesa seria simplificar o mundo de maneiras que confirmassem nossas tendências, mesmo que o mundo em si estivesse se tornando mais diverso e mais complexo.⁴²

Nossos instintos biológicos nem sempre estão bem adaptados ao mundo moderno inundado de informações. A menos que trabalhemos *ativamente* para nos conscientizarmos dessas tendências, o retorno proveniente de informação suplementar pode ser mínimo — ou ter efeito diminuidor.

A sobrecarga de informação após o nascimento do tipo móvel gerou maior sectarismo. Hoje, essas diferentes ideias religiosas poderiam ser atestadas com mais informação, mais convicção, mais “prova” — e menos tolerância a opiniões divergentes. O mesmo fenômeno parece ocorrer atualmente. O sectarismo político começou a aumentar com muito mais

rapidez nos Estados Unidos, desde mais ou menos a época em que Toffler escreveu *Choque do futuro*, e pode estar se acelerando com o advento da internet.⁴³

Essas crenças sectárias podem perturbar a equação que diz que quanto maior a quantidade de informações, mais perto estaremos da verdade. Um estudo recente publicado na revista *Nature* constatou que quanto *mais* informados estavam os principais políticos a respeito do aquecimento global, *menos* concordavam entre si.⁴⁴

Enquanto isso, se a quantidade de informações está aumentando em 2,5 quintilhões de bytes por dia, o mesmo não pode ser dito sobre a quantidade de informações *úteis*. A maior parte é apenas ruído, que está aumentando de forma mais rápida do que o sinal. Há inúmeras hipóteses a testar e muitos conjuntos de dados a garimpar, mas uma quantidade relativamente constante de verdades objetivas.

O tipo móvel mudou a maneira como cometemos erros. Enganos rotineiros de transcrição já não eram tão comuns. Mas, quando havia um erro, ele era reproduzido muitas vezes, como no caso da “Wicked Bible”.

Sistemas complexos como a World Wide Web têm essa propriedade. Podem não falhar com tanta frequência quanto mecanismos mais simples, mas, quando falham, falham feio. O capitalismo e a internet, ambos extremamente eficientes na propagação de informações, criam igual potencial de disseminação para ideias ruins e boas. As primeiras podem produzir efeitos desproporcionais. Antes da crise financeira, o sistema estava alavancado de tal forma que uma única suposição descuidada dos modelos das agências de classificação de risco de crédito desempenhou um grande papel quando pôs abaixo todo o sistema financeiro global.

A regulamentação é uma maneira de solucionar esses problemas. Desconfio, porém, que se trata de uma desculpa para evitarmos procurar respostas dentro de nós mesmos. Precisamos parar e admitir: temos um problema para prever. Adoramos prever as coisas — no entanto, não somos muito bons nisso.

A solução para prever

Se a previsão é o problema central deste livro, é também sua solução.

A previsão é indispensável às nossas vidas. Cada vez que escolhemos uma rota para o trabalho, que decidimos se vamos sair de novo com aquela pessoa que conhecemos ou que reservamos dinheiro para épocas de vacas magras, estamos fazendo uma previsão sobre o futuro e sobre como nossos planos afetarão as chances de um resultado favorável.

Nem todos esses problemas do dia a dia exigem um esforço de pensamento extenuante; só podemos alocar determinada quantidade de tempo a cada decisão. Entretanto, fazemos previsões muitas vezes ao dia, ainda que não nos demos conta disso.

Por esse motivo, este livro vê a previsão como um empreendimento compartilhado, e não como uma função executada por um grupo seletivo de especialistas ou profissionais. É divertido zombar dos profissionais quando suas previsões falham. No entanto, é preciso ter cuidado com nossa alegria diante da desgraça alheia. Dizer que nossas previsões não são piores do que as feitas pelos profissionais não é nenhum elogio.

Todavia, a previsão desempenha um papel particularmente importante na ciência. Alguns de vocês podem se sentir pouco à vontade com uma premissa que venho insinuando e que gostaria de explicitar: *nunca* seremos capazes de fazer previsões perfeitamente objetivas. Elas serão *sempre* manchadas pelo ponto de vista subjetivo.

Contudo, este livro é enfaticamente contra a ideia niilista de que não existe verdade objetiva. Afirma, ao contrário, que a crença nela — e o compromisso de buscá-la — é o primeiro pré-requisito para realizar previsões melhores. O próximo compromisso do especialista em previsões é constatar que percebe a verdade de forma imperfeita.

A previsão é importante porque conecta a realidade subjetiva à objetiva. Karl Popper, filósofo da ciência, reconheceu esse aspecto.⁴⁵ Para Popper,

uma hipótese só era científica se fosse falsificável — no sentido de que pudesse ser testada no mundo real por meio de uma previsão.

O que nos faz hesitar é que as poucas ideias que foram testadas não se saíram tão bem e que muitas das nossas ideias não foram ou não podem ser testadas. É muito mais fácil testar a projeção da taxa de desemprego do que uma alegação sobre a eficácia dos pacotes de estímulo à economia. Em ciência política, podemos testar modelos usados para prever o resultado das eleições, mas uma teoria sobre a influência de mudanças em entidades públicas pode levar décadas para ser testada.

Não vou tão longe quanto Popper, que afirma que tais teorias são, portanto, não científicas ou não têm valor. Entretanto, o fato de que as poucas teorias que *podemos* testar apresentam resultados tão insatisfatórios sugere que muitas das ideias que ainda *não testamos* também estejam erradas. Sem dúvida, convivemos com muitas ilusões que sequer percebemos.

* * *

Mas há um caminho a seguir. Não é uma solução baseada em ideias políticas pouco maduras — considerando-se, em particular, que passei a ver o sistema político americano como uma grande parte do problema. Ao contrário, a solução exige uma mudança de atitude.

Essa conduta é representada por algo que se chama teorema de Bayes, que apresento no Capítulo 8. Trata-se, nominalmente, de uma fórmula matemática, mas, na verdade, é muito mais do que isso. O teorema deduz que precisamos pensar diferente sobre nossas ideias e sobre como testá-las. Precisamos ficar mais à vontade com a incerteza e a probabilidade. Precisamos pensar com mais cuidado sobre os pressupostos e as crenças que levamos à análise de um problema.

Este livro divide-se em duas partes. Os sete primeiros capítulos diagnosticam o problema da previsão, enquanto os seis capítulos finais

exploram e aplicam a solução de Bayes.

Cada capítulo gira em torno de determinado assunto e descreve-o com certo nível de profundidade. É inegável que se trata de um livro detalhado — em parte porque muitas vezes aí está o problema e também porque, na minha opinião, certa imersão em um tópico gera muito mais insights do que um resumo.

Em geral, os temas que escolhi são aqueles sobre os quais existem mais informações divulgadas ao público. Há menos exemplos de previsões que se baseiam em informações privadas (por exemplo, como uma empresa usa registros de seus clientes para projetar a demanda por um novo produto). Minha preferência é por tópicos que permitam que você verifique sozinho os resultados, em vez de apenas aceitar o que eu digo.

Um breve mapa para usar o livro

Este livro inclui exemplos das ciências naturais e sociais, de esportes e de jogos. Parte-se de casos de previsão relativamente simples, em que sucessos e fracassos são mais fáceis de ser demarcados, e chega-se às análises que exigem um pouco mais de sutileza.

Os Capítulos 1 a 3 consideram as falhas de previsões que cercam a recente crise financeira, os sucessos no beisebol e a seara das previsões políticas — em que algumas abordagens funcionaram bem, outras não. O objetivo é fazer você refletir sobre algumas das questões mais fundamentais subjacentes ao problema da previsão. Como podemos aplicar julgamentos aos dados sem sucumbir às nossas tendenciosidades? Em que casos a concorrência de mercado melhora as previsões e em que casos pode piorá-las? Como conciliar a necessidade de usar o passado como guia para reconhecer que o futuro pode ser diferente?

Os Capítulos 4 a 7 concentram-se em sistemas *dinâmicos*: o comportamento da atmosfera terrestre, que define o clima; o movimento das placas tectônicas, que pode causar terremotos; as complexas interações

humanas responsáveis pelo comportamento da economia americana; e a disseminação de doenças infecciosas. Esses sistemas estão sendo estudados por alguns de nossos melhores cientistas, mas eles dificultam as previsões, que nem sempre foram bem-sucedidas nessas áreas.

Os Capítulos 8 a 10 voltam-se para soluções — primeiro, apresentando um apostador em esportes que aplica o teorema de Bayes com mais habilidade do que muitos economistas e cientistas e, depois, considerando dois outros jogos, o xadrez e o pôquer. Esportes e jogos, por seguirem regras bem definidas, são ótimos laboratórios nos quais testamos nossa capacidade de previsão. Ajudam-nos a entender melhor a aleatoriedade e a incerteza e proporcionam insights sobre como transformar informações em conhecimento.

O teorema de Bayes, porém, também pode ser aplicado a problemas mais existenciais. Os Capítulos 11 a 13 discorrem sobre três casos: aquecimento global, terrorismo e bolhas nos mercados financeiros. São questões difíceis para previsores e para a sociedade. Mas, se a sociedade americana aceitar o desafio, pode tornar os Estados Unidos, sua economia e o planeta um pouco mais seguros.

* * *

O mundo percorreu um longo caminho desde a invenção do tipo móvel. A informação deixou de ser um bem escasso; hoje, temos uma quantidade tão grande de informação que não sabemos como usá-la. Todavia, a quantidade de informações úteis é relativamente reduzida. Nós as percebemos de forma seletiva e subjetiva, sem dar atenção às distorções resultantes. Pensamos querer informação quando, na realidade, queremos conhecimento.

O sinal é a verdade. O ruído é o que nos distrai, afastando-nos da verdade. Este é um livro sobre o sinal e o ruído.

I Em português, as duas palavras podem ser traduzidas de formas diferentes, de acordo com o contexto: *weather forecast*, previsão do tempo; *prediction of the future*, previsão do futuro; *consumption forecast*, estimativa de consumo. As conclusões do autor quanto à etimologia de cada termo, contudo, não são transferíveis para o português, motivo pelo qual se optou por manter as palavras originais. Para o restante do livro, foram usadas traduções pertinentes aos respectivos contextos. (N. do T.)

UM ERRO DE PREVISÃO CATASTRÓFICO

Era 23 de outubro de 2008. O mercado de ações estava em queda livre, já havia despencado quase 30% ao longo das cinco semanas anteriores. Empresas antes prestigiosas, como o Lehman Brothers, haviam falido. Os mercados de crédito praticamente pararam de funcionar. Residências em Las Vegas perderam quase 40% do seu valor.¹ O índice de desemprego disparava. Centenas de bilhões de dólares foram destinados a empresas financeiras à beira da falência. O índice de confiança no governo americano era o mais baixo já aferido pelas pesquisas de opinião.² Os Estados Unidos estavam a menos de duas semanas da eleição presidencial.

Normalmente inativo às vésperas de uma eleição, o Congresso estava em atividade frenética. As leis recém-aprovadas, que possibilitavam o salvamento de empresas em dificuldade, seriam certamente impopulares³ e era preciso emitir um sinal claro de que os culpados seriam punidos. A Comissão de Supervisão da Câmara convocou para depor os responsáveis pelas três maiores agências de classificação de risco de crédito — Standard & Poor's (S&P), Moody's e Fitch Ratings. Cabia a elas avaliar a probabilidade de que trilhões de dólares em títulos lastreados em hipotecas

caíssem em inadimplência. Para usar um eufemismo, parecia que tinham errado feio.

A pior entre muitas previsões ruins

A crise do fim da década de 2000 é vista, com frequência, como um fracasso das instituições financeiras e públicas. Tratou-se obviamente de um desastre econômico de proporções gigantescas. Em 2011, quatro anos depois do início oficial da grande recessão, a economia americana ainda se encontrava quase 800 bilhões de dólares abaixo do seu potencial produtivo.⁴

Estou convencido, porém, de que a melhor maneira de encarar a crise é tratá-la como um erro de avaliação: uma falha catastrófica na previsão. Esses enganos de previsão disseminaram-se por toda parte e praticamente em cada estágio — durante, antes e depois da crise —, envolvendo a todos, dos corretores de hipotecas à Casa Branca.

Os erros de previsão mais trágicos costumam ter muito em comum. Concentramos nossa atenção nos indícios que contam uma história sobre um mundo ideal, não sobre o mundo real. Ignoramos os riscos mais difíceis de aferir, mesmo quando oferecem as maiores ameaças ao nosso bem-estar. Fazemos estimativas e suposições a respeito do mundo que são muito mais rudimentares do que nos damos conta. Temos horror à incerteza, mesmo quando se trata de uma parte irreduzível do problema que estamos tentando resolver. Se quisermos chegar ao cerne da crise financeira, devemos primeiro identificar o maior dos fracassos de previsão, uma suposição que desencadeou todos esses erros.

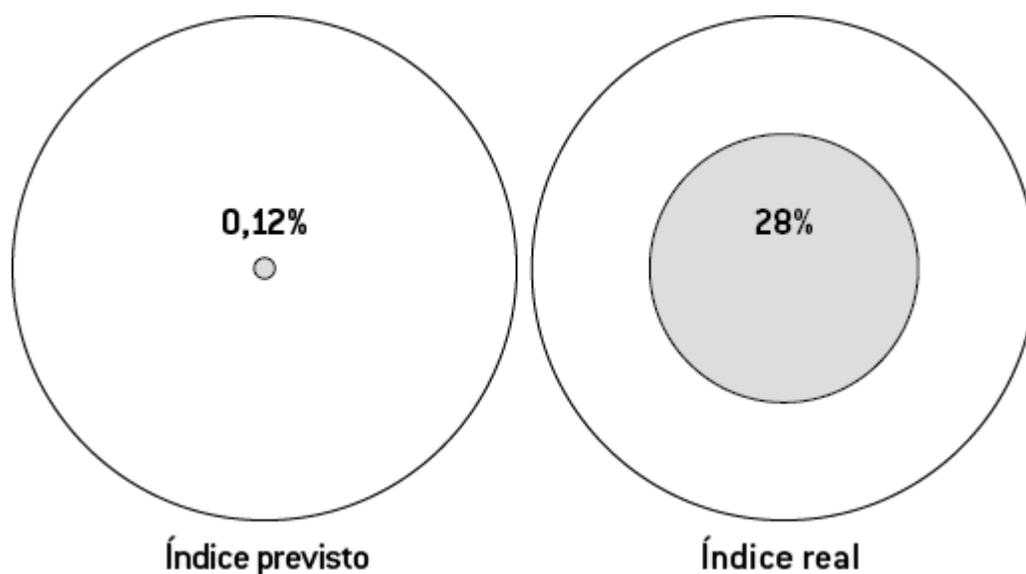
As agências de risco tinham atribuído a classificação AAA, normalmente reservada ao pequeno grupo de governos em excelente situação e de empresas muito bem administradas, a milhares de títulos lastreados em hipotecas, instrumentos financeiros que permitiam a investidores apostar na probabilidade de alguém ficar inadimplente no pagamento das

hipotecas de suas casas. As avaliações emitidas por essas empresas têm o objetivo explícito de funcionar como uma previsão: elas estimam a probabilidade de uma parte dessas dívidas resultar em calote.⁵ A Standard & Poor's, por exemplo, disse aos investidores que, ao atribuir a classificação AAA a um tipo especialmente complexo de título, conhecido como *collateralized debt obligation* (CDO),^{II} existia uma probabilidade de apenas 0,12% — uma chance em 850 — de que o valor não pudesse ser pago nos cinco anos seguintes.⁶ Isso supostamente o tornaria tão seguro quanto os títulos de uma companhia cotada como AAA⁷ e *mais seguro* do que a S&P considera hoje os títulos do Tesouro americano.⁸ As agências de classificação de risco não atribuem suas notas pelo sistema de curva.^{III}

Na realidade, em torno de 28% das CDOs cotadas como AAA entraram em inadimplência, segundo dados internos da S&P.⁹ (Algumas avaliações independentes julgam que esse número foi ainda mais alto.)¹⁰ Isso significa que os verdadeiros índices de inadimplência para as CDOs foram mais de *duzentas vezes mais altos* do que indicavam as previsões da S&P.¹¹

Esse é o mais alto grau de falha que uma previsão pode atingir: trilhões de dólares em investimentos avaliados como muito seguros acabaram por revelar um altíssimo risco. Foi como se a meteorologia previsse um dia ensolarado à temperatura de trinta graus Celsius e em vez disso tivesse desabado uma nevasca.

FIGURA 1.1: ÍNDICES DE INADIMPLÊNCIA PREVISTOS PARA GRUPOS DE CDOS COM NOTA AAA EM CINCO ANOS



Uma vez feita uma previsão tão desastrosa, pode-se explicar os porquês do erro de maneiras diferentes. Um caminho consiste em culpar circunstâncias externas — o que poderíamos considerar um “azar”. Essa é, às vezes, uma escolha razoável, ou mesmo correta. Quando o Serviço Nacional de Meteorologia dos Estados Unidos afirma que há 90% de chances de céu limpo, mas a chuva estraga a partida de golfe que havíamos marcado, não podemos realmente culpá-lo. Décadas de registros históricos mostram que, quando o Serviço de Meteorologia afirma que existe uma chance em dez de chover, efetivamente chove em 10% das ocasiões.^{IV}

Essa explicação se mostra menos verossímil, no entanto, quando aquele que faz o prognóstico não conta com um histórico de previsões bem-sucedidas e quando a magnitude do erro é maior. Nesses casos, há muito mais chances de que o problema esteja no modelo de mundo concebido por quem faz a previsão do que no mundo em si.

No caso das CDOs, as agências de classificação de risco não contavam com histórico algum como referência: tratava-se de um instrumento novo e altamente inovador. Em paralelo, os índices de inadimplência

mencionados pela S&P não tinham origem em dados colhidos no passado, mas em suposições baseadas num modelo estatístico falho. O tamanho do erro era colossal: as CDOs cotadas como AAA tinham, na prática, duzentas vezes mais chances de resultarem num calote do que sugeria a teoria.

A única chance de redenção para as agências de classificação seria admitir que seus modelos eram falhos e que o erro fora cometido por elas. Contudo, nas audiências realizadas no Congresso, elas se eximiram da responsabilidade, alegando serem apenas vítimas do azar. Puseram a culpa numa circunstância externa: a bolha do mercado imobiliário.

“A S&P não foi a única a ser surpreendida pela derrocada nos mercados imobiliários e de hipotecas”, declarou ao Congresso, em outubro de 2008, Deven Sharma, CEO da Standard & Poor’s.¹² “Absolutamente ninguém, fossem os proprietários de imóveis, as instituições financeiras, as agências de classificação, os investidores ou os órgãos reguladores, se antecipou ao que estava por vir.”

Ninguém viu o que estava por vir. Quando não for possível afirmar sua inocência, declare sua ignorância: esta costuma ser, muitas vezes, a forma de defesa adotada no caso de uma previsão fracassada.¹³ Só que a declaração de Sharma era mentirosa, seguindo a grande tradição do Congresso iniciada por “não mantive relações sexuais com essa mulher” e “nunca recorri a esteroides”.

O notável a respeito da bolha imobiliária é o número de pessoas que efetivamente viram o que estava por vir — e que a anunciaram com antecedência. Robert Shiller, um economista de Yale, observou seus primeiros sinais já em 2000, em seu livro *Exuberância irracional*.¹⁴ Dean Baker, um economista mordaz do Centro de Pesquisas sobre Economia e Políticas Públicas, escreveu sobre a bolha em agosto de 2002.¹⁵ Um correspondente da revista *The Economist*, normalmente conhecido por seu estilo comedido, havia se referido à “maior bolha da história” em junho de 2005.¹⁶ Paul Krugman, economista detentor de um prêmio Nobel,

escreveu sobre a bolha e sobre seu fim inevitável em agosto de 2005.¹⁷ “Isso foi uma cria do sistema”, disse-me Krugman tempos depois. “A quebra do mercado imobiliário não foi um cisne negro. A bolha era o elefante no meio da sala.”

Os americanos comuns também estavam preocupados. Os pedidos de busca no Google para o termo *housing bubble* (bolha imobiliária) se multiplicaram cerca de dez vezes entre janeiro de 2004 e o verão de 2005.¹⁸ O interesse pela expressão era mais intenso nos estados que tinham assistido aos maiores aumentos nos preços dos imóveis,¹⁹ como a Califórnia, e que em breve sofreriam as maiores quedas. Na realidade, era nítido que a discussão em torno da bolha estava difundida. Ocorrências da expressão *housing bubble* haviam aparecido em apenas oito notícias em 2001,²⁰ mas saltaram para 3.447 referências em 2005. A bolha imobiliária era discutida *dez vezes por dia* em jornais e periódicos respeitados.²¹

E, ainda assim, as agências de classificação — cuja função é determinar o risco nos mercados financeiros — afirmam que não viram nada. O fato de terem considerado essa a *melhor* tática de defesa diz muito sobre como elas parecem raciocinar. Os problemas com suas previsões tinham raízes bem profundas.

“Não acho que elas queriam parar a música”

Nenhum dos economistas e investidores com quem conversei para escrever este capítulo tinha uma opinião positiva a respeito das agências de classificação. Mostraram-se, porém, divididos em decidir se seus equívocos refletiam cobiça ou ignorância — elas tinham mesmo ideia do que acontecia?

Jules Kroll talvez seja uma das pessoas mais abalizadas para fazer juízo da questão: ele mesmo administra uma agência de classificação. Fundada em 2009, a Kroll Bond Ratings havia acabado de emitir sua primeira nota — a respeito de uma hipoteca feita pelos construtores de um gigantesco

shopping center em Arlington, na Virgínia — quando o encontrei em seu escritório, em Nova York, em 2011.

Kroll culpa as agências de classificação, acima de tudo, por sua falta de “vigilância”. É um termo irônico em se tratando dele, já que, antes de entrar no ramo da classificação de riscos, Kroll conquistou uma fama modesta (e uma fortuna nada modesta) graças à sua primeira empresa, Kroll Inc., que atuava como uma espécie de agência de detetives para detectar fraudes corporativas. Eles sabiam como farejar um esquema ilícito — como o caso dos sequestradores de um bilionário do ramo de fundos de investimento que foram desmascarados ao pagar uma pizza com o cartão de crédito da vítima.²² Kroll tinha 69 anos quando o encontrei, mas seus instintos de cão de caça continuavam aguçados e foram despertados quando ele começou a examinar o que as agências de classificação de risco estavam fazendo.

“Vigilância é um termo técnico no ramo das agências de classificação”, contou-me Kroll. “Significa manter os investidores informados sobre tudo o que você está vendo. Todos os meses, você recebe uma fita^V com coisas como dados sobre inadimplências em hipotecas e os pagamentos antecipados; recebe-se um monte de informações. Aí está o primeiro aviso: as coisas estão ficando melhores ou piores? O mundo espera que você o mantenha a par de tudo.”

Em outras palavras, as agências deveriam ser as primeiras a detectar problemas no mercado imobiliário. Eram elas que detinham as melhores informações: dados atualizados revelando se os milhares de pessoas que haviam tomado empréstimos estavam ou não pagando suas hipotecas em dia. Porém, só em 2007 começaram a baixar as notas de grandes lotes de títulos lastreados em hipotecas — a essa altura, os problemas haviam se manifestado e os índices de execução de hipotecas já tinham dobrado.²³

“Essas pessoas não são idiotas”, disse-me Kroll. “Elas sabiam. Não acho que elas queriam parar a música.”

A Kroll Bond Ratings é uma das dez NRSROs registradas (organizações de estatística reconhecidas nacionalmente), empresas licenciadas pela Securities and Exchange Commission (SEC) para avaliar títulos lastreados em dívidas. Porém, a Moody's, a S&P e a Fitch são três outras e, juntas, têm quase dominado esse mercado; a S&P e a Moody's avaliaram, cada uma, quase 97% das CDOs emitidas antes do colapso financeiro.²⁴

A presença tão hegemônica da S&P e da Moody's nesse mercado se deve apenas ao fato de pertencerem ao clube das agências por muito tempo. Elas são parte de um oligopólio legal; o ingresso nesse ramo é limitado pelo governo. Por sua vez, um selo de aprovação da S&P e da Moody's é muitas vezes exigido pelos estatutos de grandes fundos de pensão,²⁵ dois terços dos quais²⁶ mencionam uma ou ambas, nominalmente, solicitando que classifiquem uma parcela de dívida antes que o fundo de pensão faça a compra.²⁷

A S&P e a Moody's tiraram partido do seu status privilegiado para acumular lucros excepcionais, apesar de escolherem como funcionários candidatos recusados por Wall Street.^{VI} Na Moody's,²⁸ a receita advinda das chamadas avaliações de instrumentos estruturais aumentou em mais de 800% entre 1997 e 2007, chegando a representar a maior fatia do negócio de avaliações de risco durante os anos da bolha.²⁹ No mesmo período, esses produtos ajudaram a Moody's a alcançar, por cinco anos consecutivos, a maior margem de lucro de qualquer companhia listada entre as 500 da S&P.³⁰ (Em 2010, mesmo depois do estouro da bolha e após ficarem óbvios os problemas nas agências de classificação, a Moody's ainda conseguiu uma margem de lucro de 25%).³¹

Já que seus enormes lucros continuavam garantidos enquanto novas CDOs fossem emitidas, e como os investidores não poderiam verificar a precisão de suas avaliações até que fosse tarde demais, as agências tinham poucos estímulos para competir no fundamento qualidade. Raymond McDaniel, CEO da Moody's, afirmou, com todas as letras, ao conselho da

sua empresa que a qualidade das avaliações era o que menos importava para gerar lucros na companhia.³²

Sua equação, ao contrário, era simples. As agências eram pagas por aqueles que emitiam as CDOs a cada vez que se avaliava uma delas: quanto mais CDOs, maiores os lucros. Um número praticamente ilimitado de CDOs poderia ser criado combinando-se diferentes modelos de hipotecas — ou, quando isso se tornava tedioso, combinando diversos tipos de CDOs em derivados uns dos outros. Raramente as agências dispensavam a oportunidade de avaliar uma CDO. Uma investigação governamental descobriu, mais tarde, uma troca de mensagens por *chat* entre dois funcionários do alto escalão da Moody's na qual um deles afirmava que a empresa avaliaria até uma CDO “estruturada por vacas”.³³ Em alguns casos, as agências de classificação iam ainda mais longe, instigando os emissores das dívidas a manipularem as notas no sistema de avaliação. Adotando o que alegaria ser um procedimento em prol da transparência,³⁴ a S&P oferecia aos emissores cópias dos softwares usados nas avaliações, o que lhes permitia determinar exatamente quantas hipotecas de baixa qualidade poderiam acrescentar ao seu portfólio sem fazer com que sua nota baixasse.³⁵

A possibilidade de uma bolha imobiliária existir ou estourar representava, portanto, uma ameaça à rotina de lucros fáceis das agências de classificação. Os seres humanos têm uma enorme capacidade de ignorar os riscos que ameaçam seu meio de vida, como se assim essas ameaças se afastassem. Talvez, então, a alegação de Deven Sharma não seja tão implausível — talvez as agências de risco realmente não tivessem enxergado a tempo a bolha imobiliária, mesmo que outros o tenham feito.

Contudo, as agências de classificação consideraram a possibilidade da existência de uma bolha imobiliária de forma bastante explícita. Concluíram, surpreendentemente, que não seria nada muito grave. Um memorando enviado a mim por uma porta-voz da S&P, Catherine Mathis, detalhava como a S&P conduziu uma simulação, em 2005, que antecipava

um declínio de 20% nos preços dos imóveis do país ao longo de um período de dois anos — não muito distante do declínio de cerca de 30% que efetivamente ocorreria entre 2006 e 2008. O memorando concluía que os modelos com os quais a S&P trabalhava na época “havam captado o risco de uma queda dos preços” adequadamente e que seus valores mobiliários avaliados positivamente iriam “resistir a tal queda sem sofrer um rebaixamento nas suas notas de avaliação de risco”.³⁶

Sob certos aspectos, isso é ainda mais perturbador do que a bolha passar totalmente despercebida pelas agências. Neste livro, discutirei o perigo representado pelos “desconhecidos desconhecidos”, os riscos dos quais sequer temos consciência.^{VII} Talvez a única ameaça maior do que essa seja oferecida pelos riscos que julgamos estar sob controle mas não estão.^{VIII} Nessas circunstâncias, não apenas enganamos a nós mesmos como podemos contagiar a outros com nossa autoconfiança equivocada. No caso das agências de classificação de risco, essa atitude ajudou a contaminar o sistema financeiro como um todo. “A maior diferença entre uma coisa que pode pifar e uma coisa que não pode pifar de jeito nenhum é que, quando uma coisa que não pode pifar de jeito nenhum pifa, normalmente é impossível consertá-la”, escreveu Douglas Adams em sua série do *Guia do Mochileiro das Galáxias*.³⁷

Mas como os modelos usados pelas agências de classificação, amparados pela precisão científica, se saíram tão mal ao descrever a realidade?

Como as agências de classificação erraram

Precisamos ir um pouco mais fundo para chegar às raízes do problema. A resposta exige que esmiuçemos alguns detalhes sobre como instrumentos como as CDOs são estruturados e discutamos um pouco a diferença entre *incerteza* e *risco*.

As CDOs são coleções de dívidas com origem em hipotecas, que vêm a ser divididas em *tranches* ou grupos, alguns deles considerados de alto risco

e outros cotados como quase completamente seguros. Meu amigo Anil Kashyap, que dá aulas sobre a crise financeira para estudantes da Universidade de Chicago, concebeu um exemplo bastante simplificado do que é uma CDO, e vou usar aqui uma versão de sua explicação.

Imagine que você dispõe de um conjunto de cinco hipotecas, partindo do princípio de que cada uma delas tem 5% de chances de entrar em inadimplência. Você pode criar certo número de apostas, crescentes em termos de riscos, com base no status dessas hipotecas.

A aposta mais segura, que chamarei de grupo Alfa, renderá ganho a não ser que *todas as cinco* hipotecas caiam em inadimplência. A aposta de maior risco, o grupo Ípsilon, nos deixa na mão se *qualquer* das cinco hipotecas entrar em inadimplência. E há outros passos ao longo do caminho.

Por que um investidor preferiria apostar no grupo Ípsilon e não no grupo Alfa? Simples: porque será vendido a um preço mais baixo para compensar o risco maior que oferece. Mas digamos que você seja um investidor avesso a riscos, como um fundo de pensão, e que seja proibido pelo estatuto investir em títulos que tenham avaliação negativa. Se você for comprar algo, serão as hipotecas do grupo Alfa, com certeza classificadas como AAA.

O grupo Alfa consiste em cinco hipotecas, cada uma com apenas 5% de probabilidade de entrar em inadimplência. Você só perde sua aposta se *todas as cinco* hipotecas não forem pagas. Quais são as chances?

Na realidade, não é fácil responder a essa pergunta — e é aqui que reside o problema. Dependendo das pressuposições e estimativas adotadas por nós, teremos respostas profundamente diferentes. Se partirmos das premissas erradas, nosso modelo poderá estar equivocado.

Um dos pressupostos considera que cada hipoteca é independente das outras. Nesse cenário, seus riscos estão bem diversificados: o fato de um carpinteiro que tem uma hipoteca em Cleveland estar inadimplente não vai exercer qualquer influência no fato de um dentista em Denver ficar

inadimplente ou não. Nesse quadro, o risco de perder sua aposta é muito pequeno — o equivalente a jogar dois dados e tirar cinco vezes seguidas o mesmo resultado: ambos com a face “1” para cima. O que seria o mesmo que elevar 5% à quinta potência; ou seja, uma chance em 3,2 milhões. Esse suposto milagre de diversificação é o modo como as agências de classificação de risco alegaram que um grupo de hipotecas *subprime*, que em média tinha apenas B+ como nota de avaliação de crédito³⁸ — o que sugeriria normalmente³⁹ mais de 20% de probabilidade de não serem pagas⁴⁰ —, quase não apresentava chance de calote quando agrupado.

O outro extremo consiste em pressupor que as hipotecas, em vez de independentes, irão se comportar exatamente do mesmo modo: ou todas as cinco hipotecas entrarão em inadimplência ou nenhuma entrará. Em vez de lançar os dados cinco vezes, estaremos fazendo nossa aposta sobre o resultado de um único lance. Há 5% de chance de tirarmos a face do “1” nos dois dados — ou seja, de todas as hipotecas entrarem em inadimplência —, tornando nossa aposta *160 mil vezes mais arriscada* do que tínhamos pensado.⁴¹

FIGURA 1.2: ESTRUTURA SIMPLIFICADA DE UMA CDO

Aposta	Regras	PROBABILIDADE DE PERDER A APOSTA		Aumento do risco
		Com inadimplências totalmente sem correlação	Com inadimplências totalmente correlacionadas	
Grupo Alfa	Ganha a aposta, a menos que todas as cinco hipotecas entrem em inadimplência	0,00003%	5,0%	160.000x
Grupo Beta	Ganha a aposta, a menos que quatro das cinco hipotecas entrem em inadimplência	0,003%	5,0%	1.684x

Grupo Gama	Ganha a aposta, a menos que três das cinco hipotecas entrem em inadimplência	0,1%	5,0%	44x
Grupo Delta	Ganha a aposta, a menos que duas das cinco hipotecas entrem em inadimplência	2,1%	5,0%	2,3x
Grupo Ípsilon	Ganha a aposta, a menos que qualquer uma das cinco hipotecas entre em inadimplência	20,4%	5,0%	0,2x

Saber qual dessas pressuposições é mais válida dependerá das condições econômicas. Se a economia e o mercado imobiliário se mostrarem saudáveis, o primeiro cenário — as cinco hipotecas tendo nada a ver uma com a outra — pode vir a ser uma abordagem sensata. Inadimplências acontecerão de tempos em tempos, devido a acasos infelizes: alguém teve o azar de arcar com uma enorme conta de hospital ou outro alguém perdeu o emprego. Contudo, o risco de inadimplência de uma pessoa não terá muita relação com o das outras.

Mas suponha que algum fator comum associe os destinos desses proprietários de imóveis. Por exemplo: a ocorrência de uma enorme bolha imobiliária que fez os preços das casas subirem cerca de 80% sem que tivesse ocorrido melhora alguma nos fundamentos da economia. Agora, estamos numa encrenca: se um mutuário entra em inadimplência, os outros podem vir a sucumbir sob os mesmos problemas. O risco de perder sua aposta aumentou em algumas ordens de grandeza.

Esse cenário se concretizou nos Estados Unidos a partir do início de 2007 (realizaremos uma pequena autópsia da bolha imobiliária ainda neste capítulo). Entretanto, as agências de classificação apostaram na suposição anterior — de que os riscos, em grande medida, não estavam relacionados. Ainda que os problemas existentes nessa suposição fossem detectados na

literatura acadêmica⁴² e por alguns integrantes dessas agências⁴³ muito antes de a bolha estourar, os esforços feitos para lidar com a situação foram pífios.

A Moody's, por exemplo, improvisou alguns ajustes no seu modelo⁴⁴ durante certo período, tratando de aumentar em 50% as chances de inadimplência dos títulos cotados como AAA. Isso pode parecer uma atitude de grande prudência: um colchão de 50% não seria o bastante para compensar qualquer falha nas suposições?

Poderia ter bastado se o potencial para erro nas suas previsões fosse linear e aritmético. Mas a alavancagem — ou seja, investimentos financiados por endividamento — pode fazer com que o erro se multiplique por muitas vezes numa previsão, além de introduzir o potencial para erros altamente geométricos e não lineares. O ajuste de 50% da Moody's foi como aplicar filtro solar e se dizer protegido contra a explosão de um reator nuclear — era algo totalmente inadequado em vista da magnitude do problema. Não era apenas uma possibilidade de que suas estimativas de risco de inadimplência ficassem 50% abaixo da realidade: com a mesma facilidade, a agência poderia tê-las subestimado em 500% ou 5.000%. Na prática, a probabilidade de calote foi duzentas vezes maior do que as agências de risco tinham afirmado, o que significa que o modelo usado por elas errou o prognóstico em meros 20.000%.

Num sentido mais amplo, o problema das agências de classificação residiu na incapacidade ou no desinteresse em avaliar a diferença entre *risco e incerteza*.

Risco, conforme explicitado pelo economista Frank H. Knight em 1921,⁴⁵ é algo em que você pode colocar um preço. Digamos que você vá ganhar uma rodada de pôquer a menos que seu adversário tenha um *inside straight*: as chances são *exatamente* de uma em onze.⁴⁶ Isso representa um risco. Não é agradável perdermos uma rodada no pôquer, mas pelo menos sabemos quais são as chances e podemos nos preparar para essa eventualidade. A longo prazo, ganharíamos dinheiro com o fato de nossos

adversários tentarem jogadas desesperadas mesmo quando as probabilidades são insuficientes.

Incerteza, por outro lado, é o risco difícil de aferir. Podemos ter uma consciência difusa dos demônios que nos espreitam lá fora. Podemos até estar bastante preocupados com eles. Mas, na realidade, não temos ideia de quantos são e de quando podem atacar. Sua estimativa rabiscada às pressas pode estar errada por um fator de cem ou de mil; não há meio seguro para saber. Isso é incerteza. O risco lubrifica as engrenagens da economia de livre mercado; a incerteza é o cascalho que faz a engrenagem emperrar.

A alquimia realizada pelas agências de classificação foi transformar a incerteza em algo que parecia e dava a impressão de ser risco. Elas pegaram títulos de natureza inteiramente nova, sujeitos a uma enorme quantidade de incerteza sistêmica, e alegaram que poderiam quantificar exatamente quão arriscados eles eram. E não apenas isso: de todas as conclusões possíveis, chegaram a essa, espantosa, de que eram quase livres de riscos.

Um número muito grande de investidores cometeu o erro de aceitar essas conclusões confiantes como precisas, e um número muito pequeno formulou planos alternativos caso as coisas dessem errado.

Ainda assim, embora as agências de classificação tenham grande responsabilidade pela crise financeira, não foram os únicos a errar. A história da crise financeira como um fracasso de previsão pode ser contada em três atos.

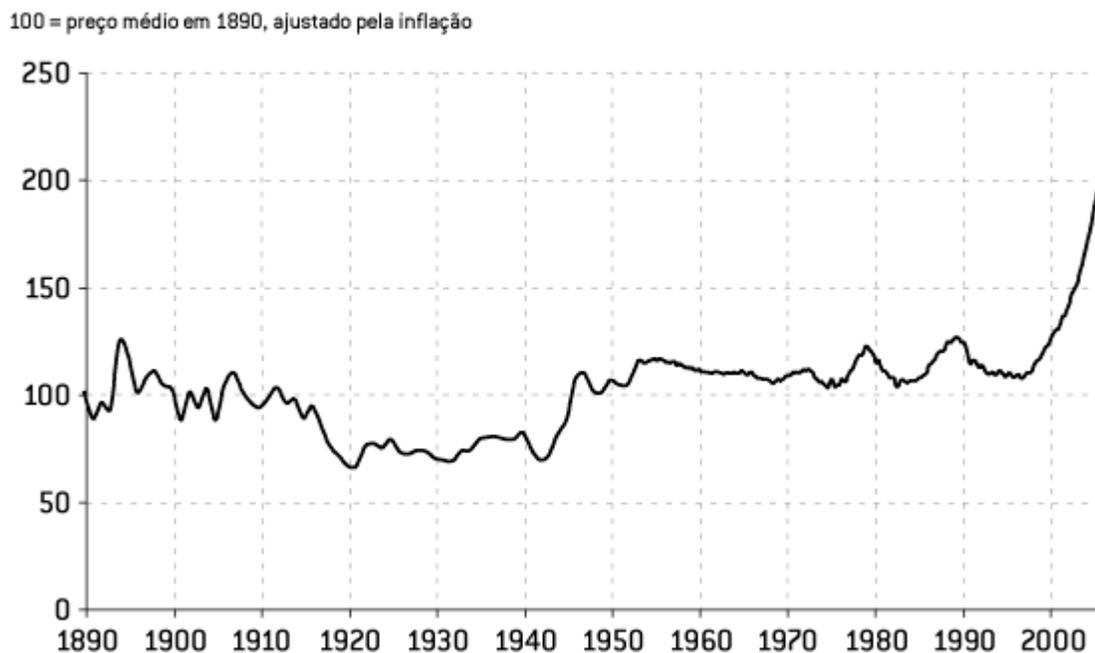
Ato I: a bolha imobiliária

Uma residência nos Estados Unidos não é, do ponto de vista histórico, um investimento lucrativo. Na realidade, de acordo com um índice desenvolvido por Robert Shiller e por seu colega Karl Case, o preço de mercado praticamente não aumentou no longo prazo. Corrigindo os valores pela inflação, um investimento de 10 mil dólares feito num imóvel

em 1896 valeria apenas 10.600 dólares em 1996. A taxa de retorno foi menor em um século do que o que a bolsa de valores costuma gerar em um só ano.⁴⁷

Porém, se uma casa não se revelou um investimento lucrativo, pelo menos era seguro. Antes da década de 2000, a mudança mais contundente nos preços das residências se deu nos anos seguintes à Segunda Guerra Mundial, quando houve aumento de cerca de 60% em relação ao seu ponto mais baixo, em 1942.

FIGURA 1.3: ÍNDICE CASE-SHILLER DE PREÇOS DE RESIDÊNCIAS NOS EUA (1890-2006)



O *boom* imobiliário dos anos 1950, contudo, teve pouco a ver com a bolha ocorrida na década de 2000. A comparação ajuda a explicar por que essa década terminou numa verdadeira bagunça.

Os anos do pós-guerra foram associados a uma mudança substancial nos padrões de vida. Os americanos saíram do conflito com um excesso de poupança,⁴⁸ ingressando numa era de prosperidade. Existia uma forte demanda por residências mais espaçosas. Entre 1940 e 1960, a

porcentagem de pessoas que tinham casa própria subiu de 44% para 62%,⁴⁹ a maior parte concentrada nos subúrbios.⁵⁰ Além disso, o *boom* do mercado imobiliário foi acompanhado pelo *baby boom*: a população dos Estados Unidos cresceu à razão de 20% por década no período do pós-guerra — o dobro da taxa de crescimento que viria a ocorrer na década de 2000. Assim, o número de proprietários de residências aumentou em cerca de 80% durante a década, se equiparando ou superando o aumento no preço das casas.

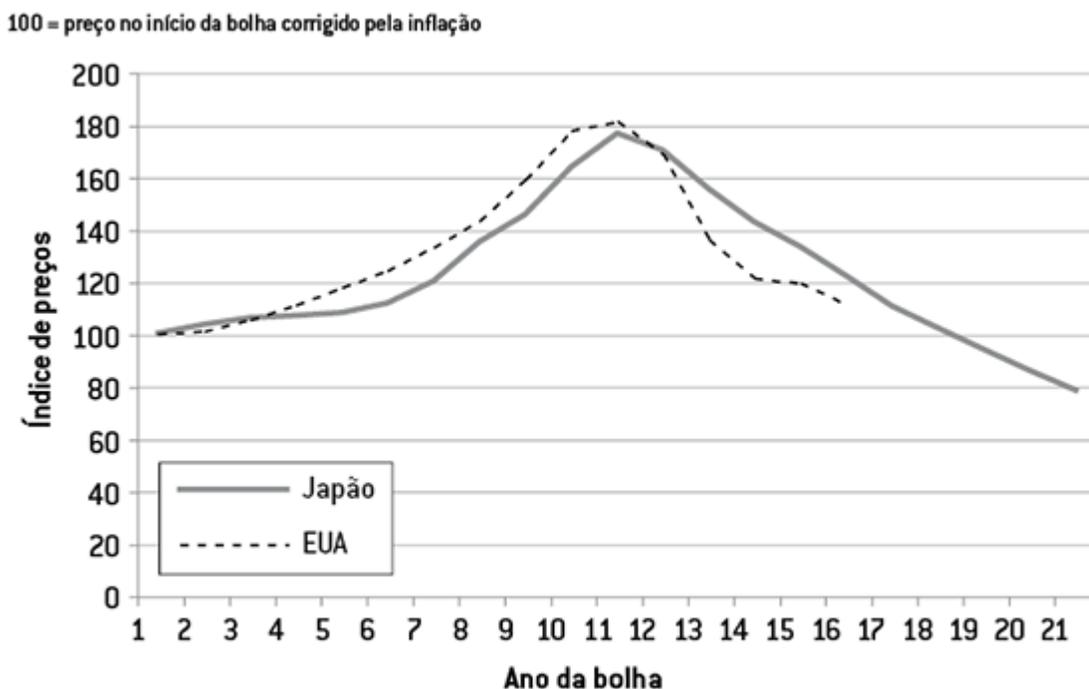
Nos anos 2000, ao contrário, a porcentagem de pessoas com casa própria aumentou numa proporção modesta e atingiu seu máximo de 69% em 2005, comparados a 65% na década anterior.⁵¹ Poucos americanos que não tinham casa própria se encontravam em condições de adquirir um imóvel. Cerca de 40% das rendas familiares aumentaram em um valor nominal de 15% entre 2000 e 2006⁵² — o que não era o bastante para compensar a inflação, muito menos para arcar com uma nova casa.

O *boom* imobiliário foi artificialmente estimulado por meio de especuladores concentrados em revender casas financiadas com empréstimos cada vez mais questionáveis para consumidores cada vez menos dignos de crédito. A década de 2000 esteve associada às mais baixas taxas de poupança: em alguns anos, mal chegaram a ficar acima de 1%. Já em relação às hipotecas, por outro lado, nunca foi tão fácil contraí-las.⁵³ Os preços se descolaram da lei de oferta e procura à medida que os credores, os corretores e as agências de classificação de risco — todos, de um modo ou de outro, lucrando a cada venda — se empenhavam em fazer com que a festa continuasse.

Se os Estados Unidos nunca tinham vivido tamanha bolha antes, outros países já haviam passado pela experiência — e os resultados foram igualmente desastrosos. Ao examinar dados que remontavam a centenas de anos, de países que iam da Holanda à Noruega, Schiller descobrira que sempre que os preços dos imóveis subiam a níveis insustentáveis era quase

inevitável o estouro da bolha.⁵⁴ A bolha imobiliária japonesa formada no início dos anos 1990, que traz tristes lembranças, apresenta, por exemplo, um precedente sombrio para a recente bolha americana. O preço de imóveis comerciais no Japão aumentou cerca de 76% ao longo dos dez anos entre 1981 e 1991, porém desabou 31% nos cinco anos seguintes, numa performance bem semelhante à trajetória dos preços das residências nos Estados Unidos durante e depois da bolha.⁵⁵ (Ver Figura 1.4).

FIGURA 1.4: BOLHA DOS IMÓVEIS COMERCIAIS JAPONESES (1981-2001)
E BOLHA DOS PREÇOS DAS RESIDÊNCIAS NOS EUA (1996-2011)



Shiller descobriu que outro indício fundamental apontava para a bolha: as pessoas que compravam suas casas alimentavam expectativas completamente irrealistas a respeito do retorno de seus investimentos. Uma sondagem encomendada por Case e por Shiller em 2003 revelou que os proprietários esperavam que seus imóveis se valorizassem a uma razão

de 13% ao ano.⁵⁶ Na prática, ao longo desse período de cem anos entre 1896 até 1996,⁵⁷ ao qual me referi anteriormente, os preços das casas aumentaram *apenas* 6%, considerando-se a inflação, ou 0,06% ao ano.

Talvez não se possam culpar esses proprietários pelo excesso de confiança depositada no mercado imobiliário. A sociedade foi impregnada pela bolha imobiliária a tal ponto que dois programas de TV diferentes — *Flip This House* e *Flip That House* — foram lançados num intervalo de dez dias em 2005. Mesmo os que não contavam com grandes retornos ao adquirir sua casa se preocupavam em não ficar para trás em relação aos vizinhos. “Eu me lembro de que, há vinte anos, não havia engarrafamentos na estrada para Sacramento”, contou-me George Akerlof, um colega de Shiller, cuja sala na Universidade da Califórnia, em Berkeley, se encontra no epicentro de algumas das maiores quedas registradas no mercado imobiliário. “Agora, costuma haver retenção ao longo de boa parte do caminho. É o que as pessoas estavam pensando: se eu não comprar agora, vou pagar o mesmo preço, dentro de cinco anos, por uma casa que fica a dezesseis quilômetros estrada afora.”

Independentemente de os proprietários de imóveis acreditarem que não poderiam perder dinheiro numa casa ou que não poderiam adiar a compra, as condições pioravam a cada mês. No fim de 2007, já existiam claros indícios dos problemas à frente: os preços das casas tinham caído em dezessete dos vinte maiores mercados ao longo daquele ano.⁵⁸ Mais ameaçadora ainda era a brusca queda nas licenças de construção emitidas, um importante indicador da demanda por residências, que haviam caído 50% em relação ao pico.⁵⁹ Nesse meio-tempo, os credores — constatando, por fim, as consequências dos padrões frouxos com os quais lidavam no mercado de empréstimos *subprime* — estavam menos inclinados a conceder empréstimos. Ao fim de 2007, as execuções de hipotecas dobraram.⁶⁰

Instintivamente, a primeira reação dos que formulavam a política econômica foi tentar inflar de novo a bolha. Charlie Crist, governador da Flórida, um dos estados mais atingidos pela crise, propôs conceder 10 mil dólares de crédito a novos compradores de residências.⁶¹ Em fevereiro de 2008, uma lei aprovada pelo Congresso americano foi além, expandindo substancialmente a capacidade de crédito de Fannie Mae e Freddie Mac,^{IX} na esperança de estimular a venda de casas.⁶² Contudo, aconteceu o contrário: os preços dos imóveis continuaram em seu inexorável declínio, caindo mais 20% durante 2008.

Ato II: alavancagem, alavancagem, alavancagem

Embora poucos economistas tenham identificado a bolha imobiliária no momento em que ocorria, um número ainda menor compreendeu as consequências do colapso no preço das casas sobre o conjunto da economia. Em dezembro de 2007, num simpósio promovido pelo *Wall Street Journal*, economistas estimaram em apenas 38% as chances de ocorrer uma recessão no ano seguinte. Isso era inusitado, pois, como os dados revelariam mais tarde, a economia *já estava em recessão*. Em outro simpósio, o Survey of Professional Forecasters [Avaliação dos Previsores Profissionais], foi dito que as chances de a economia desabar do modo como aconteceu eram de menos de uma em quinhentas.⁶³

Dois grandes fatores foram negligenciados pelos economistas. O primeiro era simplesmente o efeito que a queda nos preços das casas teria nas finanças de um americano médio. Por volta de 2007, os americanos de classe média⁶⁴ tinham mais de 65% das suas posses vinculadas às suas casas.⁶⁵ Ou seja, eles estavam ficando mais pobres e vinham tirando dinheiro do patrimônio familiar como se fosse um caixa eletrônico.⁶⁶ O patrimônio não vinculado à moradia — ou seja, a soma total de itens como poupança, ações, pensões, dinheiro em espécie e participações em pequenos negócios — diminuiu 14%⁶⁷ para uma família média entre 2001

e 2007.⁶⁸ Quando o estouro da bolha enxugou todo o seu patrimônio, os americanos de classe média descobriram que se encontravam em situação bem pior do que alguns anos antes.

A queda no consumo, registrada quando os americanos adotaram uma visão mais realista da sua situação financeira — o que os economistas chamam de “efeito riqueza” —, costuma ser avaliada entre 1,5%⁶⁹ e 3,5%⁷⁰ do PIB ao ano, o suficiente para apresentar o risco de transformar um crescimento mediano em recessão. Mas uma retração econômica corriqueira é uma coisa; uma crise financeira global é outra — e o efeito riqueza não basta para explicar como a bolha imobiliária desencadeou uma crise com essas dimensões.

Na realidade, o mercado imobiliário consiste numa fatia bem pequena do sistema financeiro. Em 2007, o volume total de vendas de casas nos Estados Unidos somou 1,7 trilhão de dólares — um número modesto se comparado aos 40 trilhões de dólares em ações negociadas a cada ano. Porém, em dissonância com o que estava acontecendo na economia real, Wall Street vinha aumentando, de modo frenético, suas apostas no mercado imobiliário. Também em 2007, o volume total de negócios em títulos lastreados em hipotecas somou cerca de 80 trilhões de dólares.⁷¹ Ou seja, para cada dólar que alguém estava disposto a colocar numa hipoteca, Wall Street estava apostando quase 50 dólares.⁷²

Temos, agora, todos os ingredientes de uma crise financeira: as apostas dos compradores de imóveis eram multiplicadas por cinquenta. O problema pode ser resumido numa única palavra: alavancagem.

Se você toma emprestados 20 dólares para apostar que o Redskins vai vencer o Cowboys, está fazendo uma aposta alavancada.^X Da mesma forma, ocorre alavancagem quando tomamos dinheiro emprestado através de uma hipoteca ou para apostar em títulos lastreados em hipotecas.

O banco Lehman Brothers, em 2007, estava alavancado a uma razão de 33 para um;⁷³ ou seja, tinha cerca de 1 dólar em capital para cada 33

dólares aplicados nas posições financeiras que mantinha. Assim, caso ocorresse um declínio de apenas 3% ou 4% no valor do seu portfólio, o Lehman Brothers passaria a ter um patrimônio negativo e poderia ir à falência.⁷⁴

FIGURA 1.5: VENDAS DE RESIDÊNCIAS X TÍTULOS LASTREADOS EM HIPOTECAS



O Lehman não estava sozinho ao operar em alto grau de alavancagem: o índice para outros grandes bancos americanos estava em cerca de 30 e aumentava regularmente às vésperas da crise financeira.⁷⁵ Embora os dados históricos sobre os níveis de alavancagem nos Estados Unidos sejam insuficientes, uma análise feita pelo Banco da Inglaterra a respeito dos bancos do Reino Unido sugere que, em 2007, o grau geral de alavancagem do sistema estava próximo de seu recorde, ou talvez tivesse atingido uma escala sem precedentes.⁷⁶

O que distinguia o Lehman Brothers, contudo, era a voracidade do seu apetite por títulos lastreados em hipotecas. Em 2007, o banco detinha 85 bilhões de dólares desses títulos, o que equivalia a cerca de quatro vezes o valor de seu capital — isso significava que provavelmente bastaria um declínio de 25% em seu valor para levar a empresa à falência.⁷⁷

Em geral, os investidores se mostrariam muito relutantes em adquirir ativos como esses, ou, pelo menos, teriam o cuidado de fazer operações de *hedge* para proteger suas apostas.

“Se você está no mercado e alguém tenta lhe vender algo que você não entende”, disse-me George Akerlof, “é bom desconfiar, pois pode ser um abacaxi.”^{XI}

Akerlof escreveu um famoso estudo sobre o assunto, intitulado “The Market for Lemons” [O mercado para abacaxis],⁷⁸ que lhe valeu um prêmio Nobel. No texto, ele demonstrou que a qualidade dos bens irá diminuir num mercado assolado por assimetrias de informação que acabará dominado por vendedores inescrupulosos e compradores ingênuos ou desesperados.

Imagine que um estranho o aborde na rua, perguntando se você está interessado em comprar seu carro usado. Ele mostra a você o valor do modelo num guia de compra e venda de usados, mas não quer deixar que você faça um *test-drive*. Você não ficaria um pouco desconfiado? O principal problema, nesse caso, é que o estranho sabe muito mais a respeito do carro — seu histórico dos consertos, sua quilometragem — do que você. Compradores sensatos evitarão, a qualquer custo, negociar num mercado como esse. É um caso em que a *incerteza* se sobrepõe ao *risco*. Você sabe que precisaria de um desconto para comprar o carro, mas é difícil precisar esse valor. E quanto mais disposto a baixar o preço o homem se revelar, mais desconfiado você ficará de que a oferta é boa demais para ser verdade. Vai ser difícil chegar a um preço considerado justo.

Porém, imagine que o estranho que está vendendo o carro conta com uma pessoa disposta a dar uma garantia. Alguém com credibilidade e que pareça confiável — um amigo seu ou alguém com quem você já tenha feito negócio. Levando esse fator em conta, você pode até reconsiderar sua posição. Esse foi o papel desempenhado pelas agências de classificação de risco. Elas forneceram seu aval aos títulos garantidos por hipotecas, concedendo montes de AAA e ajudando a criar para esses títulos um mercado que, de outro modo, poderia jamais ter existido. O mercado

contava com as agências para exercerem o papel de Debbie Downer na festa das hipotecas, mas elas agiam mais como Robert Downey Jr.^{XII}

O Lehman Brothers, em particular, poderia ter recorrido a um condutor mais bem preparado. Numa conferência virtual, em 2007, Christopher O’Meara, executivo-chefe da área financeira do Lehman, disse aos investidores que o recente “soluço” percebido nos mercados não era preocupante e que o Lehman Brothers pretendia aproveitar para fazer a “xepa” em busca de boas ofertas, já que outros estavam liquidando suas posições prematuramente.⁷⁹ Ele explicou que a qualidade de crédito no mercado de hipotecas era “muito alta” — uma conclusão à qual só poderia ter chegado olhando as classificações AAA concedidas aos títulos, e não a qualidade *subprime* das garantias. O Lehman tinha comprado um abacaxi.

Um ano depois, quando a bolha imobiliária começou a estourar, o Lehman tentou desesperadamente se desfazer de sua posição. Mas, como os investidores passaram a exigir um valor astronômico como ágio para aceitar os *credit default swaps* (CDS) — investimento que paga no caso de calote e que, portanto, constitui o principal seguro contra tais casos —, o banco só conseguiu reduzir sua exposição em cerca de 20%.⁸⁰ Era muito pouco, e era muito tarde: o Lehman foi à falência em 14 de setembro de 2008.

Entreato: o medo é a nova cobiça

A sequência exata dos fatos que levaram à falência do Lehman seria suficiente para encher um livro inteiro sobre o assunto (já descrita em algumas obras excelentes, como *Too Big to Fail*, de Andrew Ross Sorkin). Aqui, basta lembrar que, quando uma empresa de finanças morre, pode continuar a assombrar a economia como uma alma penada sob a forma de obrigações não saldadas. Se o Lehman Brothers já não era capaz de pagar pelas apostas fracassadas que tinha feito, alguém, em algum outro lugar, tinha um enorme buraco em seu portfólio. E os problemas dessa

instituição, por sua vez, poderiam afetar outras companhias, espalhando os efeitos em cascata através do sistema financeiro. Investidores e emprestadores, perplexos com o acidente, porém inseguros sobre quem devia o que a quem, poderiam se mostrar incapazes de distinguir as empresas em boa situação daquelas que tinham se tornado zumbis. Determinados a não emprestar a quem quer que fosse, e por preço algum, acabariam por impedir que mesmo empresas saudáveis funcionassem de maneira eficiente.

É por esse motivo que os governos — a um enorme custo tanto para os contribuintes quanto para sua popularidade — às vezes resgatam empresas financeiras em dificuldade. Porém, o Federal Reserve (Fed), que havia resgatado o Bear Stearns e a AIG, optou por não fazer o mesmo pelo Lehman Brothers, desprezando a expectativa dos investidores e fazendo com que o índice Dow Jones despencasse quinhentos pontos na abertura do pregão na manhã seguinte.

Por que o governo resgatou o Bear Stearns e a AIG mas não o Lehman Brothers permanece um ponto a ser esclarecido. Uma explicação possível sugere que o Lehman foi tão irresponsável e sua posição financeira se tornou tão esgarçada que o governo não tinha certeza sobre o que poderia fazer e a que preço, uma vez que não queria sacrificar dinheiro bom por dinheiro ruim.⁸¹

Larry Summers, na época diretor do Conselho Nacional de Economia quando nos encontramos na Casa Branca, em dezembro de 2009,⁸² disse-me que os Estados Unidos poderiam ter se saído um pouco melhor se o Lehman Brothers fosse resgatado. Contudo, dado o grau de alavancagem que existia no sistema, a dor, em alguma medida, era inevitável.

“Foi uma profecia que se desmentiu”, disse-me Summers a respeito da crise financeira. “Todos estavam muito alavancados e, quando todos estão muito alavancados, se encontram igualmente frágeis. A complacência se comprova injustificada.”

“O Lehman era um cigarro aceso num matagal muito seco”, continuou ele, pouco depois. “Se isso não tivesse acontecido, é muito provável que alguma outra coisa ocorresse.”

Summers concebe a economia americana como uma série de circuitos de feedbacks. Um feedback simples é aquele entre oferta e demanda. Imagine que você montou uma barraca para vender limonada.⁸³ Se você abaixa o preço do produto, as vendas sobem; se aumenta, elas caem. Se está lucrando muito porque está fazendo 38 graus Celsius e você é o único a vender limonada no quarteirão, o menino mala sem alça que mora do outro lado da rua abrirá sua própria barraca para vender limonada, e você precisará diminuir seu preço.

A relação entre oferta e procura é um exemplo de **feedback negativo**: à medida que os preços sobem, as vendas caem. Apesar do nome, essas respostas são boas para a economia de mercado. Imagine se o contrário acontecesse e as vendas subissem junto com os preços. Você aumenta o preço do copo de limonada de 25 centavos para 2,50 dólares, mas, em vez de caírem, as vendas dobram.⁸⁴ Então, você aumenta o preço de 2,50 dólares para 25 dólares, e as vendas dobram de novo. No fim, você acabará cobrando 46 mil dólares por um copo de limonada — valor igual à renda média anual dos americanos — e todos os trezentos milhões de americanos estarão fazendo fila em torno do quarteirão para encher o copo.

Essa situação seria um exemplo de **feedback positivo**. E, embora pareça uma coisa boa à primeira vista, você logo se dará conta de que todos no país terão ido à falência por causa da limonada. Não sobraria ninguém para fabricar os videogames que você pretendia comprar com seus lucros.

Normalmente, na visão de Summers, os feedbacks negativos predominam na economia americana, funcionando como uma espécie de termostato que a impede de entrar em recessão ou de superaquecer. Summers acredita que um dos mais importantes feedbacks ocorre entre o que ele chama de *medo* e *cobiça*. Alguns investidores mostram pouco apetite para risco, e outros mostram muito, mas suas preferências se

compensam, criando um equilíbrio: se o preço de determinada ação cai porque a situação financeira de uma empresa se deteriorou, o investidor temeroso vende suas ações para um comprador ganancioso, que espera transformar a compra em futura vantagem.

No entanto, cobiça e medo são variáveis voláteis, e o equilíbrio pode ser perdido. Quando há excesso de cobiça no sistema, ocorre uma bolha. Quando há excesso de medo, existe pânico.

Em geral, tiramos proveito das consultas que fazemos a amigos e a vizinhos antes de tomarmos uma decisão. Porém, se a capacidade de avaliação deles encontra-se comprometida, a nossa também estará. As pessoas tendem a fazer estimativas sobre preços de casas comparando os valores pagos por outras casas⁸⁵ — se uma residência de três quartos, num novo loteamento do outro lado da cidade, está à venda por 400 mil dólares, a casa estilo colonial da esquina parece uma pechincha a 350 mil dólares. Nessas circunstâncias, se o preço de uma casa sobe, outras casas podem parecer mais atraentes, ao invés de menos.

Digamos que você esteja pensando em comprar outro tipo de ativo: um título garantido por hipoteca. Talvez seja ainda mais difícil precificar esse tipo de *commodity*. Porém, quanto mais investidores vierem a comprá-los — e quanto mais as agências de classificação derem sua garantia por ele —, maior será sua confiança de que eles são, afinal de contas, seguros e algo em que vale a pena investir. Você tem, então, um feedback positivo — e o potencial para uma bolha.

Um feedback negativo acabaria por frear o mercado imobiliário: não sobrariam americanos em condições de pagar pelos preços pedidos. Aliás, em primeiro lugar, muitos americanos que tinham comprado casas nem mesmo podiam pagar por elas e logo viram suas hipotecas afundarem. Porém, isso só aconteceu depois que trilhões de dólares estavam colocados em apostas altamente alavancadas, quando se tornou impossível serem desfeitas sem incorrer em dano grave à economia e, além de tudo, estava

estabelecida a premissa de que os muitos que compravam esses ativos não poderiam de forma alguma estar errados.

“Tínhamos cobiça demais e medo de menos”, disse-me Summers em 2009. “Agora, temos medo demais e cobiça de menos.”

Ato III: dessa vez não foi diferente

Depois de a bolha imobiliária estourar, investidores gananciosos se tornaram temerosos, vendo incertezas em todos os cantos. O processo de desembaralhar o caos provocado por uma crise financeira — com todos procurando entender quem devia o que a quem — pode produzir ressacas prolongadas. Os economistas Kenneth Rogoff e Carmen Reinhart, ao estudarem muitas obras sobre crises financeiras para seu livro *This Time Is Different* [Dessa vez é diferente], descobriram que os aumentos no desemprego produzidos por essas crises costumam persistir por quatro a seis anos.⁸⁶ Outro estudo de autoria de Reinhart, concentrado em crises financeiras mais recentes, descobriu que dez dos últimos quinze países que passaram por uma crise semelhante *nunca* chegaram a ver seus índices de desemprego voltarem aos níveis pré-crise.⁸⁷ Isso estabelece um contraste com as recessões normais, nas quais, após cerca de um ano, costuma haver um crescimento acima da média.⁸⁸ À medida que a economia retorna à média, isso permite que o nível de emprego se recupere com rapidez. Ainda assim, a despeito da sua importância, muitos modelos econômicos não fazem distinção entre o sistema financeiro e outras partes da economia.

A aula de história proporcionada por Reinhart e Rogoff deveria ter merecido maior atenção por parte dos economistas da Casa Branca. Eles logo se revelariam responsáveis por suas previsões notoriamente equivocadas.

Em janeiro de 2009, quando Barack Obama estava prestes a tomar posse, a equipe econômica que se preparava para entrar na Casa Branca —

liderada por Summers e por Christina Romer, presidente do Conselho de Consultores Econômicos — foi encarregada de projetar um pacote de forte estímulo à economia, que deveria compensar a falta de demanda entre consumidores e empresas. Romer achava que seria necessário 1,2 trilhão de dólares em estímulos.⁸⁹ Após uma revisão, contudo, o número caiu para cerca de 800 bilhões de dólares, dadas as objeções apresentadas pela equipe política da Casa Branca, alegando que seria difícil vender ao Congresso um pacote de 1 trilhão de dólares.

Para ajudar a convencer o Congresso e o país da necessidade do pacote de estímulos, Romer e seus colegas prepararam um memorando⁹⁰ detalhando a profundidade da crise e como o estímulo poderia amenizar a situação. O memorando dava destaque a um gráfico em que se previa de que forma o desemprego reagiria nas duas situações. Sem o estímulo, dizia o texto, o índice de desemprego, que atingira 7,3% no último registro, feito em dezembro de 2008, chegaria ao pico de 9% no início de 2010. Porém, com o estímulo, o desemprego jamais passaria de 8% e começaria a cair já no início de julho de 2009.

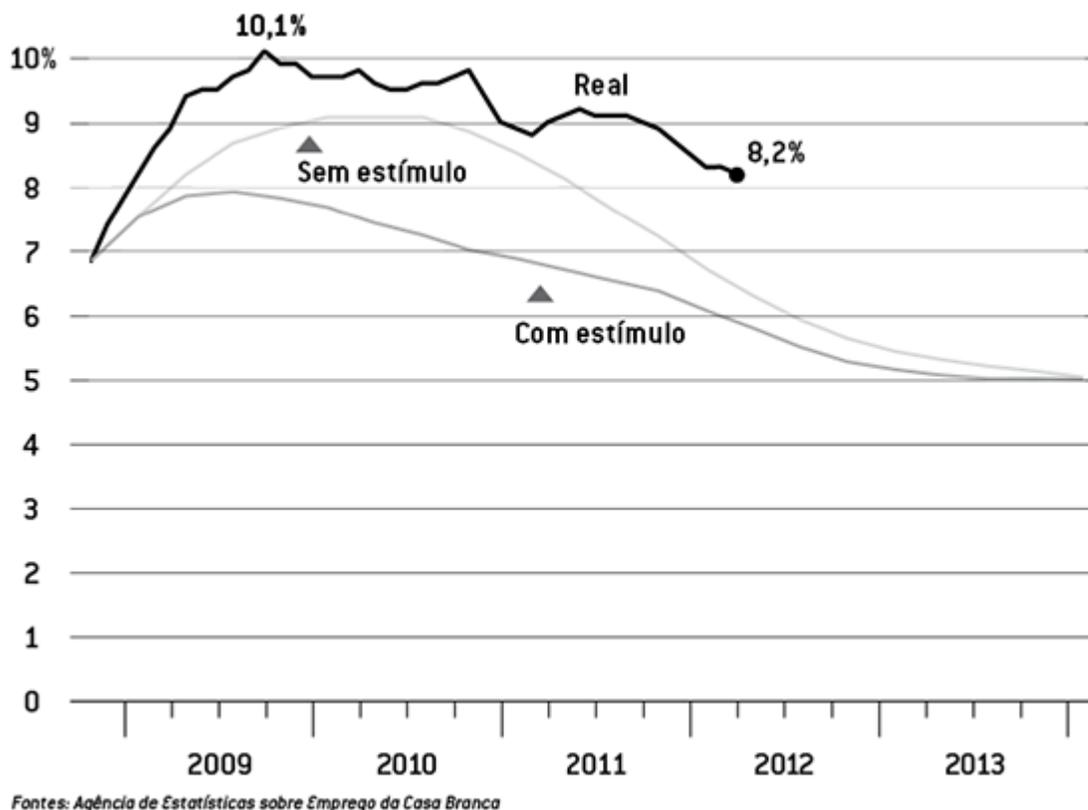
O Congresso foi unânime ao aprovar o estímulo em fevereiro de 2009. O desemprego, contudo, continuou a subir — até chegar a 9,5% em julho e, então, a um pico de 10,1% em outubro de 2009. A situação era bem pior do que a Casa Branca havia antecipado, mesmo levando em conta um cenário sem estímulo algum. Blogueiros conservadores maliciosamente atualizavam o gráfico de Romer a cada mês, sobrepondo a taxa real de desemprego às duas projeções anteriores e excessivamente otimistas. (Ver Figura 1.6.)

Hoje, as pessoas olham esse gráfico e chegam a conclusões diferentes — e, na realidade, inteiramente opostas. Paul Krugman, que desde o começo argumentara que o estímulo era pouco,⁹¹ o vê como uma prova de que a Casa Branca subestimou drasticamente a queda da demanda. “O fato de que o desemprego não diminuiu muito logo após o estímulo significa que sabíamos que estávamos diante de um baque catastrófico provocado pela

crise financeira”, disse-me ele. Outros economistas, é claro, encaram o gráfico como prova de que o estímulo foi um completo fracasso.⁹²

A Casa Branca pode oferecer sua própria versão para a desculpa “todos cometeram o mesmo erro” dada pela S&P. Suas previsões, de modo geral, coincidiam com aquelas divulgadas por economistas independentes na época.⁹³ Nesse meio-tempo, tornou-se claro que as estatísticas iniciais a respeito da economia tinham subestimado muito a magnitude da crise.⁹⁴ A primeira estimativa do governo — a única de que Romer e Summers dispunham no momento em que o estímulo era proposto — dizia que o PIB havia declinado 3,8% no outono de 2008.⁹⁵ Na realidade, a mordida dada pela crise financeira arrancou da economia um pedaço que correspondia ao dobro dessa cifra. A queda efetiva no PIB se aproximara de 9%,⁹⁶ o que significava que o país tinha 200 bilhões de dólares a menos do que o governo estimara inicialmente.

FIGURA 1.6: PROJEÇÕES ECONÔMICAS DA CASA BRANCA PARA O DESEMPREGO EM JANEIRO DE 2009



Talvez o erro mais imperdoável da Casa Branca tenha sido fazer uma previsão muito detalhada sem preparar a opinião pública para a eventualidade de que não se cumprisse. Nenhum economista, seja na Casa Branca ou em outro lugar qualquer, mostrou-se capaz de prever com algum sucesso o progresso de indicadores econômicos fundamentais como o índice de desemprego. (No Capítulo 6, discuto mais detalhadamente as previsões macroeconômicas.) A margem de incerteza nos prognósticos de desemprego⁹⁷ feitos durante a recessão tem girado, historicamente, em torno de 2% para mais ou para menos,⁹⁸ de modo que, mesmo pensando que 8% de desemprego era o resultado mais provável, a Casa Branca deveria ter subido a estimativa para um índice de dois dígitos (ou poderia tê-la baixado para até 6%).

Existe também uma razoável incerteza sobre em que medida o estímulo através do aumento de gastos é eficiente. Estimativas sobre o efeito multiplicador — a determinação de quanto cada dólar gasto em estímulo contribui para o crescimento — variam radicalmente de estudo para estudo,⁹⁹ com alguns alegando que 1 dólar gasto em estímulo resulta em até 4 dólares em crescimento do PIB e outros afirmando que o retorno seria de apenas 60 centavos por dólar investido. Ao acrescentarmos a grande incerteza intrínseca para aferir os efeitos dos estímulos sobre a incerteza intrínseca de quaisquer previsões em macroeconomia, temos potencial para uma previsão passar muito longe do alvo.

O que as previsões erradas tinham em comum

Houve pelo menos quatro grandes fracassos nas previsões que acompanharam a crise financeira.

- A bolha imobiliária pode ser encarada como uma previsão malfeita. Proprietários de imóveis e investidores pensaram que o aumento dos preços dos imóveis significava que o valor das casas se elevara, quando, na realidade, a história apontava para tendência de queda.
- Houve uma incapacidade das agências de classificação de risco e de bancos como o Lehman Brothers em compreender até que ponto os títulos lastreados em hipotecas eram arriscados. Ao contrário do que declararam diante do Congresso, o problema não foi falta de atenção das agências em relação à bolha imobiliária. O problema residiu no fato de seus modelos de previsão estarem recheados de premissas equivocadas, junto com a existência de uma falsa confiança sobre o risco que um colapso no preço das casas poderia representar.
- Houve, também, uma incapacidade geral em antever como uma crise imobiliária desencadearia uma crise financeira

global, resultado do alto grau de alavancagem no mercado — com 50 dólares em títulos derivados para cada dólar que um americano estivesse disposto a investir numa nova casa.

- Por fim, no período logo após a crise financeira, houve uma falha em prever a dimensão dos problemas econômicos que poderia gerar. Economistas e legisladores não deram a devida atenção à descoberta feita por Reinhart e Rogoff de que tais crises costumam produzir recessões muito profundas e duradouras.

Um ponto em comum permeia todas essas falhas de previsão. Em cada uma, as pessoas ignoraram um elemento-chave do contexto ao avaliar os dados:

- A confiança que os proprietários de imóveis demonstravam a respeito dos preços das casas pode ter derivado do fato de que não ocorreu uma queda substancial nesses preços no passado recente dos Estados Unidos. *Entretanto*, não havia notícias de uma valorização tão generalizada como a registrada no período que antecedeu o colapso.
- A confiança que os bancos depositavam na capacidade da Moody's e da S&P em avaliar os títulos lastreados em hipotecas pode ter se baseado no fato de que as agências, de modo geral, mostraram competência ao avaliar outros ativos financeiros. *Entretanto*, as agências de classificação nunca haviam avaliado títulos tão inovadores e complexos quanto opções de risco de crédito.
- A confiança que os economistas tinham na capacidade do sistema financeiro de suportar uma crise imobiliária pode ter sido despertada por saber que no passado as flutuações nos preços das casas não exerceram, em geral, grandes efeitos sobre o sistema financeiro. *Entretanto*, o sistema provavelmente

nunca estivera tão alavancado e com certeza nunca emitira tantos títulos derivados ligados a imóveis.

- A confiança que os legisladores depositavam na recuperação rápida da economia após a crise financeira pode ter origem nas experiências com recessões recentes, a maior parte delas associada a recuperações rápidas em forma de “V”. *Entretanto*, essas recessões não estavam associadas a crises financeiras — e crises financeiras são diferentes.

Há um termo técnico para esse tipo de problema: os eventos considerados nessas previsões estavam, por assim dizer, *fora da amostragem*. Quando uma previsão se revela equivocada por uma grande margem de erro, esse problema costuma ser o principal suspeito.

Porém, o que significa esse termo? Um exemplo simples pode nos ajudar a explicá-lo.

Fora da amostragem, fora da mente: uma fórmula para uma previsão fracassada

Suponha que você seja um excelente motorista. Quase todo mundo se julga um excelente motorista,¹⁰⁰ mas você conta com um histórico para provar seu argumento: apenas dois para-lamas amassados em trinta anos ao volante, período em que você fez vinte mil viagens de carro.

Você também não bebe muito, e uma das coisas que jamais fez foi dirigir bêbado. No entanto, acaba se animando mais do que o normal em uma festa de fim de ano da firma. Um grande amigo seu está deixando a empresa e você esteve sob muita pressão ultimamente: uma vodca com tônica acabou levando a outras onze doses. Você foi a nocaute; está totalmente embriagado. Deveria voltar para casa dirigindo ou chamar um táxi?

A resposta parece fácil: chamar um táxi. Além de cancelar aquele compromisso na manhã seguinte.

Contudo, você poderia construir uma argumentação jocosa para justificar a decisão de ir para casa dirigindo, seguindo mais ou menos este raciocínio: em uma amostragem de vinte mil viagens de carro, você se envolveu em apenas dois acidentes insignificantes, chegando em casa são e salvo nas outras 19.998 ocasiões. Esses números parecem mostrar que as chances são bem favoráveis a você. Por que arcar com o incômodo de chamar um táxi diante de uma evidência tão esmagadora?

O problema, claro, é que você não estava embriagado em nenhuma dessas vinte mil viagens. Sua amostragem para dirigir bêbado não é de vinte mil ocasiões, mas de zero, e é impossível recorrer à sua experiência passada para fazer uma previsão a respeito do risco de um acidente. Esse é um exemplo de um problema “fora da amostragem”.

Por mais que pareça simples evitá-lo, as agências de classificação cometeram justamente esse erro. A Moody's estimou que os calotes nas hipotecas estavam relacionados uns aos outros, construindo um modelo a partir de dados colhidos no passado — e olhando, em particular, para números do mercado imobiliário americano que remontavam aos anos 1980.¹⁰¹ O problema é que, entre os anos 1980 e meados dos anos 2000, os preços de casas nos Estados Unidos estiveram estáveis ou aumentaram. Nessas circunstâncias, a suposição de que a hipoteca de um proprietário nada tinha a ver com a hipoteca de outro parecia bastar. Mas nada naqueles dados descreveria o que aconteceu quando os preços dos imóveis começaram a cair ao mesmo tempo. O colapso do mercado imobiliário foi um evento “fora da amostragem”, e seus modelos não serviriam para avaliar o risco de inadimplência nessas condições.

Os erros cometidos — e o que podemos aprender com eles

A Moody's, no entanto, não se encontrava completamente indefesa. Ela poderia ter chegado a estimativas mais plausíveis se expandisse seus horizontes. Os Estados Unidos nunca tinham passado por tamanha crise

no mercado imobiliário, mas outros países sim, e com resultados terríveis. Se a Moody's considerasse os índices de inadimplência após a bolha no mercado de imóveis do Japão, talvez tivesse uma ideia mais realista a respeito de quão precários eram os títulos lastreados em hipotecas e não carimbasse neles sua cotação AAA.

Porém, ao fazer previsões, é comum certa resistência para considerar problemas fora da amostragem. Expandi-la para incluir eventos distantes de nós no tempo e no espaço significa, na maioria da vezes, que encontraremos casos nos quais as relações estudadas *não* se sustentam tão bem quanto aquelas com que estamos habituados a lidar. O modelo parecerá menos poderoso. Parecerá menos impressionante na apresentação de PowerPoint (ou num artigo acadêmico ou num texto postado num blog). Seremos forçados a reconhecer que sabemos menos sobre o mundo do que considerávamos. Nossas motivações pessoais e profissionais quase sempre nos intimidam a fazer essa escolha.

Esquecemos — ou nos forçamos a ignorar — que nossos modelos são simplificações do mundo. Supomos que um erro que cometamos terá importância marginal.

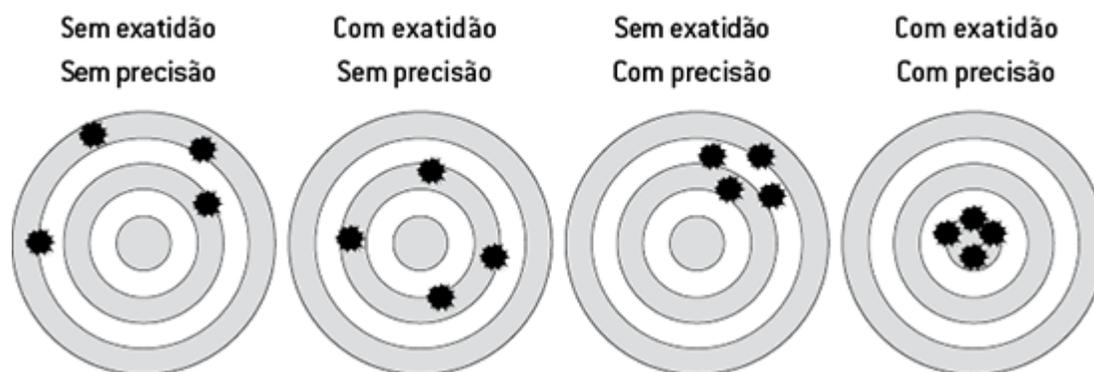
Entretanto, em sistemas complexos, erros não são medidos em graus, mas em ordens de grandeza. A S&P e a Moody's subestimaram em duzentas vezes o risco de inadimplência associado às CDOs. Economistas pensavam que havia apenas uma chance em quinhentas de ocorrer uma recessão tão violenta como a que efetivamente aconteceu.

Um dos riscos mais difundidos na era da informação, como escrevi na Introdução, é que, mesmo considerando que a massa de conhecimento no mundo seja crescente, o hiato entre aquilo que sabemos e o que pensamos saber pode estar aumentando. Essa síndrome é, com frequência, associada a previsões aparentemente muito detalhadas, mas que nada têm de exatidão. A Moody's levou seus cálculos até a segunda casa decimal, mas eles estavam completamente divorciados da realidade. É como dizer que

você tem uma boa mira porque seus tiros acertam mais ou menos o mesmo ponto — ainda que estejam longe de atingir o alvo (ver Figura 1.7).

Crises financeiras — e a maior parte das outras falhas de previsão — têm sua origem na falsa sensação de confiança. Previsões precisas que se passam por exatas fazem com que muitas pessoas se enganem e dobrem as apostas. É exatamente quando pensamos ter superado as falhas do nosso discernimento que algo tão poderoso quanto a economia americana pode sofrer uma freada brusca.

FIGURA 1.7: EXATIDÃO *VERSUS* PRECISÃO



[II](#) Em tradução livre: “obrigação de dívida com garantia real”, em que “garantia real” é um imóvel. (N. do T.)

[III](#) Sistema de notas adotado por universidades americanas que recorre a cálculos percentuais para a distribuição dos conceitos por faixas predeterminadas entre os alunos. (N. do T.)

[IV](#) Essa avaliação vale para as previsões do Serviço Nacional de Meteorologia, mas não para os meteorologistas das emissoras de TV. Estes tendem a aumentar as chances de chuva em busca de melhores índices de audiência. Voltaremos a falar sobre isso no Capítulo 4.

V Fita (*tape*) é outro termo técnico nas agências. Consiste em dados recentes a respeito de hipotecas individuais.

VI Em 2005, um empregado da Moody's recebia, por ano, 185 mil dólares em média, comparados à média de 520 mil dólares que um funcionário da Goldman Sachs recebia no mesmo período.

VII Numa escala para aferir a incerteza e o risco causados por determinados fatores, os técnicos se referem aos fatores conhecidos (*knowns*), sobre os quais existem informações completas; aos fatores parcialmente conhecidos (*unknown knowns*), sobre os quais existem informações não completas; e aos fatores desconhecidos (*unknown unknowns*), sobre os quais não se tem informação alguma. (N. do T.)

VIII Esses tipos de riscos podem se encaixar na categoria “conhecidos desconhecidos”.

IX Empresas de capital aberto, garantidas pelo governo americano, autorizadas a conceder e garantir empréstimos para o setor habitacional. Juntas, eram responsáveis por metade do mercado de hipotecas dos EUA em 2008. (N. do T.)

X E, provavelmente, uma aposta idiota, se você já viu o Redskins jogar.

XI No original: *you should think that they're selling you a lemon*. *Lemon* [limão] é uma gíria, nos Estados Unidos, para carros usados com problemas — e que apresentam defeitos constantes. Traduzimos o termo para “abacaxi”, por também significar “problema” em sentido figurado. (N. do T.)

XII Debbie Downer, personagem do programa humorístico *Saturday Night Live*, faz comentários soturnos, que inspiram baixo-astral, em festas e reuniões. O ator Robert Downey Jr. ficou conhecido, nos anos 1990, por reincidir na dependência em relação às drogas. (N. do T.)

VOCÊ É MAIS ESPERTO QUE UM ANALISTA DE TV?

Para muitos americanos, previsões na política são sinônimo do programa de TV *The McLaughlin Group*, uma mesa-redonda que vai ao ar todos os domingos desde 1982, quase o mesmo período em que é parodiado pelo *Saturday Night Live*. Apresentado por John McLaughlin, um octogenário rabugento que fracassou ao se candidatar a uma cadeira no Senado em 1970, o programa trata a análise política como se fosse um esporte, percorrendo quatro ou cinco assuntos durante meia hora, e cabe a McLaughlin, com seus modos rudes, exigir dos comentaristas opiniões sobre assuntos que vão da política australiana às chances de existência de vida extraterrestre.

Ao final de cada programa, há um segmento chamado “Predictions”, no qual os comentaristas dispõem de alguns segundos para fazer ponderações a respeito do tema do dia. Às vezes, os analistas têm permissão para escolher um assunto e fazer um prognóstico sobre qualquer coisa vagamente relacionada a política. Em outras ocasiões, McLaughlin convoca uma “previsão forçada”, uma espécie de show de perguntas e respostas, que exige dos convidados um palpite sobre um tema específico.

Algumas perguntas feitas por McLaughlin — digamos, o nome do próximo indicado à Suprema Corte entre vários candidatos plausíveis — são difíceis. Mas outras são barbadadas. No fim de semana anterior à eleição presidencial de 2008, por exemplo, McLaughlin perguntou a seus analistas quem iria vencer: John McCain ou Barack Obama.¹

Não era uma questão que exigisse muita reflexão. Barack Obama tinha confirmado sua vantagem sobre John McCain em quase todas as sondagens de opinião realizadas desde 15 de setembro de 2008, quando o colapso do banco Lehman Brothers desencadeou o maior declínio na economia americana desde a Grande Depressão. Obama também apareceu na frente em quase todas as pesquisas de quase todos os estados onde não havia definição clara: Ohio, Flórida, Pensilvânia e New Hampshire — e mesmo nos poucos estados em que os democratas não costumam ganhar, como Colorado e Virgínia. Modelos estatísticos como aquele que desenvolvi para o site FiveThirtyEight sugeriam que Obama tinha mais de 95% de chances de vencer a eleição. Na bolsa de apostas, os números eram um pouco menos decisivos, mas, mesmo assim, sua vitória era apontada numa proporção de sete para um.²

Contudo, o primeiro comentarista da equipe de McLaughlin, Pat Buchanan, mostrou-se evasivo. “Neste fim de semana, são os indecisos que vão decidir”, observou ele, arrancando gargalhadas dos colegas. Outro convidado, Clarence Page, do jornal *Chicago Tribune*, afirmou que o desfecho da eleição seria “disputado até o último minuto”. Monica Crowley, da Fox News, foi mais ousada, prevendo uma vitória de McCain por “meio ponto percentual”. Só Eleanor Clift, da revista *Newsweek*, afirmou o óbvio, prevendo a eleição da chapa Obama-Biden.

Na terça-feira seguinte, Obama foi eleito presidente com 365 votos do colégio eleitoral, contra 173 para McCain — quase o mesmo resultado antecipado pelas pesquisas e por modelos estatísticos. Ainda que não tenha sido uma vitória de proporções históricas, certamente não se tratou de uma eleição “decidida no último minuto”: Obama venceu John McCain por

uma vantagem de quase dez milhões de votos. Quem previu o contrário certamente devia uma explicação.

Porém, não se tocou no assunto quando os quatro comentaristas do programa *The McLaughlin Group* voltaram a se encontrar na semana seguinte.³ A mesa-redonda discutiu os detalhes estatísticos em torno da vitória de Obama, a escolha de Rahm Emanuel como seu chefe de gabinete e suas relações com o presidente russo Dmitri Medvedev. Não houve qualquer menção à previsão errada — feita em cadeia nacional e contra todas as evidências disponíveis. Na realidade, o tom adotado pelos comentaristas sugeria que, desde o começo, o desfecho era inevitável; Crowley explicou que aquele fora “um ano de renovação” para as eleições e que John McCain havia feito uma péssima campanha — esquecendo-se de mencionar que, apenas uma semana antes, ela se prontificara a apostar justamente na campanha.

Raramente alguém deve ser julgado com base em uma única previsão, mas esse caso pode ser uma exceção. No fim de semana anterior à eleição, a única hipótese que talvez explicasse por que McCain ainda poderia vencer era a existência de uma maciça animosidade de fundo racial dirigida contra Obama e não detectada pelas pesquisas de opinião.⁴ Contudo, nenhum comentarista do programa fez alusão a ela. Pareciam, ao contrário, estar operando em alguma espécie de universo paralelo, no qual as sondagens não existiam, a economia não tinha sofrido uma pane e o presidente Bush seguia gozando de razoável popularidade, em vez de ser um peso morto arrastado por McCain.

No entanto, decidi checar se aquilo era alguma espécie de anomalia. Os comentaristas do *The McLaughlin Group* — que ganham a vida falando sobre política — demonstram alguma capacidade para fazer previsões?

Avaliei quase mil previsões feitas no último segmento do programa, tanto por McLaughlin quanto pelos convidados. Cerca de um quarto dos prognósticos era vago demais para ser analisado ou dizia respeito a acontecimentos num futuro muito distante. Mas dei notas aos outros,

numa escala de 1 a 5, desde completamente falso a completamente verdadeiro.

A mesa-redonda parecia brincar de cara ou coroa. Concluí que 338 das previsões provaram ter “maior proporção de falsidade” ou ser “completamente falsas”. Outras 338 se revelaram com “maior proporção de verdade” ou “completamente verdadeiras”.⁵

FIGURA 2.1: ANÁLISE DAS PREVISÕES DE *THE MCLAUGHLIN GROUP*

Completamente verdadeiras	285	39%
Maior proporção de verdade	53	7%
Parcialmente verdadeiras, parcialmente falsas	57	8%
Maior proporção de falsidade	70	10%
Completamente falsas	<u>268</u>	37%
Total das previsões avaliadas	733	100%
Previsões não avaliadas ⁶	249	

Nenhum dos comentaristas teve desempenho muito melhor do que outros membros da equipe — nem mesmo Clift, que pelo menos acertou o

resultado da eleição de 2008. Calculei a porcentagem de previsões que cada um deles acertou. Clift e os três outros comentaristas mais assíduos no programa — Buchanan, o falecido Tony Blankley e o próprio McLaughlin — receberam pontuações quase idênticas, que variavam de 49% a 52%, indicando que tinham praticamente o mesmo número de chances de errar ou de acertar uma previsão.⁷ Demonstraram tanta perspicácia política quanto quatro aposentados que batem papo numa barbearia.

The McLaughlin Group, é claro, foi concebido como um programa de entretenimento bem-humorado dirigido a um público viciado em política. É um remanescente de uma era da TV americana na qual, em programas como *Crossfire*, da CNN, liberais e conservadores se engalfinhavam, aos gritos. O fórum de debates atual não é tão diferente, exceto pelo fato de liberais e conservadores estarem confinados em seus próprios canais, separados, no guia da TV a cabo, por uma zona desmilitarizada, ocupada pela Food Network ou pelo Golf Channel.^{XIII} Esse arranjo parece alcançar índices de audiência superiores, se não análises mais confiáveis.

Porém, o que dizer daqueles que são pagos pela precisão e pelo rigor de seus conhecimentos, e não pelo volume em que emitem suas opiniões? Será que os cientistas políticos ou os analistas políticos em Washington se saem melhor em suas previsões?

Cientistas políticos são melhores do que analistas de TV?

A desintegração da União Soviética e de outros países do Leste Europeu se deu em um ritmo notavelmente rápido e, de modo geral, dentro de certa ordem.^{XIV}

Em 12 de junho de 1987, Ronald Reagan, de pé junto ao Portão de Brandemburgo, implorou a Mikhail Gorbachev que botasse abaixo o Muro de Berlim — uma medida popular e louvável que parecia tão audaciosa quanto a promessa de John F. Kennedy de enviar um homem à Lua. Reagan mostrou-se certo; menos de dois anos depois, o Muro cairia.

Em 16 de novembro de 1988, o parlamento da República da Estônia, uma nação do tamanho aproximado do estado americano do Maine, declarou sua independência em relação à todo-poderosa União Soviética. Menos de três anos mais tarde, Gorbachev evitou um golpe planejado pela linha-dura do partido em Moscou, e a bandeira soviética desceu pela última vez diante do Kremlin; como a Estônia, outras repúblicas soviéticas logo se tornariam estados independentes.

Contudo, se a queda do império soviético *a posteriori* pareceu previsível, quase nenhum cientista político ligado às instituições de maior prestígio tinha vislumbrado esse desfecho. As poucas exceções haviam sido ridicularizadas.⁸ Se cientistas políticos não puderam prever a derrocada da União Soviética — talvez o acontecimento mais importante na segunda metade do século XX —, para que exatamente eles serviriam?

Philip Tetlock, professor de psicologia e de ciência política — lecionando, na época, na Universidade da Califórnia, em Berkeley⁹ —, se fazia algumas dessas perguntas. Na verdade, ele havia realizado uma experiência ambiciosa e inédita durante o colapso da URSS. Dando início ao projeto em 1987, Tetlock colheu previsões de um amplo espectro de especialistas, no meio acadêmico e em instituições governamentais, a respeito de uma enorme variedade de temas ligados a política interna, economia e relações internacionais.¹⁰

Tetlock descobriu que os especialistas em política tiveram dificuldade para antecipar a queda da União Soviética porque uma previsão que não apenas anteviesse a extinção do regime, mas compreendesse suas razões, exigia que diferentes sequências de argumentos se combinassem. Não havia elementos inerentemente contraditórios nessas ideias, mas elas tendiam a ser expressas por pessoas de lados opostos do espectro político,¹¹ e era improvável que estudiosos arraigados a determinado campo ideológico adotassem ambos os tipos de argumentos.

Por um lado, Gorbachev foi um fator decisivo nessa história — seu desejo de promover reformas era sincero. Se ele tivesse decidido ser

contador ou poeta, em vez de entrar para a política, a União Soviética poderia ter sobrevivido por pelo menos mais alguns anos. Os liberais tendiam a vê-lo com mais simpatia. Conservadores se mostravam mais desconfiados — e alguns encaravam sua conversa a respeito da *glasnost* como apenas uma pose.

Estes, por outro lado, sendo instintivamente mais críticos em relação ao comunismo, compreenderam com mais rapidez que a economia da União Soviética estava naufragando e que a vida se tornava cada vez mais difícil para o cidadão médio. Já em 1990, a CIA estimava — de modo bastante equivocado¹² — que o PIB soviético equivalia a cerca da metade do valor americano¹³ (em termos *per capita*, seria equivalente ao PIB atual de democracias estáveis como a Coreia do Sul e Portugal). Na realidade, dados mais recentes revelaram que a economia soviética, enfraquecida pela longa guerra no Afeganistão e pelo descaso do governo com uma série de problemas sociais, encontrava-se cerca de 1 trilhão de dólares mais pobre do que indicava a estimativa da CIA e encolhia a uma razão de 5% ao ano, com a inflação em dois dígitos.

Considere esses dois fatores e seria mais fácil prever o colapso da União Soviética. Ao abrir a mídia e os mercados do país e conceder maior autoridade democrática aos seus cidadãos, Gorbachev havia proporcionado ao povo um mecanismo para catalisar uma mudança no regime. E, devido ao estado deteriorado da economia do país, a população mostrou-se feliz em tirar proveito da oferta. O centro do sistema se mostrava fraco demais: não apenas os estonianos estavam cheios dos russos, como estes estavam, quase na mesma medida, cansados dos estonianos, já que as repúblicas-satélites contribuía menos para a economia soviética do que recebiam em subsídios dados por Moscou.¹⁴ Quando os dominós começaram a cair no Leste Europeu — Tchecoslováquia, Polônia, Romênia, Bulgária, Hungria e Alemanha Oriental estavam todas em meio a uma revolução em fins de 1989 —, havia pouco que Gorbachev ou qualquer outro pudesse fazer para evitar que o país desmoronasse. Muitos especialistas soviéticos

conheciam partes do problema, mas poucos tinham colocado todas as peças do quebra-cabeça em seus lugares e quase ninguém previu o súbito colapso da URSS.

Tetlock, inspirado pelo exemplo soviético, começou a realizar sondagens com especialistas de outras áreas, pedindo que fizessem previsões a propósito da Guerra do Golfo, da bolha imobiliária japonesa, de uma possível separação do Québec em relação ao Canadá e de quase todos os grandes acontecimentos dos anos 1980 e 1990. O fracasso em prever o colapso da União Soviética seria uma anomalia ou as análises políticas dos “especialistas” raramente fazem jus à consideração que recebem? Suas pesquisas, que se estenderam por mais de quinze anos, foram publicadas, em 2005, no livro *Expert Political Judgment* [A avaliação dos especialistas em política].

A conclusão de Tetlock foi devastadora. Os especialistas ouvidos em sua sondagem — a despeito de seus cargos, experiência ou campo de atuação — saíram-se só um pouco melhor do que prognósticos guiados pelo mero acaso e, ao preverem acontecimentos políticos, foram piores até mesmo do que métodos estatísticos rudimentares. Mostravam uma autoconfiança muito exagerada e eram péssimos no cálculo de probabilidades: cerca de 15% dos acontecimentos que disseram *não ter a menor chance* de ocorrer tornaram-se realidade, enquanto jamais aconteceram cerca de 25% dos eventos de cuja ocorrência estavam *absolutamente certos*.¹⁵ Não importa se as previsões dos especialistas diziam respeito a economia, política interna ou assuntos internacionais, suas avaliações se mostraram igualmente equivocadas ao longo de todo o espectro de temas.

A atitude correta para fazermos melhores previsões: pense como a raposa

Ainda que, tomado em seu conjunto, o desempenho dos especialistas tenha deixado a desejar, Tetlock descobriu que alguns se saíram melhor do

que outros. Entre os que tinham se mostrado piores estavam aqueles cujas previsões eram citadas com maior frequência na mídia. Quanto mais entrevistas haviam concedido à imprensa, descobriu Tetlock, *piores* tendiam a ser suas previsões.

Outro subgrupo, contudo, saiu-se relativamente bem. Com sua formação em psicologia, Tetlock se interessara pelos estilos cognitivos dos especialistas, no modo como eles pensavam o mundo, e submeteu todos, então, a algumas perguntas extraídas de testes de avaliação da personalidade.

Com base nesses resultados, Tetlock conseguiu dividir seus especialistas ao longo de um espectro entre o que chamou de *porcos-espinhos* e de *raposas*. A referência aos animais vem do título de um ensaio de Isaiah Berlin sobre o romancista russo Leon Tolstói, chamado *O porco-espinho e a raposa*. Berlin, por sua vez, extraiu seu título de um trecho atribuído ao poeta grego Arquíloco: “A raposa conhece muitas coisas menores, mas o porco-espinho conhece uma coisa só, uma coisa grande.”

A menos que você seja um fã de Tolstói — ou de um estilo floreado —, não há motivo para ler o ensaio de Berlin, mas sua ideia básica é que escritores e pensadores podem, *grosso modo*, ser divididos em duas categorias:

- *Porcos-espinhos* são personalidades de Tipo A,^{xv} que acreditam em grandes ideias — ou seja, em certos princípios que regeriam o mundo com o rigor de leis da física e que sustentam praticamente todas as interações que ocorrem na sociedade. Pense em Karl Marx e na luta de classes ou em Sigmund Freud e o inconsciente. Ou em Malcolm Gladwell e o “ponto da virada”.
- *Raposas*, por outro lado, são criaturas afeitas a fragmentos, que acreditam numa infinidade de pequenas ideias e em adotar uma série de abordagens diferentes para um problema. Tendem a ser mais tolerantes em relação às nuances, à

incerteza, à complexidade e às opiniões discordantes. Se os porcos-espinhos são caçadores e estão sempre em busca de uma grande presa, as raposas são animais coletores.

Raposas, descobriu Tetlock, são muito melhores em fazer previsões do que porcos-espinhos. Em relação à União Soviética, por exemplo, seus prognósticos tinham chegado mais perto do alvo. Em vez de encarar a URSS de maneira altamente ideológica — como um “império do mal” ou como um exemplo relativamente bem-sucedido (e talvez até admirável) de um sistema econômico marxista —, viram-na, ao contrário, como aquilo que era: uma nação que funcionava cada vez pior e sob risco de se desintegrar. Enquanto as previsões dos porcos-espinhos eram pouco melhores do que opções escolhidas aleatoriamente, as raposas demonstraram habilidade para prever.

FIGURA 2.2: ATITUDES DE RAPOSAS E DE PORCOS-ESPINHOS

Como pensam as raposas	Como pensam os porcos-espinhos
Multidisciplinares: Incorporam ideias de diferentes disciplinas, independentemente da sua origem no espectro político.	Especializados: Muitas vezes, dedicam a maior parte de suas carreiras a um ou dois grandes problemas. Podem encarar com ceticismo as opiniões de não especialistas.
Adaptáveis: Encontram uma nova abordagem — ou buscam muitas delas ao mesmo tempo — se não estão certos de que a opção original está funcionando.	Obstinados: Agarram-se sempre à mesma abordagem surrada — novas informações só são usadas para aprimorar o modelo original.
Têm autocrítica: Às vezes, mostram-se dispostos (ainda que de forma relutante) a reconhecer erros nas suas previsões e a assumir a responsabilidade por eles.	Teimosos: Erros são atribuídos ao azar ou a circunstâncias extraordinárias — o modelo é bom, mas não teve sorte.
Toleram a complexidade: Veem o universo como algo complicado, talvez a ponto de	Buscam uma ordem oculta: Esperam que o mundo obedeça a interações

muitos de seus problemas fundamentais não terem solução ou serem intrinsecamente imprevisíveis.	básicas relativamente simples, uma vez que o sinal é identificado em meio ao ruído.
Cautelosos: Expressam suas previsões em termos de probabilidade e relativizam suas opiniões.	Confiantes: Raramente fazem ressalvas em relação às suas previsões e mostram-se relutantes em mudá-las.
Empíricas: Costumam se basear mais na observação do que na teoria.	Ideológicos: Esperam que as soluções para muitos problemas do dia a dia sejam manifestações de alguma teoria ou conflito mais abrangente.
Raposas são melhores para prever.	Porcos-espinhos são piores para prever.

Por que porcos-espinhos se saem melhor na TV

Encontrei-me com Tetlock para um almoço numa tarde de inverno, no hotel Durant, uma construção imponente e ensolarada nas imediações do campus de Berkeley. Como era de se esperar, ele se revelou uma raposa: tinha fala mansa, era cuidadoso e fazia uma pausa de vinte ou trinta segundos antes de responder às minhas perguntas (para não me oferecer uma resposta impensada).

“Quais são os incentivos para um intelectual conhecido?”, perguntou-me Tetlock. “Alguns integrantes da academia não se incomodam em ser anônimos, mas outras pessoas aspiram a ser intelectuais famosos, a se mostrar ousadas e a associar probabilidades não negligenciáveis a mudanças bastante dramáticas. Com essa atitude, elas têm mais chance de atrair atenção.”

Previsões grandiosas e ousadas — em outras palavras, no estilo dos porcos-espinhos — têm maior probabilidade de levar seus autores à TV. Considere o caso de Dick Morris, um antigo assessor de Bill Clinton que

agora é comentarista da Fox News. É um exemplo clássico de porco-espino, cuja estratégia parece consistir em fazer uma previsão dramática sempre que possível. Em 2005, Morris proclamou que o modo como George W. Bush lidou com o furacão Katrina iria ajudá-lo a recuperar sua reputação junto à opinião pública.¹⁶ Na véspera das eleições de 2008, ele previu que Barack Obama venceria no Tennessee e no Arkansas.¹⁷ Em 2010, Morris previu que os republicanos poderiam conquistar, com facilidade, cem cadeiras na Câmara.¹⁸ Em 2011, disse que Donald Trump concorreria para ser o candidato do Partido Republicano e que tinha “excelentes” chances.¹⁹

Todas essas previsões se revelaram completamente erradas. Para Bush, o furacão Katrina significou o começo do fim, não o início de uma recuperação. Obama perdeu feio no Tennessee e no Arkansas — na verdade, ambos estiveram entre os únicos estados nos quais seu desempenho foi pior do que o obtido por John Kerry quatro anos antes. Os republicanos tiveram uma noite feliz em novembro de 2010, mas conquistaram 63 cadeiras, não cem. Trump desistiu de concorrer à presidência apenas duas semanas depois de Morris ter insistido que ele tentaria entrar na disputa.

Porém, Morris é ágil, tem boa conversa e sabe vender a si mesmo. Assim, ele continua sendo uma presença constante na Fox News e vendeu livros para centenas de milhares de pessoas.

Às vezes, as raposas têm dificuldade de se enquadrar em culturas de Tipo A, como a da televisão, dos negócios e da política. Sua crença de que é difícil fazer previsões sobre muitos problemas e de que deveríamos assumir essas incertezas pode ser tomada equivocadamente como falta de autoconfiança. Sua abordagem pluralística pode ser encarada como falta de convicção; numa frase famosa, Harry Truman pediu “um economista de um lado só”,^{XVI} frustrado pelo fato de as raposas do seu governo serem incapazes de lhe dar respostas inequívocas.

Acontece, porém, que as raposas fazem previsões muito melhores: elas reconhecem com mais rapidez até que ponto possíveis ruídos podem distorcer as informações e se mostram menos inclinadas a correr atrás de falsos sinais. Elas sabem mais a respeito daquilo que ainda não conhecem.

Se você estiver procurando um médico que preveja o desdobramento de determinado problema de saúde ou um consultor financeiro que dê dicas sobre como aumentar o retorno de suas aplicações, talvez seja melhor confiar numa raposa. Pode ser que ela faça promessas mais modestas, no entanto tem mais chances de êxito.

Por que previsões políticas tendem a fracassar

Atitudes típicas de uma raposa podem ser importantes quando se trata de fazer previsões sobre política, pois elas têm mais cuidado em evitar algumas armadilhas que podem levar os porcos-espinhos a fazer papel de idiotas.

Uma dessas armadilhas consiste simplesmente em ideologia partidária. Morris, apesar de ter assessorado Bill Clinton, identifica-se como republicano e levanta doações para os candidatos do partido — e suas opiniões conservadoras se encaixam na visão da emissora que o contratou, a Fox News. Mas os liberais não estão imunes à possibilidade de serem porcos-espinhos. Em meu estudo sobre a precisão nas previsões feitas pelos integrantes de *The McLaughlin Group*, Eleanor Clift — normalmente a convidada mais liberal da equipe de colaboradores — quase nunca emitia um prognóstico favorável aos republicanos que não fosse consenso no grupo. Isso pode tê-la ajudado quando previu o resultado das eleições de 2008, mas, a longo prazo, ela não se mostrou mais precisa do que seus colegas conservadores.

Especialistas do mundo acadêmico, como os estudados por Tetlock, podem sofrer com o mesmo problema. Na realidade, um pouco de conhecimento pode se tornar algo perigoso nas mãos de um porco-espinho

com Ph.D. Uma das descobertas mais notáveis de Tetlock é o fato de que, embora as raposas tendam a fazer prognósticos cada vez melhores, o contrário pode ser dito a respeito dos porcos-espinhos: seus desempenhos tendem a *piorar* à medida que acumulam credenciais. Tetlock acredita que quanto maior a quantidade de fatos com que os porcos-espinhos lidam, mais oportunidades eles têm para permutá-los e manipulá-los de modo que confirmem suas visões preconcebidas. A situação é análoga a um hipocondríaco colocado numa sala escura com conexão à internet. Quanto mais tempo dêssemos, mais informações ele teria à sua disposição e mais ridículo seria o autodiagnóstico ao qual chegaria; não demoraria muito para que visse um simples resfriado como a peste bubônica.

Ainda que tenha descoberto que porcos-espinhos de direita e de esquerda fazem prognósticos igualmente ruins, Tetlock também notou que as raposas de todas as posições políticas se mostravam mais imunes a esses efeitos.²⁰ Raposas podem ser enfáticas em suas convicções a respeito de como o mundo *deveria* ser, mas normalmente conseguem separar essas percepções da sua análise sobre o modo como o mundo é, e como será num futuro próximo.

Porcos-espinhos, ao contrário, têm maior dificuldade em distinguir sua análise dos ideais arraigados. Em vez disso, segundo Tetlock, eles criam “uma fusão indistinta entre fatos e valores, embolando todos juntos”, e adotam uma visão preconcebida das evidências que examinam, enxergando o que desejam ver e não o que realmente existe.

Você pode aplicar o teste de Tetlock para saber se é um porco-espinho: suas previsões melhoram à medida que você ganha acesso a mais informações? Teoricamente, um número maior de informações deveria auxiliar bastante a formulação de previsões — é sempre possível ignorar uma informação se ela não parece ajudar muito. No entanto, porcos-espinhos tendem a se embrenhar no meio de um cipoal.

Veja o caso de uma sondagem promovida pelo periódico *National Journal* abrangendo cerca de 180 políticos, consultores políticos,

pesquisadores de opinião e analistas. A pesquisa é dividida entre partidários republicanos e democratas, porém as mesmas perguntas são dirigidas a ambos os grupos. Independentemente de suas posições políticas, o grupo que tende a assumir a atitude de porco-espinho é composto por elementos atuantes na política, que exibem suas cicatrizes de batalha com orgulho e veem a si mesmos presos a uma eterna luta contra seus antagonistas.

Poucos dias antes das eleições de 2010, no período entre campanhas presidenciais, o *National Journal* perguntou aos analistas políticos que colaboravam com a publicação se era provável que os democratas conservassem o controle da Câmara e do Senado.²¹ Havia quase um consenso a respeito dessas questões: os democratas manteriam o Senado, mas os republicanos assumiriam o controle da Câmara (a sondagem acertou nas duas previsões). Os integrantes de ambos os partidos também estavam praticamente de acordo a respeito das dimensões da vitória dos republicanos na Câmara; os especialistas democratas disseram que seus adversários conquistariam 47 cadeiras, enquanto os republicanos previram um ganho de 53 posições — diferença trivial, considerando que existem 435 vagas na Câmara.

Em sua sondagem, contudo, o *National Journal* também pediu prognósticos para os resultados de onze eleições específicas, incluindo disputas no Senado, na Câmara e pelos governos dos estados. Aqui, as diferenças foram muito maiores. O conjunto de pessoas ouvidas mostrou-se dividido sobre quais seriam os vencedores nas disputas pelo Senado em Nevada, Illinois e Pensilvânia, a respeito da eleição para o governo na Flórida e sobre uma disputa especialmente decisiva para a Câmara em Iowa. De modo geral, os republicanos ouvidos esperavam que os democratas ganhassem apenas uma das onze disputas, enquanto estes esperavam vencer em seis. (O resultado final, como era de se esperar, foi mais ou menos um meio-termo entre as duas visões: os democratas venceram três das onze disputas pesquisadas pelo *National Journal*.)²²

É óbvio que o partidarismo desempenhou algum papel aqui: democratas e republicanos estavam torcendo para seus próprios times. Contudo, isso não basta para explicar a maneira pouco usual como os analistas ouvidos se dividiram ao responderem aos diferentes tipos de perguntas. Quando consultados em termos *gerais* sobre até que ponto os republicanos seriam bem-sucedidos, foi registrada ínfima diferença entre as pessoas ouvidas. Entretanto, os dois lados diferiam de modo profundo quando perguntados sobre casos específicos, que traziam à tona as diferenças entre os partidos.²³

Informações em excesso podem se tornar um mau negócio para um porco-espinho. Saber quantas cadeiras os republicanos provavelmente tirariam dos democratas era uma questão abstrata: a menos que tivessem examinado todas as 435 disputas, poucos detalhes adicionais poderiam ajudar a chegar a uma conclusão. Ao contrário, quando perguntados sobre qualquer uma daquelas disputas — digamos, a eleição para o Senado por Nevada —, os especialistas ouvidos dispunham de todo tipo de informação: não apenas as pesquisas de opinião, mas novos relatos a respeito da campanha, fofocas ouvidas de amigos ou julgamentos sobre os candidatos ao vê-los na TV. Talvez até conhecessem pessoalmente os candidatos ou pessoas que trabalhavam para eles.

Porcos-espinhos que contam com muitas informações constroem histórias — histórias que são mais nítidas e mais coerentes do que o mundo real, com protagonistas e vilões, vencedores e perdedores, clímax e desfechos, e, geralmente, um final feliz para o time pelo qual torcem. Mesmo com uma desvantagem de dez pontos, minha candidata acabará ganhando, que diabo!, porque conheço ela e os eleitores do estado e porque talvez eu tenha ouvido algo de sua assessora de imprensa sobre a diminuição da diferença nas pesquisas de opinião — e você já viu seu novo anúncio na TV?

Ao construirmos essas histórias, podemos perder a capacidade de pensar criticamente a respeito das evidências. Eleições costumam apresentar trajetórias emocionantes. Não importa sua opinião sobre as ideias políticas

de Barack Obama, de Sarah Palin, de John McCain ou de Hillary Clinton em 2008: todos tinham histórias de vida carismáticas, e livros-reportagem sobre a campanha, como *Virada no jogo*, de John Heilemann e Mark Halperin, podiam ser lidos como intrincados romances best-sellers. Os candidatos que concorreram em 2012 eram menos interessantes, mas ofereciam material mais do que suficiente para proporcionar a habitual combinação de clichês dramáticos desde a tragédia (Herman Cain?) à farsa (Rick Perry).^{XVII}

É possível se perder nessa narrativa. Pode ser que a política seja um campo especialmente suscetível a previsões infelizes por causa dos elementos humanos envolvidos: uma boa eleição apela para nossas sensibilidades dramáticas. Você pode ter algum envolvimento emocional com um acontecimento político e, ainda assim, fazer uma boa previsão a respeito, mas uma atitude de raposa — mantendo certo distanciamento — pode trazer bons resultados.

Um jeito raposa de formular prognósticos

Tive a ideia de criar o FiveThirtyEight^{XVIII} enquanto esperava a saída de um voo atrasado no aeroporto internacional Louis Armstrong, em Nova Orleans, em fevereiro de 2008. Por algum motivo — talvez os martinis *cajun* tenham ajudado —, ficou claro para mim que alguém precisava construir um site que previsse como Hillary Clinton e Barack Obama se sairiam ao enfrentar John McCain, ambos ainda empenhados numa disputa acirrada pela indicação democrata.

Entretanto, meu interesse pelo sistema eleitoral fora despertado um pouco antes, muito mais motivado pela frustração do que por qualquer afeição pelo processo. Eu acompanhei de perto a tentativa, levada a cabo no Congresso em 2006, de proibir o pôquer pela internet; na época o jogo representava uma das minhas principais fontes de renda. Achei que a cobertura política deixou muito a desejar, mesmo se comparada ao

noticiário esportivo, uma área na qual a revolução promovida pelo *Moneyball* havia contribuído para melhorar substancialmente as análises.

À medida que se intensificava a disputa pelas primárias, me peguei cada vez mais sintonizado nos canais de TV voltados para o noticiário político, principalmente MSNBC, CNN e Fox News. Grande parte da cobertura era desinteressante. Apesar dos meses que nos separavam da eleição, os comentários eram focados na inevitável vitória de Hillary Clinton, ignorando o grau de incerteza inerente a pesquisas realizadas com tanta antecedência. Parecia haver uma atenção exagerada ao fator gênero, em relação a Clinton, e ao fator raça, em relação a Obama.²⁴ Havia uma obsessão em apontar qual candidato tinha “ganhado o dia” ao fazer uma observação espirituosa numa coletiva ou conseguir o apoio de algum senador desconhecido para sua candidatura — coisas nas quais 99% dos eleitores não estavam interessados.

As novidades no cenário político, em especial as histórias importantes que realmente afetam a campanha, se desenrolam num ritmo irregular. A cobertura jornalística, contudo, é produzida todos os dias. Em sua maior parte, consiste em material para encher linguiça, formatado por narrativas concebidas para disfarçar sua irrelevância.^{XIX} Isso não apenas faz perder o sinal em algumas ocasiões como muitas vezes aumenta o ruído. Se várias pesquisas de opinião em determinado estado indicam que o candidato republicano está na frente, outra pesquisa que aponte a mesma coisa não será notícia. Mas se uma nova sondagem mostra o candidato democrata à frente, ela merecerá manchetes — mesmo que provavelmente destoe da realidade e não preveja com precisão o resultado.

Em outras palavras, o nível da concorrência estava lá embaixo. Alguém poderia parecer um gênio apenas por desenvolver um trabalho básico de pesquisa que apresentasse potencial para prever o desenrolar de uma campanha política. Então, criei um blog no site Daily Kos, postando análises detalhadas e embasadas por bons dados sobre pesquisas de opinião ou arrecadação para campanhas. Estudei quais institutos de pesquisa

tenham se mostrado mais certos em suas previsões passadas e em que medida a vitória em determinado estado — Iowa, por exemplo — tendia a mudar os números em outro lugar. Os artigos conquistaram seguidores rapidamente, mesmo que comentários em sites como Daily Kos sejam, em geral, mais qualitativos (e partidários) do que quantitativos. Em março de 2008, transferi minha análise para meu próprio site, FiveThirtyEight, que tentava formular previsões sobre as eleições gerais.

O modelo para previsões adotado pelo FiveThirtyEight partiu de um conceito simples — basicamente, considerava um conjunto de pesquisas, porém atribuía o peso a elas com base na exatidão demonstrada no passado — e, então, tornou-se aos poucos mais complexo. Obedecia, contudo, a três princípios amplos, todos bastante condizentes com a mentalidade de “raposa”.

Princípio 1: pensamento probabilístico

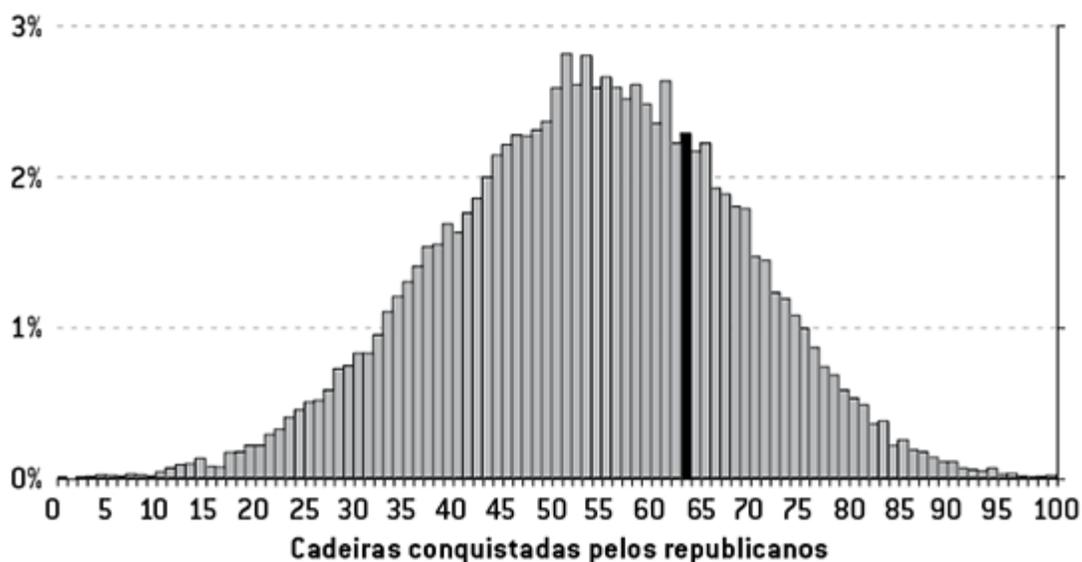
Quase todas as previsões que publico, seja sobre política, seja sobre outras áreas, lidam com probabilidades. Em vez de jogar um único número e alegar saber exatamente o que vai acontecer, prefiro articular uma série de resultados possíveis. Em 2 de novembro de 2010, por exemplo, meu prognóstico sobre quantas cadeiras os republicanos poderiam ganhar na Câmara do Congresso americano parecia com o que você pode ver na Figura 2.3.

O espectro de resultados mais prováveis — o bastante para abranger metade de todos os casos possíveis — era um ganho, pelos republicanos, de 45 a 65 cadeiras (o ganho real foi de 63 cadeiras). Mas também havia a possibilidade de que os republicanos ganhassem entre setenta e oitenta cadeiras — se bem que era quase certo que não conseguiriam as cem posições previstas por Dick Morris. Por outro lado, existia a possibilidade de que os democratas conservassem apenas vantagem suficiente para manter o controle da Câmara.

Esse espectro amplo de resultados possíveis representava a mais honesta expressão da incerteza presente no mundo real. O prognóstico foi construído a partir de previsões para cada uma das 435 vagas individuais — e, em número excepcionalmente grande, essas disputas pareciam muito equilibradas. Na realidade, de forma notável, 77 cadeiras foram decididas por margens de diferença de um dígito.²⁵ Se os democratas tivessem superado essas previsões por alguns poucos pontos na maior parte dos distritos mais disputados, poderiam ter conservado facilmente o controle da Câmara. Se os republicanos fizessem o contrário, talvez conseguissem aumentar a dimensão de seus ganhos numa proporção espantosa. Uma pequena mudança na balança política poderia ter produzido um resultado drasticamente diferente, de forma que seria uma tolice acenar com um número exato para traçar um cenário.

Esse princípio probabilístico também se sustenta quando formulamos uma previsão para uma disputa eleitoral isolada. Quais são as chances de vitória de um candidato, por exemplo, se tem uma vantagem de cinco pontos nas pesquisas? Os modelos do FiveThirtyEight estão tentando lidar com esse tipo de questão.

FIGURA 2.3: PREVISÃO DO FIVETHIRTYEIGHT PARA A CÂMARA EM 2 DE NOVEMBRO DE 2010



A resposta depende, em grande medida, das características da disputa. Quanto menos importante for a eleição, mais voláteis tendem a ser os resultados das pesquisas de opinião: sondagens sobre a Câmara tendem a ser menos precisas do que as relativas ao Senado, que, por sua vez, são menos exatas do que aquelas a respeito da campanha para a presidência. Pesquisas sobre as eleições primárias, por exemplo, são bem menos precisas do que aquelas para as eleições gerais. Durante as primárias do Partido Democrata, as pesquisas, tomadas em sua média, erraram por oito pontos, bem mais do que o admitido pela margem de erro. Os problemas registrados nas pesquisas para as primárias dos republicanos podem ter sido até piores.²⁶ Na verdade, em muitos dos estados mais importantes — incluindo Iowa, Carolina do Sul, Flórida, Michigan, Washington, Colorado, Ohio, Alabama e Mississippi —, o candidato que uma semana antes da eleição estava à frente nas pesquisas *perdeu*.

Porém, as pesquisas se tornam mais precisas à medida que se aproxima o dia das eleições. A Figura 2.4 apresenta alguns resultados a partir de uma versão simplificada do modelo utilizado no FiveThirtyEight para fazer previsões para o Senado, que usa dados colhidos entre 1998 e 2008 para deduzir a probabilidade de que um candidato vença com base na dimensão da sua vantagem na média das pesquisas. Um candidato ao Senado que apresenta vantagem de cinco pontos um dia antes da eleição, por exemplo, tem vencido a disputa, historicamente, em cerca de 95% das vezes — uma quase certeza, mesmo que os noticiários se empenhem em descrever a eleição como “decidida na reta final”. Por outro lado, uma vantagem de cinco pontos um ano antes da eleição representa apenas 59% de chance de vencer, um pouco mais do que as chances num jogo de cara ou coroa.

FIGURA 2.4: PROBABILIDADE DE UM CANDIDATO AO SENADO VENCER COM BASE NA DIMENSÃO DA VANTAGEM NA MÉDIA DAS PESQUISAS

	DIMENSÃO DA VANTAGEM			
Tempo até a eleição	1 ponto	5 pontos	10 pontos	20 pontos
Um dia	64%	95%	99,7%	99,999%
Uma semana	60%	89%	98%	99,97%
Um mês	57%	81%	95%	99,7%
Três meses	55%	72%	87%	98%
Seis meses	53%	66%	79%	93%
Um ano	52%	59%	67%	81%

É dessa maneira que os modelos de previsão do FiveThirtyEight afirmam sua utilidade. É muito fácil escolher uma eleição, perceber que determinado candidato está na frente em todas ou em quase todas as pesquisas e determinar que ele é o favorito. (Com algumas exceções, essa premissa se revelará certa.) Mais complicado é tentar determinar exatamente em que medida ele é o favorito. Nossos cérebros, afinados com a necessidade de detectar padrões, estão sempre buscando um sinal, enquanto deveríamos, ao contrário, avaliar quão cheios de ruídos se mostram os dados.

Acostumei-me a pensar assim porque tive longas experiências com dois assuntos, esportes e pôquer, nos quais é possível vivenciar todos os tipos de

situação pelo menos uma vez. Participe de muitas rodadas de pôquer e você será, em algum momento, contemplado com sua cota de *royal flushes*. Participe de mais algumas e descobrirá que seu adversário fez um *royal flush* enquanto você tem um *full house*.^{XX} Esportes, especialmente o beisebol, também proporcionam muitas oportunidades para que eventos de baixa probabilidade aconteçam. O Red Sox, de Boston, não conseguiu decidir o campeonato durante uma série de partidas, embora, em certo momento, tivesse 99,7% de chances de chegar lá²⁷ — ainda que eu não fosse discordar se alguém me dissesse que as leis da probabilidade não se aplicam ao Red Sox ou ao Chicago Cubs.

Políticos e observadores políticos, contudo, consideram perturbadora essa falta de clareza. Algumas semanas antes da eleição de 2010, um parlamentar democrata me ligou. Ele representava um distrito da Costa Oeste tradicionalmente democrata. Porém, levando em conta o êxito dos republicanos naquele ano, estava preocupado com a possibilidade de perder o mandato e desejava saber o grau exato de incerteza existente em nossa previsão. Nossos números davam-lhe, em termos aproximados, 100% de chance de vitória. Mas 100% significavam na verdade 99%, 99,99% ou 99,9999%? No último caso — com uma chance de derrota em cem mil —, ele estava prestes a doar seu fundo de campanha para candidatos de distritos em situações mais vulneráveis. Porém, não estava disposto a assumir o risco caso a chance de derrota fosse de uma em cem.

Aqueles com mentalidade partidária podem interpretar de modo equivocado o papel da incerteza numa previsão, pensando nela como uma proteção, como uma desculpa caso formulem uma análise errada. Mas não é essa a ideia. Se previrmos que um parlamentar com mandato irá vencer a disputa eleitoral em 90% das vezes, também preveremos que perderá em 10% das vezes.²⁸ A marca registrada de uma boa previsão é cada uma dessas probabilidades poder se revelar correta a longo prazo.

Os porcos-espinhos de Tetlock tinham uma dificuldade particular em compreender essas probabilidades. O significado de afirmar que existem

90% de chances de algo acontecer é *muito* específico e objetivo. Mas nossos cérebros traduzem essa afirmação em algo mais subjetivo. Evidências colhidas pelos psicólogos Daniel Kahneman e Amos Tversky sugerem que essas estimativas subjetivas nem sempre se ajustam à realidade. Temos dificuldade em distinguir se as chances de um avião aterrissar em segurança são de 90%, de 99% ou de 99,9999%, mesmo que cada possibilidade implique coisas enormemente diferentes ao decidirmos se devemos ou não fazer a reserva de uma passagem.

Com a prática, nossas estimativas podem melhorar. O que caracteriza os porcos-espinhos de Tetlock é teimar demais em não aprender com os próprios erros. Admitir nos seus prognósticos a incerteza presente no mundo real exigiria que reconhecessem a imperfeição de suas teorias sobre como o mundo deveria funcionar — a última coisa que um ideólogo deseja fazer.

Princípio 2: a previsão de hoje é a primeira do resto da sua vida

Outro equívoco é achar que uma boa previsão não deve ser mudada. É claro que é um péssimo sinal haver mudanças drásticas na sua análise a cada dia — seja por causa de um modelo mal concebido ou pelo fato de o fenômeno que você está tentando prever simplesmente se mostrar imprevisível. Em 2012, quando publiquei antecipadamente prognósticos sobre as primárias republicanas em cada estado, levando em conta apenas as sondagens de opinião ali realizadas, as probabilidades mudavam de maneira relevante, de tempos em tempos, assim como as pesquisas.

Quando o resultado é mais previsível — como acontece na fase final de eleições gerais —, os prognósticos costumam ser mais estáveis. O comentário que mais ouvi entre os democratas depois da eleição de 2008 foi que eles consultavam o FiveThirtyEight para se acalmarem.^{XXI} Nas últimas etapas de uma campanha presidencial, até trinta ou quarenta pesquisas de opinião são divulgadas todos os dias, em diferentes estados, e

muitos resultados extrapolam inevitavelmente a margem de erro. Candidatos, estrategistas e analistas políticos que aparecem na televisão — que têm algum tipo de interesse em fazer com que a disputa pareça mais acirrada do que realmente é — podem concentrar sua atenção nessas pesquisas destoantes, mas o modelo adotado pelo FiveThirtyEight descobriu que elas não costumam fazer muita diferença.

Em última instância, a atitude correta é formular a melhor previsão possível *hoje* — independentemente do que você disse na semana passada, no mês passado ou no ano passado. Formular um novo prognóstico não significa que o anterior desaparecerá. (O ideal seria manter um registro e deixar que as pessoas avaliem, a longo prazo, em que medida você foi bem-sucedido ao prever determinado evento.) Porém, se existe algum motivo para acreditar que a previsão antiga estava errada, não há glória em teimar a se apegar a ela. “Quando os fatos mudam, minha opinião muda”, disse, numa frase famosa, o economista John Maynard Keynes. “E o senhor, o que faz?”

Algumas pessoas não gostam de análises que corrigem seu curso e confundem isso com um sinal de fraqueza. Acham que mudar de ideia equivale a trapacear ou a erguer o indicador para ver em que direção o vento está soprando.²⁹ Normalmente, os críticos se apoiam, de forma implícita ou explícita, na noção de que a política é algo análogo à física ou à biologia, obedecendo a leis fundamentais intrinsecamente passíveis de serem previstas e conhecidas. (Um de meus críticos mais frequentes é professor de neurociência em Princeton.³⁰) Nessas circunstâncias, novas informações não têm tanta importância; as eleições percorreriam uma órbita previsível, como um cometa a caminho de uma colisão com a Terra.

Contudo, as previsões eleitorais têm menos afinidade com a física ou com a biologia do que com o pôquer, no qual podemos observar o comportamento do nosso adversário e colher alguns indícios, mas não podemos ver suas cartas. Para extrair o máximo possível dessas informações limitadas, é preciso que queiramos atualizar nosso prognóstico à medida

que novas e melhores informações se tornam disponíveis. É a alternativa a essa atitude — deixar de corrigir nossa previsão por receio de constrangimento — que revela falta de coragem.

Princípio 3: busque o consenso

Todos os porcos-espinhos alimentam fantasias nas quais se imaginam fazendo uma previsão audaciosa, arrojada, que fuja do lugar-comum — algo que se distancie radicalmente do consenso existente em torno de determinado tema. Seus colegas os colocariam no ostracismo; mesmo seus mais fiéis seguidores começariam a olhá-los de modo diferente. Mas, então, a previsão acabaria por se revelar exata, profunda e indubitavelmente correta. Dois dias depois, eles estariam na primeira página do *Wall Street Journal* e sentados no sofá de Jay Leno, escolhidos como exemplos de pioneiros ousados e corajosos.

De vez em quando, pode ser correto fazer uma previsão assim. O consenso vigente entre os especialistas pode estar errado — alguém que antevisse o colapso da União Soviética mereceria todas as homenagens que lhe pudessem ser prestadas. Mas o cenário criado por essa fantasia é muito improvável. Mesmo que as raposas, incluindo eu mesmo, não constituam um rebanho conformista, nos preocupamos cada vez que nossas previsões se mostram radicalmente diferentes daquelas formuladas pelos concorrentes.

Um grande volume de evidências sugere que previsões produzidas por grupos ou baseadas em médias acertam com maior frequência do que as produzidas individualmente, chegando a ser 15% ou 20% mais precisas, dependendo do assunto. Isso não significa necessariamente que prognósticos feitos por grupos sejam *bons*. (Discutiremos esse assunto com mais detalhes.) Mas significa, sim, que pode ser vantajoso aplicar diversas perspectivas ao examinar determinado problema.

“Às vezes, raposas conseguem fazer, dentro de suas cabeças, uma série de coisas que seriam feitas por um grupo inteiro de porcos-espinhos”, contou-me Tetlock. O que ele quis dizer é que raposas desenvolveram uma capacidade de rivalizar com esse processo de formulação de um consenso. Em vez de fazerem perguntas a um grupo inteiro de especialistas, elas se questionam constantemente. Com frequência, isso implica elas mesmas agregarem diferentes tipos de informação — como faria, de forma natural, um grupo de pessoas com ideias diferentes a respeito do mundo —, em vez de tratarem cada evidência como se fosse o Santo Graal. (As previsões do site FiveThirtyEight, por exemplo, costumam combinar dados de pesquisas de opinião e informações sobre a economia e a demografia de um estado, e assim por diante.) Aqueles que optaram por ignorar os conselhos de Tetlock ao formularem prognósticos frequentemente pagaram um preço.

Cuidado com previsões milagrosas

Antecipando-se às eleições de 2000, o economista Douglas Hibbs publicou um modelo para previsões supostamente capaz de produzir informações precisas sobre o resultado da eleição presidencial baseando-se apenas em duas variáveis — uma relacionada ao crescimento da economia e outra, ao número de baixas entre os militares.³¹ Hibbs fez algumas alegações bastante ousadas e típicas de um porco-espinho, dizendo que dados sobre o índice de aprovação de um presidente (historicamente um indicador bastante confiável sobre a probabilidade de reeleição) não tornariam, em absoluto, sua previsão mais precisa. Também não importavam os índices de desemprego ou de inflação. E a identidade dos candidatos não fazia diferença: um partido poderia indicar tanto um senador altamente ideológico, como George McGovern, quanto um centrista e herói de guerra, como Dwight D. Eisenhower. Longe dessas questões, o fator decisivo, argumentava Hibbs, era uma variável econômica relativamente obscura, conhecida como renda disponível real *per capita*.

Então como o modelo se saiu na prática? Ele antevia uma vitória esmagadora para Al Gore, que venceria a eleição por uma vantagem de 9%. Porém, George W. Bush ganhou depois da recontagem dos votos da Flórida. Gore realmente venceu na contagem de votos populares no conjunto do país, porém o modelo de Hibbs não dera a entender, sequer sugerira, que a disputa seria tão acirrada, atribuindo apenas uma chance em oitenta de que a eleição fosse decidida voto a voto.³²

Vários outros modelos adotaram abordagem semelhante, alegando que puderam reduzir algo tão complexo como uma eleição presidencial a uma fórmula com duas variáveis. (Estranhamente, nenhum modelo empregava as *mesmas* duas variáveis.) Alguns, na realidade, apresentaram um histórico de desempenho bem pior do que tinha o método de Hibbs. Em 2000, um modelo previu a vitória de Gore por uma vantagem de dezenove pontos e teria estimado as chances do resultado real como uma em muitos bilhões.³³

Esses modelos tornaram-se populares depois das eleições de 1988, em que os fundamentos pareciam favorecer George H. W. Bush — a economia ia bem e Reagan, predecessor republicano de Bush, gozava de popularidade — enquanto as pesquisas de opinião favoreciam Michael Dukakis até a fase final da campanha.³⁴ Bush acabou vencendo com facilidade.

Contudo, desde que passaram a ter seus resultados difundidos, o histórico de desempenho desses modelos mostrou-se bastante fraco. Em média, nas cinco eleições presidenciais ocorridas desde 1992, o típico modelo “baseado nos fundamentos” — ou seja, que ignorava as pesquisas de opinião e alegava perceber claramente como os eleitores iriam se comportar — errou o resultado final entre os principais candidatos por uma diferença de quase sete pontos percentuais.³⁵ Modelos que adotam uma abordagem mais afinada com a mentalidade de raposa, combinando dados econômicos a pesquisas de opinião e outros tipos de informação, produziram resultados mais confiáveis.

Avaliando o peso da informação qualitativa

Esses modelos de previsão, supostamente milagrosos, fracassaram apesar de serem quantitativos e baseados em estatísticas publicadas sobre economia. Na realidade, algumas das piores previsões que registrei neste livro são quantitativas. As agências de classificação de risco, por exemplo, tinham modelos que chegavam a estimativas precisas, alimentadas por dados, sobre a probabilidade de determinadas hipotecas entrarem em inadimplência. Esses modelos estavam perigosamente errados porque se apoiavam numa premissa conveniente — de que os riscos de calote relativos a diferentes hipotecas tinham pouco a ver um com o outro —, que não fazia sentido em meio a uma bolha imobiliária e de crédito. É claro que, em minhas previsões, tenho uma clara preferência por abordagens mais quantitativas. Porém, porcos-espinhos são capazes de usar qualquer tipo de informação para reforçar suas visões preconcebidas enquanto raposas, que têm prática em avaliar o peso de diferentes tipos de informação, podem se beneficiar com o uso de fatores qualitativos juntamente aos quantitativos.

Poucos analistas políticos contam com um histórico de sucessos comparável aos êxitos da equipe que administra o informativo *Cook Political Report*. Fundado em 1984 por Charlie Cook, um afável e genial cidadão nascido em Louisiana, o grupo é relativamente pouco conhecido fora dos círculos de Washington, mas os aficionados em política há anos recorrem aos seus prognósticos e raramente se decepcionam com os resultados.

Cook e sua equipe têm uma missão específica: prever o resultado das eleições americanas, em particular para o Congresso. Isso significa emitir prognósticos para todas as 435 disputas pelas cadeiras da Câmara, assim como para as aproximadas 35 vagas no Senado, em votações realizadas a cada dois anos.

Prever o resultado de uma disputa para o Senado ou pelos governos estaduais é algo relativamente fácil. De modo geral, os candidatos

costumam ser conhecidos pelos eleitores e as disputas mais importantes atraem a atenção de todo o país, sendo monitoradas dia a dia por empresas respeitadas. Nessas circunstâncias, é difícil aprimorar um bom método para trabalhar com o conjunto dessas pesquisas, como aquele que uso no FiveThirtyEight.

Contudo, as disputas para a Câmara são outra história. Muitas vezes, os candidatos são, a princípio, personagens obscuros — vereadores ou proprietários de pequenos negócios que decidem tentar a sorte na política nacional — e, em alguns casos, pouco conhecidos pelos eleitores até dias antes da votação. Os distritos eleitorais estão literalmente espalhados pelos Estados Unidos, dando margem a todos os tipos de idiosincrasias demográficas. As sondagens de opinião para as cadeiras da Câmara tendem a ser, na melhor das hipóteses,³⁶ muito vagas — caso estejam disponíveis, o que muitas vezes não acontece.

Isso, porém, não significa que não existam informações à disposição de analistas como Cook. Na realidade, há uma abundância: além das sondagens de opinião, há os dados sobre a demografia dos distritos e sobre votações nas eleições passadas. Há dados sobre as tendências entre os votantes associados a cada partido por todo o país, assim como os índices de aprovação do presidente em exercício. Há informações sobre o levantamento de doações para campanhas, que precisam ser detalhadas e informadas à Comissão Eleitoral Federal.

Outros tipos de informação são mais qualitativos, porém, mesmo assim, potencialmente úteis. A candidata é uma boa oradora? Até que ponto sua plataforma está afinada com as peculiaridades do distrito? Quais tipos de anúncio ela está colocando no ar? Uma campanha política é, basicamente, um pequeno negócio: até que ponto ela sabe gerenciar pessoas?

Todas essas informações, é claro, poderiam colocá-lo em apuros se você fosse um porco-espinho e não soubesse avaliar cuidadosamente o peso de cada uma. Porém, o *Cook Political* tem muita experiência na formulação

de previsões e conta com um histórico impressionante em termos de precisão.

Para isso, sua equipe classifica as disputas políticas ao longo de uma escala de sete pontos, desde Solidamente Republicano — uma eleição na qual a vitória republicana é quase certa — a Solidamente Democrata. Entre 1998 e 2010, as 1.207 disputas classificadas como solidamente republicanas foram vencidas por republicanos em 1.205 ocasiões — um índice bem acima de 99%. Do mesmo modo, disputas descritas como solidamente democratas foram vencidas pelos democratas 1.226 vezes num total de 1.229 casos.

Muitas das disputas situadas no campo Solidamente Democrata ou Solidamente Republicano ocorrem em distritos onde o mesmo partido vence, todos os anos, por vantagens esmagadoras — essas previsões não são tão difíceis. Contudo, o *Cook Political* se saiu igualmente bem ao formular prognósticos para disputas bem mais complicadas. Eleições classificadas como apenas “tendendo” para os republicanos, por exemplo, foram, na realidade, vencidas por eles em 95% das vezes. Da mesma maneira, disputas caracterizadas como “tendendo” para os democratas foram vencidas por estes em 92% dos casos.³⁷ Além disso, as previsões do *Cook* mantêm um bom histórico mesmo quando divergem de indicadores quantitativos, como as sondagens de opinião.³⁸

Visitei a equipe do *Cook Political*, em Washington, em certo dia de setembro de 2010, cerca de cinco semanas antes das eleições em novembro, e passei uma tarde com David Wasserman, um sujeito de cabelos encaracolados, na casa dos trinta anos, que cuida das previsões sobre a Câmara dos Deputados.

O único aspecto singular no processo adotado pelo *Cook* são suas entrevistas com os candidatos. Na época da eleição, o acesso ao quinto andar do complexo Watergate, onde estão instalados os escritórios do *Cook*, transforma-se numa porta giratória, tomado pelo vaivém de candidatos, que, entre uma reunião e outra para angariar fundos e determinar

estratégias, aparecem para conversas que podem durar horas. No dia em que o visitei, Wasserman tinha três entrevistas agendadas. Ele me convidou para assistir a uma delas, com um candidato republicano chamado Dan Kapanke, que esperava conquistar a cadeira então ocupada pelo democrata Ron Kind, do terceiro distrito de Wisconsin, que abrange várias pequenas comunidades no sudoeste do estado. O *Cook Political* tinha classificado a disputa como Provavelmente Democrata, o que significa que concedia a Kapanke apenas uma pequena chance de vitória, mas estava considerando a possibilidade de reclassificar a disputa para Tendendo para os Democratas, uma categoria ligeiramente menos enfática.

Kapanke, um senador que administrava uma empresa de equipamentos para o setor agrário, tinha o jeito ríspido de um professor de ginástica do ensino médio. Também era dono de um sotaque típico de Wisconsin: quando ele falava sobre o La Crosse Loggers, o pequeno time de beisebol do qual é proprietário, eu não sabia ao certo se ele estava se referindo a *logger* (o sujeito que corta a madeira) ou a *lager* (como a cerveja), porque qualquer das duas opções seria um apelido adequado para um time de beisebol de Wisconsin. Ao mesmo tempo, a maneira direta e franca com que se expressava compensava o charme que lhe faltava — e ele havia conquistado sua cadeira no Senado por um distrito que costumava votar nos democratas.³⁹

Wasserman, contudo, assume a abordagem de um jogador de pôquer em suas entrevistas. Conservando uma expressão impenetrável e uma atitude estritamente profissional, ele procura, de forma sutil, submeter o candidato a algum tipo de estresse, de modo a poder extrair mais informações.

“Minha técnica básica”, disse-me ele, “é tentar estabelecer uma relação confortável e amistosa com o candidato no começo da entrevista, geralmente fazendo com que falem sobre detalhes casuais de seus lugares de origem. Então, tento fazer algumas perguntas mais incômodas. Mencione um tema em que você discorda da liderança do seu partido. O

objetivo não é tanto fazer com que se descontrolam, mas sentir seu estilo e sua maneira de abordar problemas.”

Sua entrevista com Kapanke seguiu esse padrão. O fato de Wasserman conhecer todos os recantos e buracos da geografia política faz com que ele pareça um conterrâneo, deixando Kapanke feliz em jogar conversa fora sobre as peculiaridades do distrito — por exemplo, quantos votos de vantagem ele precisava abrir em La Crosse para compensar os eleitores que perderia em Eau Claire. Mas ele engasgou durante uma série de perguntas a respeito de alegações de que teria usado contribuições de lobistas para pagar um conjunto de refletores instalado no estádio dos Loggers.⁴⁰

Era um assunto trivial: ele não estava sendo acusado de trair a mulher ou fraudar seus impostos. Porém, foi o bastante para convencer Wasserman a não mudar a classificação daquela disputa.⁴¹ Na verdade, Kapanke perdeu a eleição naquele novembro por cerca de 9.500 votos, apesar de os republicanos terem ganhado as eleições na maior parte dos distritos semelhantes àquele espalhados pelo Meio-Oeste.

Esse é, na verdade, o desfecho mais comum; de modo geral, Wasserman mantém a classificação original após as entrevistas. Por mais que se esforce para arrancar dos candidatos alguma nova informação, muitas vezes ela não é importante o suficiente para mudar sua avaliação sobre a disputa.

A abordagem funciona porque Wasserman é capaz de avaliar essa informação sem se deixar influenciar pela presença do candidato à sua frente. Muitos analistas menos competentes baixariam a guarda e se deixariam impressionar ou seduzir, engoliriam mentiras e se deixariam enrolar ou, ainda, teriam se perdido irremediavelmente na narrativa da campanha. Ou, por fim, ficariam embevecidos com sua *própria* habilidade para conduzir a entrevista com o candidato, ignorando todas as outras informações pertinentes à disputa eleitoral.

Em vez disso, Wasserman considera tudo em contraste com um contexto político bastante amplo. Uma excelente candidata democrata que passa

com louvor na sua entrevista pode não ter chance alguma num distrito em que os republicanos costumam vencer por vinte pontos de vantagem.

Se funciona assim, por que se dar o trabalho de entrevistar candidatos afinal? Wasserman procura, sobretudo, indícios gritantes — como na ocasião em que o parlamentar Eric Massa (que, mais tarde, renunciaria ao mandato ao ser alvo de acusações de assédio sexual a um integrante de sua equipe) insistiu em perguntar a idade de Wasserman. O psicólogo Paul Meehl chama esses episódios de “perna quebrada” — situações nas quais há algo tão gritante que seria uma tolice não levar em conta.⁴²

Flagrar alguns casos desses, a cada ano, ajuda Wasserman a acertar o prognóstico de algumas disputas extras. Ele também é capaz de avaliar o peso das informações obtidas em suas entrevistas *sem exagerar* sua importância, o que poderia piorar a qualidade dos prognósticos. Saber se a informação chega com um sabor quantitativo ou qualitativo não é tão importante quanto saber como usá-la.

Não é fácil ser objetivo

Neste livro, emprego com cuidado os termos *objetivo* e *subjetivo*. A palavra *objetivo*, às vezes, é considerada um sinônimo de *quantitativo*, mas não é. Significa, sim, ver além das nossas inclinações pessoais e preconceitos, buscando alcançar a verdade a respeito de um problema.⁴³

A objetividade em estado puro é algo desejável, porém inalcançável neste mundo. Ao formularmos uma previsão, fazemos uma escolha entre muitos métodos, que podem se apoiar apenas em variáveis quantitativas, como pesquisas de opinião, ou em abordagens como a feita por Wasserman, considerar também fatores qualitativos. Todos, no entanto, apresentam decisões e premissas que precisam ser determinadas por quem se propõe a elaborar um prognóstico. Existe potencial para uma visão parcial em tudo o que envolve a avaliação humana. O modo para nos tornarmos mais objetivos é reconhecer a influência que nossas premissas

desempenham nas nossas previsões e termos a iniciativa de questioná-las. Na política, entre inclinações ideológicas e propensão a elaborar narrativas coerentes a partir de informações cheias de ruídos, isso pode ser especialmente difícil.

De modo que você precisará adotar alguns hábitos diferentes daqueles exibidos pelos analistas que aparecem na TV. Terá de aprender a expressar — e a quantificar — a incerteza existente nas suas avaliações. Precisarás atualizá-las à medida que fatos e circunstâncias mudam. Terá de reconhecer que existe sabedoria em ver o mundo a partir de outro ponto de vista. Quanto mais se dispuser a fazer essas coisas, mais capaz será de avaliar uma ampla variedade de informações sem extrapolá-las.

Em síntese, você precisará aprender a pensar como uma raposa. O formulador de prognósticos que adota essa visão reconhece as limitações que o discernimento humano impõe sobre a capacidade de prever os rumos do mundo. Conhecer esses limites pode ajudá-lo a acertar um número maior de previsões.

[XIII](#) A maior parte das empresas de TV a cabo nos Estados Unidos mantém os canais Fox News e MSNBC separados por pelo menos dois outros canais.

[XIV](#) Das várias revoluções registradas no Leste Europeu em 1989, apenas a ocorrida na Romênia resultou em derramamento substancial de sangue.

[XV](#) Segundo uma popular teoria psicológica surgida nos anos 1950, personalidades de Tipo A seriam mais rígidas, organizadas, impacientes e estressadas. As personalidades de Tipo B apresentariam características opostas. (N. do T.)

[XVI](#) No original: *one-handed economist*. Em inglês as expressões *on the one hand* e *on the other hand* significam “por um lado” e “por outro lado”. (N. do T.)

[XVII](#) Ambos foram aspirantes derrotados a candidatos à presidência pelo Partido Republicano. (N. do T.)

[XVIII](#) O nome do site (538) refere-se ao número de votos no colégio eleitoral dos Estados Unidos.

[XIX](#) A forma clássica de atuação da imprensa consiste em torcer por uma boa história, esperando que um desfecho mais dramático possa aumentar as vendas dos jornais.

[XX](#) *Royal flush* é uma sequência de dez ao ás, sendo todas as cartas do mesmo naipe, e é a maior mão possível no pôquer; *full house* é uma trinca acompanhada de um par, num jogo de cinco cartas. (N. do T.)

[XXI](#) Não é de surpreender que nenhum democrata tenha me dito a mesma coisa na campanha de 2010, quando nossos modelos mostravam que estavam perdendo feio.

TUDO O QUE ME IMPORTA SÃO OS VS E OS DS

O Red Sox andava com baixíssimo astral. O time acabara de voltar de Nova York, onde tinha perdido todas as três partidas para seus odiados adversários, os Yankees, enterrando qualquer chance de conquistar o título de campeão de 2009 da Divisão Leste da Liga Americana. Faltando apenas sete jogos para o fim da temporada, era quase certo que o Red Sox conseguiria chegar aos *playoffs* passando por uma repescagem,^{XXII} porém não era nessas condições que o clube pretendia entrar na fase decisiva. Estudos estatísticos mostram que o modo como um time termina a temporada regular influi pouco no seu desempenho nos *playoffs*, quando é definido o campeão;¹ contudo o Red Sox começava a se dar conta de que aquele não era um ano bom.

Eu estava no Fenway Park para falar com uma pessoa: o *second baseman* [jogador de segunda base] e estrela do time, Dustin Pedroia. Ele era um dos meus favoritos desde 2006, quando o Pecota, sistema de projeções que desenvolvi para a *Baseball Prospectus*, previu que ele se tornaria um dos melhores do país. A previsão do Pecota contrastava, de forma aguda, com a opinião de muitos olheiros, que descartavam Pedroia por causa de seu “físico pouco dotado”;² ao avaliar sua baixa estatura e o jeito

desengonçado, logo concluíam que ele seria um jogador menor. Enquanto o *Pecota* classificava Pedroia como o quarto jogador com melhor potencial em 2006,³ a revista *Baseball America*, que tradicionalmente dá mais ênfase à visão dos olheiros, o situara na 77^a posição. Avaliações como a reproduzida a seguir, feita por Keith Law,⁴ da ESPN, na temporada de estreia de Pedroia, eram típicas.⁵

Dustin Pedroia não demonstra ter força ou velocidade em seu bastão para vencer com regularidade os arremessos dos principais times, e não tem nenhuma energia. Se conseguir manter um índice de aproveitamento em torno de 26%, ele poderá ser útil e, provavelmente, tem futuro como *infielder* [defensor interno] reserva, isso se conseguir parar de entregar o jogo para o *third baseman* [jogador da terceira base] e para o *shortstop* [interbase].

Law publicou esse comentário em 12 de maio de 2007, numa época em que Pedroia tinha o índice de rebatidas em 24,7% e marcara apenas um *home run*.⁶ Verdade seja dita, eu também estava perdendo minha fé nele: assisti a muitas de suas rebatidas, e, em termos estatísticos, Pedroia parecia levar a pior. [XXIII](#)

Porém, empenhado em calar os críticos, Pedroia começou a jogar beisebol como nunca. Ao longo de suas quinze partidas seguintes, atingiu o notável índice de aproveitamento de 47,2%, melhorando sua média, que havia caído até 15,8% em abril antes de alcançar 33,6%.

Em julho, dois meses depois da avaliação feita por Law, Pedroia foi convocado para o All-Star Team da Liga Americana. Em outubro, ajudou o Red Sox a conquistar seu segundo título do World Series desde 1918. Naquele novembro, foi apontado como revelação do ano. Na temporada seguinte, aos 24 anos, conquistou o prêmio de melhor jogador, na condição de atleta mais completo da Liga. Ele já não era um *infielder* reserva, mas uma estrela. Os olheiros haviam subestimado completamente seu potencial.

Fui a Fenway Park porque queria compreender o que havia feito Pedroia dar a virada. Trazia comigo uma lista de perguntas, e o Red Sox me concedeu uma credencial de jornalista, garantindo meu acesso ao gramado. Eu sabia que não seria fácil. O campo de um grande time, considerado pelos jogadores uma espécie de santuário, não é o lugar mais apropriado para uma entrevista. Os jogadores do Red Sox, recém-chegados de um fim de semana marcado por derrotas, mostravam-se mal-humorados e tensos.

Enquanto eu observava Pedroia treinar, rebatendo arremessos de Kevin Youkilis, o robusto *third baseman* do time, para o novato da primeira base, Casey Kotchman, tornava-se claro que havia algo de diferente nele. Os movimentos de Pedroia eram precisos, enquanto Youkilis mostrava-se desleixado em algumas jogadas e Kotchman, por vezes, disperso. Mas o que se destacava era sua atitude: Pedroia rebatia as bolas com força através do campo, parecendo chateado sempre que percebia uma falta de concentração por parte dos colegas.

Depois de cerca de quinze minutos de treino, o Red Sox saiu de cena, deixando o campo para o Toronto Blue Jays, seus adversários naquela noite. Pedroia passou por mim enquanto eu estava plantado ao lado da primeira base, a poucos metros do túnel do Red Sox. Os olheiros tinham razão a respeito do seu tamanho: 1,75 metro, quase a minha altura, embora eu tivesse uns bons cinco centímetros a mais do que ele. Também estavam certos quanto à sua aparência pouco atlética. Com um princípio de calvície aos 25 anos, Pedroia tinha quase tanto cabelo no queixo quanto na cabeça, e dava para perceber um início de barriga formando-se sob o uniforme branco usado no treino. Na rua, poderia ser tomado como o gerente de uma videolocadora.

Pedroia se virou para entrar no túnel, onde se sentou, sozinho. Aquele pareceu o momento perfeito para fazer contato. Tratei de tomar coragem.

— Ei, Dustin, tem um minuto?

Pedroia me olhou por um momento, com uma expressão desconfiada, e então declarou, da maneira mais arrogante possível, pronunciando sílaba a sílaba para enfatizar a mensagem:

— Não, não tenho. Estou tentando me preparar para um jogo importante.

Ainda vaguei pelo campo por alguns minutos, tentando recuperar minha dignidade, antes de perambular até a área reservada à imprensa para assistir à partida.

No dia seguinte, quando minha credencial havia perdido a validade e eu já estava em Nova York, enviei meu amigo David Laurila, ex-colega de trabalho na *Baseball Prospectus* e entrevistador experiente, em missão para tentar arrancar algo útil de Pedroia. Porém, o jogador não se mostrou falante, oferecendo a Laurila a declaração menos bombástica possível. “Sabe de uma coisa? Sou um cara que não liga para números e estatísticas”, disse ele. “Tudo com que me importo são os Vs e os Ds. Só quero saber das vitórias e das derrotas. Não ligo para mais nada.”^{XXIV}

Pedroia aprendera a usar esses clichês depois de se meter em todo tipo de encrenca ao se afastar das respostas oficiais, como na ocasião em que chamou sua cidade natal — Woodland, na Califórnia — de “buraco”.⁷ “Pode botar meu nome aí”, disse ele à revista *Boston*. “Estou cagando.”

Ele está cagando. Eu acabaria compreendendo que, sem aquela atitude, Pedroia poderia ter se deixado perturbar pelos relatórios dos olheiros e nunca chegaria a integrar uma equipe das grandes ligas profissionais.^{XXV}

Construindo um sistema de previsão para o beisebol

Até onde posso me lembrar, sempre fui fã de beisebol — e de estatísticas sobre o esporte. O time da minha cidade, Detroit Tigers, venceu o World Series em 1984, quando eu tinha seis anos. Como um petulante menino prodígio da matemática, eu me sentia atraído por todos os números envolvidos no jogo. Comprei minhas primeiras figurinhas com astros do

beisebol aos sete, li meu primeiro *Elias Baseball Analyst* aos dez e criei minhas próprias estatísticas aos doze. (De modo um tanto implausível, meus cálculos apontavam que Tim Lincecum, um jogador pouco conhecido do Red Sox, era um dos melhores atletas em atividade.)

Meu interesse, contudo, atingiu o auge em 2002. Nessa época, Michael Lewis estava ocupado escrevendo *Moneyball*, que logo se tornaria um best-seller ao narrar a ascensão do Oakland Athletics e de seu administrador, Billy Beane, famoso pela intimidade com números. Bill James, que havia colaborado para o advento da era Sabermetric^{XXVI} 25 anos antes ao publicar um livro chamado *The Bill James Baseball Abstract*, seria, em pouco tempo, contratado como consultor pelo Red Sox. Uma obsessão pouco saudável por estatísticas sobre beisebol estava prestes a se tornar algo maior do que um hobby — e, enquanto tudo isso acontecia, eu procurava um novo emprego.

Dois anos após deixar a universidade, eu morava em Chicago e trabalhava como consultor de preços de transferência para a firma de contabilidade KPMG. O trabalho não era tão ruim. Meus chefes e colegas eram pessoas amigáveis e bons profissionais. O salário era razoável, e eu me sentia seguro.

Contudo, dizer a uma empresa como definir seus preços numa fábrica de celulares na Malásia de modo a aliviar sua carga tributária, ou pegar um voo às seis horas da manhã até Saint Louis para avaliar contratos de uma empresa de carvão, não era exatamente minha ideia de um trabalho estimulante. Tudo era prudente demais e rotineiro demais para um sujeito irrequieto de 24 anos, e eu me sentia mais entediado do que nunca. A única vantagem, no entanto, é que me sobrava muito tempo. De modo que, nas horas livres, comecei a construir uma planilha colorida repleta de estatísticas sobre beisebol, que viria a ser a base para o Pecota.

Durante a faculdade, comecei a ler uma publicação anual chamada *Baseball Prospectus*. A série foi lançada em 1996 por Gary Huckabay, um ruivo expansivo e sarcástico que recrutara uma equipe de redatores do site

jornalístico *rec.sport.baseball*, datado dos primeiros tempos da internet e, à época, na vanguarda das análises estatísticas desse esporte. Huckabay percebera uma oportunidade no mercado: Bill James havia interrompido a publicação de seu *Abstracts* em 1988, e a maior parte dos produtos que procuravam preencher essa lacuna não tinha a mesma qualidade ou saída de circulação durante a longa greve dos times de beisebol em 1994 e 1995. O primeiro número de *Baseball Prospectus*, publicado em 1996 e impresso em um numa impressora a laser, omitiu acidentalmente o capítulo dedicado ao St. Louis Cardinals e vendeu apenas 75 exemplares. Mas o livro se transformou rapidamente num objeto cult, conquistando admiradores que fizeram as vendas subirem exponencialmente a cada ano.

Baseball Prospectus era o sonho erótico de qualquer nerd aficionado por estatísticas. Havia páginas e mais páginas cheias de números — não apenas sobre os jogadores dos grandes times, mas também a respeito de equipes menores, cujas performances foram “traduzidas” para o nível das grandes equipes. Os textos, ainda que às vezes destinados a um público muito restrito, eram estimulantes, repletos de referências a *Os Simpsons*, piadas a respeito de obscuros filmes pornô dos anos 1980 e observações sarcásticas sobre os dirigentes esportivos pelos quais nutriam antipatia.

Contudo, o mais importante eram suas previsões sobre o desempenho de cada jogador na temporada seguinte, apresentadas na forma de um sistema de projeções concebido por Huckabay e denominado Vladimir. Esse parecia ser o próximo passo na revolução iniciada por James.

Um bom método de prognósticos sobre beisebol precisa cumprir três objetivos básicos:

1. Levar em conta o contexto das estatísticas sobre os jogadores.
2. Distinguir entre habilidade e sorte.
3. Compreender de que modo a atuação de um jogador evolui à medida que ele envelhece, o que é conhecido como a *curva da idade*.

O primeiro ponto é relativamente fácil. O beisebol, caso único entre os esportes americanos mais importantes, sempre foi disputado em campos sem dimensões padronizadas. É muito mais fácil para um jogador obter uma média alta de rebatimentos no Fenway Park, um estádio bem-projetado e retangular, cujos contornos seguem a malha das ruas retilíneas da Nova Inglaterra, do que nas imediações sombrias do Dodger Stadium, cercado por um fosso de estacionamentos. Ao observar de que forma se comportam os jogadores, tanto em casa quanto fora, podemos desenvolver um “fator estádio” que leve em conta o grau de dificuldade enfrentado pelo atleta. (Por exemplo, Fred Lynn, detentor do título de melhor jogador da temporada pelo Red Sox nos anos 1970, atingiu o índice de aproveitamento de 34,7% ao longo de sua carreira no Fenway Park, mas apenas 26,4% em todos os outros estádios.) Da mesma forma, ao observar o que acontece com jogadores que passam da Liga Nacional para a Liga Americana, é possível dizer qual é a melhor e considerar esse aspecto ao definir a força de determinado jogador na competição.

O mais completo banco de dados do mundo

A segunda tarefa — distinguir entre habilidade e sorte — exige um esforço maior. No beisebol, a sorte prevalece a curto prazo: mesmo os melhores times perdem cerca de um terço das suas partidas, e até os rebatedores (*hitters*) mais eficientes não conseguem chegar à terceira base a cada cinco tentativas. Às vezes, a sorte acabará por obscurecer o verdadeiro grau de habilidade de um jogador mesmo no decurso de um ano inteiro. Durante determinada temporada, um rebatedor com 27,5% de aproveitamento tem cerca de 10% de chance de atingir tanto o índice de 30% quanto um índice de 25%, levando em consideração apenas a sorte.⁸

O que um sistema de previsões bem-projetado pode fazer é apontar quais estatísticas, em particular, se mostram mais suscetíveis à sorte; a média de rebatidas de um rebatedor, por exemplo, é mais aleatória do que seus *home*

runs. Esse aspecto é ainda mais importante em relação aos arremessadores (*pitchers*), cujas estatísticas são notoriamente irregulares. Se você quer fazer uma previsão para as vitórias e derrotas de um arremessador, considerar o número de *strike-outs* registrados e quantos *walks* [bases por bola] ele cedeu ao rebatedor é mais informativo do que olhar seus Vs e Ds na temporada anterior, porque as estatísticas dos primeiros itens se mostram muito mais consistentes de ano para ano.

A meta, como acontece ao formularmos qualquer previsão, consiste em tentar trazer à tona a causa do fenômeno: eliminar os rebatedores por meio de *strike-outs* evita que eles cheguem à base, o que evita que façam corridas (*runs*), o que, por sua vez, evita que vençam partidas. Contudo, quanto mais nos aprofundarmos, mais ruídos serão introduzidos no sistema: o registro de vitórias e derrotas de um arremessador é afetado tanto pelo número de corridas anotadas pelo ataque do seu time, algo que ele não tem como controlar, quanto pela qualidade dos arremessos. O desempenho de Felix Hernandez, arremessador e estrela dos Seattle Mariners, caiu de 19-5, em 2009, para 13-12, em 2010, a despeito de atuações igualmente boas nas duas temporadas, porque os Mariners contaram com péssimos rebatedores em 2010.

Casos como esse não são raros e tendem a aparecer sempre que nos empenhamos com afinco a explorar os números. O beisebol talvez ofereça um dos bancos de dados mais ricos do mundo: quase tudo o que aconteceu em campo com qualquer dos grandes times, nos últimos 140 anos, foi precisa e metodicamente registrado, e centenas de jogadores disputam os grandes campeonatos todos os anos. Além disso, ainda que seja um esporte de equipe, o beisebol é disputado de maneira bastante ordenada: os arremessadores assumem seus lugares num sistema de rotação, rebatedores se posicionam numa ordem determinada, e cada jogador é, em grande medida, responsável pelas próprias estatísticas.^{XXVII} Existem relativamente poucos problemas envolvendo complexidade e não linearidade. Em meio a esses fatores, é fácil distinguir a causalidade.

Isso facilita a vida de quem faz previsões para beisebol. Em geral, uma hipótese pode ser testada empiricamente, em termos estatísticos, e ser provada ou desmentida de modo bastante satisfatório. Em áreas como a previsão política ou econômica, nas quais os dados são muito mais escassos — as informações são geradas por uma eleição presidencial a cada quatro anos, e não por centenas de eventos a cada ano —, como não se conta com esse luxo, há mais chances de nossas previsões errarem o alvo.

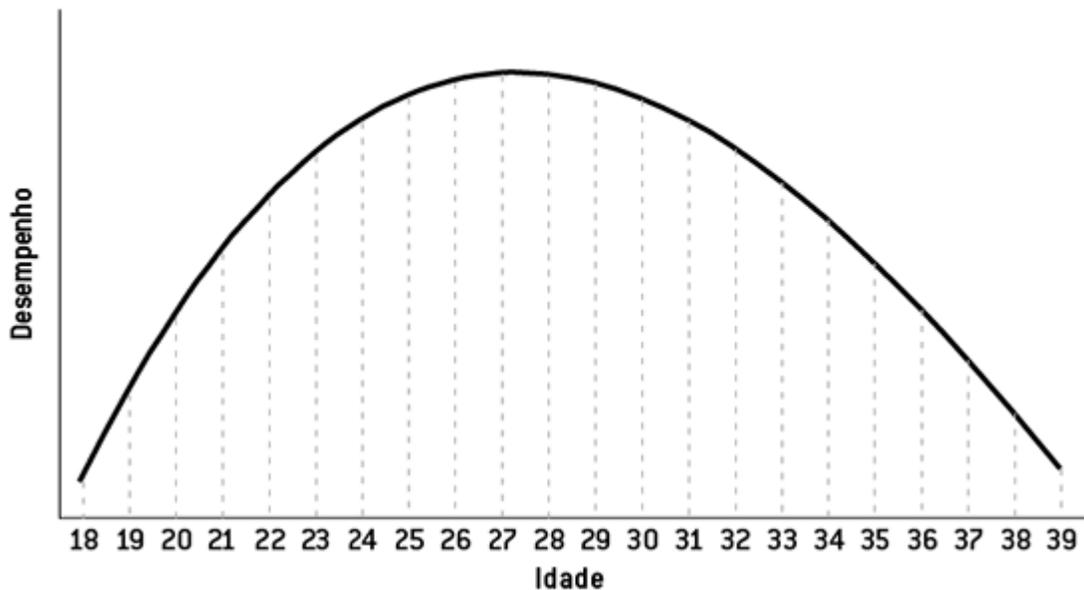
Atenção para a curva da idade

Tudo, entretanto, parte da premissa de que o nível de habilidade de um jogador se mantém constante de ano para ano — se pudéssemos ao menos separar o sinal e o ruído, saberíamos tudo de que precisamos. Na realidade, essas habilidades estão em constante mutação, e é aí que reside o desafio.

Ao olhar milhares de estatísticas, James descobriu que um jogador típico⁹ continua a melhorar sua performance até o final da casa dos vinte anos, ponto em que suas habilidades começam a decair, principalmente quando ele alcança meados da casa dos trinta.¹⁰ Essa descoberta assegurou a James uma das suas mais importantes invenções: a *curva da idade*.

Ginastas olímpicos atingem o auge na adolescência; poetas, antes dos trinta; jogadores de xadrez, antes dos quarenta;¹¹ os que trabalham com economia aplicada, antes dos cinquenta anos;¹² e a idade média de um CEO entre as quinhentas maiores empresas listadas pela revista *Fortune* é de 55 anos.¹³ James descobriu que um jogador de beisebol alcança o ápice aos 27 anos. Dos cinquenta ganhadores do título de melhor jogador entre 1985 e 2009, 60% tinham entre 25 e 29 anos, e 20% tinham exatamente 27 anos. É nessa altura que os atributos físicos e mentais exigidos para se praticar bem o esporte parecem se combinar melhor.

FIGURA 3.1: CURVA DA IDADE PARA REBATADORES



Essa noção teria se revelado muito útil para qualquer equipe que tivesse lido a obra de James. Pelos contratos adotados no beisebol, jogadores só têm seus passes liberados num período avançado de suas carreiras: após jogarem pelo menos seis temporadas dos principais campeonatos (antes eles se encontram sob controle exclusivo do clube que primeiro os contratou e seu preço é taxado abaixo do valor de mercado). Como um novato típico costuma ingressar nas grandes equipes com cerca de 23 ou 24 anos, pode ser que seu passe não seja liberado antes dos trinta anos — *depois* de ter atingido seu ápice de desempenho. Equipes vinham pagando somas milionárias por jogadores com passe livre na expectativa de que viessem a reprisar, já na casa dos trinta anos, o desempenho que exibiram aos vinte e poucos; na realidade, a atuação começava a declinar, e, como a maior parte dos contratos no âmbito da MLB é protegida, não restava aos times qualquer recurso para desfazer o negócio.

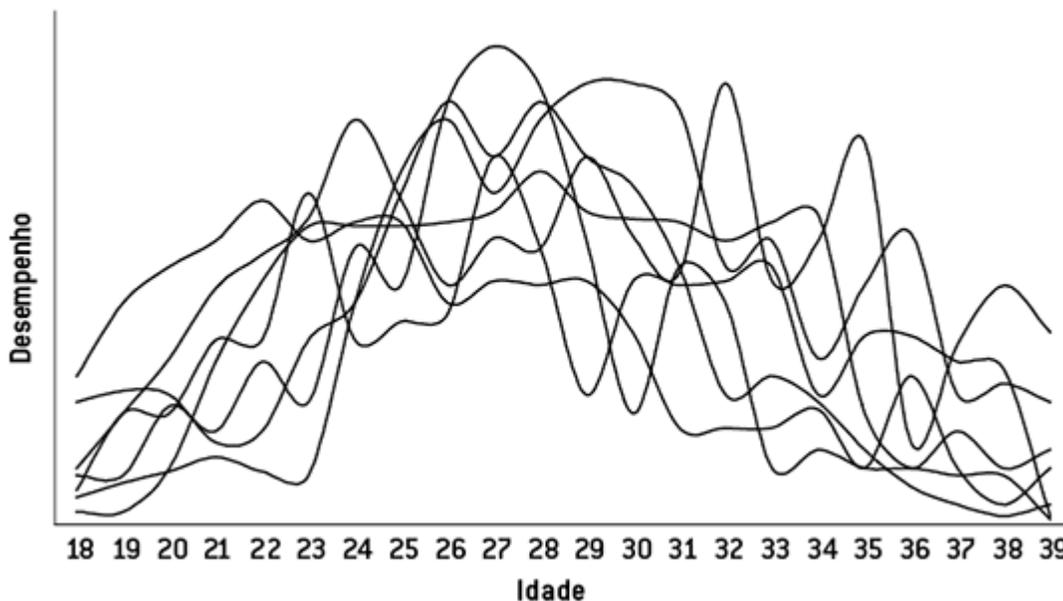
Porém, a curva da idade apontada por James atenuava bastante o fenômeno. Sim, *em média* um jogador pode atingir seu ápice aos 27 anos. No entanto, como sabe qualquer um que tenha se dado o trabalho de olhar

o verso das figurinhas dos astros do beisebol, atletas envelhecem em ritmos diferentes. Bob Horner, um *third baseman* no Atlanta Braves nos anos 1980, ganhou o prêmio de revelação da temporada quando tinha apenas vinte anos e chegou ao All-Star Team aos 24; na época, todos acreditavam que ele estava destinado ao Hall da Fama. Porém, ao chegar aos trinta, prejudicado por contusões e pela decisão infeliz de jogar por um período no Yakult Swallows, da federação japonesa, ele se viu fora do beisebol profissional de uma vez por todas. Por outro lado, o grande Edgar Martinez, do Seattle Mariners, não conseguiu se firmar nas grandes ligas até ter 27 anos. Contudo, mostrou ser um dos atletas que amadurecem um pouco mais tarde, chegando ao auge da forma no fim da casa dos trinta anos, e liderou a estatística de RBI (*run batted in* [corrida impulsionada]) aos quarenta anos.

Ainda que Horner e Martinez possam ser considerados casos excepcionais, é bastante raro que jogadores se desenvolvam segundo os suaves padrões da curva da idade desenhada por James; a norma, ao contrário, é que ocorra um equilíbrio pontuado por picos e vales.

As curvas da idade reais têm ruídos — muitos ruídos (ver Figura 3.2). Na *média*, elas formam um padrão composto por linhas aparentemente suaves. Mas a *média*, assim como as famílias com 1,7 filhos, é apenas uma abstração estatística. Talvez, refletiu Gary Huckabay, algum sinal, em meio ao ruído, não estivesse sendo levado em conta pela curva de James. Talvez a capacidade de jogadores em posições que exigem maior sacrifício físico, como o *shortstop*, tendesse a decair mais cedo do que entre aqueles que jogam como *right fielder* [campista direito]. Talvez jogadores mais atléticos pudessem esperar, de modo geral, ter carreiras mais longas do que aqueles que se destacassem por apenas uma ou duas habilidades.

FIGURA 3.2: RUÍDOS NA CURVA DA IDADE PARA DIFERENTES REBATEDORES



No sistema hipotético de Huckabay, existem 26 opções de curvas da idade, podendo cada uma ser aplicada a um tipo de jogador.¹⁴ Se ele estivesse certo, seria possível definir qual curva era apropriada para cada atleta e, portanto, prever de que modo se desenvolveria sua carreira. Se um atleta estivesse seguindo o caminho trilhado por Bob Horner, ele poderia viver tanto um ápice quanto um declínio precoce. Ou, se repetisse a trajetória de Martinez, suas melhores temporadas poderiam vir na fase mais avançada da sua carreira.

Ainda que o sistema Vladimir, concebido por Huckabay, tenha acertado em cheio algumas vezes, não se mostrou, em última instância, mais exato do que as previsões “lentas e regulares” desenvolvidas por James,¹⁵ que aplicava a mesma curva da idade a todos os jogadores. Parte do problema residia no fato de que 26 era um número arbitrário para as categorias de Huckabay, e descobrir qual jogador pertencia a qual categoria era uma tarefa que exigia tanto arte quanto ciência.

No entanto, uma pessoa precisa contar com um conjunto variado de habilidades físicas e mentais para estar na elite do beisebol: memória muscular, força física, coordenação olho-mão, velocidade com o bastão, reconhecimento ao arremessar e força de vontade para permanecer focado quando seu time está jogando mal. Admitindo diferentes curvas da idade, o sistema Vladimir parecia capaz de se adequar com mais naturalidade às complexidades inerentes ao desempenho humano. Ao desenvolver o Pecota, procurei tomar emprestados alguns elementos de Huckabay e de Bill James.

Na *Baseball Abstract*, lançada em 1986, James introduziu algo chamado resultados de similaridade, que, como sugere o nome, consideram a semelhança entre as estatísticas das carreiras de quaisquer dois jogadores das grandes equipes. O conceito é relativamente simples. Começa-se por atribuir mil pontos a dois atletas determinados e, então, deduzem-se pontos por cada diferença entre eles.¹⁶ Jogadores muito similares podem manter uma pontuação de 950 ou mesmo 975, mas as discrepâncias logo aparecem.

Os resultados de similaridade são extremamente satisfatórios para qualquer um que tenha conhecimento da história do beisebol. Em vez de considerar os dados de determinado jogador num vácuo, eles proporcionam algum contexto histórico. As estatísticas de Pedroia, até seus 25 anos, por exemplo, eram similares às obtidas por Rod Carew, o grande panamenho que liderou o Minnesota Twins nos anos 1970, e por Charlie Gehringer, estrela do Tigers na época da Grande Depressão.

O principal objetivo de James ao adotar seus resultados de similaridade era lançar um olhar para trás: analisar, por exemplo, até que ponto as estatísticas de um jogador apontavam a possibilidade de ele vir a integrar o Hall da Fama. Se você estivesse tentando provar que seu jogador favorito deveria ter um lugar garantido em Cooperstown — cidade que abriga o Hall da Fama e um museu do beisebol — e observasse que nove em cada

dez atletas com estatísticas similares chegaram lá, você contaria com um forte argumento.

Mas os resultados de similaridade não poderiam ser previstos? Se identificássemos, digamos, os cem jogadores mais comparáveis a Pedroia numa faixa de idade, o desempenho deles, ao longo das suas carreiras, não poderia nos dizer algo sobre como Pedroia evoluiria?

Foi essa a ideia que me dispus a trabalhar — lentamente, durante aqueles longos dias na KPMG, em 2002, o Pecota começou a ganhar corpo. Ficou parecido com uma planilha de Excel gigantesca e toda colorida — intencionalmente, já que o Excel era uma das minhas principais ferramentas do dia a dia na empresa. (Cada vez que um dos meus chefes passava por ali, acreditava que eu estava trabalhando num modelo altamente complexo para um de nossos clientes.¹⁷)

Ao fim de certo tempo, depois de roubar uma ou duas horas dos meus dias de trabalho, durante os períodos mais tranquilos, e mais algumas horas em casa à noite, desenvolvi um banco de dados que abrangia mais de dez mil jogadores em todas as suas temporadas nas grandes ligas desde a Segunda Guerra Mundial,¹⁸ além de um algoritmo para comparar quaisquer dois jogadores. O algoritmo era um pouco mais elaborado do que o usado por James e procurava tirar o máximo de vantagem desse banco de dados excepcionalmente rico. Ele empregava um método diferente para comparar um conjunto de jogadores — tecnicamente conhecido como *análise do vizinho mais próximo* — e levava em conta uma variedade mais ampla de fatores, incluindo dados como a altura e o peso dos jogadores, informações que costumam interessar mais aos olheiros.

A exemplo do sistema de Huckabay, o Pecota admitia a possibilidade de diferentes tipos de jogadores amadurecerem de maneiras diversas. Porém, não tentava enquadrá-los à força numa das 26 curvas de desenvolvimento. Em vez disso, permitia que a separação ocorresse naturalmente, identificando um conjunto de jogadores comparáveis em meio à galáxia de

estatísticas. Se, por exemplo, um número desproporcional de jogadores comparáveis a Dustin Pedroia fosse encontrado nos melhores times, essa seria uma sugestão a respeito das suas chances de sucesso.

No entanto, é frequente que os atletas mais comparáveis a determinado jogador formem um grupo bastante heterogêneo. Mesmo que suas estatísticas venham a coincidir em certo ponto das suas carreiras, os caminhos dos jogadores podem divergir enormemente a partir daí. Mencionei que, segundo os resultados de similaridade de James, foi descoberta uma semelhança de Pedroia com Charlie Gehringer e Rod Carew, dois jogadores que desfrutaram de longas e ilustres carreiras, e que integraram o Hall da Fama. Porém, as estatísticas de Pedroia ao longo daquele período também eram semelhantes aos números de José Vidro, um *second baseman* de desempenho medíocre no Montreal Expos.

Essas diferenças podem se revelar especialmente gritantes para os jogadores de equipes das ligas menores. Em 2009, quando o Pecota identificou os melhores atletas comparáveis a Jason Heyward — na época um nome promissor de apenas dezenove anos nos quadros do Atlanta Braves —, encontrou-se de tudo, desde integrantes do Hall da Fama até vítimas de assassinato. Clipper Jones, o segundo nome nessa lista, era um dos maiores jogadores da história do Atlanta Braves, havia jogado por dezessete temporadas com esse time e obtido uma média de aproveitamento de 30,4%, com mais de 450 *home runs*. Por outro lado, havia o caso de Darnell Stenson, um nome promissor, cujos números eram semelhantes às estatísticas de Heyward, mas que, depois de participar de um jogo de uma liga menor, no Arizona, em 2003, foi amarrado, morto a tiros e atropelado com seu próprio carro, num gesto de violência aparentemente gratuita.

Todos os nomes comparáveis a Heyward eram atletas de grande estatura, fortes, com muitos talentos, entre os melhores para conseguir o primeiro contrato, e manifestaram suas qualidades de forma bastante precoce em equipes das ligas menores. No entanto, seus destinos se revelariam

drasticamente diferentes. A inovação introduzida pelo Pecota estava no fato de reconhecer essa possibilidade ao incorporar um amplo espectro de desfechos para cada jogador, tomando como base os precedentes estabelecidos pelos que lhe eram comparáveis, considerando a melhor hipótese, a pior hipótese e os cenários mais prováveis. Uma série infinita de resultados pode e irá acontecer quando se trata de prever o desempenho humano.

Até o momento, a carreira de Heyward teve altos e baixos. Depois de uma atuação fantástica em 2009, quando foi escolhido o melhor jogador dos times de base, ele marcou oito *home runs* em seus primeiros trinta jogos com o Braves, ao estreiar na MLB, em 2010, conquistando um lugar no All-Star Team e ultrapassando todas as expectativas. Entretanto, foi menos feliz em sua segunda temporada, em 2011, quando alcançou um índice de aproveitamento de apenas 22,7%. Um bom sistema estatístico para previsões poderia encontrar algum motivo para ser otimista depois da temporada de 2011: seus números permaneceram basicamente os mesmos, exceto pela média de rebatidas, um índice mais sujeito à sorte do que outras estatísticas.

No entanto, os números podem nos contar tudo o que desejamos saber a respeito de um jogador? Há cerca de dez anos, esse era o tema mais polêmico entre os interessados por beisebol.

Será que não poderíamos nos entender?

Uma leitura apressada e trivial do livro *Moneyball* aponta para uma história sobre um conflito entre duas gangues rivais — os “loucos por estatísticas” e os “olheiros” —, focada nos paradigmas diferentes adotados por cada grupo para avaliar o desempenho dos jogadores (estatísticas, é claro, para o primeiro grupo, e “ferramentas” para os olheiros).

Em 2003, quando *Moneyball* foi publicado, os leitores de Michael Lewis não estariam errados ao detectar alguma animosidade entre os dois grupos.

(É provável que o próprio livro tenha contribuído para gerar parte dessa hostilidade.) Quando compareci aos encontros de intertemporada de beisebol naquele ano, no hotel Marriott de Nova Orleans, me sentia como se tivesse voltado ao ensino médio. De um lado, estava a “velha guarda”; como búfalos num oásis, podiam ser encontrados bebericando seu uísque e trocando velhas histórias de guerra no bar do hotel. Mais comum ainda era se trancarem em seus quartos para negociar contratos entre si. Esses eram os que viviam do beisebol: em sua maioria, eram ex-atletas, na casa dos quarenta ou cinquenta anos, que haviam dado sua contribuição ao esporte e subido gradualmente na hierarquia das instituições que o administram. Do outro lado, estavam os nerds: hordas de sujeitos na casa dos vinte ou trinta anos, armados com suas malas para laptops e seus textos de opinião em papéis coloridos, andando para lá e para cá pelo saguão do hotel na esperança de conseguir a atenção de alguém da velha guarda e implorar por um emprego. Não havia muita interação entre os dois grupos, que se consideravam, mutuamente, arrogantes e dogmáticos.

A verdadeira fonte do conflito talvez se deva simplesmente ao fato de que a velha guarda percebia os nerds como uma ameaça aos seus empregos, costumando mencionar como prova cortes reais ou imaginários no orçamento das equipes em relação aos olheiros. “No momento, existe mesmo uma hostilidade”, disse Eddie Bane, diretor do departamento de olheiros do Anaheim Angels, à revista *Baseball America*, numa conferência sobre o *Moneyball*.¹⁹ “Alguns dos nossos velhos companheiros estão perdendo seus empregos, algo que, nós achamos, não deveria acontecer. Talvez os cortes se devam a uma questão de dinheiro ou a outro motivo qualquer, mas relacionamos isso a algumas dessas histórias sobre o uso de computadores. E estamos ressentidos.”

Não se sabe ao certo quantos times diminuíram seus orçamentos para olheiros. O Toronto Blue Jays foi um desses clubes, e pagou o preço por essa decisão, realizando uma série de contratações infelizes entre 2002 e 2005. Porém, os cortes foram impostos por uma particularidade da

empresa dona da equipe, a Rogers Communications, que lutava contra a baixa cotação do dólar canadense, e não por um capricho do seu então diretor-geral, J. P. Ricciardi, um discípulo de Beane.

No entanto, uma década se passou desde a publicação de *Moneyball*, e esse fogo de palha há muito se apagou. O sucesso do Red Sox, que conquistou, em 2004, seu primeiro título de campeão do World Series em 86 anos, usando uma abordagem voltada para a fusão dos dois recursos — as estatísticas e os olheiros —, pode ter sido um fator vital para esvaziar essa hostilidade. Equipes como o St. Louis Cardinals — que em 2003 seria classificado como um clube dominado pelos olheiros — adotaram, desde então, uma abordagem mais analítica e figuram, hoje em dia, entre as mais inovadoras no beisebol. Equipes nas quais predominava o enfoque estatístico, como o Oakland Athletics, expandiram, em vez de cortarem, a fatia do orçamento dedicada aos olheiros.²⁰

A recessão econômica iniciada em 2007, que continuou até 2009, pode ter estimulado o uso de métodos analíticos. Ainda que o beisebol tenha suportado muito bem a crise, subitamente todos haviam se tornado times do tipo *Moneyball*, sendo forçados a aplicar da melhor maneira possível seus orçamentos enxutos.²¹ Não faltava mão de obra barata que se encarregasse das estatísticas: alunos formados em economia e em ciência da computação em Harvard e Yale, que em outra situação poderiam ter cobijado um emprego de 400 mil dólares por ano num banco de investimentos, se prontificavam a se mudar para Tampa ou para Cleveland e a trabalhar por um décimo desse salário. O nerd que custava 40 mil dólares por ano era um investimento melhor do que um jogador contratado por 40 milhões de dólares e fadado a ver seu desempenho cair a um nível medíocre.

Não foi, contudo, uma vitória unilateral para os fanáticos por estatísticas. Se estes provaram seu valor, o mesmo fizeram os olheiros.

Pecota versus os olheiros: os olheiros vencem

O nome Pecota tem sua origem no termo Pitcher Empirical Comparison and Optimization Test Algorithm [Teste de Algoritmo de Comparação Empírica e Otimização para Arremessadores]: um acrônimo desajeitado, criado para compor o sobrenome de Bill Pecota, um jogador pouco conhecido do Kansas City Royals nos anos 1980 que, mesmo assim, era uma constante pedra no sapato do meu time de coração, o Detroit Tigers.^{XXVIII}

O programa fora concebido para projetar não o desempenho dos rebatedores, mas de arremessadores, cujo desempenho é notoriamente difícil de prever, de tal modo que, depois de alguns anos de experiências com um modelo chamado WFG — sejam lá quais fossem as palavras sugeridas pelo acrônimo —, a *Baseball Prospectus* desistiu, preferindo deixar em branco o espaço reservado a essas previsões. Percebi uma oportunidade aí e arremessei o Pecota para Huckabay. Para minha surpresa, ele e sua equipe se deixaram convencer. Eles se propuseram a comprar o Pecota em troca de ações da *Baseball Prospectus*, com a condição de que eu desenvolvesse um sistema similar dedicado aos rebatedores.²² Criei o sistema, e a primeira leva de previsões do Pecota foi publicada na edição de inverno da *Baseball Prospectus* em 2003.

Quando essa temporada chegou ao fim, descobrimos que o desempenho do Pecota tinha sido um pouco melhor do que o apresentado por outros sistemas comerciais voltados para previsões.²³ E, a cada ano entre 2003 e 2008, o sistema empatou ou superou os concorrentes sempre que nós — ou outros — o testamos,²⁴ tendo, ao mesmo tempo, derrotado os cassinos de Las Vegas nas apostas *over-under*.^{XXIX} ²⁵ Alguns sucessos inesperados também ajudaram a consolidar sua reputação. Em 2007, por exemplo, o Pecota previu que o Chicago White Sox — que apenas dois anos antes havia vencido o World Series — acabaria, dessa vez, com apenas 72 vitórias. A previsão foi recebida com urros de protesto por parte da mídia

de Chicago e dos escritórios do White Sox.²⁶ O prognóstico, contudo, acabou por acertar em cheio: o White Sox obteve 72-90.

No entanto, por volta de 2009, outros sistemas estavam alcançando e, em alguns casos, derrotando o Pecota. Da mesma forma que eu havia tomado emprestados elementos de James e de Huckabay, outros pesquisadores tiraram proveito de inovações do Pecota, às quais acrescentaram seus próprios aprimoramentos. Alguns desses sistemas são muito bons. Se organizarmos um ranking com os melhores prognósticos feitos a cada ano, levando em conta as previsões para os desempenhos dos jogadores das equipes mais importantes, os melhores sistemas ficarão a uma distância de apenas um ou dois pontos percentuais dos seus concorrentes.²⁷

Entretanto, havia muito eu acalentava a ideia de estabelecer outra meta para o Pecota: formular previsões para jogadores da divisão *inferior*, como Pedroia, o que é bem mais difícil. E como poucos sistemas vinham se dedicando a essa tarefa até recentemente, a única concorrência verdadeira eram os olheiros.

Em 2006, publiquei, pela primeira vez, uma relação dos cem melhores prognósticos do Pecota, comparando os rankings com uma lista similar baseada nas previsões dos olheiros, divulgada na mesma época pela revista *Baseball America*. Os jogadores da minha lista estavam classificados pelo valor que trariam aos times nas primeiras seis temporadas após terem sido recrutados pelas ligas principais.²⁸

A temporada de 2011 marcou o sexto ano desde que os prognósticos foram divulgados, de modo que me vi, por fim, em condições de abrir essa cápsula do tempo para ver como minhas previsões haviam se saído. Ainda que os jogadores dessa lista sejam razoavelmente jovens, a essa altura deveríamos ter uma ideia bastante clara sobre se estávamos diante de estrelas, eternos reservas ou fracassados.

A lista apresentava Pedroia em quarto lugar no conjunto das maiores promessas do beisebol. E havia outros sucessos. O sistema tinha em alta conta outro nome promissor, Ian Kinsler, que sequer fora listado pela

Baseball America; desde então, ele integrou dois All-Star Team e tornou-se uma das principais peças no ataque do Texas Rangers. O Pecota mostrou uma predileção por Matt Kemp, a grande estrela do Dodgers, que quase conquistou a difícil Tríplice Coroa em 2011, e, a esse respeito, saiu-se melhor do que a *Baseball America*.

Mas você já ouviu falar em Joel Guzman? Donald Murphy? Yusemiro Petit? A menos que seja um viciado em beisebol, provavelmente não. O Pecota também gostou desses jogadores.

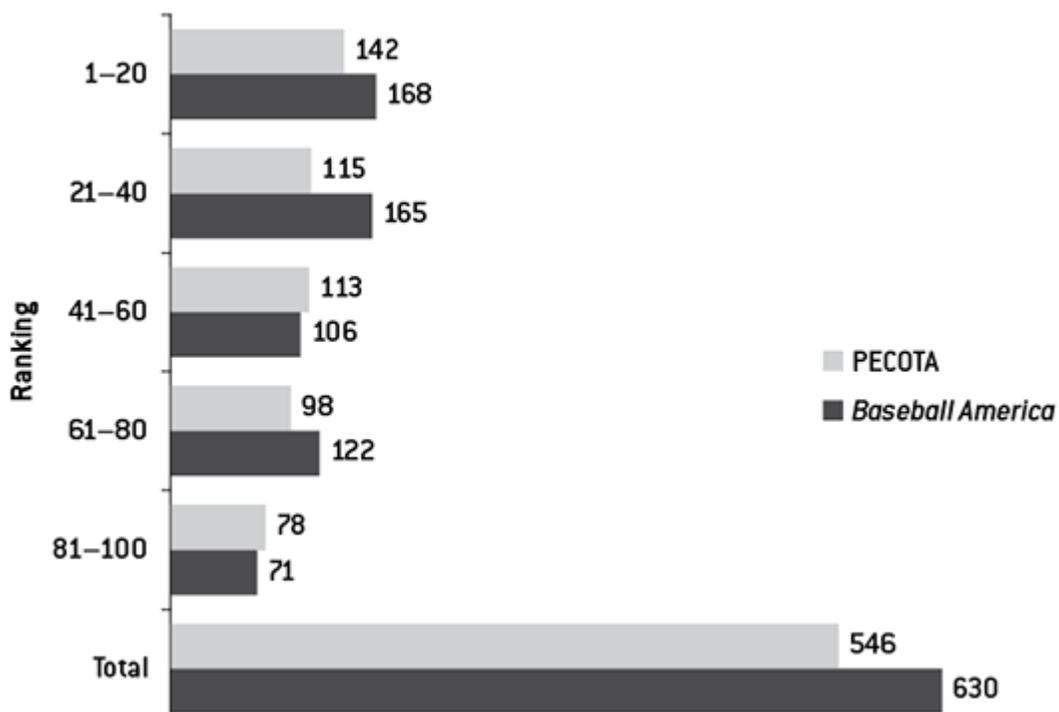
A *Baseball America* também teve sua cota de furos — os olheiros se mostraram otimistas demais em relação a Brandon Wood, Lastings Milledge e Mark Rogers —, mas a revista parecia ter acertado mais alguns prognósticos. Eles identificaram estrelas como Jon Lester, o arremessador do Red Sox, o *shortstop* novato Troy Tulowitzki e o *outfielder* [defensor externo] Nick Markakis, do Baltimore Orioles, todos com estatísticas medianas para o período em que haviam atuado na divisão inferior e que não tinham sequer entrado na relação do Pecota.

Existem estatísticas suficientes para comparar o desempenho dos dois sistemas. Podemos, em particular, considerar o número de vitórias que os jogadores obtiveram para seus times das ligas na forma de outra estatística, chamada *wins above replacement player* [vitórias acima do jogador reserva], ou WARP, [XXX29](#) destinada a captar todas as maneiras como um jogador contribui em campo: rebatendo, arremessando e defendendo.

Os jogadores na lista do Pecota tinham gerado 546 vitórias para suas equipes ao longo de 2011 (ver Figura 3.3). Mas os jogadores na lista da revista *Baseball America* se saíram melhor, produzindo 630 vitórias. Ainda que o discernimento dos olheiros às vezes deixe a desejar, eles estavam realizando avaliações bastante relevantes: seus prognósticos se mostravam 15% mais precisos do que aqueles baseados apenas em estatísticas. Pode não parecer uma grande diferença, mas, em última instância, acaba pesando no resultado. Times de beisebol se mostram dispostos a pagar 4 milhões de dólares por cada vitória no mercado de jogadores com passes

livres.³⁰ As vitórias extras identificadas pelos olheiros acabaram valendo, portanto, um total de 336 milhões de dólares ao longo desse período.^{XXXI}

FIGURA 3.3: VITÓRIAS GERADAS AO LONGO DE 2011 NA LISTA DOS CEM JOGADORES MAIS PROMISSORES DO PECOTA E DA *BASEBALL AMERICA* (2006)



A tendenciosidade dos olheiros e dos “estatísticos”

Eu teria achado fantástico se a lista do Pecota levasse a melhor sobre a relação dos olheiros, contudo não esperava que isso acontecesse, como escrevi pouco depois da publicação das listas:³¹

Por mais divertido que seja considerar essa abordagem do ponto de vista da disputa olheiros *versus* estatísticos, não espero que os rankings do Pecota se mostrem tão certos quanto (...) os rankings divulgados pela revista *Baseball America*.

O combustível de qualquer desses sistemas é a informação — e poder contar tanto com as informações dos olheiros quanto com as das estatísticas significa que temos mais combustível. O único modo pelo qual uma lista de atletas promissores

feita apenas com estatísticas poderia levar a melhor sobre uma lista híbrida seria se a parcialidade introduzida pelo processo fosse tão forte a ponto de se sobrepor aos pontos positivos.

Em outras palavras, os olheiros usam uma abordagem híbrida porque têm acesso a uma quantidade maior de informações do que a oferecida apenas pelas estatísticas. Tanto os olheiros quanto o Pecota podem considerar a média de rebatidas de um jogador ou a ERA (*earned run average* [média de corridas limpas]). Um sistema sem visões preconcebidas, como o Pecota, provavelmente é mais apropriado para remover alguns ruídos presentes nesses números e situá-los num contexto. No entanto, os olheiros têm acesso a *muitas* informações que o Pecota desconhece. Em vez de precisar deduzir, por exemplo, a partir do total de *strike-outs*, a força com que um arremessador lança a bola, eles podem sacar seu radar de bolso e medir a velocidade da bola arremessada ou podem usar cronômetros para checar a rapidez com que percorrem as bases.

Esse tipo de informação nos aproxima das causas primeiras daquilo que estamos tentando prever. Nas ligas menores, um arremessador com um *fastball* (arremesso mais comum, que prioriza a velocidade) fraco pode acumular um monte de *strike-outs* se conseguir apenas descobrir a zona de *strike* e combinar seus tipos de arremessos; a maior parte dos rebatedores que enfrentam não é tão boa assim, de modo que podem realmente desafiá-los. Nas grandes ligas, nas quais jogadores são capazes de rebater bolas a até 150 quilômetros por hora para fora do estádio, as chances são menores para quem lança bolas mais lentas. O Pecota se deixará enganar por esses falsos indícios positivos, ao passo que o mesmo não acontecerá com um bom olheiro, que também poderá identificar jogadores com talentos à altura da MLB, mas que ainda precisam aprender a dominá-los.

É claro que sempre que o discernimento humano está em jogo abre-se espaço para preconceitos. Como vimos no Capítulo 2, uma quantidade maior de informações pode tornar as coisas *piores* para pessoas que tomam

uma atitude errada em relação às previsões e as utilizam para oferecer uma teoria sectária sobre como o mundo deveria funcionar em vez de tentarem alcançar a verdade.

Talvez essas visões preconcebidas estivessem prejudicando os olheiros na era anterior ao *Moneyball*. Eles podem ter se deixado preocupar mais com a aparência de um jogador — ele fica bem no uniforme? — do que com seu talento. Se as listas recentes da *Baseball America* têm se revelado muito boas, aquelas do início dos anos 1990³² mostravam-se cheias de furos, com nomes promissores muito elogiados, como Todd Van Poppel, Ruben Rivera e Brien Taylor, que nunca chegaram a realizar muita coisa.

Mas os adeptos das estatísticas também podem alimentar visões preconceituosas. Uma das mais perniciosas parte da premissa de que algo difícil de quantificar é irrelevante. No beisebol, por exemplo, sempre foi muito mais difícil aferir a defesa do que arremessos e rebatidas. Em meados dos anos 1990, as equipes do Oakland Athletics, de Bill Beane, colocavam pouca ênfase na defesa, e seu *outfield* [campo externo] era composto por jogadores lentos e pesados, como Matt Stairs, que pareciam ter nascido com o bastão na mão. À medida que a análise da defesa era aprimorada, tornava-se claro que a defesa deficiente estava custando ao time de oito a dez vitórias por temporada,³³ e eles eram eliminados do torneio, não importavam quão boas fossem as estatísticas sobre o desempenho dos seus rebatedores. Beane entendeu o recado, e seus times mais recentes e mais bem-sucedidos têm contado com boas defesas.

Esses pontos cegos podem cobrar um preço ainda mais alto quando fazemos prognósticos sobre jogadores das ligas menores. Com um atleta da divisão principal, de reputação consolidada, a questão se resume em saber se ele poderá manter sua atuação. Um sistema inteligente poderia prever, a partir de alguns pontos percentuais, uma tendência ao declínio ou à ascensão no rendimento de determinado jogador,³⁴ mas, se partir da simples premissa de que ele atuará tão bem na próxima temporada quanto fez nas duas passadas, sua previsão não estará muito distante da realidade.

O mais provável é que sua futura capacidade não difira muito da performance atual.

Contudo, o beisebol se diferencia da maior parte dos esportes pela distância gigantesca entre as divisões superiores e inferiores. Enquanto a National Football League (NFL) [Liga Nacional de Futebol Americano] não tem nenhum grupo de divisão inferior que seja oficial, e a National Basketball Association (NBA) [Associação Nacional de Basquete] tem poucas ligas de base, o beisebol conta com 240 delas, oito para cada grande liga “mãe” à qual estão subordinadas. Além disso, enquanto jogadores de basquete e de futebol americano podem sair da universidade, ou mesmo do ensino médio, diretamente para uma equipe profissional, exercendo um impacto imediato sobre o time, esse tipo de estrelato instantâneo é extremamente raro no beisebol. Mesmo as mais talentosas revelações podem ter de passar por um período no Billings, Bakersfield ou Binghampton antes de avançar para a divisão principal.

É um desafio muito grande prever o desempenho desses jogadores porque se nutre a esperança de que conseguirão realizar algo de que *não* são capazes hoje: atuar em alto nível numa das grandes ligas. Exceto por uma revelação que acontece uma única vez por geração, como Bryce Harper, o melhor rebatedor de uma escola de ensino médio em todos os Estados Unidos seria massacrado se tivesse de enfrentar um arremessador de uma grande liga profissional. Ele precisará se tornar maior, mais forte, mais inteligente e mais disciplinado para jogar numa equipe da elite do beisebol, e todos esses aspectos exigirão, em alguma medida, uma combinação de trabalho duro e sorte. Imagine entrar numa sala de aula escolhida ao acaso, numa escola de ensino médio, observar os estudantes por alguns dias e fazer uma previsão a pedido de alguém, adivinhando quais entre os alunos se tornarão médicos, advogados e empresários e quais se verão em dificuldade para ganhar a vida. Suponho que você daria uma olhada nas notas, na pontuação no vestibular, e tentaria saber quais têm

mais amigos, mas, de qualquer modo, seria preciso fazer algumas apostas bastante arriscadas.

E, contudo, espera-se esse tipo de prognóstico de olheiros amadores (e de quaisquer sistemas estatísticos concebidos para competir com eles). Mesmo que muitos jogadores de beisebol sejam recrutados na faculdade, alguns chegam das escolas de ensino médio, e o processo até serem percebidos por um olheiro pode começar quando os possíveis atletas ainda são adolescentes. Como em qualquer grupo de rapazes, esses jogadores estarão cheios dos hormônios e da angústia dessa etapa da vida, com corpos em fase de crescimento, lidando com as tentações da bebida e do sexo oposto. Imagine se você tivesse de depositar o futuro do seu negócio nas mãos de um grupo de eleitos de em média dezenove anos.

Além das cinco ferramentas

Como Lewis descreveu em *Moneyball*, Billy Beane era um desses jogadores que, apesar de ter um enorme talento, não conseguiu concretizar seu potencial — escolhido numa primeira rodada de recrutamento em 1980, ele disputou apenas 148 partidas nas grandes ligas e, como rebatedor, atingiu um desempenho de 21,9% em toda a carreira. Beane, no entanto, teve uma performance digna do Hall da Fama se comparada a promessas como John Sanders, que hoje trabalha como olheiro para o Los Angeles Dodgers.

Sanders jogou uma vez na divisão principal. Exatamente uma vez — como Moonlight Graham no filme *O campo dos sonhos*. Em 13 de abril de 1965, quando tinha dezenove anos, o Kansas City Athletics o escalou como arremessador-corredor [*pinch-runner*] no sétimo tempo de uma partida contra o Detroit Tigers. Sanders sequer conseguiu avançar uma base: os dois últimos rebatedores o despacharam, e ele acabou sendo substituído antes que o tempo seguinte começasse.³⁵ Ele jamais jogaria nas grandes ligas novamente.

Não faltou talento a Sanders. No ensino médio, fora uma estrela em vários esportes na Grand Island High School, em Nebraska: *quarterback* [lançador] do time estadual de futebol americano em 1963, jogador de basquete do time estadual em 1964 e ganhador de uma medalha de ouro no lançamento de disco nas provas estaduais de atletismo.³⁶ Pode ser que o beisebol nem fosse seu melhor esporte. Mas ele era fantástico, e, ao concluir os estudos no verão de 1964, conquistou, junto com seu diploma, um contrato profissional com o Oakland Athletics.

Porém, o desenvolvimento de Sanders foi obstruído por algo chamado regra do *Bonus Baby*. Antes do advento do recrutamento com exclusividade para a liga principal, em 1965, todos os jogadores amadores tinham passes livres, permitindo aos times pagar por eles o que quisessem. Para evitar que as equipes mais ricas arrebanhassem e estocassem todos os talentos, a regra previa uma punição: jogadores que recebessem um grande bônus ao assinarem um contrato precisavam passar suas duas primeiras temporadas profissionais nas grandes ligas, mesmo que não estivessem preparados para jogar nesse nível.³⁷

A regra puniu promessas brilhantes como Sanders. A maior parte dos chamados *Bonus Babies* passou aquele tempo esquentando o banco de reservas dos grandes times, quase sem entrar em campo. Ficaram isolados de qualquer experiência real de jogo no momento em que mais precisavam. Dificilmente sua situação seria vista com simpatia por torcedores e colegas de time, que imaginavam por que um garoto quase imberbe, de dezenove anos, estava recebendo milhares de dólares para ser uma versão glorificada do menino que carrega os bastões. Ainda que alguns *Bonus Babies*, como Sandy Koufax e Harmon Killebrew, tenham ido em frente e construído carreiras que os levaram ao Hall da Fama, muitos talentos promissores daquela época nunca conseguiram superar essa experiência.

A trajetória de Sanders — passando de, talvez, melhor atleta amador do estado de Nebraska a uma nota de pé de página na *Baseball Encyclopedia*

— conferiu-lhe uma percepção preciosa da psique dos jovens jogadores. Falei com ele por celular certa manhã, enquanto ele dirigia da Carolina do Norte para a Geórgia, onde veria jogar a principal equipe afiliada ao Braves.

Nos encontros de intertemporada de 2003, em Nova Orleans, eu teria classificado Sanders como um dos representantes da velha guarda. Ele dedicou a vida ao esporte depois que sua (breve) carreira como jogador chegou ao fim. Porém, Sanders jamais viu o jogo pelo prisma do conflito tradicionais *versus* nerds.

“Adoro calcular”, disse-me ele. “Sempre gostei de trabalhar com estatísticas, mesmo há muito tempo, quando usávamos calculadoras e máquinas de somar.” Sanders me contou uma história: “Um dos olheiros disse: ‘Bem, pessoal, encaremos os fatos, qual é a primeira coisa que fazemos ao entrar no estádio? Vamos até a sala de imprensa e pegamos as estatísticas. Pegamos os números! O que há de errado nisso? É o que vocês fazem.’”

As estatísticas, efetivamente, são parte integrante do beisebol desde os primórdios. O primeiro placar publicado nos jornais, que incluía cinco tipos de estatísticas para cada jogador — corridas, rebatidas, *put-outs*, assistências e erros — foi publicado por Henry Chadwick em 1859,³⁸ doze anos antes da formação da primeira liga profissional. Muitos debates da era *Moneyball* não diziam respeito a *se* as estatísticas deveriam ser usadas, mas a *quais* poderiam ser levadas em consideração. Aquela conhecida como *on-base percentage* (OBP) [média de presença nas bases], por exemplo, como analistas como James observavam há anos, tem maior relação com a pontuação pelas corridas registradas (e partidas ganhas) do que com a média de rebatidas, uma descoberta subestimada pelos tradicionalistas do ramo durante longo tempo.³⁹

Esse tipo de discussão era, em geral, travado no campo dos adeptos das estatísticas. Que a OBP traz mais informações úteis do que a média de desempenho do rebatedor ou que a ERA de um arremessador é um

indicador mais preciso da sua performance do que o registro de derrotas e vitórias são fatos comprovados cientificamente, da mesma forma que a rotação da Terra em torno do Sol; os adeptos das estatísticas estavam, sem nenhuma ambiguidade, certos a esse respeito. Porém, vencer essa discussão pode ter levado a comunidade dos “estatísticos” a se mostrar complacente ou indiferente em relação a outros pontos nos quais existe ambiguidade muito maior.

Quanto mais nos afastamos das grandes ligas — e quanto mais tentamos *prever* o desempenho de um jogador em vez de *mensurá-lo* —, menos úteis se mostram os números. Estatísticas das divisões inferiores mais avançadas revelaram-se *quase* tão previsoras quanto os números relativos às grandes ligas. Mas as estatísticas dos escalões inferiores são menos confiáveis, e os números para faculdades ou escolas de ensino médio apresentam muito pouco poder de previsão.

A tradicional alternativa às estatísticas, defendida pelos olheiros, consiste nos Cinco Requisitos: potência ao rebater, média de rebatidas, velocidade, força do braço e alcance defensivo. É uma lista que atraiu, e que merece, muitas críticas. O aspecto de disciplina na base — que consiste em obter *walks* [bases por bola] e em evitar *strike-outs* — não está representado. E, ao serem evocados juntos, os Cinco Requisitos às vezes passam a ideia de que todos têm a mesma importância, quando, na realidade, a potência ao rebater é muito mais importante do que a força do braço e o alcance defensivo na maioria das posições, exceto para o *shortstop* e o receptor.

Há também motivos para pensarmos que os Cinco Requisitos, sozinhos, não nos dirão muito. À medida que o jogador abre caminho para ascender dentro da divisão inferior, os requisitos deveriam aparecer cada vez mais nas suas estatísticas — ou ele provavelmente não está destinado a fazer maiores progressos. Algumas categorias, na verdade, *são* estatísticas: a potência ao rebater é expressa pelo número de rebatidas duplas (*doubles*) e de *home runs*. Se um olheiro diz que certo jogador tem setenta pontos, numa escala que vai até oitenta, na categoria potência ao rebater, mas tem

dificuldade para marcar dez *home runs* por ano para o Altoona Curve, quanta confiança você depositaria nesse relatório?

Sanders, um veterano da indústria, mostra-se cético a respeito da ênfase dada aos Cinco Requisitos. “O impacto exercido por esses fatores é óbvio para qualquer um. Corra rápido, arremesse com força, e todas essas coisas. Olheiros podem ver tudo isso imediatamente”, disse-me ele. “Acho que a questão é: essas habilidades são usadas de modo eficaz para formar jogadores vencedores? Esses recursos são convertidos em habilidades? A velocidade do bastão pode ser logo constatada. Mas, se a pessoa não tem confiança nessa velocidade — se está sempre se dando mal nos arremessos —, ela não pode ser considerada.”

O foco de Sanders está menos nos aspectos físicos do que nas habilidades passíveis de serem usadas em jogo a qualquer momento. Um desses elementos se tornar outro depende do que ele chama de caixa de ferramentas mentais do jogador, que muitas vezes se desenvolvem mais lentamente do que as questões físicas. A esposa de Sanders é educadora e trabalha com crianças com necessidades especiais, chamando sua atenção para um programa de pesquisas que sugere que a maioria das pessoas se mantém num estado mental típico da adolescência até atingir 24 anos.⁴⁰ Antes dessa idade, Sanders não é tão rigoroso na cobrança a um jogador, se perceber indícios de que seus recursos mentais estão se desenvolvendo. Depois, porém, ele precisa enxergar resultados no desempenho. O interessante é que nessa idade um jogador está, em geral, começando a se destacar num time das ligas menores, e sua atuação começa a se tornar mais previsível a partir das estatísticas.

Sanders não trabalha com uma definição rigorosa do que uma caixa de ferramentas mentais dos jogadores deve incluir, porém, ao longo da nossa conversa, identifiquei cinco habilidades intelectuais e psicológicas que, segundo ele, ajudam a prever o sucesso de um jogador na MLB.

- **Capacidade para manter-se preparado e ética de trabalho:** O beisebol difere de quase todos os esportes profissionais pelo

fato de que partidas podem ser disputadas até seis ou sete vezes por semana. Um jogador não pode se preparar para estar motivado no dia do jogo, como acontece com atletas do futebol americano ou do basquete; ele precisa estar pronto *todos os dias* para jogar em nível profissional. Isso significa que deve manter certo grau de disciplina. Sanders gosta de chegar cedo ao estádio por acreditar que é mais fácil detectar essa qualidade nos rituais aos quais os jogadores se dedicam antes do jogo do que durante a própria partida. Pedroia, por exemplo, mostrava-se claramente mais focado do que seus colegas de equipe durante os treinos, naquela noite de setembro no Fenway Park. Ele tinha sua rotina e não estava disposto a aceitar quaisquer distrações — muito menos por parte de um repórter de quem nunca ouvira falar e que tentava entrevistá-lo.

- **Concentração e foco:** Ainda que relacionada à questão da preparação, essa categoria diz respeito especificamente à maneira como um jogador se comporta durante uma partida. O beisebol é um esporte baseado no reflexo. Um rebatedor tem cerca de três décimos de segundo para decidir se tentará rebater um arremesso;⁴¹ um *infielder* precisa reagir a uma bola que venha quicando assim que é disparada pelo rebatedor. “Se um jogador não tem vigor, é impossível saber o que podemos fazer com ele”, diz Sanders. “Quero um *shortstop*, um *middle infielder*, que tenha foco numa série — arremesso após arremesso —, o que não aparece nas estatísticas.”
- **Competitividade e autoconfiança:** Embora pareça óbvio que qualquer atleta profissional seja um competidor nato, jogadores de beisebol precisam superar dúvidas em relação a si mesmos e outros obstáculos psicológicos no início da carreira. Num momento, eles eram os melhores nos times do ensino

médio; no dia seguinte, estão viajando num ônibus entre Kannapolis e Greensboro e lendo, na internet, sobre seus fiascos a cada vez que entram numa maré de azar. Quando vê um jogador talentoso apresentar um desempenho abaixo do seu potencial, Sanders pensa: “Será que existe um desejo de ser bem-sucedido no mesmo grau do mecanismo de fracasso que está sendo acionado? Existe medo de fracassar? Será que o desejo por sucesso é forte o bastante para se sobrepor ao medo do fracasso?”

- **Administração da pressão e humildade:** No beisebol, mesmo os melhores rebatedores erram na maior parte das vezes, e todos os jogadores enfrentam uma fase ruim em algum momento da temporada. Lidar com esse fracasso exige uma memória curta e certo senso de humor. Uma das táticas preferidas por Sanders é observar de que modo um jogador reage depois de um movimento desastrado ou azarado. “Gosto de ver o que um rebatedor faz quando erra uma rebatida e parece ridículo diante da torcida. Gosto quando vejo um sorriso em seu rosto. E, então, da próxima vez — *bang!* —, 120 metros!” Essas habilidades irão se tornar ainda mais importantes quando ele chegar a uma liga profissional e precisar suportar a cobrança dos torcedores e da mídia.
- **Capacidade de adaptação e de aprendizagem:** Até onde vai a aptidão de um jogador para processar com sucesso novas informações durante um jogo? Para ouvir os conselhos dos técnicos? Como ele se adapta quando sua situação de vida muda? E se seu passe for vendido? E se lhe pedirem que jogue numa nova posição? O caminho que leva do mundo dos amadores às grandes ligas raramente é linear, mesmo para as revelações mais promissoras, de modo que um grande jogador não pode ser rígido demais em relação à sua atitude mental.

“Atletas bem-sucedidos neste jogo são aqueles que, ao precisarem virar uma quina enquanto caminham por um corredor no interior de um edifício, fazem uma curva aberta, não uma curva fechada”, observa Sanders. “Há uma intensidade controlada aí.”

Esses mesmos hábitos, é claro, são importantes em muitos outros campos do esforço humano. Alguns podem até ser aplicados àqueles que se propõem a fazer previsões, especialmente o que Sanders denomina capacidade de adaptação: como você reage quando se vê diante de uma nova informação? Perturba-se demais diante de mudanças nas circunstâncias ou mantém-se indiferente demais para mudar de ideia quando há indícios de que, de outro modo, acabará fazendo previsões equivocadas?

Poucas áreas, contudo, são tão competitivas quanto o beisebol. Entre milhares de jogadores profissionais e centenas de milhares de jogadores amadores, apenas 750 têm capacidade para chegar às ligas profissionais e só algumas dezenas integrarão um All-Stars Team. A tarefa de Sanders é encontrar os indivíduos excepcionais que desafiam essas probabilidades. Para desempenhar sua missão, ele precisa trabalhar quase tanto quanto os jogadores e manter-se na estrada quase todos os dias, apesar dos seus sessenta e tantos anos.

Porém, Sanders abastece o Dodgers com o tipo mais valioso de informação: aquela que os outros não têm.

Informação é o nome do jogo

Billy Beane, o protagonista de *Moneyball*, considera que o segredo do sucesso de um olheiro reside no acúmulo constante de informações.

“O que define um bom olheiro? Descobrir informações que outros não podem conseguir”, disse-me ele. “Conhecer o garoto. Conhecer a família. Existem algumas coisas que você precisa descobrir pessoalmente.”

Beane sabe do que está falando. Grande parte do sucesso do Oakland Athletics foi resultado da desenvoltura demonstrada pelo time em relação às estatísticas. Porém, o trabalho dos olheiros em sua busca por jogadores amadores foi igualmente vital para suas realizações. A maior parte das estrelas do início da década de 2000, período ao qual *Moneyball* se ateuve — Miguel Tejada, Jason Giambi, Barry Zito, Tim Hudson, Eric Chavez —, foi contratada e preparada pelo clube.

Beane me contou que o orçamento do Oakland Athletics destinado aos olheiros nunca foi tão grande quanto hoje. Além disso, também disse que foi o fascínio do clube pelas análises estatísticas que levou a esse aumento. Como vimos, jogadores de beisebol não têm seus passes livres até cumprirem seis temporadas de jogos, o que, em geral, não acontece antes que completem trinta anos. Como revelou a análise de Bill James a respeito da curva da idade, essa situação faz com que os clubes muitas vezes gastem mais do que deveriam com esses jogadores — afinal, eles normalmente já deixaram para trás seus melhores anos. Há, contudo, o outro lado da moeda: *antes* de completar trinta anos, um jogador pode oferecer um enorme retorno para seu clube. Ainda, a economia do beisebol é estruturada de tal modo que jogadores mais jovens podem, muitas vezes, ser comprados a preços vantajosos.⁴²

Se um time de beisebol for encarado, como qualquer negócio, pelo ponto de vista de lucros e prejuízos, quase todo o valor a ser ganho é gerado pelos departamentos dedicados aos olheiros e ao desenvolvimento dos jogadores. Se seu sistema de previsões for ótimo, talvez um time possa pagar 10 milhões de dólares por ano a um jogador cujo valor real é de 12 milhões. Mas, se o departamento de *olheiros* for realmente bom, o clube pode pagar 400 mil dólares ao mesmo jogador. É assim que se compete num mercado pequeno como Oakland.

Assim, o Oakland Athletics não subestima de modo algum o papel dos olheiros, muito pelo contrário, nem, como esclareceu Beane, deixa de

levar em conta a atitude mental de um jogador ao decidir se ele vai ou não para a sua organização.

O clube ainda acredita firmemente em análises rigorosas. Contudo, a rigidez e a disciplina são aplicadas no modo como a organização processa os dados que reúne, não ao classificar certas informações como fora da sua área de interesse.

“A proporção observada entre as análises objetiva e subjetiva pesa mais em certos clubes do que em outros”, explicou ele. “Para nós que estamos em Oakland, de algum modo, somos forçados a optar entre decisões objetivas ou intuitivas. Meu palpite é que acertar uma decisão intuitiva é puro acaso. E não nos encontramos numa situação em que podemos nos dar o luxo de tomar decisões aleatórias esperando que tenhamos sorte. Se temos um seis num jogo de blackjack, e nos é oferecido um quatro, pedir outra carta para fazer dezesseis não faz sentido.”

O mais importante para fazer uma boa previsão, como observamos no Capítulo 2, é não nos limitarmos à informação quantitativa. Ao contrário, o segredo é contar com um bom processo para pesar de modo apropriado os dados que temos. Essa é a essência da filosofia de Beane: recolher a maior quantidade de informações, mas ser o mais rigoroso e disciplinado possível ao analisar os dados.

O teste decisivo para saber se você é competente ao fazer prognósticos é verificar se uma quantidade maior de informações melhora suas previsões. Se elas piorarem, é sinal de que você tem alguns maus hábitos e atitudes, como os analistas políticos estudados por Phil Tetlock. Se, numa sondagem, o jogador A tem um aproveitamento de 30% como rebatedor, marcou vinte *home runs* e trabalha como voluntário num restaurante popular nos dias de folga; e o jogador B também tem aproveitamento de 30% e marca vinte *home runs*, mas vive pelas boates e cheira cocaína nas horas vagas, provavelmente não existe um modelo para *quantificar* essa diferença. Mas pode apostar que isso tem que ser levado em conta.

Na realidade, muitas vezes é possível traduzir informação qualitativa em informação quantitativa.^{XXXII} Os olheiros classificam os jogadores segundo uma escala numérica rígida, que varia entre vinte e oitenta em cada categoria. Não há motivo para que não coloquemos esses dados num modelo estatístico, junto com a média de rebatidas⁴³ de um jogador, para sabermos onde pode ser agregado algum valor; alguns times, como o Cardinals, estão tentando trabalhar com versões dessa combinação.

Na indústria do beisebol, a linha divisória que separa as estatísticas e o trabalho dos olheiros, as informações qualitativas e quantitativas, tornou-se bastante vaga. Consideremos, por exemplo, a introdução do Pitch f/x, um sistema de câmeras tridimensionais instaladas em quase todos os estádios subordinados às ligas maiores e capaz de medir não apenas a velocidade de uma bola lançada pelo arremessador — o que já é possível há anos, graças a radares —, mas em que medida ela se move, horizontal e verticalmente, até chegar à base. Agora, podemos dizer por meio de estatísticas, por exemplo, que Zack Greinke, um jovem arremessador do Milwaukee Brewers, que ganhou o prêmio Cy Young, em 2009, como destaque da sua liga, tem o melhor *slider* [arremesso com efeito] do beisebol⁴⁴ ou que a *fastball* de Mariano Rivera está à altura da sua reputação.⁴⁵ Na visão tradicional, essas coisas seriam consideradas partes integrantes do domínio dos olheiros; agora, são mais uma variável a ser incluída num sistema de projeção.

Não estamos longe do momento em que poderemos contar com um registro tridimensional completo de tudo o que ocorre num campo de beisebol. Logo conseguiremos medir a altura do pulo dado por Jacoby Ellsbury para agarrar uma bola voando sobre sua cabeça. Saberemos precisamente com que rapidez Ichiro Suzuki percorre todas as bases ou com que velocidade Yadier Molina faz a bola chegar à segunda base ao tentar tirar da partida um jogador empenhado em roubar a base.

Essa nova tecnologia não irá enterrar a prática dos olheiros, da mesma forma que *Moneyball* não fez isso, mas pode transferir sua ênfase para

coisas ainda mais difíceis de quantificar e nas quais a informação é mais exclusiva, como as ferramentas mentais de um jogador. Olheiros inteligentes, como Sanders, já estão um passo à frente.

Por que previram o fracasso de Pedroia...

Por que os olheiros estavam errados a respeito de Dustin Pedroia?

Todos eles estavam de acordo em relação às informações básicas sobre o jogador. Todos sabiam que a média do desempenho de Pedroia como rebatedor era muito boa, que ele mantinha uma atitude inteligente na base e que sua caixa de ferramentas mentais estava bem acima do comum. Todos sabiam que ele tinha uma batida longa; que sua defesa era constante, mas não espetacular; que sua velocidade ao correr era mediana; que ele era baixo e não tinha um físico fantástico.

Contudo, era um perfil um tanto peculiar para um jovem jogador, e muitos olheiros não sabiam o que concluir. “Olheiros têm um instinto para ver o que desejam quando traçam o perfil de um atleta”, contou-me Sanders. “Existem padrões, protótipos. Dustin diferia em alguns desses aspectos, a começar pela estatura.”

Quando não conseguimos encaixar uma cavilha quadrada num buraco redondo, culpamos a cavilha — quando, às vezes, a dificuldade se deve à rigidez da nossa maneira de pensar. Por instinto, nossa primeira reação é alocar as informações em poucas categorias, já que assim será mais fácil acompanhá-las. (Pense na forma como o serviço de recenseamento classifica pessoas de centenas de grupos étnicos em apenas seis categorias raciais ou no modo como milhares de artistas são divididos numa taxonomia composta por alguns poucos gêneros musicais.)

O método pode funcionar bem na maior parte do tempo, mas muitas vezes fingimos não enxergar ou não avaliamos corretamente uma categoria na qual temos dificuldade para encaixar algo. Essa é uma das razões pelas quais Beane evita tomar decisões “por instinto”. Se confiar demais nas suas

primeiras impressões, ele acabará por deixar escapar entre os dedos alguns talentos promissores e valiosos — e não pode se dar a esse luxo diante da folha de pagamentos do Oakland.

Um sistema como o Pecota, que busca entre milhares de jogadores aqueles que apresentam perfis semelhantes, tem uma maneira mais rigorosa de classificar os jogadores, mostrando-se, então, capaz de situar as habilidades de Pedroia num contexto mais apropriado.

Nessa busca, o Pecota encontrou alguns precedentes favoráveis. A baixa estatura de Pedroia, por exemplo, pode, na verdade, representar uma vantagem em vista das outras habilidades do jogador. No beisebol, a zona de *strike* fica entre os ombros e os joelhos do rebatedor. Quanto menor for o atleta, menor será o alvo a acertar. Um jogador como Pedroia, que tem um bom olho para um rebatedor, pode tirar uma vantagem especial dessa característica.

Por outro lado, estar mais perto do nível do chão pode ser uma vantagem para a defesa da segunda base. É uma posição que exige agilidade e reflexos felinos para lidar com as bolas rasteiras disparadas, com toda a força, pelo bastão do adversário. Muitos dos melhores *second basemen* em toda a história do beisebol eram muito baixos. Entre os dezessete que alcançaram o Hall da Fama, só dois — Nap Lajoie e Ryne Sandberg — tinham mais de 1,80 metro.⁴⁶ Joe Morgan, talvez o melhor *second baseman* de todos os tempos, media apenas 1,73 metro.

Olheiros são muito bons naquilo que fazem, porém, nesse caso, mostraram-se apressados e preconceituosos demais em classificar o jogador. A baixa estatura de Pedroia, em certos aspectos, representava um ponto forte.

Ainda assim, não havia garantias absolutas: o Pecota não considerava certo o sucesso de Pedroia, limitando-se a dizer que as probabilidades estavam a seu favor. Os olheiros acharam que as chances pesavam contra. O que fez a diferença foi o Red Sox acreditar em Dustin Pedroia. E, felizmente para o time, Pedroia também acreditava em si mesmo.

... e como ele desmentiu as previsões

Encontrei Bill James pela primeira vez numa mesa-redonda realizada no festival anual da revista *New Yorker*, em outubro de 2009. Houve uma festa elegante em seguida, onde ele parecia deslocado entre os fashionistas, vestindo um suéter excessivamente colorido e um par de sapatos surrados que parecia enorme para seus pés. Enquanto todos corriam atrás de Susan Sarandon, paramos no bar e conversamos por um tempo.⁴⁷

São várias as responsabilidades de James em relação ao Red Sox — e ele se mostra muito discreto a esse respeito. (Não podia dar muitos detalhes oficialmente.) Porém, depois de um quarto de século escrevendo sobre beisebol na condição de um provocador que via as coisas do lado de fora, ele parece ter suavizado um pouco suas opiniões nessa fase avançada da vida adulta. Aos seus olhos, o esporte parece diferente agora que está do lado de dentro; ele reconhece com mais rapidez os aspectos psicológicos.

“Muitas coisas que escrevi nos anos 1980 não estavam certas”, contou-me ele. “A grande mudança ocorreu quando nasceram meus filhos. Sei que é um lugar-comum, mas, assim que passamos a ser pais, começamos a entender que, em certo sentido, somos todos filhos de alguém. É algo que tem a ver com a mudança de perspectiva de estar dentro ou fora. Vemos essas pessoas serem personagens na TV, em videogames ou em figurinhas de beisebol — a gente nem se lembra de que são seres humanos e que fazem o melhor que podem.”

Fiquei impressionado com o fato de que muitos dos comentários de James são semelhantes aos de Beane e Sanders, ainda que tenham se aproximado do esporte a partir de ângulos bastante diferentes. E, se colocasse lado a lado as transcrições das minhas conversas com James, Beane e Sanders, seria difícil distingui-las (exceto pelo fato de que a conversa com James foi bem mais divertida). Ele acabou admitindo como a colaboração dos olheiros é vantajosa para o clube, e acredita que seja algo que corre em paralelo à sua própria missão. No beisebol, o sucesso é

aferido de maneira muito peculiar — por Vs e Ds —, de modo que é fácil manter todos no caminho certo. Se uma quantidade maior de informações fizer suas previsões piorarem, você acabará perdendo o emprego, em vez de ganhar um posto vitalício em *The McLaughlin Group*.

“Em certo nível, os olheiros e eu vemos o beisebol de modo bastante parecido”, continuou James. “Talvez tenha a ver com o fato de que, se você avançar até certo ponto para a direita ou para a esquerda dentro do espectro político, encontrará pessoas dizendo exatamente a mesma coisa. Os olheiros e eu estamos tentando enxergar a mesma coisa.”

James assessorava o Red Sox na triagem para contratação de jovens jogadores em 2004, quando Pedroia foi o 65º escolhido. Ele havia escrito um parecer positivo sobre o jogador, porém recomendava outra contratação. Apesar disso, ficou contente com a escolha e satisfeito ao ver Pedroia deixar seus críticos com cara de tacho.

Houve, contudo, alguns momentos, na fase inicial da sua carreira, quando mesmo os maiores fãs de Pedroia tiveram suas dúvidas. Ele foi convocado para partidas nas ligas maiores em agosto de 2006, disputando 31 delas, porém com um desempenho médio de apenas 19,8% nas rebatidas e apenas seis rebatidas extrabase. Ninguém ficou muito preocupado; o Red Sox, fato pouco comum para o time, já não tinha chances de se classificar para os *playoffs* nas últimas semanas da temporada regular, e a atenção do público da Nova Inglaterra se desviara para o Celtics e o Patriots. Porém, no ano seguinte, confirmado como titular na segunda base, Pedroia demorou novamente a engrenar, e sua média de desempenho em rebatidas alcançou um índice de apenas 17,2% no primeiro mês da temporada.

Naquele momento, um time como o Cubs, até recentemente conhecido pela maneira aleatória como tomava suas decisões, poderia ter cortado Pedroia. Para muitos clubes, a cada ação corresponde uma reação exagerada no sentido oposto. O Red Sox, por outro lado, mostra-se mais disciplinado, graças à sua abordagem mais sistemática. E, na verdade,

quando o time olhou para Pedroia àquela altura da temporada, contou-me James, viu boas perspectivas. Pedroia estava mergulhando no mundo do beisebol, mas isso ainda não estava se revertendo em rebatidas certeiras. Os números provavelmente começariam a tender a seu favor.

“Todos passamos por momentos em que perdemos a confiança nos dados”, disse-me James. “Você provavelmente sabe o que estou dizendo, mas, se der uma olhada no ano anterior, quando Dustin atingiu um desempenho de 18% ou algo assim, e buscar a porcentagem para acertos e erros nas rebatidas, vai ver que era algo em torno de 8%, talvez 9%. O mesmo aconteceu durante um período na primavera, quando ele estava enfrentando dificuldades. Sempre foi evidente que, quando se bate na bola com tanta força como ele faz, não há jeito de manter um índice de 18% de desempenho nas rebatidas.”

A decisão do Red Sox ao contratar Pedroia não foi tomada de modo leviano. Eles ainda viam os elementos que tinham garantido seu sucesso em todos os outros níveis amadores e profissionais. A decisão sobre colocá-lo no banco teria de ser pensada com o mesmo cuidado quanto fora promovê-lo a titular. Eles não deixaram que os dados determinassem sua decisão sem um contexto mais amplo.

Sua única preocupação, disse-me James, era que Pedroia começasse a duvidar de si mesmo. E isso poderia ter acontecido com outro jogador — mas não com Pedroia, que não tem paciência para idiotas nem para críticos.

“Felizmente, não falta a Dustin autoconfiança, porque, se fosse o tipo de pessoa que se deixa intimidar e se tivesse dado ouvidos àquelas pessoas, estaria arruinado. Ele não ouve o que os outros dizem. Ele aguentou firme, seguiu rebatendo com vontade, e as coisas acabaram melhorando para ele.”

Pedroia conta com o que James chama de “memória da grande liga”, querendo dizer que se trata de uma memória curta. Ele não se perturba durante uma fase ruim porque está mais convencido do que nunca de que

está atuando da maneira correta e de que, a longo prazo, é isso o que importa. E, realmente, ele mostra pouca tolerância com qualquer coisa que o distraia, impedindo que faça seu trabalho. Ele não é o ser humano mais generoso do mundo, mas é o que precisa ser como *second baseman* do Boston Red Sox, e é com isso que ele se importa.

“Nossas fraquezas e nossas forças estão intimamente ligadas”, disse James. “Pedroia transformou em vantagens coisas que, em outros jogadores, representariam fraquezas.”

As verdadeiras lições de *Moneyball*

“Como disse Michael Lewis, o debate acabou”, falou Billy Beane quando conversávamos sobre *Moneyball*. Durante certo tempo, o fenômeno pairou como uma ameaça sobre quem vivia do beisebol, pois dava a entender que seus empregos e seu meio de ganhar a vida corriam perigo. Mas o ajuste de contas nunca aconteceu — olheiros jamais foram substituídos por computadores. Na verdade, a demanda por previsões para diferentes tipos de jogadores de beisebol — sejam baseadas em relatórios de olheiros ou em sistemas analíticos como o Pecota — ainda excede em muito a oferta. Milhões de dólares, e o resultado do próximo World Series, estão em jogo a cada vez que um time decide que jogadores serão contratados ou estarão disponíveis para venda e quanto será pago por um atleta com passe livre. Cada vez mais, os times usam todos os recursos à sua disposição para tomar decisões. Ainda que tenha decepcionado em tantas outras áreas, a revolução da informação fez jus à sua reputação no universo do beisebol, devido à combinação singular de tecnologia em rápido desenvolvimento, incentivos bem alinhados, competição acirrada e abundância de dados.

A vida não está necessariamente mais fácil para Beane, que expressou sua preocupação com o fato de outros times copiarem os melhores truques aplicados pelo Oakland Athletics. Poucas equipes, por exemplo, resistem à importância do OPB ou subestimam o papel da defesa — o que não

mudou foi que esses times ainda dispõem de muito mais dinheiro do que o Oakland Athletics.

Nos ramos mais competitivos, como os esportes, os melhores formuladores de previsões precisam inovar sempre. É fácil adotar como meta o lema “explorar as ineficiências do mercado”, mas esse, na verdade, não é um plano que nos diz como descobrir quais são essas carências nem como determinar se significam perspectivas brilhantes ou pistas falsas. É difícil ter uma ideia que ninguém teve antes. É mais difícil ainda ter uma *boa* ideia — e, quando conseguirmos uma, ela logo será duplicada.

Por esse motivo, este livro evita promover soluções rápidas, pelas quais podemos seguir em frente com nossos negócios e pôr em prática apenas uma ligeira mudança, superando a concorrência graças a alguma previsão. Bons inovadores, em geral, pensam muito grande e muito pequeno. Novas ideias são encontradas, às vezes, em detalhes aparentemente ínfimos de um problema, para onde poucos se deram o trabalho de olhar. E, às vezes, são encontradas quando estamos às voltas com nossos pensamentos mais abstratos e filosóficos, ponderando sobre por que o mundo é como é, e se existiria uma alternativa ao paradigma dominante. Poucas vezes essas ideias serão encontradas nas latitudes intermediárias entre esses dois espaços, onde passamos 99% das nossas vidas. As classificações e as aproximações que fazemos no curso normal da nossa existência costumam ser boas o suficiente para nos virarmos, mas podemos deixar escapar entre os dedos informações que nos ofereceriam uma vantagem competitiva.

O segredo está em desenvolver recursos e hábitos que nos levem a olhar, com maior frequência, para os lugares onde existem maiores chances de encontrarmos ideias e informações — e, uma vez achadas, aperfeiçoar as habilidades exigidas para transformá-las em Vs e Ds.

É um trabalho difícil. Porém, o beisebol continuará a ser um campo de provas singularmente fértil para inovadores. Não surgiu outro sistema de prognósticos revolucionário desde o advento do Pecota há dez anos. Mas alguém aparecerá para, de uma maneira inteligente, tirar vantagem dos

dados do Pitch f/x , ou descobrirá como fundir avaliações quantitativas e qualitativas sobre os desempenhos dos jogadores. Tudo isso acontecerá mais rápido do que imaginamos, possivelmente quando este livro estiver na gráfica.

“A criatividade e a inteligência das pessoas que estão entrando no jogo agora são algo sem paralelo”, disse-me Beane. “Se eu me candidatasse a esse emprego daqui a dez anos, não chegaria nem à entrevista.”

Moneyball está morto. Vida longa ao *Moneyball*.

[XXII](#) O trágico colapso que o Red Sox viveu só ocorreria dois anos mais tarde, em 2011, quando o time perdeu dezesseis dos últimos 21 jogos e conseguiu a proeza de perder a quase garantida vaga nos *playoffs*.

[XXIII](#) Vendi o passe de Pedroia num dos fantasy games que eu jogava.

[XXIV](#) Vs e Ds aqui não se referem às vitórias e derrotas nas partidas, mas aos resultados dos vários confrontos entre arremessadores e rebatedores ao longo de cada jogo: *wins* e *losses*. (N. do T.)

[XXV](#) O universo do beisebol nos Estados Unidos se divide entre a elite do esporte, organizada na Major League Baseball (MLB) [Grande Liga de Beisebol], e o equivalente a uma segunda divisão, representada pelas Minor Leagues [Ligas Menores]. A MLB, que abriga 29 times americanos e um canadense, abrange, desde 2000, a American League [Liga Americana] e a National League [Liga Nacional]. (N. do T.)

[XXVI](#) James cunhou o termo *sabermetrics* para descrever o estudo sistemático do beisebol, especialmente por meio de estatísticas. O termo tem sua origem no acrônimo SABR (Society of American Baseball Research [Sociedade para Pesquisa do Beisebol Americano]), fundamental para a popularização do trabalho de James.

[XXVII](#) Ao contrário do futebol americano, no qual uma grande linha ofensiva pode levar um medíocre *running back* à lista de melhores da temporada, e do basquete, em que a sinergia entre o armador e o ala pode fazer com que produzam mais do que apenas a soma das duas partes.

[XXVIII](#) Ainda que tivesse atingido, no conjunto de sua carreira, uma performance de apenas 24,9%, Pecota chegou a 30,3% nas partidas contra o Tigers.

[XXIX](#) Modalidade em que se aposta se o placar de determinada partida ficará acima (*over*) ou abaixo (*under*) de um número previamente escolhido. (N. do T.)

[XXX](#) WARP é uma estatística que mede o número de vitórias que um jogador acrescentou ao seu time numa temporada, tomando como base de comparação o desempenho de um hipotético jogador substituto. O desempenho deste último é dado pela média de um jogador “triplo A”, nível mais alto das ligas menores antes de passar à MLB. (N. do T.)

[XXXI](#) Isso significa cerca de 1,9 milhão de dólares por equipe por temporada.

[XXXII](#) No modelo, por exemplo, que uso para prever o resultado das eleições na Câmara dos Deputados dos Estados Unidos, combino informações quantitativas, como pesquisas de opinião, a cotações qualitativas de especialistas, como as dadas pelo *Cook Political Report*. Se Cook afirma que determinada disputa é uma incógnita, classifico-a com um zero. Se a mesma equipe coloca a disputa na categoria Inclinada para os Democratas, classifico-a como uma “+1”, e assim por diante. Combinar essa informação gera um prognóstico melhor do que levar em conta um desses tipos de informação isoladamente.

HÁ ANOS VOCÊS DIZEM QUE A CHUVA É VERDE

Na terça-feira, 23 de agosto de 2005, um avião de reconhecimento da força aérea americana detectou sinais de distúrbio na região das Bahamas,¹ e reportou que havia “vários pequenos vórtices”, espirais de vento, girando em sentido anti-horário, de leste para oeste — afastando-se da vastidão do Atlântico e aproximando-se dos Estados Unidos. Era difícil detectar esses distúrbios em padrões de vento baseando-se em nuvens ou em dados fornecidos por satélites, mas navios de carga estavam começando a reconhecê-los. O Centro Nacional de Furacões acreditou que havia indícios suficientes para caracterizar o distúrbio como um ciclone tropical, rotulando-o de depressão tropical Doze. Era uma tempestade “capciosa”, que poderia evoluir para algo mais sério ou, facilmente, se dissipar; cerca de metade de todas as depressões tropicais na bacia do Atlântico transforma-se em furacões.²

A depressão, porém, não demorou a ganhar força, e, na quarta-feira à tarde, um dos computadores do Centro Nacional de Furacões já previa que o fenômeno chegaria a dois locais dos Estados Unidos — no sul da Flórida e em um segundo ponto que poderia “[levar] o ciclone para Nova

Orleans”.³ A tempestade ganhou intensidade suficiente para se tornar um furacão e receber um nome: Katrina.⁴

Na primeira passagem por terra — após percorrer o norte de Miami e, algumas horas depois, zunir pela região dos Everglades como um furacão de categoria 1 —, o Katrina não teve duração suficiente para colocar em risco muitas vidas. Mas também não ficou em terra por tempo suficiente para perder força. Ao contrário, Katrina ganhou corpo nas águas mornas do golfo do México. Foi somente nas primeiras horas da manhã de sábado que a previsão mudou, e para pior: Katrina se tornou um furacão de categoria 3, a caminho da categoria 5. E seu trajeto previsto movia-se gradualmente para oeste, afastando-se do noroeste da Flórida, na direção de Mississippi e Louisiana. A essa altura, os computadores concordavam: a tempestade parecia rumar para Nova Orleans.⁵

“Acho que tive cinco audiências no Congresso depois do Katrina”, comentou Max Mayfield, diretor do Centro Nacional de Furacões na época da tempestade, quando lhe perguntei em que momento percebeu a magnitude da ameaça. “Em uma delas, me indagaram sobre quando comecei a me preocupar com Nova Orleans. Respondi: ‘Há sessenta anos.’”

O pior pesadelo para qualquer especialista em previsão do tempo era, havia muito, a possibilidade de um furacão de grandes proporções atingir Nova Orleans. Havia na cidade um conjunto perfeito de circunstâncias que poderiam contribuir para a ocorrência de mortes e destruição. De um lado, sua localização geográfica: Nova Orleans não está apenas próxima ao golfo do México, mas praticamente mergulhada nele. Grande parte de sua população vivia abaixo do nível do mar e contava com a proteção de um obsoleto sistema de diques e de um conjunto de barreiras naturais que vinham sendo literalmente carregadas pelo mar.⁶ Do outro lado, havia a cultura local. A cidade faz muitas coisas bem, mas recusa-se, por orgulho, a fazer duas outras: Nova Orleans é avessa à agilidade, e não tem muita fé nas autoridades. Se fosse diferente, não seria Nova Orleans. Porém, estaria

muito mais bem preparada para lidar com o Katrina, pois essas são as duas coisas que é preciso fazer diante da ameaça de um furacão.

O Centro Nacional de Furacões definiu sua previsão para o Katrina, dizendo que ele poderia chegar à cidade quase cinco dias antes do rompimento dos diques, e concluiu, com mais de 48 horas de antecedência, que havia a possibilidade de um cenário catastrófico. Vinte ou trinta anos antes, um aviso com tal antecedência não teria sido possível, e o número de pessoas evacuadas seria menor. O trabalho do Centro Nacional de Furacões e os contínuos avanços na previsão do tempo ao longo das últimas décadas, sem sombra de dúvida, salvaram muitas vidas.

No entanto, a previsão não foi levada a sério. Cerca de oitenta mil habitantes⁷ — quase um quinto da população na época — não evacuaram a cidade, e 1.600 pessoas morreram. Levantamentos realizados com os sobreviventes revelaram que aproximadamente dois terços não acreditavam que a tempestade seria tão terrível quanto realmente foi.⁸ Outros ficaram atordoados diante de uma ordem de evacuação desastrada; o prefeito da cidade, Ray Nagin, esperou quase 24 horas para ordenar uma retirada compulsória, apesar dos apelos de Mayfield e de outras autoridades. Outros residentes — pobres, idosos ou pessoas sem acesso às notícias — não poderiam ter fugido mesmo que quisessem.

A previsão do tempo é uma das histórias de sucesso apresentadas neste livro, um caso em que homem e máquina uniram forças para entender e, às vezes, antever as complexidades da natureza. Entretanto, o fato de, ocasionalmente, podermos prever o curso da natureza não significa que possamos modificá-lo. Além disso, as previsões só são úteis quando há alguém disposto a ouvi-las. A história do Katrina envolve engenhosidades e falhas humanas.

O clima dos supercomputadores

O laboratório de supercomputadores do Centro Nacional de Pesquisa Atmosférica, em Boulder, Colorado, literalmente produz seu próprio clima. É quente: os 77 trilhões de cálculos realizados pelo supercomputador Bluefire, da IBM, geram, a cada segundo, uma quantidade substancial de energia radiante. Ventilação: é preciso refrescar todo o calor gerado, caso contrário a capacidade nacional de previsão do tempo estará em risco. Por isso, uma série de ventiladores de alta pressão lança jatos de ar sobre os computadores o tempo todo. E é barulhento: o rumor é tamanho que exige o uso de protetores de ouvido como equipamento operacional padrão.

O Bluefire é dividido em onze gabinetes, cada um com cerca de 2,40 metros de altura, 0,60 metro de largura e uma faixa verde e brilhante descendo pelas laterais. Vistos de trás, os gabinetes parecem o que poderíamos esperar de um supercomputador: uma massa de cabos e luzes azuis que piscam conectados ao tronco cerebral da máquina. De frente, têm o tamanho e a forma de um banheiro químico, dotados inclusive do que parece ser uma porta com maçaneta de metal.

“Parece um banheiro químico”, digo ao Dr. Richard Loft, diretor de desenvolvimento de tecnologia do Centro Nacional de Pesquisa Atmosférica, que supervisiona o laboratório de supercomputadores.

Quem trabalha na área de meteorologia está acostumado a todos os tipos de piada. Larry David, na série *Segura a onda* (*Curb Your Enthusiasm*), postula que os meteorologistas preveem chuva quando não vai chover apenas para chegarem antes dos outros jogadores ao campo de golfe.⁹ Propagandas políticas usam metáforas relacionadas ao clima para atacar os adversários,¹⁰ normalmente sugerindo que estão sempre mudando de ideia com relação aos tópicos abordados. As pessoas, de um modo geral, pressupõem que os meteorologistas não são muito bons no que fazem.

Na verdade, era tentador olhar para as fileiras de computadores e perguntar se aquilo não era um exercício fútil: Tudo isso para prever o tempo? E nem assim eles conseguem nos dizer se vai chover amanhã?

Loft não achou graça. Os avanços na computação, na realidade, não melhoraram, de maneira evidente, as previsões de terremotos ou do comportamento da economia. Entretanto, houve avanços consideráveis, até mesmo notáveis, na meteorologia. A capacidade dos supercomputadores de Loft é parte da explicação.

Uma breve história da previsão do tempo

“Permita-me desviar um pouco do plano de voo normal”, disse-me Loft, de volta à sua sala. Ele provava ter senso de humor, afinal — sutil e pouco convencional, como uma versão mais autoconfiante de Dwight Schrute, em *The Office*.^{XXXIII} Desde os primórdios da história, explicou Loft, o homem tenta fazer previsões sobre o meio em que vive: “De Chaco Canyon a Stonehenge, as pessoas haviam percebido que poderiam prever o dia mais curto e o dia mais longo do ano e que a Lua se movimentava de maneiras previsíveis. Mas há coisas que os antigos não podiam prever. A emboscada de um animal. Uma inundação repentina ou uma tempestade com raios e trovoadas.”

Hoje, encaramos como certa nossa capacidade de prever, com dias de antecedência, onde um furacão vai aparecer, mas a meteorologia demorou muito para se transformar em uma ciência bem-sucedida. Durante séculos, poucos foram os avanços. Os babilônios, astrônomos avançados, fizeram previsões que estão preservadas em placas de pedra há mais de seis mil anos.¹¹ Na última hora, porém, voltavam-se para Ningirsu, seu deus da chuva. Aristóteles escreveu um tratado sobre meteorologia¹² e teve intuições sensatas, mas, em geral, essa foi uma de suas tentativas mais precárias. Somente nos últimos cinquenta anos, mais ou menos, à medida

que a capacidade da computação aumentou, a ciência da previsão avançou de modo significativo.

Talvez você não veja as previsões do tempo como um exercício de metafísica, mas a própria ideia evoca antigos debates sobre predestinação e livre-arbítrio. “Tudo está escrito ou nós temos de escrever?”, perguntou-me Loft. “Esse é um questionamento básico dos seres humanos. E, na realidade, havia duas linhas de pensamento.”

“Uma remete a Santo Agostinho e ao calvinismo”, continuou ele, mencionando pessoas que acreditavam em predestinação. Nessa filosofia, os seres humanos poderiam ter a capacidade de prever o caminho que iriam trilhar. Mas não havia nada que pudessem fazer para alterá-lo. Tudo seguiria o plano de Deus. “Esse conceito bate de frente com os jesuítas e São Tomás de Aquino, que afirmavam que, na realidade, temos livre-arbítrio. A questão aqui é se o mundo é previsível ou imprevisível.”

O debate a respeito da previsibilidade começou a ser realizado sob outras perspectivas durante o Iluminismo e a Revolução Industrial. A mecânica de Isaac Newton sugeria que o universo era bastante ordenado e previsível, atendo-se a leis relativamente simples da física. O progresso científico, tecnológico e econômico — que não podia ser tomado como certo nos séculos anteriores — começava a surgir, junto com a noção de que a humanidade poderia aprender a controlar o próprio destino. A predestinação era classificada por uma nova ideia: o *determinismo científico*.

Essa ideia assumiu diversas formas, mas ninguém a levou tão longe quanto o astrônomo e matemático francês Pierre-Simon Laplace. Em 1814, ele postulou o que, mais tarde, seria conhecido como o Demônio de Laplace:

Podemos encarar o estado atual do universo como o efeito de seu passado e a causa de seu futuro. Um intelecto que, em dado momento, conhecesse todas as forças que movem a natureza e todas as posições de todos os itens que a compõem, e se esse

intelecto fosse também vasto o suficiente para submeter esses dados a análise, englobaria em uma única fórmula os movimentos dos maiores corpos do universo e de seu menor átomo; para tal intelecto, nada seria incerto, e o futuro, exatamente como o passado, estaria diante de seus olhos.¹³

Dado o completo conhecimento das condições atuais (“todas as posições de todos os itens que compõem a natureza”) e das leis que governam o universo (“todas as forças que movem a natureza”), deveríamos ser capazes de realizar previsões *perfeitas* (“o futuro, exatamente como o passado, estaria diante de seus olhos”). O movimento de cada partícula do universo deveria ser tão previsível quanto o deslocamento das bolas em uma mesa de bilhar. Os seres humanos poderiam não estar à altura da tarefa, admitiu Laplace. Mas, se fôssemos inteligentes o bastante (e se tivéssemos computadores rápidos o suficiente), poderíamos prever o tempo e tudo o mais — e descobriríamos que a natureza, em si, é perfeita.

O Demônio de Laplace criou polêmica durante todos os seus quase duzentos anos de existência. Em oposição aos deterministas, encontramos os probabilistas, que acreditam que as condições do universo só podem ser conhecidas com certo grau de incerteza.^{XXXIV} No início, o probabilismo era, em grande parte, um paradigma *epistemológico*: reconhecia que havia limites à capacidade humana de entender o universo. Mais recentemente, com a descoberta da mecânica quântica, cientistas e filósofos se perguntaram se o universo *em si* comporta-se de maneira probabilística. As partículas que Laplace tentou identificar atuam como ondas quando examinadas de perto — parecem não ocupar uma posição fixa. Como prever para onde vai uma coisa quando não se sabe onde ela está? É impossível. Essa é a base do famoso princípio da incerteza do físico teórico Werner Heisenberg.¹⁴ Os físicos interpretam esse princípio de diversas maneiras, mas a incerteza sugere que o postulado de Laplace não pode ser verdadeiro. Se o universo é aleatório, é impossível realizar previsões *perfeitas*.

Felizmente, o estudo do tempo não requer mecânica quântica. Ele ocorre em nível molecular (e não atômico), e moléculas são grandes demais para serem impactadas pela física quântica. Além disso, faz algum tempo que temos um bom entendimento da química e da física newtoniana que governam o clima.

Sendo assim, que tal uma versão revisada do Demônio de Laplace? Se soubéssemos a posição de cada molécula na atmosfera da Terra — uma exigência bem mais humilde do que conhecer a posição de cada partícula atômica no universo —, poderíamos prever o tempo com perfeição? Ou existe um grau de aleatoriedade inerente também a ele?

A matriz

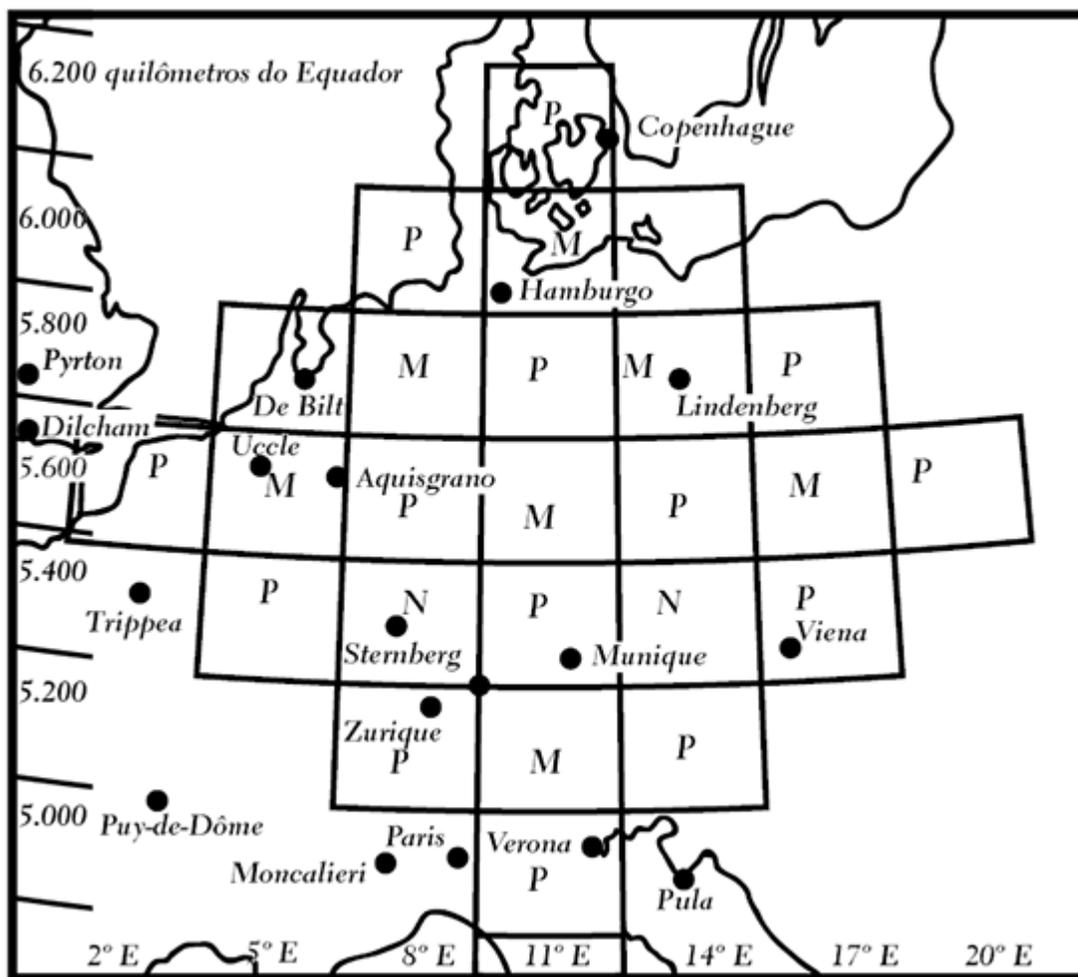
Há muito tempo é possível realizar previsões climáticas puramente estatísticas. Choveu hoje; qual é a probabilidade de chover amanhã? Um meteorologista poderia pesquisar todas as instâncias de chuva em seu banco de dados e nos apresentar uma resposta. Ou poderia analisar as médias a longo prazo: em março, em Londres, chove durante aproximadamente 35% do tempo.¹⁵

O problema é que esse tipo de previsão não é muito útil: não tem precisão suficiente para nos dizer se devemos levar o guarda-chuva ao sair de casa, muito menos para prever o trajeto de um furacão. Assim, os meteorologistas vinham buscando outra coisa. No lugar de um modelo estatístico, eles queriam algo vivo que simulasse os processos físicos que governam o clima.

Nossa capacidade de computar o tempo está atrasada em relação à compreensão teórica. Sabemos quais equações resolver e quais são as respostas certas, mas não somos rápidos a ponto de calculá-las para cada molécula na atmosfera da Terra. Por isso, temos de fazer algumas aproximações.

A maneira mais intuitiva para resolver esse problema é simplificá-lo, desmembrando a atmosfera em uma série de pixels — algo que os meteorologistas conhecem como matriz. Segundo Loft, a primeira tentativa confiável foi feita em 1916, por Lewis Fry Richardson, um prolífico físico inglês, que queria prever o tempo no norte da Alemanha em uma hora específica: às 13h de 20 de maio de 1910. Estritamente falando, não se tratava de uma *previsão*, pois a data ocorrera seis anos antes, mas Richardson dispunha de uma grande variedade de dados: uma série de observações de temperatura, pressão barométrica e velocidade do vento coletadas pelo governo alemão. E tinha bastante tempo: estava servindo no norte da França, como parte de uma unidade voluntária de ambulância, e não tinha o que fazer entre as salvas do fogo de artilharia. Assim, ele dividiu a Alemanha em uma série de células bidimensionais, cada uma com três graus de latitude (cerca de 320 quilômetros) por três graus de longitude. Em seguida, pôs-se a trabalhar, tentando resolver as equações químicas que governavam o clima em cada célula e como poderiam afetar os fatores climáticos nas células adjacentes.

FIGURA 4.1: MATRIZ DE RICHARDSON: NASCIMENTO DA PREVISÃO DO TEMPO MODERNA



O experimento de Richardson, infelizmente, foi um fracasso total¹⁶ — ele “previu” uma elevação drástica na pressão barométrica, que não havia ocorrido no dia em questão. Mesmo assim, seus resultados foram divulgados. Essa *parecia* ser a maneira certa para prever o tempo: determiná-lo com base nos princípios iniciais, aproveitando a sólida compreensão teórica do comportamento do sistema, em vez de se basear em uma rude aproximação estatística.

O problema era que o método exigia um trabalho enorme. Os computadores eram mais adequados ao paradigma criado. Como veremos no Capítulo 9, essas máquinas não são boas em todas as tarefas que

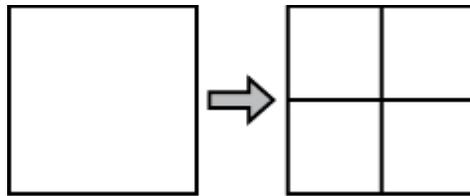
esperamos que executem e, logo, estão longe de ser um remédio para as previsões. No entanto, computadores são ótimos em computar: em repetir inúmeras vezes, com rapidez e precisão, as mesmas tarefas aritméticas. Atividades como o xadrez, que se atêm a regras relativamente simples, mas que são difíceis sob a ótica computacional, são sua especialidade. O mesmo se aplicava, em potencial, às previsões do tempo.

A primeira previsão climática por computador foi realizada em 1950, pelo matemático John von Neumann, que usou uma máquina capaz de fazer cerca de cinco mil cálculos por segundo.¹⁷ Era muito mais do que Richardson conseguia fazer, com lápis e papel, em um campo de feno francês. Mesmo assim, as previsões não eram muito boas e sequer superiores a uma estimativa qualquer.

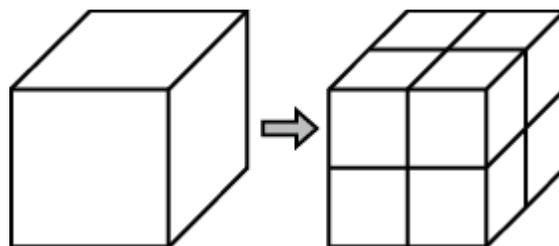
Em meados da década de 1960, os computadores começariam, por fim, a demonstrar alguma habilidade na previsão do tempo. E o Bluefire — cerca de quinze *bilhões* de vezes mais rápido do que a primeira previsão por computador e talvez um quatrilhão de vezes mais rápido do que Richardson — é um pouco mais perspicaz devido à velocidade da computação. A previsão do tempo é muito melhor hoje do que foi há quinze ou vinte anos. Entretanto, embora a capacidade de computação tenha aumentado de forma exponencial nas últimas décadas, o progresso na precisão das previsões do tempo foi uniforme e lento.

Há duas razões para tal. A primeira é que o mundo não é uni nem bidimensional. A maneira mais confiável para aumentar a precisão da previsão do tempo — dar mais um passo para a resolução do comportamento de cada molécula — é reduzir o tamanho da grade usada para representar a atmosfera. As células de Richardson tinham cerca de 320 por 320 quilômetros, proporcionando, na melhor das hipóteses, uma visão generalizada do planeta (era quase possível colocar Nova York e Boston — cujos climas podem ser muito diferentes — na mesma célula). Suponhamos que você quisesse reduzir à metade o diâmetro das células, a uma resolução de 160 por 160 quilômetros. A precisão da previsão

melhoraria, mas aumentaria o número de equações a resolver. Na verdade, aumentaria não duas, mas quatro vezes — já que você dobra a magnitude da altura e do comprimento. Isso significa, *grosso modo*, que era necessária uma capacidade de computação quatro vezes maior para chegar a uma solução.

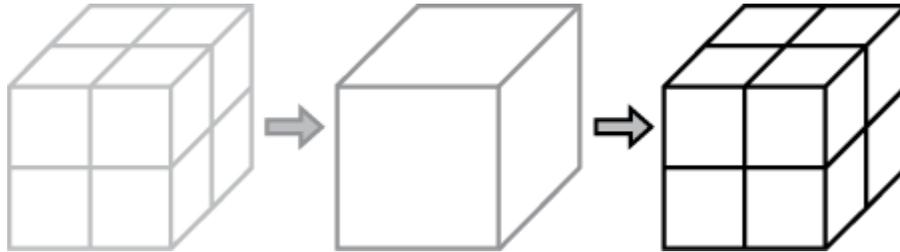


Entretanto, temos de nos preocupar também com outras dimensões. Podem ocorrer diferentes padrões na atmosfera superior, na inferior, nos oceanos e na camada próxima à superfície da Terra. Em um universo tridimensional, aumentar duas vezes a resolução da nossa grade exigirá um aumento de *oito* vezes na capacidade de computação:



E há uma quarta dimensão: o tempo. Um modelo meteorológico de nada vale se for estático — a ideia é saber como o clima muda de um momento para o outro. Uma tempestade com raios e trovoadas move-se a uma velocidade aproximada de 64 quilômetros por hora; se você tiver uma grade tridimensional de 64 x 64 x 64 quilômetros, poderá monitorar o movimento da tempestade coletando uma observação a cada hora. No entanto, se reduzir à metade as dimensões da grade, para 32 x 32 x 32 quilômetros, a tempestade passará por um boxe a cada *meia* hora. Isso

significa que será preciso reduzir à metade o parâmetro tempo — dobrando, mais uma vez, sua necessidade de capacidade de computação, que será dezesseis vezes maior do que a necessidade original.



Esse único problema não seria proibitivo. Embora fosse necessária uma capacidade de processamento dezesseis vezes maior para dobrar a resolução da previsão do tempo, sabemos que ela vem aumentando exponencialmente — dobra a cada dois anos, em média.¹⁸ Você só precisaria esperar oito anos por uma previsão duas vezes mais precisa; por coincidência, é esse o ritmo em que o Centro Nacional de Pesquisa Atmosférica atualiza seus supercomputadores.

Digamos que você tenha compreendido as leis da dinâmica dos fluidos que governam o movimento dos sistemas climáticos; elas são relativamente newtonianas: o princípio da incerteza — por mais interessante que possa ser para os físicos — não o afetaria muito. E que você tenha acesso a um equipamento de ponta como o Bluefire. E que tenha contratado Richard Loft para desenvolver um software e executar suas simulações. O que poderia dar errado?

Teoria do caos

O que poderia dar errado? A teoria do caos. Você já deve ter ouvido a expressão *a batida das asas de uma borboleta no Brasil pode provocar um tornado no Texas*. Ela intitula um artigo¹⁹ apresentado, em 1972, por Edward Lorenz, do MIT, que começou sua carreira como meteorologista.

A teoria do caos aplica-se a sistemas que possuem as duas propriedades a seguir:

1. *Dinamismo*, o que significa que o comportamento do sistema em um dado momento influencia seu comportamento no futuro;
2. *Não linearidade*, o que significa que são fiéis a relacionamentos exponenciais, não aditivos.

Os sistemas dinâmicos impõem inúmeros problemas aos meteorologistas — como descrevo no Capítulo 6, por exemplo, o fato de a economia dos Estados Unidos estar evoluindo em uma reação encadeada de eventos é um dos motivos pelos quais é muito difícil realizar previsões nesse campo. Assim como os não lineares: os títulos lastreados em hipotecas, que engatilharam a crise financeira, foram desenvolvidos de modo tal que pequenas mudanças nas condições macroeconômicas poderiam aumentar exponencialmente a chance de calote.

Quando esses fatores se associam, tudo pode ficar bagunçado. Lorenz só entendeu a profundidade dos problemas quando, bem como Alexander Fleming e a penicilina²⁰ ou os New York Knicks e Jeremy Lin, fez uma importante descoberta acidental.

Lorenz e sua equipe tentavam desenvolver um programa de previsão do tempo em um computador antigo, conhecido como Royal McBee LGP-30.²¹ Acreditavam estar chegando a algum lugar quando o computador começou a soltar resultados irregulares. Utilizaram o que acreditavam ser *os mesmos* dados, executaram o que pensavam ser *o mesmo* código, mas, em uma rodada, o programa previa céu claro no Kansas e, na próxima, uma tempestade com raios e trovoadas.

Depois de verificar com atenção o hardware e tentar eliminar possíveis erros no programa durante semanas, Lorenz e sua equipe descobriram que seus dados não eram *os mesmos*: um técnico havia truncado a terceira casa decimal. Em vez de marcar a pressão barométrica em um canto da grade

como 29,5168, por exemplo, o número acabou sendo arredondado para 29,517. Mas isso teria feito tanta diferença assim?

Lorenz constatou que sim. O mais básico princípio da teoria do caos é que uma pequena mudança nas condições iniciais (o bater de asas de uma borboleta no Brasil) pode produzir uma divergência grande e inesperada nos resultados (um tornado no Texas). Isso não significa que o comportamento do sistema seja *aleatório*, como o termo “caos” poderia implicar. Tampouco essa teoria é uma versão moderna da lei de Murphy (“se algo pode dar errado, vai dar”). Significa apenas que é muito difícil prever a atuação de certos tipos de sistemas.

O problema surge quando existem imprecisões em nossos dados (ou em nossos pressupostos, como no caso dos títulos lastreados em hipotecas). Imagine que *devêssemos* somar cinco mais cinco, mas digitássemos o segundo número errado. Em vez de somar cinco mais cinco, somamos cinco mais seis. Isso nos dará a resposta onze, quando, na verdade, o que queríamos era dez. Estaremos errados, mas não muito: a soma, como operação linear, é bastante generosa. Os cálculos exponenciais, por outro lado, impõem maior dano quando existem imprecisões em nossos dados. Se elevarmos cinco à quinta potência, teremos 3.215; se o elevássemos à sexta potência, teríamos, como resposta, 15.625: erraríamos o alvo em 500%.

Essa imprecisão se acentua quando o processo for *dinâmico*; ou seja, quando seus resultados em um estágio tornarem-se nossas informações na etapa seguinte. Por exemplo, digamos que quiséssemos elevar cinco à quinta potência e, em seguida, elevar o resultado à quinta potência novamente. Se tivéssemos cometido o erro descrito e digitado seis no lugar do segundo cinco, nossos resultados gerariam um erro de um fator maior a três mil.²² Um erro mínimo, aparentemente trivial, continua se avolumando cada vez mais.

O clima é o epítome de um sistema dinâmico e as equações que governam o movimento dos gases e fluidos atmosféricos são não lineares —

equações diferenciais, em grande parte.²³ A teoria do caos, portanto, aplica-se à previsão do tempo, tornando os resultados bastante vulneráveis às imprecisões dos dados.

Às vezes, essas imprecisões surgem como resultado de falha humana. A questão mais fundamental é que somente podemos observar o que nos cerca com certo grau de precisão. Nenhum termômetro é perfeito, e, mesmo na terceira ou quarta casa decimal, um dado truncado pode ter profundo impacto na previsão.

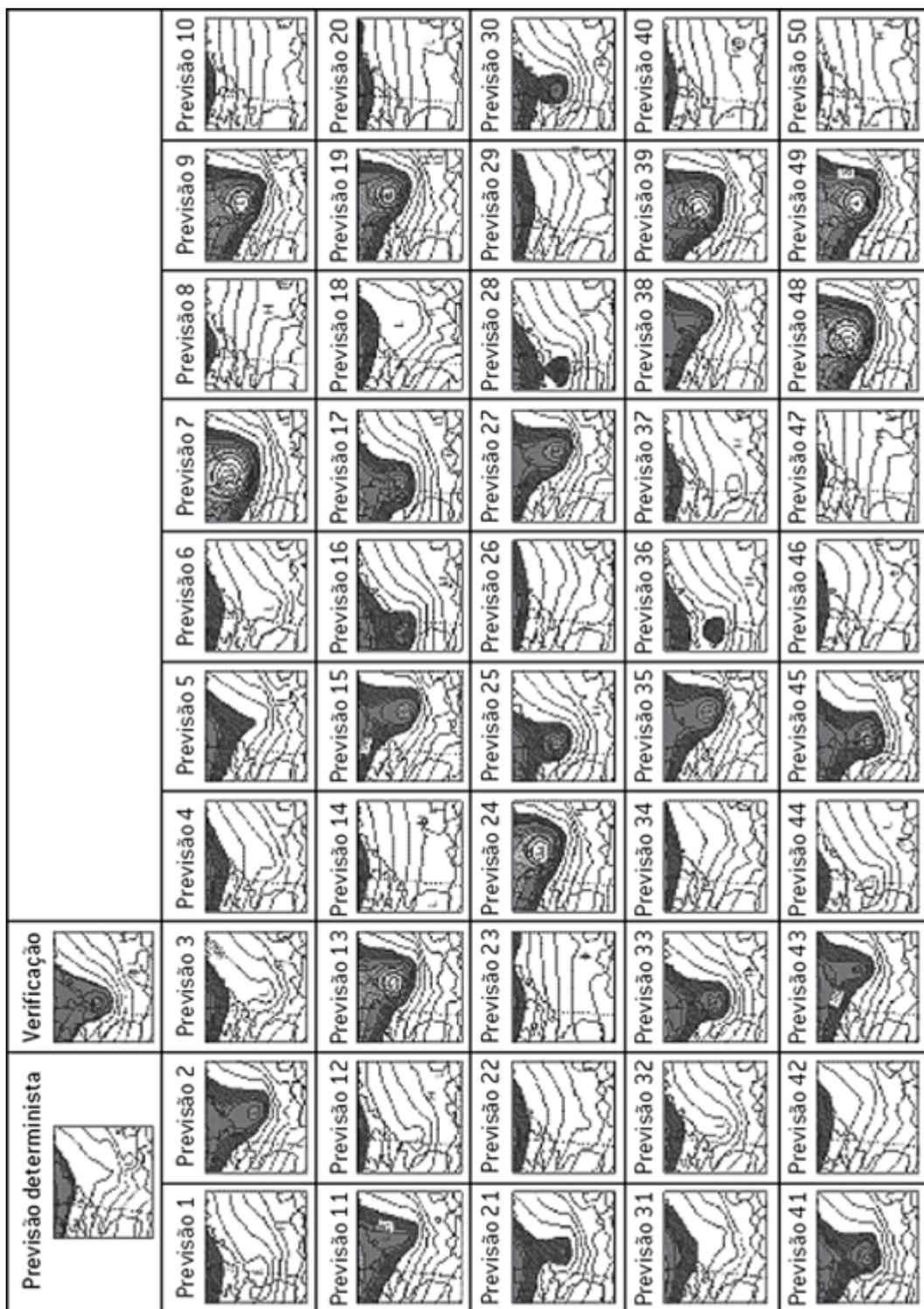
A Figura 4.2 mostra o resultado de cinquenta rodadas de um modelo climático europeu que tentava fazer uma previsão para a França e a Alemanha na noite de Natal de 1999. Todas essas simulações usam o mesmo software e partem dos mesmos pressupostos sobre o comportamento do clima. Na verdade, os modelos são deterministas: partem do pressuposto de que poderíamos prever o tempo com perfeição se, do mesmo modo, conhecêssemos as condições iniciais com perfeição. No entanto, pequenas mudanças nos dados podem gerar enormes diferenças nos resultados. A tentativa de previsão pelos europeus tentou levar em conta esses erros. Em uma simulação, a pressão barométrica em Hanover poderia sofrer uma ligeira perturbação. Em outra, as condições do vento em Stuttgart sofrem mudança numa fração percentual. Essas alterações sutis poderiam ser suficientes para que um grande sistema de tempestade se desenvolvesse em Paris, em algumas simulações, enquanto, em outras, os parisienses teriam uma calma noite de inverno.

É esse o processo usado pelas modernas previsões do tempo. Essas pequenas mudanças, introduzidas para representar a incerteza inerente na qualidade dos dados conseguidos através de observações, transformam a previsão determinista em probabilística. Se a meteorologia diz que há 40% de chance de chover amanhã, por exemplo, podemos entender que em 40% de suas simulações se desenvolveu uma tempestade enquanto nas outras — em que foram utilizados parâmetros iniciais um pouco diferentes — a tempestade não se formou.

A coisa da visão

O Centro de Meteorologia Mundial é um edifício comercial horroroso, datado dos anos 1970, de cor caramelada, em Camp Springs, Maryland, a uns vinte minutos de Washington. É também a sede operacional da Agência Nacional de Oceanos e Atmosfera, que deu origem ao Serviço Nacional de Meteorologia no organograma do governo.²⁴ Contrastando com as instalações do Centro Nacional de Pesquisa Atmosférica, em Boulder, nas quais se tem uma vista magnífica da parte frontal das Montanhas Rochosas, seu aspecto remete imediatamente a burocracia.

FIGURA 4.2: PREVISÕES DO TEMPO DIVERGENTES EM CONSEQUÊNCIA DE CONDIÇÕES INICIAIS UM POUCO DIFERENTES



O Serviço Nacional de Meteorologia foi organizado, a princípio, como parte do Departamento de Guerra, decretado pelo então presidente Ulysses S. Grant, em 1870. A decisão ocorreu, em parte, porque ele estava convencido de que apenas a cultura de disciplina militar poderia gerar a precisão necessária às previsões²⁵ e, em parte, porque a iniciativa era tão inviável que só valia a pena levá-la a cabo em época de guerra, quando se tentava praticamente tudo para obter alguma vantagem.

O público, de modo geral, interessou-se mais pela previsão do tempo depois de uma grande nevasca em 1888. Em 12 de janeiro daquele ano, dia que começara com temperatura amena na região das Grandes Planícies, nos Estados Unidos, uma queda de quase dezessete graus Celsius na temperatura em poucas horas originou uma terrível tempestade.²⁶ Centenas de crianças foram surpreendidas quando saíam da escola e morreram de hipotermia a caminho de casa. Por mais toscas que fossem as previsões do tempo na época, esperava-se que pudessem pelo menos avisar ao povo quanto à possível ocorrência de eventos tão severos. Assim, o Serviço Nacional de Meteorologia passou a fazer parte do Departamento de Agricultura, assumindo um trabalho voltado para a população civil.^{XXXV}

As origens do Serviço Nacional de Meteorologia continuam aparentes em sua cultura. Seus técnicos trabalham 24 horas por dia, por salários sofríveis,²⁷ e consideram-se servidores públicos. Os funcionários que conheci em Camp Springs eram patriotas e raramente perdiam uma oportunidade de lembrar-me da importância da previsão do tempo para manter em bom funcionamento fazendas, pequenas empresas, companhias aéreas, o setor de energia, as forças armadas, os serviços públicos, campos de golfe, piqueniques e crianças em idade escolar, em troca de baixos salários. (O Serviço Nacional de Meteorologia sobrevive com apenas 900 milhões de dólares por ano²⁸ — cerca de 3 dólares por

cidadão americano —, embora as condições climáticas afetem diretamente cerca de 20% da economia do país.)²⁹

Jim Hoke, um meteorologista que conheci, é diretor do Centro de Previsão por Hidrometeorologia no Serviço Nacional de Meteorologia. É também um veterano do setor, com 35 anos de trabalho e passagem tanto pelo lado computacional (ajudando a desenvolver os modelos que seus meteorologistas usam) quanto pelo lado operacional (fazendo previsões e comunicando-as ao público). Devido a essa experiência, ele tem algumas perspectivas sobre a interação entre homem e máquina no mundo da meteorologia.

O que, exatamente, os seres humanos podem fazer melhor do que computadores capazes de calcular números a 77 teraflops? Enxergar. Hoke levou-me ao andar onde são realizadas as previsões, que consistia em uma série de estações de trabalho com placas azuis e dizeres como Centro de Previsões Marítimas e Centro Nacional. Cada estação era operada por um ou dois meteorologistas acompanhados de uma armada de monitores de tela plana que exibiam mapas coloridos de todos os tipos de dados concebíveis sobre as condições do tempo em cada canto do país. Os funcionários trabalhavam em silêncio e com rapidez, com um toque da precisão militar pretendida por Grant.³⁰

Alguns desenhavam sobre os mapas, com um instrumento que se assemelhava a um lápis óptico, ajustando, com esmero, os contornos de gradientes de temperatura produzidos pelos modelos de computador — 25 quilômetros a oeste do delta do Mississippi, cinquenta quilômetros ao norte, sobre o lago Erie. Aos poucos, os mapas se aproximavam do ideal platônico que almejavam representar.

Os responsáveis pela previsão do tempo conhecem as falhas nos modelos. Elas são inevitáveis porque — como consequência da teoria do caos — até o erro mais trivial pode ter efeitos profundos. Talvez o computador tenha tendência conservadora ao prever uma precipitação noturna em Seattle quando há um sistema de baixa pressão no estreito de

Puget. Talvez não saiba que a neblina no parque nacional Acadia, no Maine, desaparece após o nascer do sol se o vento estiver soprando em certa direção, mas que pode perdurar até o meio da manhã se a direção for outra. São esses tipos de distinção que os meteorologistas compilam ao longo do tempo, ao aprenderem a driblar as falhas no modelo, assim como um jogador experiente ajusta-se aos pontos cegos na mesa de sinuca do bar onde costuma jogar.

Esses homens contribuem com um único recurso: sua visão. Trata-se de uma ferramenta valiosa para previsores de qualquer disciplina — uma inspeção visual de um gráfico mostrando a interação entre duas variáveis costuma detectar dados destoantes de maneira mais rápida e mais confiável do que um teste estatístico. É também uma das áreas nas quais os computadores ficam muito aquém do cérebro humano. Basta distorcer ligeiramente uma série de letras — como ocorre com a tecnologia CAPTCHA, muito usada na proteção de senhas ou contra spams — para confundir até o computador mais “inteligente”. Essas são máquinas muito literais, incapazes de reconhecer um padrão submetido ao menor grau de manipulação. Por outro lado, por pura necessidade evolutiva, o córtex visual dos seres humanos é muito poderoso. Identificamos rapidamente quaisquer distorções em qualidades abstratas como padrão e organização — que, por acaso, são muito importantes em diferentes sistemas climáticos.

FIGURA 4.3: CAPTCHA

The image shows the word "finding" in a black, cursive-style font. A thick, black, wavy line is drawn over the word, starting from the left and ending with a small hook on the right, making it difficult for a computer to recognize the text.

De fato, na época em que os computadores meteorológicos não ajudavam muito, a previsão do tempo era quase toda um processo visual.

Em lugar dos monitores de tela plana, utilizavam-se mesas de luz, iluminando mapas que os meteorologistas marcavam com giz ou lapiseiras, produzindo uma previsão do tempo que abrangia 25 quilômetros por vez. Embora a última mesa de luz tenha sido aposentada há muitos anos, o espírito dessa técnica continua presente até hoje.

Os melhores previsores, explicou Hoke, precisam pensar visual e abstratamente e, ao mesmo tempo, saber selecionar o que é importante em meio ao mar de informações que o computador lhes fornece. Além disso, precisam entender a natureza dinâmica e não linear do sistema que estão tentando estudar. Não é uma tarefa fácil, pois exige o uso dos dois hemisférios cerebrais. Muitos de seus funcionários seriam bons engenheiros ou desenvolvedores de software, áreas nas quais poderiam ganhar muito mais, mas optaram por se tornar meteorologistas.

O Serviço Nacional de Meteorologia mantém dois conjuntos de registros: o primeiro mostra como os computadores estão se saindo, enquanto o outro relata as contribuições humanas. Segundo as estatísticas do órgão, os seres humanos aumentam a precisão das previsões de precipitação em cerca de 25% em comparação às previsões realizadas apenas por computadores;³¹ para a temperatura, esse aumento chega a 10%.³² Além disso, segundo Hoke, esses percentuais se mantiveram relativamente constantes ao longo do tempo: por mais que os computadores tenham avançado, seus meteorologistas continuam agregando valor às previsões. A visão conta muito.

É cada vez menos provável que um raio caia sobre a sua cabeça

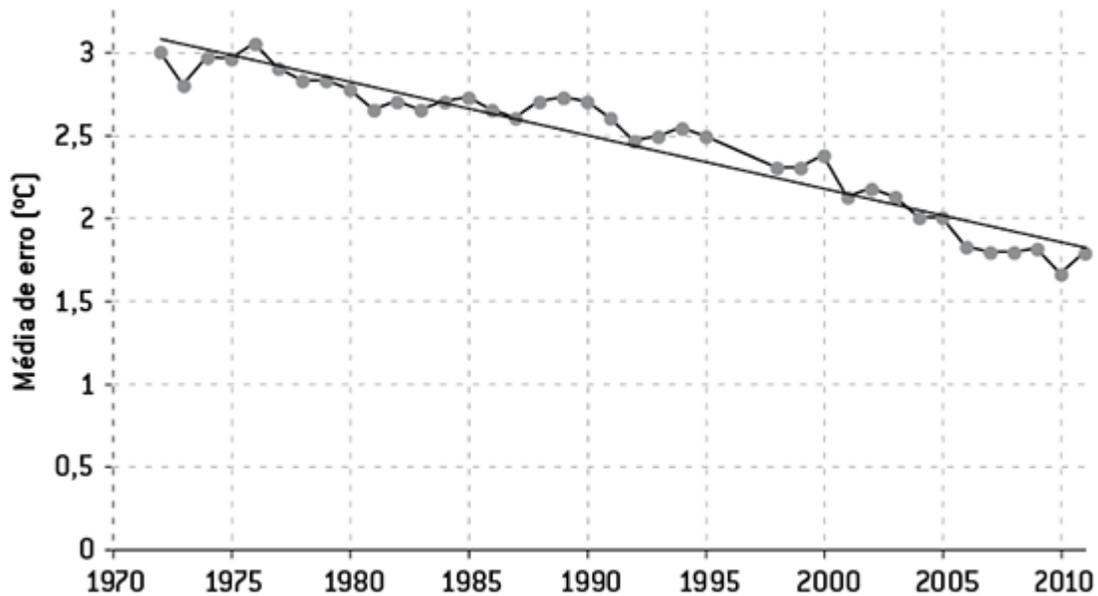
Em meados da década de 1970, quando Hoke começou sua carreira, as piadas sobre meteorologistas tinham algum fundamento. Em média, por exemplo, o Serviço Nacional de Meteorologia errava em 3,4 graus Celsius quando tentava prever a temperatura máxima com três dias de antecedência (ver Figura 4.4). Não era muito melhor do que a precisão

que se alcançaria analisando apenas uma tabela com as médias de longo prazo. A parceria entre homem e máquina, porém, vem gerando grandes dividendos. Hoje, a margem de erro é de um grau Celsius, o que significa que quase metade da imprecisão foi eliminada.

Os meteorologistas também estão melhores em prever condições climáticas severas. Quais são suas chances de ser atingido por um raio — e morrer? Na verdade, esse não é um número constante; depende de sua probabilidade de estar ao ar livre quando o raio cair e de ser incapaz de buscar abrigo porque não teve acesso a uma boa previsão. Em 1940, as chances de um americano morrer ao ser atingido por um raio eram cerca de uma em quatrocentas mil.³³ Hoje, a possibilidade é de apenas uma em onze milhões; ou seja, trinta vezes menor. Parte disso reflete mudanças nos padrões de vida (trabalhamos em ambientes fechados na maior parte do tempo) e o aperfeiçoamento da tecnologia de comunicação e da assistência médica, mas houve também melhora na previsão do tempo.

Talvez os ganhos mais importantes tenham ocorrido na previsão de furacões. Há apenas 25 anos, o Centro Nacional de Furacões tentou prever, com três dias de antecedência, onde um furacão passaria e errou em uma média de 563 quilômetros.³⁴ Não é uma previsão muito útil. Trace um raio de 563 quilômetros, partindo de Nova Orleans, por exemplo, e verá que ele cobre todos os pontos desde Houston, Texas, a Tallahassee, Flórida (ver Figura 4.5). É impossível evacuar uma área tão grande.

FIGURA 4.4: MÉDIA DE ERRO NAS PREVISÕES DO SERVIÇO NACIONAL DE METEOROLOGIA PARA TEMPERATURAS MÁXIMAS



Hoje, porém, a média de erro é de apenas 160 quilômetros, o bastante para cobrir apenas o sudeste de Louisiana e a ponta sul do Mississippi. O furacão ainda passaria fora daquele círculo em parte das vezes, mas agora estamos analisando uma área relativamente pequena, na qual um impacto é uma aposta garantida, ou, melhor, uma área pequena o suficiente para ser evacuada, de forma plausível, com uma antecedência de 72 horas. Em 1985, por outro lado, as previsões para onde o furacão passaria só puderam ser feitas com 24 horas de antecedência. Hoje, portanto, é possível ter um aviso de tempestade com uma antecedência de 48 horas a mais — e, como veremos, cada hora é essencial quando se trata de evacuar uma cidade como Nova Orleans. [XXXVI](#)

O Serviço Nacional de Meteorologia ainda não acabou com o Demônio de Laplace, mas poderíamos esperar que os meteorologistas recebessem mais crédito. A ciência da previsão do tempo conta uma história de sucesso, apesar dos desafios impostos pelas complexidades formadoras do clima. Como você verá ao longo deste livro, casos como esses são mais a

exceção do que a regra no universo das previsões. (É melhor poupar suas piadas para os economistas.)

FIGURA 4.5: MELHORIAS NA PREVISÃO DO TRAJETO DE FURACÕES



No entanto, o trabalho do Serviço Nacional de Meteorologia nem sempre é valorizado. Enfrenta-se acirrada concorrência do setor privado,³⁵ competição que ocorre em um campo de jogo desnivelado. Ao contrário da maior parte das agências semelhantes ao redor do mundo, uma instituição estatal deve oferecer seus dados gratuitamente a qualquer pessoa que queira ter acesso (muitos outros países com bons serviços meteorológicos cobram taxas de licenciamento ou de utilização pelas previsões do governo). Empresas privadas como a AccuWeather e o Weather Channel podem pegar carona em seu trabalho para desenvolver produtos próprios e vendê-los. A esmagadora maioria dos consumidores

obtém previsões por um desses dois fornecedores privados; o site do Weather Channel, Weather.com, tem aproximadamente dez vezes mais tráfego do que o Weather.gov.³⁶

De modo geral, sou fã da concorrência no livre mercado ou entre os setores público e privado. Foi por causa dela, em grande parte, que o beisebol evoluiu com tanta rapidez para melhor associar os insights dos olheiros e as estatísticas para prever o desenvolvimento de prognósticos.

No beisebol, entretanto, o parâmetro de concorrência é claro: quantos jogos você ganhou? (Ou quantos jogos você ganhou *versus* quanto você gastou.) Na previsão do tempo, a história é um pouco mais complicada, e previsores públicos e privados têm interesses diferentes.

O que torna uma previsão boa?

“Um pesquisador genuíno não assistiria ao Weather Channel, mas muitos assistem a portas fechadas”, informou-me o Dr. Bruce Rose, cientista chefe e vice-presidente do Weather Channel (TWC). Na verdade, Rose não estava disposto a dizer que as previsões do seu canal eram *melhores* do que aquelas divulgadas pelo governo, mas *diferentes* e mais voltadas para as necessidades do consumidor comum.

“Os modelos, em geral, não são avaliados pela precisão com que medem elementos práticos do clima”, continuou ele. “Na cidade de Nova York, é muito importante saber se vai chover 2,50 centímetros ou se vai nevar 25 centímetros.³⁷ Essa é uma enorme distinção para o consumidor médio, mas não é algo em que os cientistas estão interessados.”

Grande parte do tempo do Dr. Rose, de fato, é dedicada a problemas altamente pragmáticos, e até um tanto banais, relacionados à interpretação de suas previsões pelos clientes. Por exemplo, como desenvolver algoritmos que traduzam dados brutos sobre o clima para a linguagem que as pessoas usam no dia a dia? O que significa *frio intenso*? *Chance de pancadas de chuva*? Qual é a linha divisória entre *parcialmente nublado* e *nublado*? O

Weather Channel precisa descobrir essas respostas e estabelecer regras formais para fazê-lo, pois divulga muitas previsões para as quais usar termos definidos caso a caso.

Às vezes, a necessidade de adaptar a previsão ao entendimento do consumidor pode assumir dimensões cômicas. Durante muitos anos, o Weather Channel indicou a ocorrência de chuva nos mapas criados por radares por meio de sombras verdes (às vezes, acompanhadas de amarelo ou de vermelho, no caso de tempestades severas). Em dado momento de 2001, alguém do departamento de marketing teve a brilhante ideia de usar o azul para indicar chuva — afinal, quando pensamos em água pensamos na cor azul. O Weather Channel não demorou a receber ligações de clientes indignados — às vezes, aterrorizados —; alguns interpretaram as sombras azuis como uma espécie de precipitação até então desconhecida (tempestades de plasma? precipitação radioativa?). “Foi um caos”, disse-me o Dr. Rose. “Uma pessoa nos mandou uma mensagem que dizia: ‘Há anos vocês nos dizem que a chuva é verde. Agora ela é azul? Que maluquice é essa?’”

Mas o Weather Channel também leva sua meteorologia muito a sério. E, pelo menos na teoria, há motivos para acreditar que podem fazer previsões melhores do que o governo. Afinal, o Weather Channel pode usar *todos* os dados brutos do governo como ponto de partida e adicionar os valores com os quais deseja contribuir.

A pergunta é: o que é uma previsão “melhor”? Defino simplesmente como uma previsão mais precisa. No entanto, existem ideias concorrentes e pertinentes nessa questão.

Um influente ensaio publicado em 1993,³⁸ de autoria de Allan Murphy, na época meteorologista na Universidade de Oregon, postulou que havia três definições para a qualidade de uma previsão. Murphy não estava necessariamente defendendo que uma ou outra definição era melhor, mas estava tentando facilitar uma conversa mais aberta e honesta sobre o que

pressupunha. Versões dessas definições podem ser aplicadas a quase qualquer área na qual sejam realizadas previsões ou projeções.

Uma maneira de julgar uma previsão, escreveu Murphy — talvez a mais óbvia —, seria por meio do que ele chamou de “qualidade”, mas que poderia ser mais bem definido como *precisão*. Ou seja, a previsão se confirmou?

Uma segunda medida foi denominada “consistência”, mas, para mim, significa *honestidade*. Por mais precisa que seja, foi a melhor previsão que o meteorologista poderia ter feito na época? Refletiu seu melhor julgamento ou foi modificada, de alguma maneira, antes de ser apresentada ao público?

Por fim, disse Murphy, havia o *valor econômico* da previsão. Foi válida para que o povo e os legisladores tomassem melhores decisões?

A distinção entre precisão e honestidade feita por Murphy é sutil, mas importante. Quando faço uma previsão que se revela errada, costumo me questionar se foi a melhor que eu poderia ter feito, considerando-se o que eu sabia naquele momento. Às vezes, concluo que era: meu processo de raciocínio estava correto, e eu tinha feito minhas pesquisas, desenvolvido um bom modelo e especificado com cuidado o grau de incerteza que existia no problema. Em outras ocasiões, é claro, descubro que havia alguma coisa, na previsão, com a qual não fiquei muito satisfeito. Talvez eu tenha descartado rápido demais um indício importante. Talvez tenha superestimado a previsibilidade do problema. Talvez tenha sido tendencioso em algum aspecto ou estivesse equivocado ao que me estimulava.

Não quero sugerir aqui que você deve se punir sempre que sua previsão estiver errada. Ao contrário, um sinal de uma boa previsão é estar em paz com o resultado — qualquer que seja —; afinal, nem todos os fatores estão sob seu controle imediato. Mas há sempre espaço para se perguntar quais eram seus objetivos quando você tomou sua decisão.

A longo prazo, os objetivos da precisão e da honestidade de Murphy deveriam convergir se temos as iniciativas certas. No entanto, às vezes isso não acontece. É provável que os analistas políticos de *The McLaughlin Group*, por exemplo, se importassem mais em parecer inteligentes na televisão do que em fazer previsões precisas. Podem ter se comportado de maneira racional, mas, fosse para apelar para uma audiência de partidários ou para serem convidados de volta ao programa, o fato é que não passaram no teste de honestidade.

O terceiro critério de Murphy, o valor econômico, pode complicar ainda mais as coisas. Podemos nos solidarizar com a posição do Dr. Rose, por exemplo, de que a previsão para uma cidade pode merecer mais atenção se ela estiver próxima ao ponto de congelamento e uma precipitação puder ocorrer sob a forma de chuva, gelo ou neve, cada possibilidade com efeitos diferentes sobre a segurança de seus habitantes e sobre o trânsito a caminho do trabalho pela manhã. Essa, porém, é mais uma questão de onde o Weather Channel concentra seus recursos e sua ênfase e não constitui necessariamente obstáculo à precisão ou à honestidade da previsão. Os jornais se esforçam para garantir que seus artigos sejam precisos e honestos, o que não os exime da necessidade de decidir quais matérias aparecerão na primeira página. O Weather Channel precisa tomar decisões semelhantes, e o impacto econômico de uma previsão é uma base razoável em suas escolhas.

Há também momentos, porém, em que os objetivos podem ser mais conflituosos, e em que o sucesso comercial é mais importante do que a exatidão.

Quando a concorrência piora as previsões

Há dois testes básicos para qualquer previsão do tempo demonstrar seu mérito:

1. Precisa ser melhor do que os meteorologistas chamam de *persistência*: o pressuposto de que o tempo amanhã (e no dia seguinte) será o mesmo que foi hoje.
2. E também precisa superar a *climatologia*, a média histórica, de longo prazo, das condições em uma data e uma área específicas.

Esses métodos estavam disponíveis aos nossos antecessores muito antes que Richardson, Lorenz e o Bluefire entrassem em cena; se não pudermos aperfeiçoar esse modelo, de nada adianta a fabulosa e dispendiosa capacidade dos computadores.

Temos muitos dados, que remontam pelo menos à Segunda Guerra Mundial, sobre *resultados* climáticos do passado: posso visitar Wunderground.com, por exemplo, e informar-lhe que em Lansing, Michigan, às 7h de 13 de janeiro de 1978 — data e hora do meu nascimento — fazia sete graus Celsius negativos, com um pouco de neve e ventos vindos do nordeste.³⁹ Mas relativamente poucas pessoas se deram o trabalho de coletar informações sobre *previsões* do tempo feitas no passado. A neve na manhã do dia 13, em Lansing, era esperada? Essa era uma das poucas informações que talvez pudéssemos encontrar na internet, mas não encontramos.

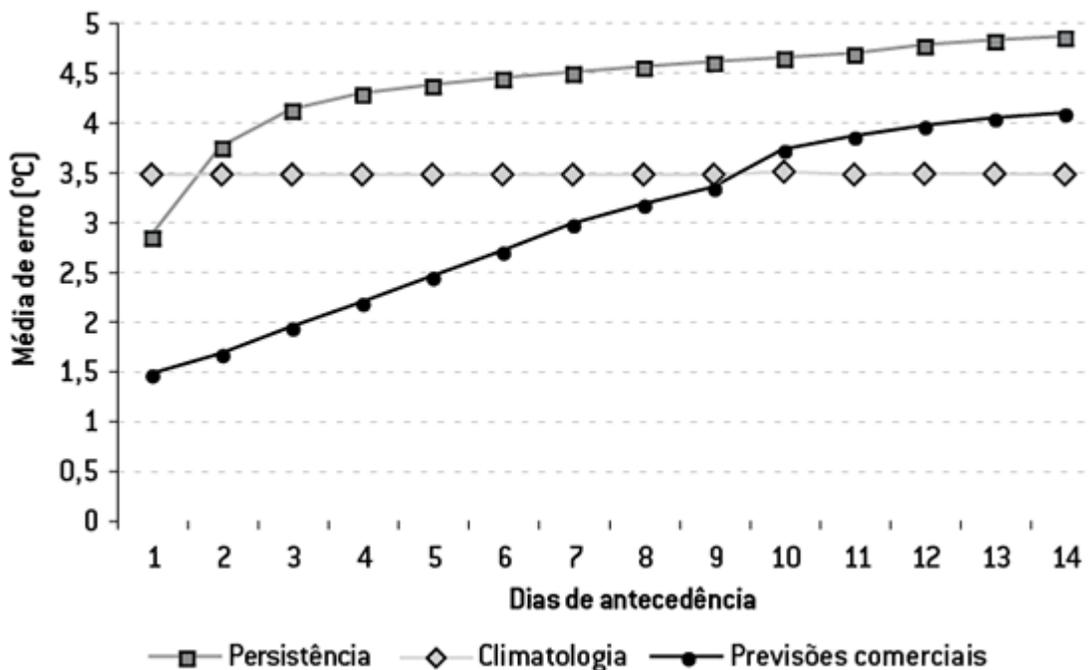
Em 2002, o empresário Eric Floehr, formado em ciência da computação pela Universidade de Ohio e funcionário do MCI, uma multinacional americana de telecomunicações, mudou essa situação. Floehr começou a coletar dados sobre as previsões divulgadas pelo Serviço Nacional de Meteorologia, pelo Weather Channel e pelo AccuWeather para descobrir qual modelo era mais preciso: o do governo ou as previsões do setor privado. A princípio, sua intenção era apenas informar-se — uma espécie de projeto em grande escala para a feira de ciências —, mas sua iniciativa não tardou a evoluir e se transformar em um negócio lucrativo, o ForecastWatch.com. Floehr “reembala” os dados climáticos em relatórios

específicos para cada cliente, desde negociantes de energia (para os quais uma fração de um grau pode se traduzir em dezenas de milhares de dólares) a acadêmicos.

Ele descobriu que não havia um vencedor claro. Seus dados sugerem que o AccuWeather tem as melhores previsões sobre precipitação, por uma pequena margem, que o Weather Channel tem previsões de temperatura um pouco melhores e que as previsões do governo são muito sensatas. Todos são bons.

Entretanto, quanto mais se antecipam, menos precisos esses modelos se tornam (ver Figura 4.6). As previsões feitas com oito dias de antecedência, por exemplo, não demonstram pouca habilidade; superam a persistência, mas saem-se pouco melhor do que a climatologia. E, com nove ou mais dias de antecedência, as previsões profissionais foram, na verdade, um pouco piores do que a climatologia.

FIGURA 4.6: COMPARAÇÃO DE PREVISÕES PARA A TEMPERATURA MÁXIMA⁴⁰



Depois de pouco mais de uma semana de antecipação, disse-me Loft, a teoria do caos assume o controle, e a memória dinâmica da atmosfera se apaga. Embora essa analogia seja um tanto imprecisa, talvez seja útil pensar na atmosfera como algo semelhante a uma pista oval da Nascar, na qual os vários sistemas climáticos são representados por cada carro ao longo da pista. Durante as primeiras dezenas de voltas, a ordem inicial dos carros deveria nos permitir fazer previsões bastante precisas sobre a sequência em que eles passarão. Nossas previsões não serão perfeitas — haverá acidentes, pit stops e defeitos de motor que não levamos em conta —, mas, ainda assim, serão melhores do que a aleatoriedade. Logo, porém, os carros mais rápidos começarão a passar à frente dos mais lentos, e não vai demorar para que a confusão impere. Talvez o carro que largou em segundo lugar esteja correndo ao lado dos carros que largaram no 16º lugar (que está prestes a ser ultrapassado) e no 28º lugar (que corre o risco de ser ultrapassado mais uma vez). O que sabíamos sobre as condições iniciais da corrida quase não terá valor algum. De maneira análoga, uma vez que a atmosfera tenha tempo suficiente para circular, os padrões climáticos assemelham-se tão pouco às suas posições iniciais que os modelos de nada adiantam.

A descoberta de Floehr, porém, levanta questões perturbadoras. Se os modelos de computadores demonstrassem habilidade *zero* depois de sete ou oito dias, seria algo a se considerar. No entanto, na realidade eles demonstram habilidades *negativas*, ou seja, estão se saindo *pior* do que eu ou você nos sairíamos se analisássemos uma tabela das médias no longo prazo. Como? É provável que os programas de computador, hipersensíveis aos feedbacks que ocorrem naturalmente no sistema climático, comecem a gerar feedbacks por conta própria. Não é apenas o fato de não existir sinal em meio ao ruído, mas de o ruído estar ampliado.

A pergunta mais importante é: considerando que essas previsões de longo prazo não funcionam, por que instituições como o Weather Channel (que publica previsões para dez dias) e o AccuWeather (que opta por apostar ainda mais e oferece previsões para quinze dias) continuam fazendo isso?

Para o Dr. Rose, isso não causa mal; até uma previsão baseada na climatologia poderia ser interessante para alguns de seus consumidores.

A realidade estatística da precisão não deve ser necessariamente o paradigma dominante na previsão do tempo comercial. Aos olhos do consumidor, é mais a *percepção* da precisão que agrega valor.

Por exemplo, é raro que a previsão do tempo comercial divulgue uma chance de 50% de chuva, que poderia parecer vaga e inconclusiva aos olhos dos consumidores.⁴¹ Assim, tiram cara ou coroa para decidir se vão arredondar o número para cima, 60%, ou para baixo, 40%, embora isso torne as previsões menos precisas e menos honestas.⁴²

Floehr também descobriu um exemplo mais evidente de manipulação de números, algo que talvez seja o segredo mais bem guardado do setor. As previsões do tempo têm, em sua maior parte, *viéses*, e provavelmente de forma intencional. Em particular, esse viés favorece previsões com uma quantidade maior de precipitação do que realmente ocorrerá⁴³ — o que os meteorologistas chamam de “viés úmido”. Quanto mais você se afasta dos dados originais do governo e quanto maior é o número de consumidores que consultam as previsões, mais o viés se intensifica. As previsões “agregam valor” sacrificando a precisão.

Como saber se todas as previsões estão úmidas

Um dos testes mais importantes de uma previsão — eu diria o mais importante⁴⁴ — chama-se *calibragem*. De todas as vezes em que você disse que a chance de chuva era de 40%, quantas vezes realmente choveu? Se, no longo prazo, choveu em cerca de 40% das ocasiões, suas previsões estavam bem calibradas. Se choveu apenas 20% das vezes, ou 60%, não estavam.

Em muitas áreas, é difícil chegar à calibragem, pois requer que você pense de maneira probabilística, algo em que nós, em geral (inclusive os “melhores” meteorologistas), não somos muito bons. E tende, de fato, a

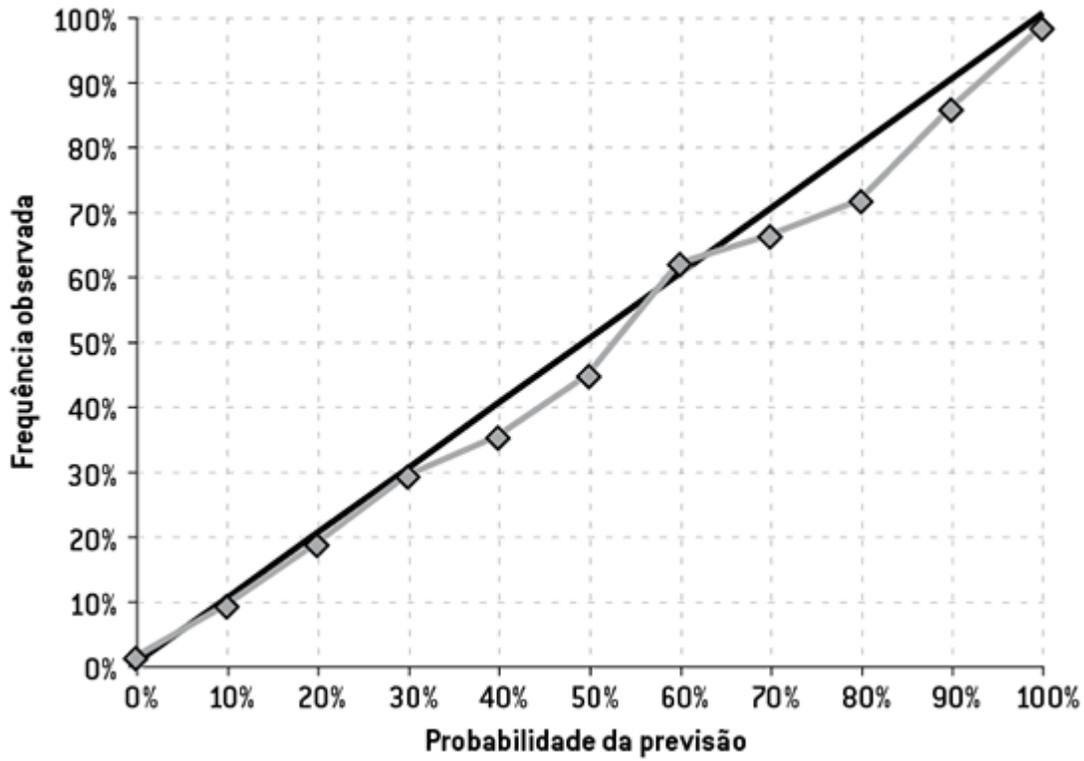
punir o excesso de confiança — característica que, não podemos questionar, muitos meteorologistas possuem. Além disso, requer uma grande quantidade de dados a avaliar por completo — casos em que se emitem centenas de previsões.^{XXXVII}

Os meteorologistas atendem a esse padrão. Eles preveem as temperaturas e a probabilidade de chuva ou de outro tipo de precipitação em centenas de cidades todos os dias. Ao longo de um ano, farão dezenas de milhares de previsões.

Essa alta frequência é muito útil não apenas quando queremos avaliar uma previsão, mas para os próprios meteorologistas — pois receberão uma grande quantidade de feedbacks, o que lhes permitirá saber se estão fazendo alguma coisa errada e, assim, mudar seu curso. Determinados modelos de computador, por exemplo, tendem a ser um pouco “úmidos”,⁴⁵ prevendo chuva com mais frequência do que deveriam. Mas, uma vez atentos, podemos corrigir esse viés. Da mesma forma, logo perceberemos se as previsões forem confiantes demais.

Acontece que as previsões do Serviço Nacional de Meteorologia são muito bem calibradas⁴⁶ (ver Figura 4.7). Quando dizem que há 20% de chance de chover, realmente chove em 20% das vezes. Eles fazem bom uso dos feedbacks, e suas previsões são honestas e precisas.

FIGURA 4.7: CALIBRAGEM DO SERVIÇO NACIONAL DE METEOROLOGIA



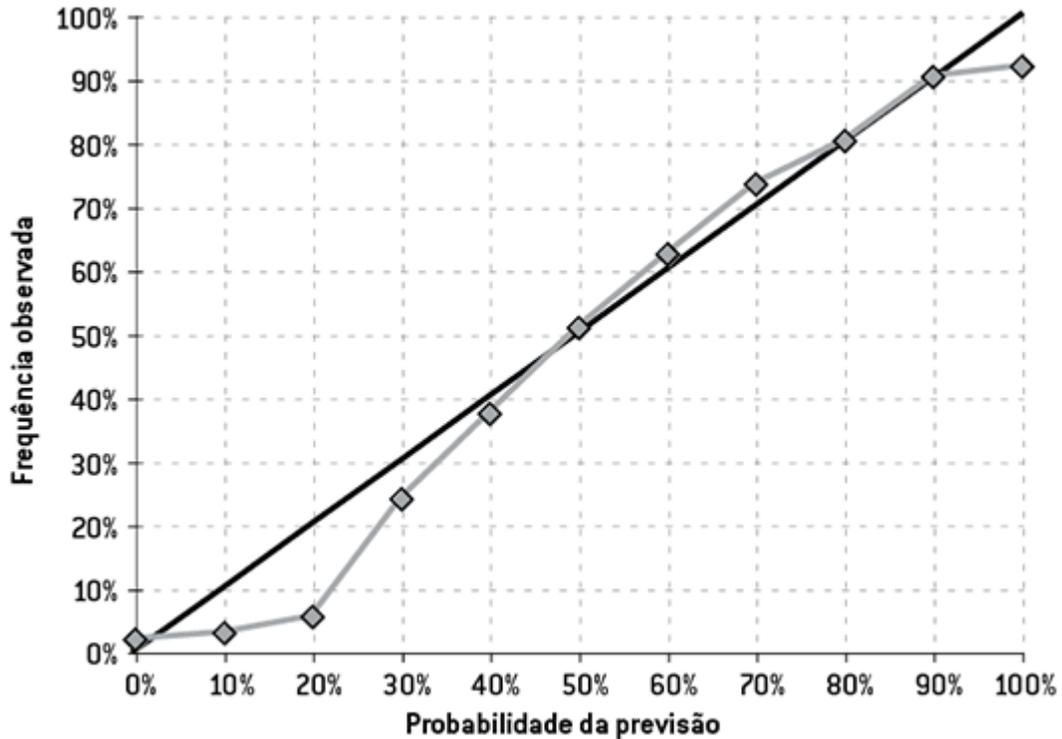
Os meteorologistas do Weather Channel manipulam um pouco as previsões em determinadas condições. Por exemplo, quando dizem que há 20% de chance de chuva, chove, na verdade, em apenas 5% das ocasiões.⁴⁷ Isso é intencional, e o próprio Weather Channel está disposto a admitir que faz isso. Tem a ver com seus incentivos financeiros.

As pessoas notam mais erros de um tipo — a incapacidade de prever chuva — do que outros, como os alarmes falsos. Se chove quando não deveria chover, elas amaldiçoam os meteorologistas por acabarem com seu piquenique, enquanto um dia de sol inesperado é encarado como um bônus do acaso. Isso não pode ser considerado boa ciência, mas o Dr. Rose, do Weather Channel, reconhece: “Se a previsão fosse objetiva, se o viés úmido fosse zero, teríamos sérios problemas.”

Entretanto, o Weather Channel é uma empresa relativamente conservadora — muitos de seus clientes acreditam, de maneira

equivocada, que o canal é um órgão governamental — e leva a sério suas atividades na maior parte do tempo. Seu viés úmido limita-se a exagerar ligeiramente a probabilidade de chuva, quando há pouca chance de chover — dizendo que a possibilidade é de 20% quando, na verdade, é de apenas 5% ou 10% —, como forma de se proteger em caso de chuviscos inesperados. Quanto ao mais, suas previsões são bem calibradas (ver Figura 4.8). Quando eles disserem que a chance de chover é de 70%, você pode acreditar.

FIGURA 4.8: CALIBRAGEM DO WEATHER CHANNEL



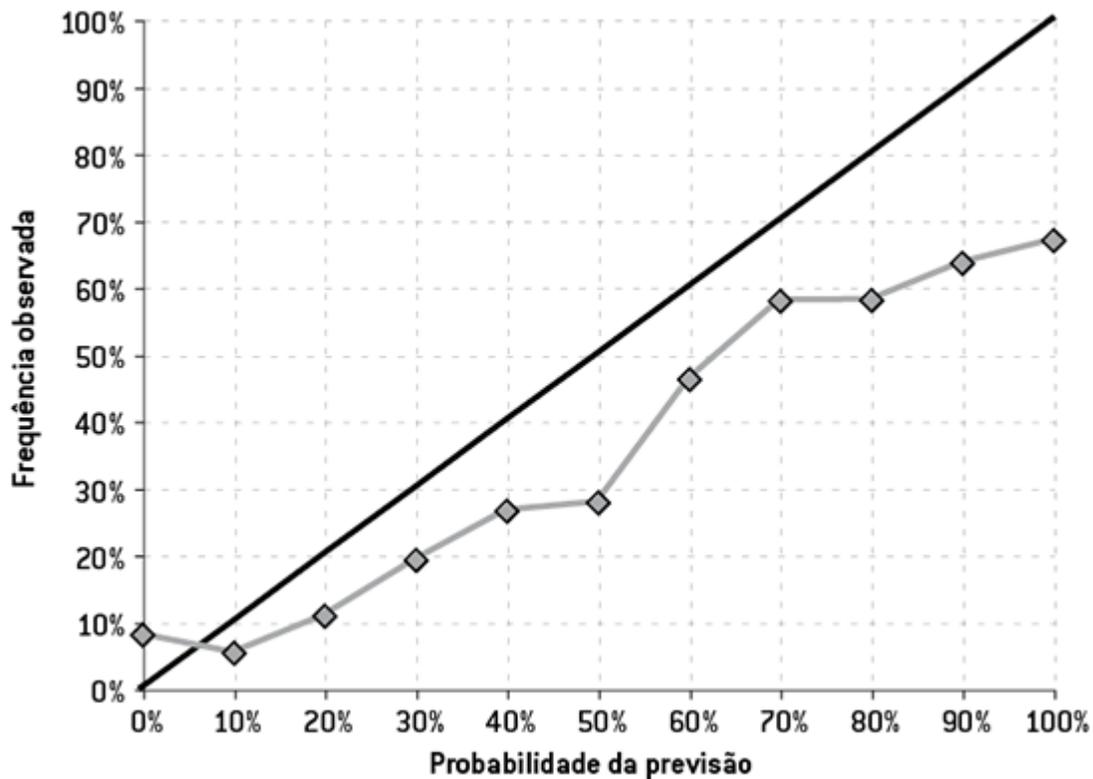
No entanto, quando a previsão do tempo é veiculada na televisão, as coisas fogem ao controle. Aqui, o viés é altamente acentuado, e a precisão e a honestidade pagam um alto preço.

A cidade de Kansas deveria ser um excelente mercado para a previsão do tempo: tem temperaturas muito altas no verão, invernos frios, tornados e

secas, e é grande o bastante para ser assistida pelas principais mídias. Um de seus habitantes, J. D. Eggleston, começou a monitorar as previsões locais veiculadas na televisão para ajudar a filha em um projeto de quinto ano da escola e acabou achando a análise tão interessante que continuou por mais seis meses, postando os resultados no blog Freakonomics.⁴⁸

Os meteorologistas da televisão não estavam valorizando muito a precisão. Ao contrário, suas previsões eram piores do que aquelas divulgadas pelo Serviço Nacional de Meteorologia, que poderiam ser obtidas gratuitamente pela internet e divulgadas no ar. E não eram bem calibradas. No estudo de Eggleston, não chovia em um terço das ocasiões em que um meteorologista de Kansas dizia haver 100% de chance de chuva (ver Figura 4.9).

FIGURA 4.9: CALIBRAGEM DOS METEOROLOGISTAS DA TV LOCAL



Os previsores não pediram desculpas. “Não existe avaliação da previsão quando se contrata um meteorologista. A apresentação predomina sobre a precisão”, disse um desses funcionários a Eggleston. “A precisão não tem grande importância para os espectadores”, disse outro. A atitude predominante parece ser a de que tudo é muito divertido — quem se importa se existe um viés úmido, em especial se for benéfico para a televisão? E como, de qualquer forma, o público não acredita muito nas nossas previsões, para que precisamos nos preocupar com precisão?

Essa lógica é um pouco circular. A televisão não se dá o trabalho de apresentar previsões precisas por acreditar que o público, de qualquer modo, não vai acreditar. E, do outro lado, o público não acredita porque não são precisas.

O problema se torna mais grave quando há algo urgente — algo como o furacão Katrina. Muitos americanos recorrem a veículos locais⁴⁹ em busca de informações sobre a previsão do tempo, em vez de procurarem o Centro Nacional de Furacões, e continuam confiando em qualquer canal em busca de informações precisas. Se houver uma desconfiança mútua entre os meteorologistas e o público, o público pode não ouvir quando mais precisar.

A faixa do caos

Como Max Mayfield disse ao Congresso, ele se preparou para o dia em que uma tempestade como o Katrina atingiria Nova Orleans durante a maior parte de seus sessenta anos de vida.⁵⁰ Mayfield cresceu enfrentando condições climáticas adversas — em Oklahoma, no coração da Tornado Alley, a Alameda dos Tornados —, começou sua carreira em meteorologia na força aérea americana, onde as pessoas desenvolvem planos de batalha para se preparar para os riscos, e isso é levado muito a sério. No entanto, levou muito tempo para que Mayfield aprendesse o quanto seria difícil

para o Centro Nacional de Furacões comunicar suas previsões ao público geral.

“Depois do furacão Hugo, em 1989”, recorda-se Mayfield, com a fala arrastada típica de Oklahoma, “conversando com um cientista comportamental da Universidade da Flórida, ouvi que as pessoas não reagem aos alertas de furacão. Me senti insultado. É claro que reagem. Mas aprendi que ele estava coberto de razão. As pessoas não reagem apenas à expressão ‘alerta de furacão’. Elas reagem aos avisos das autoridades locais. Você não quer que o sujeito da previsão do tempo ou o âncora de um noticiário da TV tome decisões sobre colocar abrigos à disposição ou reverter faixas nas avenidas e estradas.”

Sob a orientação de Mayfield, o Centro Nacional de Furacões começou a prestar muito mais atenção à forma como apresentar suas previsões. Ao contrário da maior parte dos órgãos governamentais, cujos sites parecem não ser atualizados desde a época em que a AOL distribuía CDs gratuitos pelo correio, o Centro Nacional de Furacões tem grande cuidado na elaboração de seus produtos, gerando uma série de gráficos coloridos e atraentes que transmitem informações de maneira intuitiva e precisa sobre tudo, da velocidade do vento à altura da maré.

A instituição também atenta para a apresentação da incerteza nas previsões. “É o componente fundamental da previsão do tempo”, afirma Mayfield. “Nenhum prognóstico está completo sem alguma descrição dessa incerteza.” Em vez de mostrar uma única via para o possível trajeto de um furacão, por exemplo, seus gráficos mostram, com destaque, uma faixa de incerteza. “Há quem a chame de faixa do caos”, diz Mayfield, pois ela mostra a gama de lugares onde o olho do furacão pode passar, com maior probabilidade.⁵¹ Mayfield, entretanto, acredita que nem a faixa basta. Podem ocorrer impactos significativos, como inundações repentinas (em geral, mais letais do que a tempestade em si), longe do centro do fenômeno e muito depois de a velocidade dos ventos atingir seu pico. Apesar do enorme alvoroço da mídia em torno dessa tempestade, o furacão

Irene, em 2011, não deixou uma única vítima fatal na cidade de Nova York, mas três pessoas morreram em decorrência da inundação em Vermont,⁵² quando as câmeras de televisão já estavam desligadas.

O Centro Nacional de Furacões não se responsabiliza pelas diretrizes a serem tomadas pelas autoridades locais, por exemplo, se uma cidade deve ou não ser evacuada. Essa função é delegada aos 122 escritórios locais do Serviço Nacional de Meteorologia, que se comunicam com governadores e prefeitos, xerifes e chefes de polícia. O motivo oficial é que o Centro Nacional de Furacões acredita que os escritórios locais terão melhor conhecimento operacional dos costumes e das pessoas com as quais lidam. O motivo não oficial, constatado após minha conversa com Mayfield, é que a instituição quer manter clara sua missão. Ela, e apenas ela, divulga previsões de furacões, e é preciso que tais previsões sejam as mais precisas e honestas possíveis, evitando distrações.

Entretanto, essa abordagem distanciada não funcionaria para Nova Orleans. Mayfield precisou pegar o telefone.

Não é fácil tomar uma decisão sobre evacuação, em parte porque as próprias evacuações podem provocar mortes; um ônibus que transportava doentes evacuados de um hospital durante uma tempestade em 2005, o furacão Rita, pegou fogo ao sair de Houston, matando 23 idosos.⁵³ “A situação é terrível para os administradores locais”, afirma Mayfield. “Eles examinam essas probabilidades e precisam traduzir dados em decisões. Vai, não vai. Sim ou não. Precisam pegar uma afirmação probabilística e transformá-la em determinação.”

Naquele caso, porém, a necessidade de uma evacuação era muito clara, e a mensagem não estava conseguindo alcance.

“No Centro Nacional de Furacões, temos um jovem chamado Matthew Green. Um sujeito excepcional, formado em meteorologia. Coordena os alertas com o pessoal do trânsito. Sua mãe morava em Nova Orleans. Por algum motivo, ela resolveu não sair. Ali estava um sujeito que sabia tudo

sobre furacões e sobre gestão emergencial, mas que não conseguiu convencer a própria mãe a sair da cidade.”

Os telefonemas para as autoridades locais de cima a baixo da costa do golfo começaram no sábado, 27 de agosto — depois que a previsão mudou para pior, mas ainda dois dias antes da chegada do Katrina. Mayfield falou com o governador do Mississippi, Haley Barbour, que, quase na mesma hora, ordenou a evacuação compulsória das áreas mais vulneráveis,⁵⁴ e com a governadora Kathleen Blanco, de Louisiana, que havia declarado estado de emergência. Blanco disse a Mayfield que ele precisava ligar para Ray Nagin, prefeito de Nova Orleans, que estava demorando muito nas respostas.

Nagin não atendeu ao telefonema de Mayfield, mas retornou a ligação. “Não me recordo das palavras que usei”, disse-me Mayfield. “Tivemos inúmeras conversas ao longo daqueles dois ou três dias. Mas tenho certeza absoluta de que eu disse: ‘Você terá pela frente decisões muito difíceis e uma perda potencial de vidas humanas.’” Mayfield disse a Nagin que ele tinha de emitir um mandado de evacuação compulsória o mais rápido possível.

Nagin enrolou, emitindo apenas uma ordem de evacuação voluntária. Em Nova Orleans, a ordem era quase sinônima de “não tenham pressa”; apenas uma ordem de evacuação compulsória transmitiria a força total da ameaça.⁵⁵ A maior parte dos habitantes de Nova Orleans ainda não era nascida quando a última tempestade catastrófica, o furacão Betsy, atingiu a cidade, em 1965. E aqueles que eram nascidos, é óbvio, sobreviveram. “Se sobrevivi ao furacão Betsy, vou sobreviver a esse. Somos melhores do que esses furacões, sabe como é?”, declarou às autoridades públicas um habitante idoso que permaneceu na cidade.⁵⁶ Respostas como essa eram comuns. Estudos sobre o Katrina e outras tempestades revelaram que sobreviver a um furacão *diminui* a probabilidade de uma pessoa evacuar o local na ocorrência de um próximo furacão.⁵⁷

Os motivos que levaram Nagin a postergar a emissão do mandado são controversos — ele poderia estar preocupado com a possibilidade de os donos dos hotéis da cidade processarem a prefeitura se seus negócios fossem prejudicados.⁵⁸ De toda forma, ele ordenou a evacuação compulsória no domingo, às 11h ⁵⁹ — e, àquela altura, os habitantes que ainda não tinham recebido a mensagem estavam totalmente confusos. Um estudo revelou que cerca de um terço das pessoas que se recusaram a evacuar a cidade não ouviu a ordem de evacuação. Outro terço ouviu, mas declarou que as instruções não foram claras.⁶⁰ Levantamentos com vítimas de desastres nem sempre são confiáveis — as pessoas têm dificuldade para articular por que se comportaram de determinada maneira quando estavam sob grande pressão emocional,⁶¹ e um pequeno percentual da população dirá que nunca ouviu uma ordem de evacuação mesmo se ela tiver sido emitida com antecedência e frequência. Nesse caso, porém, Nagin foi responsável por grande parte da confusão.

Há, é claro, muitos a quem culpar no caso do Katrina — certamente a Fema (departamento federal responsável pela gestão de emergências nos Estados Unidos) —, além de Nagin. Mas é preciso dar o devido crédito a quem merece: a maior parte das pessoas evacuou a cidade, em parte devido à previsão precisa feita pelo Centro Nacional de Furacões. Se o furacão Betsy tivesse rompido as barragens em 1965, antes do surgimento de previsões acuradas sobre furacões, é provável que o número de vítimas letais houvesse sido ainda maior do que as mortes provocadas pelo Katrina.

Uma lição que podemos aprender, entretanto, é que a precisão é a melhor política para os meteorologistas. Seu pecado original é colocar política, glória pessoal ou benefício econômico à frente da verdade em uma previsão, mesmo que com a melhor das intenções. O Centro Nacional de Furacões esforça-se ao máximo para evitar que esses fatores comprometam as previsões. Talvez não seja coincidência que, contrariando todas as falhas de prognósticos apresentadas neste livro, suas

previsões tenham se tornado 350% mais precisas apenas nos últimos 25 anos.

“O papel do meteorologista é produzir a melhor previsão possível”, afirmou Mayfield. É muito simples — e, mesmo assim, meteorologistas de tantas áreas erram todos os dias.

[XXXIII](#) Loft se parece um pouco com Rainn Wilson, ator que faz o personagem na série.

[XXXIV](#) Como veremos no Capítulo 8, não é tão fácil posicionar Laplace nesse espectro. Ele foi um pensador eclético e fundamental para o desenvolvimento da teoria da probabilidade, motivado em parte por sua convicção de que era pouco provável que os seres humanos alcançassem a perfeição que ele via na natureza.

[XXXV](#) Essa não seria a última mudança do Serviço Nacional de Meteorologia. Em 1940, objetivando assistir a Agência de Aviação Civil e o florescente setor de voos tripulados, o Congresso transferiu-o para o Departamento de Comércio, onde se encontra até hoje.

[XXXVI](#) Infelizmente, embora os meteorologistas tenham aperfeiçoado muito a capacidade de apontar por onde o furacão passará, ainda não melhoraram a previsão de sua potência, porque as forças que regem a intensidade de uma tempestade ocorrem em escala muito menor do que aquelas que determinam seu trajeto. Isso significa que eles precisam de uma matriz muito mais refinada, e nem o Bluefire está à altura dessa tarefa.

[XXXVII](#) Uma previsão mal calibrada pode ser, às vezes, detectada com mais rapidez. Se você dissesse que havia uma chance de 100% de ocorrer determinado resultado que não se concretizou ou uma chance de 0% para um fato que se concretizou, não precisaríamos de outros dados para concluir que a previsão estava errada.

DESESPERADAMENTE EM BUSCA DE SINAL

Justo quando se preparavam para ir dormir, em uma noite fria de domingo, 9 de abril de 2009, os habitantes de L'Aquila, Itália, sentiram tremores pouco mais perceptíveis do que o ruído de um trem cargueiro distante. O primeiro terremoto, que ocorreu pouco antes das onze da noite pela hora local, alcançou 3,9 na escala de magnitude, [XXXVIII](#) frequência forte o bastante para sacudir os nervos e alguns objetos. O segundo tremor foi ainda mais fraco, com magnitude 3,5, e não acordaria alguém de sono mais pesado.

Mas L'Aquila estava com os nervos à flor da pele por causa dos terremotos. A cidade, que fica no sopé dos montes Apeninos e é conhecida por seus resorts para apreciadores de esqui e por suas muralhas medievais, vinha experimentando um número relativamente grande de tremores — esses dois tinham sido o sétimo e o oitavo a atingir uma magnitude de 3,0 ou mais na última semana. Pequenos sismos não são incomuns nessa parte do mundo, mas o intervalo entre eles costuma ser muito maior — aproximadamente um a cada dois ou três meses. Dessa vez, porém, sua frequência aumentara quase cem vezes.

Enquanto isso, os habitantes de uma pequena cidade do outro lado da montanha, Sulmona, tinham acabado de passar por uma ameaça de terremoto. Um técnico chamado Giampaolo Giuliani, que trabalhava no Instituto Nacional de Física Nuclear da Itália, alegou ter detectado níveis elevados de radônio na região. Ele postulou que isso poderia ser precursor de um terremoto e chegou a advertir o prefeito de Sulmona de que a cidade seria atingida na tarde de 29 de março. Impressionado pela previsão, o prefeito ordenou que vans equipadas com alto-falantes circulassem pela cidade, alertando os habitantes quanto à ameaça.¹

Nenhum terremoto atingiu Sulmona naquele dia. Depois do fracasso, Giuliani foi denunciado às autoridades locais por *procurato allarme* (provocar alarme) — isto é, dar alarme falso. Foi forçado a retirar suas previsões da internet, por medo de causar ainda mais pânico.

As autoridades de L'Aquila disseram aos habitantes que não havia motivo para se preocupar com a sequência sísmica;^{XXXIX} a falha estava apenas liberando energia, explicou Bernardo De Bernardinis, vice-diretor do Departamento de Defesa Civil da Itália,² minimizando a ameaça de um terremoto de grande magnitude. Bernardinis concordou com um repórter que eles deveriam relaxar e tomar uma taça de vinho,³ recomendando uma especialidade local, o Montepulciano.

No entanto, um terremoto intenso, com magnitude 6,3, atingiu L'Aquila às 3h32 de segunda-feira. Abalando os alicerces das construções, fazendo tetos desabarem e transformando móveis em projéteis, o terremoto matou mais de trezentos habitantes, deixou 65 mil pessoas desabrigadas e causou prejuízos de mais de 16 bilhões de dólares.⁴

O que fazemos quando nossos alicerces são abalados

L'Aquila deveria estar mais bem preparada. A cidade está situada próximo a um tipo particularmente violento de falha conhecido como zona de subducção, onde a placa africana, uma das oito principais placas tectônicas

que cobrem a superfície da Terra, desliza de maneira lenta e inexorável sob a placa eurásiana. Seu primeiro terremoto significativo foi registrado em 1315; outros terremotos atingiram a cidade em 1349, 1452, 1461, 1501, 1646, 1703 e 1706;⁵ o mais grave, em 1786, matou mais de cinco mil pessoas. Em cada ocasião, em geral por ordem direta do papa,⁶ a cidade foi reconstruída e repovoada.

Desde então, L'Aquila passara mais de dois séculos desafiando o destino. Houve um terremoto relativamente brando — de magnitude 5,0⁷ — em 1958, lembrado somente pelos habitantes mais idosos da cidade. O terremoto de 2009 foi muito mais intenso. A escala de magnitude é logarítmica; um aumento de um ponto indica que a liberação de energia é multiplicada por 32. Assim, o terremoto de 2009, de magnitude 6,3, foi 75 vezes mais potente do que o que atingiu a cidade em 1958. E três mil vezes mais potente do que os tremores — pequenos sismos que antecedem um grande terremoto — que haviam atingido L'Aquila naquela noite de domingo.

No entanto, embora o terremoto tenha sido intenso pelos padrões italianos, em escala global foi praticamente um soluço. O terremoto que devastou o Japão em 2011 teve magnitude 9,0 ou 9,1 — quase onze mil vezes mais potente. E o maior terremoto já registrado desde o surgimento de estimativas confiáveis, o que atingiu o Chile em 1960, chegou a 9,5, aproximadamente sessenta mil vezes mais forte do que o de L'Aquila.

Sendo assim, por que L'Aquila — uma cidade relativamente próspera em um país desenvolvido e industrializado — sofreu danos tão significativos? Um dos motivos foi a geologia da cidade, que se localiza no leito de um antigo lago, o que tende a amplificar os tremores. A Cidade do México também foi construída sobre o leito de um lago,⁸ e um terremoto em 1985, com epicentro a mais de 320 quilômetros de distância, matou dez mil habitantes.

Entretanto, o principal motivo foi simplesmente a complacência da cidade ante o perigo sísmico que se encontrava a apenas quinze

quilômetros abaixo da terra. Não havia nada próximo ao nível adequado de prontidão para o terremoto:⁹ códigos de edificações, suprimentos para casos de emergência, orientação à comunidade. O tremor não afetou apenas construções centenárias, mas muitos edifícios modernos, entre eles uma ala de hospital construída em 2000. Um aviso poderia ter salvado incontáveis vidas.

Giampaolo Giuliani dera esse aviso? Nos tabloides italianos, ele foi retratado como uma espécie de gênio e mártir. De visual desganhado e fala mansa, muitas vezes usando o uniforme do time de futebol da cidade, Giuliani desempenhou o papel de humilde funcionário público ou professor distraído cujos insights haviam sido ignorados pela comunidade científica. Alegou que avisara amigos e familiares sobre o terremoto em L'Aquila e que fora impedido de contar a outros apenas por causa de uma ordem policial emitida contra ele. Exigiu um pedido de desculpas por parte das autoridades — não dirigido a ele, frisou, mas ao povo de L'Aquila.

Não importa que Giuliani, na verdade, não tenha previsto o terremoto. Sua previsão havia sido bastante específica: era Sulmona, não L'Aquila, que corria um risco maior, e o terremoto ocorreria em março, não em abril. Na verdade, ele tinha sugerido a um jornal local que o perigo havia passado. “Para simplificar os conceitos”, dissera ao iniciar uma divagação sobre o ciclo lunar, “o sistema Terra-Lua veio visitar o periélio (...), a distância mínima da Terra, e alinhou-se com o planeta Vênus (...). Sinto que posso assegurar meus conterrâneos de que, chegado o fim de março, a sequência sísmica diminuirá”.¹⁰

Periélio com o planeta Vênus? Gás radônio? O que isso tinha a ver com terremotos? E quanto à previsão equivocada para Sulmona? Não importava. Quando a catástrofe chega, buscamos um sinal em meio ao ruído — qualquer coisa que possa ajudar a explicar o caos que vemos ao nosso redor e que propicie o retorno da ordem ao mundo. As divagações de Giuliani eram o melhor que havia no momento.

Nenhuma catástrofe sacode mais nossa noção de ordem do que um terremoto, que literalmente abala as nossas estruturas. Enquanto os furacões descendem dos céus e às vezes são vistos como metáforas da providência divina,^{[XL](#)} os terremotos vêm da terra e, muitas vezes, são interpretados como um sinal da ira,^{[11](#)} da indiferença^{[12](#)} ou da inexistência de Deus. (O terremoto de Lisboa em 1755 foi uma importante faísca para o desenvolvimento da filosofia secular.)^{[13](#)} E enquanto os furacões — e inundações, tornados e vulcões — muitas vezes podem ser previstos com antecedência, há séculos os terremotos desafiam as tentativas de prevê-los.

Sapos mágicos e a busca do Santo Graal

Pasadena, na Califórnia, há muito tempo é o epicentro mundial das pesquisas sobre terremotos. É lá que fica o Instituto de Tecnologia da Califórnia, onde, em 1935, Charles Richter desenvolveu sua famosa escala logarítmica. A Agência de Geologia dos Estados Unidos (USGS) também mantém um escritório na cidade, onde residem muitos de seus especialistas em terremotos. Em setembro de 2009, fui até Pasadena para me encontrar com a Dra. Susan Hough, uma das principais sismólogas da USGS e autora de vários livros sobre previsão de terremotos. Ela assistira às entrevistas de Giuliani na televisão com desconfiança e escrevera um editorial cáustico no *New York Times*^{[14](#)} criticando tanto o italiano quanto a atenção que ele recebera.

Sua crítica argumentava que o sucesso de Giuliani se devia a pura coincidência. “O público ouviu falar sobre a previsão do Sr. Giuliani porque ela por acaso se concretizou”, escreveu ela. “Mas há inúmeras outras previsões [incorretas] sobre as quais o público nunca ouve falar.”

Se centenas de pessoas tentarem fazer previsões e ocorrerem centenas de terremotos por ano, é inevitável que alguém acabe acertando. As teorias de Giuliani sobre o gás radônio e os ciclos lunares haviam sido investigadas inúmeras vezes^{[15](#)} por respeitados sismólogos e demonstrado pouca ou

nenhuma influência na previsão de terremotos. Giuliani teve sorte: o macaco que digitou Shakespeare; o polvo que previu o resultado da Copa do Mundo.

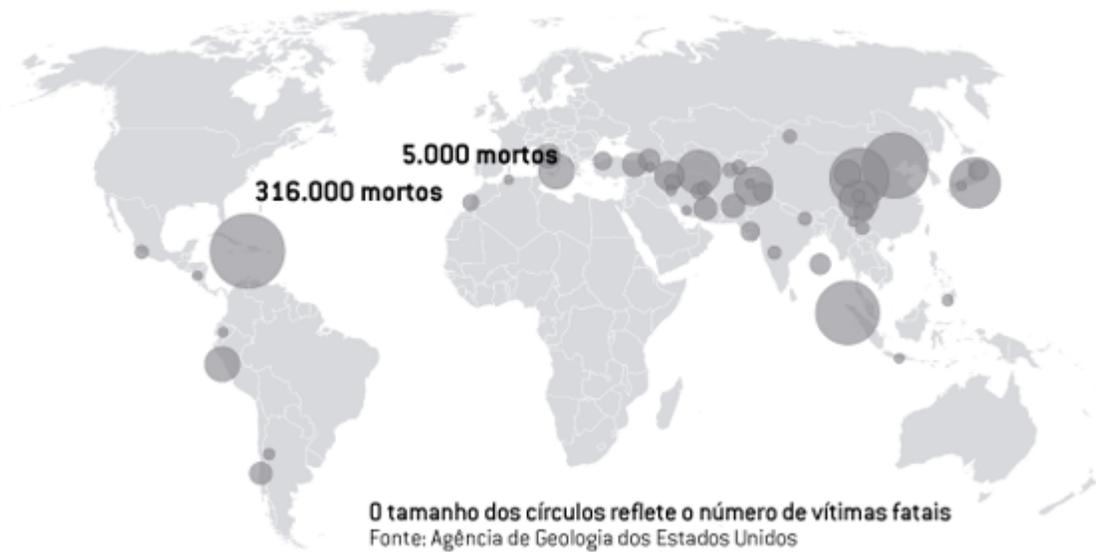
A sala de Hough na USGS fica em um canto silencioso do campus do Caltech, onde há mais eucaliptos do que estudantes. Quando a encontrei, ela parecia um pouco cansada, pois acabara de voltar da Turquia, aonde fora estudar um sistema de falhas sísmicas. Susan tem traços suaves, cabelos ondulados e olhos escuros, cansados — céticos. “O que você faz para ganhar a vida?”, foi a pergunta que ela me lançou alguns momentos depois de nos cumprimentarmos.

Em dado momento, ela pegou da mesa um pequeno globo, como aqueles vendidos em lojas de aeroportos. Com o indicador, traçou uma linha na direção leste-sudeste, partindo do mar do Japão.

“Eles se concentram muito neste cinturão: do sul da China até a Grécia”, explicou Hough, referindo-se aos terremotos mais destrutivos do mundo. “Trata-se de uma zona de terremotos complicada, há muitos edifícios vulneráveis. Se houver um terremoto de grandes proporções em Teerã, o número de vítimas fatais pode chegar a um milhão.”

De fato, quase todos os terremotos mais letais da história moderna (ver Figura 5.1) ocorreram ao longo do trajeto traçado por Hough, que passa pelo berço da civilização no Oriente Médio e por algumas das regiões mais povoadas do planeta, incluindo a China e a Índia. Pobres e populosas, essas áreas não podem se dar ao luxo de se preparar para catástrofes que ocorrem uma vez a cada três séculos. Entretanto, o número de vítimas letais pode ser catastrófico quando o terremoto acontece, chegando a centenas de milhares de mortos. [XLI](#)

FIGURA 5-1: TERREMOTOS MAIS LETAIS DESDE 1900



De fato, terremotos matam mais do que furacões,¹⁶ apesar de parecerem um fenômeno mais incomum.¹⁷ Talvez porque seja tão raro prever com precisão a ocorrência de um terremoto. Enquanto hoje é possível prever o local de um furacão com pelo menos três vezes mais precisão do que há 25 anos, a ciência da previsão de terremotos mal parece ter evoluído desde o século IX d.C., quando os japoneses alegaram saber dizer quando haveria um terremoto a partir do comportamento dos bagres.¹⁸ (Em outras ocasiões, já se observaram comportamentos estranhos de vacas, porcos, enguias, ratos, papagaios, gaivotas, tartarugas, peixes dourados e cobras antes de terremotos.)

Pessoas excêntricas como Giuliani ainda são levadas a sério, e não apenas nos tabloides italianos.¹⁹ O Conselho de Previsão de Terremotos da Califórnia recebe centenas de previsões de terremoto não solicitadas a cada ano, muitas das quais, segundo o órgão, “discutem o estranho comportamento de animais domésticos, intuições, dores nos joanetes de uma tia ou outros sinais e presságios misteriosos que os cientistas simplesmente não entendem”.²⁰ Enquanto isso, é difícil distinguir entre algumas conclusões publicadas nos periódicos acadêmicos e histórias do

antigo folclore japonês. Um artigo²¹ publicado em 2010 em *The Journal of Zoology*, um periódico de relativo prestígio, observou que os sapos de um lago localizado a oitenta quilômetros de L'Aquila tinham parado de desovar cinco dias antes do terremoto.²² Por incrível que pareça, o artigo alegava que isso era um indício de que os sapos haviam previsto o terremoto.

São pesquisas assim que exaurem Hough. “Se voltarmos no tempo, pelo menos até a década de 1970, veremos que as pessoas tinham uma ideia — e sentiam-se otimistas —, mas, após dez anos, o método era refutado”, disse ela. “Dez anos depois, surgia um novo método e, após mais dez anos, ele era refutado. Percebe-se um padrão. Hoje, a maioria dos cientistas de ponta sabe que não vale a pena correr atrás de um Santo Graal que provavelmente não existe.”

Embora seja fácil descartar os sapos ou o contato próximo de Giuliani com Vênus, será que não existe mesmo alguma maneira de prever terremotos? E quanto à sequência de pequenos sismos sentidos em L'Aquila pouco antes do grande? Teria sido apenas coincidência? A comunidade sismológica tem a reputação de ser muito conservadora. Por exemplo, demorou muito para aceitar a teoria das placas tectônicas²³ — a noção hoje amplamente aceita de que a movimentação das placas continentais da Terra é a principal causa dos terremotos —, adotando-a somente na década de 1960, embora ela tenha sido proposta em 1912. Teria o ceticismo de Hough se transformado em cinismo?

A posição oficial da USGS é ainda mais enfática: é impossível prever a ocorrência de terremotos. “Até hoje, nem a USGS, nem o Caltech, nem qualquer outro cientista conseguiu prever grandes terremotos”, afirma o site da organização.²⁴ “Eles não sabem como prevê-los e não têm esperança de aprender no futuro próximo.”

É impossível prever terremotos? Este é um livro sobre previsão, não um livro que *faz* previsões, mas estou disposto a me arriscar: prevejo que, no ano que vem, haverá mais terremotos no Japão do que em Nova Jersey. E

prevejo que, em algum momento nos próximos cem anos, um terremoto potente atingirá alguma parte da Califórnia.²⁵

Tanto a USGS quanto eu estamos usando jogos semânticos. Os termos “previsão” e “projeção” são empregados de maneiras diferentes em áreas diferentes; em alguns casos, são usados como sinônimos, mas outras disciplinas estabelecem distinções entre os dois. Nenhuma área é mais sensível à diferença do que a sismologia. Se você estiver falando com um sismólogo:

1. Uma **previsão** é uma declaração definitiva e específica sobre quando e como haverá um terremoto: *um terremoto de grandes proporções atingirá Kyoto, no Japão, em 28 de junho.*
2. Uma **projeção**, por outro lado, é uma declaração probabilística, em geral em uma escala de tempo maior: *há 60% de chance de ocorrer um terremoto no sul da Califórnia nos próximos trinta anos.*

A opinião oficial da USGS é que é impossível prever terremotos. No entanto, é possível fazer *projeções*.

O que sabemos sobre o comportamento dos terremotos

Se você explorar o site da USGS, verá que o órgão disponibiliza várias ferramentas para ajudar a fazer uma *projeção* de terremotos. Uma delas, particularmente interessante, é um aplicativo que, depois que você insere a longitude e a latitude de qualquer lugar dos Estados Unidos, estima a probabilidade de ocorrência de um terremoto ali a longo prazo.²⁶ Na Figura 5.2, apresento as probabilidades de ocorrência de terremotos em várias grandes cidades do país de acordo com o site da agência.

Todo mundo sabe que a Califórnia é um estado com muita atividade sismológica; a USGS calcula que um terremoto de magnitude 6,8 ou mais atingirá São Francisco aproximadamente uma vez a cada 35 anos. Muitos

também sabem que o Alasca sofre muitos terremotos — o segundo maior registrado na história, de magnitude 9,4, atingiu Anchorage em 1964.

FIGURA 5.2: FREQUÊNCIA DE GRANDES TERREMOTOS (>MAGNITUDE 6,75) EM UM RAIOS DE OITENTA QUILOMETROS DE ALGUMAS CIDADES DOS ESTADOS UNIDOS

Anchorage	1 a cada 30 anos
São Francisco	1 a cada 35 anos
Los Angeles	1 a cada 40 anos
Seattle	1 a cada 150 anos
Sacramento	1 a cada 180 anos
San Diego	1 a cada 190 anos
Salt Lake City	1 a cada 200 anos
Portland, Oregon	1 a cada 500 anos
Charleston, Carolina do Sul	1 a cada 600 anos
Las Vegas	1 a cada 1.200 anos
Memphis	1 a cada 2.500 anos
Phoenix	1 a cada 7.500 anos
Nova York	1 a cada 12.000 anos
Boston	1 a cada 15.000 anos
Filadélfia	1 a cada 17.000 anos
St. Louis	1 a cada 23.000 anos
Atlanta	1 a cada 30.000 anos
Denver	1 a cada 40.000 anos
Washington, DC	1 a cada 55.000 anos
Chicago	1 a cada 75.000 anos
Houston	1 a cada 100.000 anos
Dallas	1 a cada 130.000 anos
Miami	1 a cada 140.000 anos

Mas você sabia sobre Charleston, na Carolina do Sul? Há atividade sísmica na cidade também; na verdade, ela foi atingida por um terremoto de magnitude 7,3 em 1886. A USGS calcula que haverá outro terremoto potente a cada seiscentos anos. Para quem mora em Seattle, é melhor ter um plano pronto; a cidade é mais propensa a terremotos do que muitas partes da Califórnia, segundo a USGS. Quem está em Denver, que fica a uma distância segura de quaisquer falhas continentais, não precisa se preocupar.

Parece uma quantidade muito grande de informações bastante específicas e práticas para uma organização que alega ser impossível prever terremotos. Mas as projeções da agência usam uma ferramenta sismológica de ampla aceitação chamada lei de Gutenberg-Richter. A teoria, desenvolvida em 1944 por Charles Richter e Beno Gutenberg, pesquisadores do Caltech, baseia-se em estatísticas empíricas sobre terremotos e postula que existe uma relação relativamente simples entre a magnitude de um terremoto e a frequência com que ocorre.

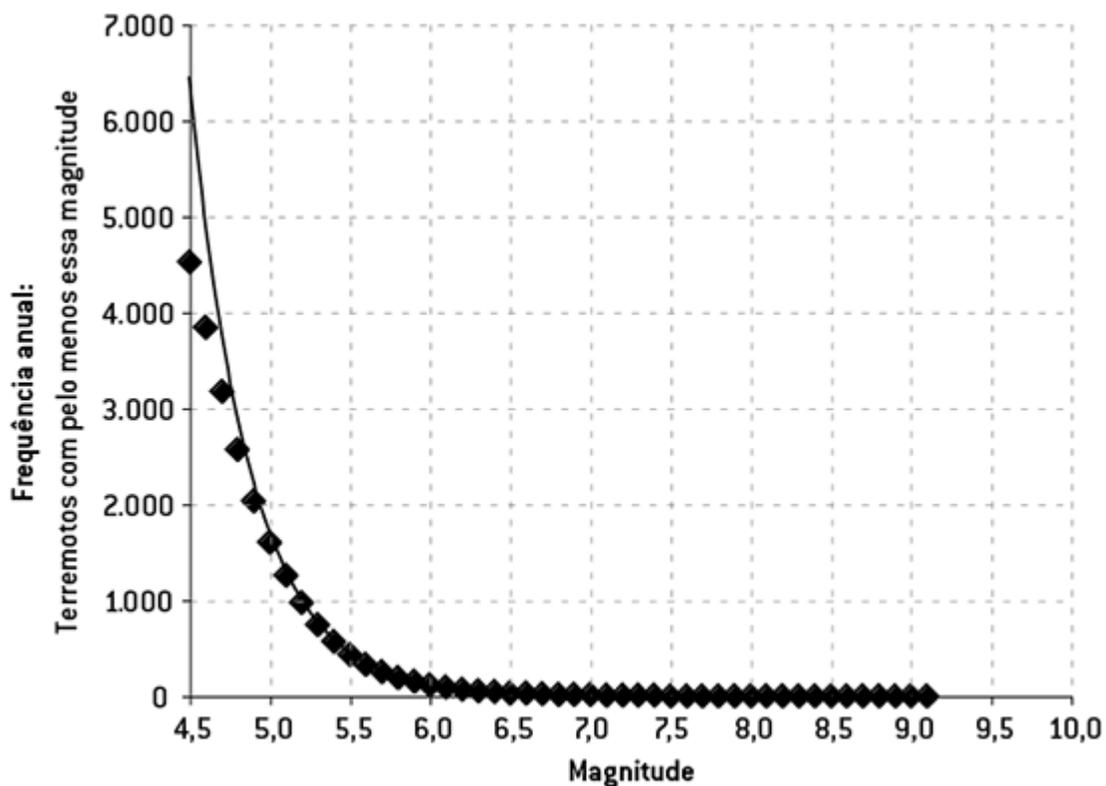
Se você comparar esses fatores, verá que o número de ocorrências cai exponencialmente à medida que a magnitude aumenta. Embora haja poucos terremotos catastróficos, existem literalmente milhões de terremotos menores — cerca de 1,3 milhão de tremores com magnitudes entre 2,0 e 2,9 no mundo inteiro a cada ano.²⁷ Em geral, eles passam despercebidos — pelos seres humanos, com certeza, e muitas vezes também pelos sismógrafos.²⁸ No entanto, quase todos os terremotos de magnitude 4,5 ou superior são registrados hoje em dia, por mais remota que seja sua localização. A Figura 5.3A mostra o declínio exponencial da frequência com base nos registros reais de terremotos entre janeiro de 1964²⁹ e março de 2012.³⁰

Esses fenômenos exibem impressionante regularidade quando são representados em gráfico de maneira ligeiramente distinta. Na Figura 5.3B, mudei o eixo vertical — que mostra a frequência de terremotos de diferentes magnitudes — para a escala logarítmica.^{XLII} Agora, os

terremotos formam uma linha praticamente reta no gráfico. Esse padrão é característico do que se conhece como distribuição da lei de potência e corresponde à relação que Richter e Gutenberg descobriram.

Algo que obedeça a essa distribuição tem uma propriedade muito útil: é possível projetar a quantidade de eventos em larga escala a partir das ocorrências em pequena escala, ou vice-versa. No caso dos terremotos, para cada aumento de um ponto na magnitude, a frequência do terremoto diminui aproximadamente dez vezes. Assim, por exemplo, terremotos de magnitude 6,0 são dez vezes mais comuns do que os de magnitude 7,0 e cem vezes mais comuns do que os de magnitude 8,0.

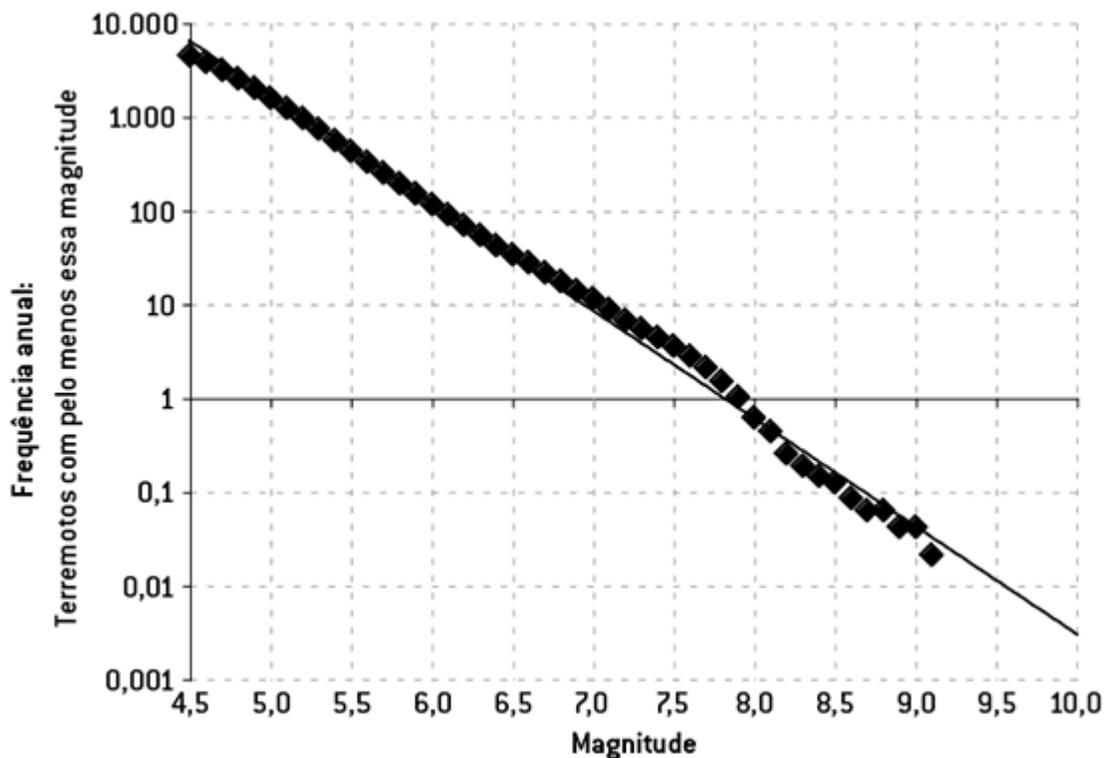
FIGURA 5.3A: FREQUÊNCIA MUNDIAL DE TERREMOTOS ENTRE JANEIRO DE 1964 E MARÇO DE 2012



Aliás, a lei de Gutenberg-Richter em geral se aplica também em várias regiões do mundo, bem como no planeta inteiro. Suponhamos, por exemplo, que quiséssemos fazer uma projeção de terremotos para Teerã,

no Irã. Felizmente, a cidade não sofreu tremores catastróficos desde que sua sismicidade começou a ser medida. No entanto, tem havido uma série de terremotos médios; entre 1960 e 2009, ocorreram cerca de quinze terremotos, cujas magnitudes variaram de 5,0 a 5,9 na região ao redor da cidade.³¹ Isso equivale a mais ou menos um terremoto a cada três anos. Segundo a lei de potência que Gutenberg e Richter descobriram, deve ocorrer um terremoto de magnitude entre 6,0 e 6,9 a cada trinta anos em Teerã.

FIGURA 5.3B: FREQUÊNCIA MUNDIAL DE TERREMOTOS ENTRE JANEIRO DE 1964 E MARÇO DE 2012, EM ESCALA LOGARÍTMICA



Conclui-se também que um terremoto de magnitude 7,0 ou superior ocorreria uma vez a cada trezentos anos perto de Teerã. É esse o terremoto que Susan Hough teme. O terremoto de 2010 no Haiti, que teve magnitude 7,0 e matou 316 mil pessoas,³² mostrou as consequências apocalípticas que eles podem produzir nos países em desenvolvimento. O

Irã também apresenta muitos dos problemas do Haiti — pobreza, código de edificações negligente, corrupção política³³ —, mas sua densidade populacional é muito maior. A USGS calcula, com base no alto número de mortes em terremotos menores no Irã, que entre 15% e 30% da população de Teerã poderia morrer no caso de haver um tremor catastrófico na cidade.³⁴ Como existem cerca de treze milhões de pessoas na região metropolitana de Teerã, essa porcentagem equivaleria a algo entre dois e quatro milhões de mortos.

O que a lei de Gutenberg-Richter não nos informa é *quando* o terremoto ocorrerá. (Tampouco sugere que Teerã esteja na “fila” para sofrer um terremoto caso não tenha sofrido algum recentemente.) Países como Irã e Haiti não podem se dar ao luxo de elaborar planos de contingência para um evento que pode ocorrer uma vez a cada trezentos anos. As projeções de terremotos geradas a partir da lei de Gutenberg-Richter funcionam como um bom guia para os riscos na região. Mas, à semelhança das previsões de tempo determinadas apenas com base em registros estatísticos (chove durante 35% do tempo em Londres em março), elas nem sempre se traduzem em inteligência factível (devo levar guarda-chuva?). Escalas de tempo geológico ocupam séculos ou milênios inteiros; a vida humana é medida em anos.

A tentação do sinal

Na verdade, o que interessa aos sismólogos — o que Susan Hough chama de “Santo Graal” — são as projeções *dependentes do tempo*, nas quais não se supõe que a probabilidade de um terremoto seja constante ao longo do tempo.

Até os sismólogos mais céticos quanto à possibilidade de se realizar projeções de terremotos dependentes do tempo reconhecem que existem padrões na distribuição dos tremores. O mais óbvio é a presença de réplicas. Os grandes terremotos são quase sempre seguidos de dezenas, às

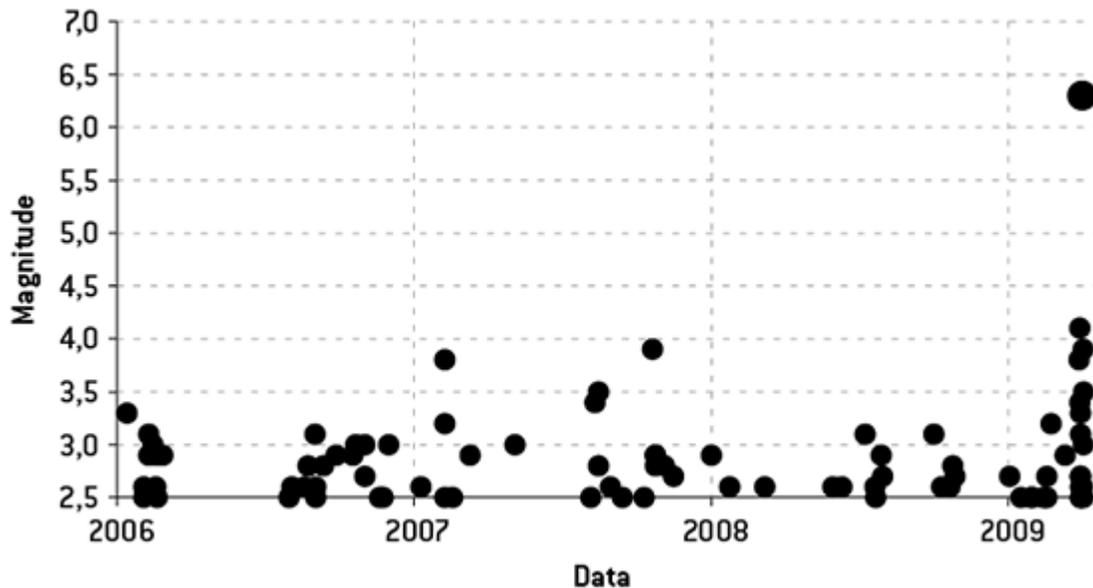
vezes milhares, de réplicas (no terremoto de 2011 no Japão, foram pelo menos 1.200 réplicas), que seguem um padrão mais ou menos previsível.³⁵ Elas têm mais probabilidade de ocorrer logo em seguida a um terremoto do que dias depois, e é mais provável que aconteçam dias depois do que semanas depois.

Entretanto, isso não é muito útil quando se trata de salvar vidas. As réplicas, por definição, são sempre menos potentes do que o terremoto inicial. Em geral, se uma falha produz um terremoto poderoso o bastante, haverá algumas réplicas e, depois, a situação se acalmará por um tempo. No entanto, nem sempre é assim. Por exemplo, o poderoso terremoto que atingiu a falha de New Madrid, cidade na fronteira entre os estados de Missouri e Tennessee, em 16 de dezembro de 1811, teve, de acordo com os meteorologistas, magnitude 8,2 e foi seguido por outro de magnitude semelhante apenas seis horas depois. E ainda assim a falha não se aquietou: os sismos de 16 de dezembro foram sucedidos por outro terremoto de magnitude 8,1 em 23 de janeiro e por um ainda mais forte, de magnitude 8,3, em 7 de fevereiro. Quais foram os pré-eventos? Quais foram os pós-eventos ou as réplicas? Qualquer interpretação é inútil.

A questão, evidentemente, é se podemos prever os terremotos *antes* que eles ocorram: é possível distinguir com antecedência o que é um pré-evento e o que é uma réplica? Analisando os dados que mostram a distribuição dos terremotos no tempo e no espaço, somos tentados a buscar um sinal em meio ao ruído.

A Figura 5.4A, por exemplo, mostra a distribuição dos terremotos nos arredores de L'Aquila³⁶ entre 2006 e a chegada do terremoto de magnitude 6,3 em 2009.³⁷ Todos os dados nesse gráfico, exceto o círculo preto maior, que indica o principal terremoto, mostram tremores que ocorreram antes do sismo principal. No caso de L'Aquila, parece haver um padrão discernível. Um grande agrupamento de terremotos, cuja magnitude chega a até 4,0, ocorreu pouco antes do choque mais forte no início de 2009 — muito maior do que a taxa básica de atividade sísmica na região.

FIGURA 5.4A: TERREMOTOS PERTO DE LAQUILA, ITÁLIA
1º DE JANEIRO DE 2006 A 6 DE ABRIL DE 2009

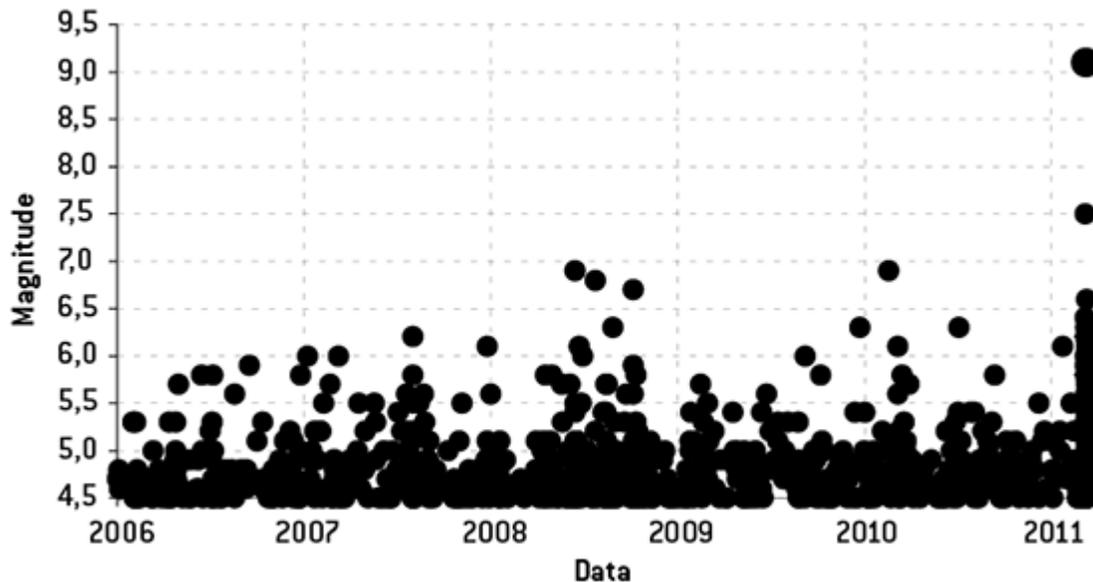


O terremoto de 2011 no Japão é um caso mais controverso. Quando fazemos um gráfico semelhante para a região de Tōhoku (ver Figura 5.4B), vemos, antes de mais nada, que há muito mais atividade sísmica na região do que na Itália. Mas será que nos dados existem padrões referentes ao timing dos terremotos? Parece haver alguns; por exemplo, há um grupo de sismos com magnitudes entre 5,5 e 7,0 em meados de 2008. Entretanto, eles não precipitaram um terremoto maior. Um pré-evento especialmente intenso, porém, de magnitude 7,5 ocorreu em 9 de março de 2011, precedendo em mais ou menos cinquenta horas o terremoto de magnitude 9,1 que atingiu Tōhoku.³⁸

Entretanto, apenas metade dos grandes terremotos é precedida por pré-eventos significativos.³⁹ Isso não aconteceu com o terremoto que atingiu o Haiti (ver Figura 5.4C). A instrumentação não é muito boa na maior parte do Caribe, então não existem registros de sismos de magnitudes 2,0 e 3,0, mas os sismógrafos nos Estados Unidos e em outras regiões devem ser capazes de registrar qualquer abalo acima de 4,0. O último terremoto de

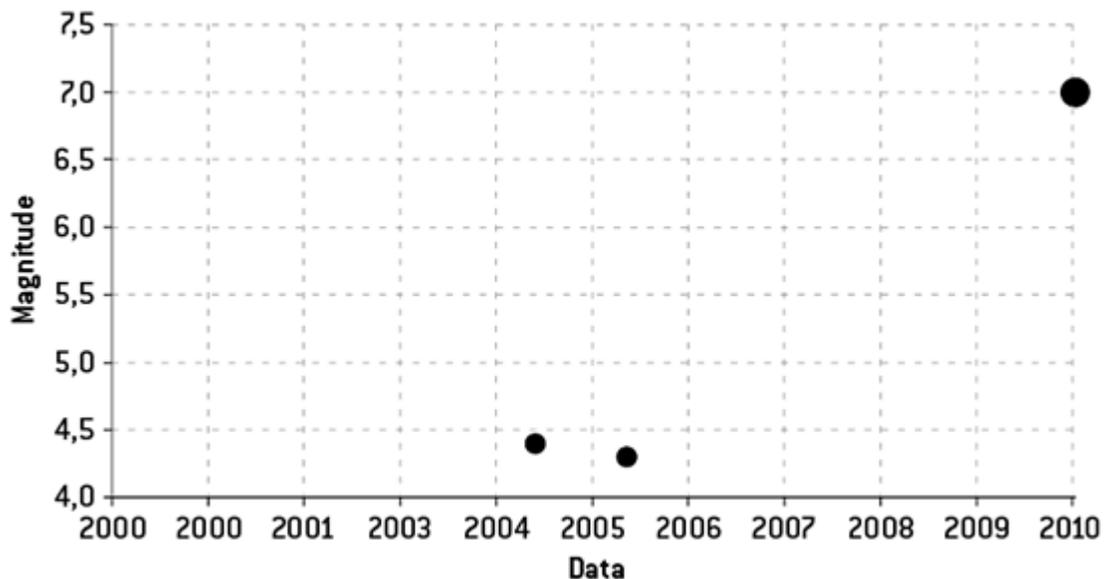
magnitude 4,0 na região ocorreria em 2005, cinco anos antes do de magnitude 7,0 em 2010. Não houve aviso algum.

FIGURA 5.4B: TERREMOTOS PERTO DE TOHOKU, JAPÃO 1º DE JANEIRO DE 2006 A 11 DE MARÇO DE 2011



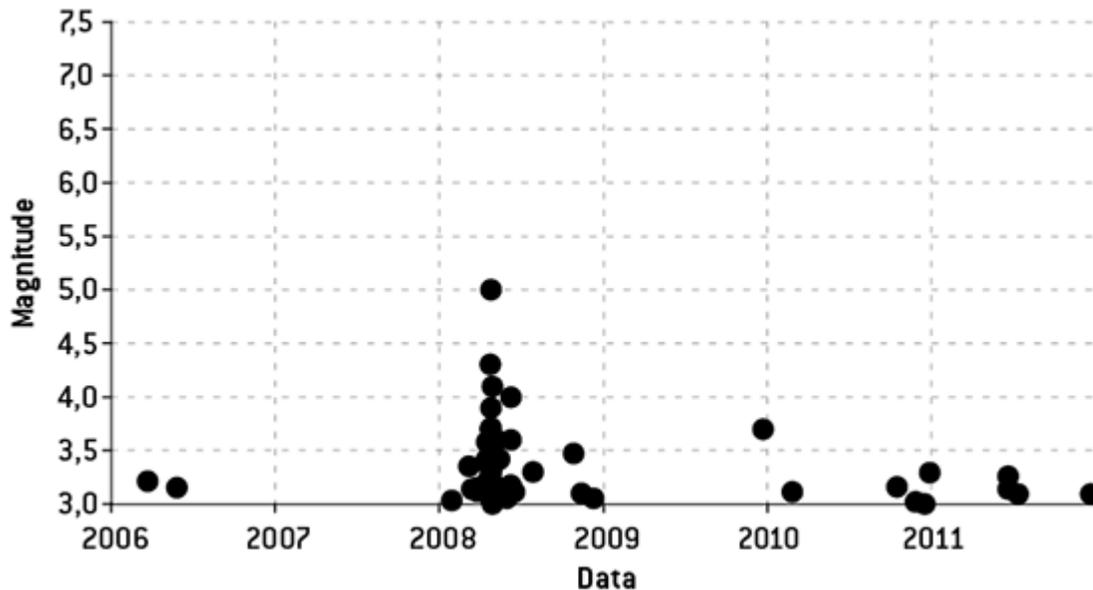
Para complicar ainda mais, existem os falsos alarmes — períodos de aumento de atividade sísmológica que nunca resultam em tremores de grandes proporções. Um caso conhecido pelos sismólogos foi a ocorrência de uma série de terremotos menores próximo a Reno, Nevada, no início de 2008.

FIGURA 5.4C: TERREMOTOS PERTO DE LÉOGÂNE, HAITI 1º DE JANEIRO DE 2000 A 12 DE JANEIRO DE 2010



A sequência sísmica de Reno assemelha-se muito à que vimos em L'Aquila, em 2009. Mas não houve sismos maiores; o tremor mais intenso da série teve magnitude de apenas 5,0, e não houve qualquer grande terremoto depois.

FIGURA 5.4D: TERREMOTOS PERTO DE RENO, NEVADA 1º DE JANEIRO DE 2006 A 31 DE DEZEMBRO DE 2011



Esses são apenas alguns exemplos da variedade enlouquecedora de dados que os sismólogos observam. Ela parece existir em um estado de purgatório — não é exatamente aleatória, mas também não é exatamente previsível. Talvez isso implique que poderíamos pelo menos obter algum avanço na projeção de terremotos — mesmo que nunca cheguemos a fazer previsões rápidas e certas. Mas o histórico das tentativas é de fracasso quase total.

Uma sucessão de projeções erradas

O livro de Hough, lançado em 2009, *Predicting the Unpredictable: The Tumultuous Science of Earthquake Prediction*, é uma história das tentativas de prever terremotos e é tão devastadora em relação a esses esforços quanto o estudo de Phil Tetlock em relação aos analistas políticos. Parece não ter havido progresso algum, mas muitos alarmes falsos.

Lima, Peru

Um dos casos mais infames envolveu um geofísico chamado Brian Brady, que tinha Ph.D. pelo Instituto de Tecnologia do Massachusetts (MIT) e trabalhava na Escola de Minas do Colorado. Brady afirmou que um terremoto de magnitude 9,2 — um dos maiores já registrados na história — atingiria Lima, Peru, em 1981.⁴⁰ Inicialmente, a previsão teve apoio razoável da comunidade de sismologia — uma versão anterior havia sido preparada em coautoria com um cientista da USGS. Porém, à medida que a teoria se tornava mais sofisticada — para sustentá-la, Brady acabaria invocando tudo, desde rupturas espontâneas de rochas que havia observado em seus estudos de minas até a teoria da relatividade de Einstein —, seus colegas começaram a lhe dizer que a teoria ia além da compreensão deles:⁴¹ uma maneira educada de falar que Brady estava pirando. Por fim, ele previu que o terremoto de magnitude 9,2 seria apenas um em uma série espetacular no Peru, culminando em um terremoto de magnitude 9,9, o maior da história, em agosto de 1981.⁴²

A previsão vazou para a mídia peruana e aterrorizou a população; esse cientista americano, que parecia sério, tinha certeza de que a capital do país viraria ruínas. O medo se intensificou quando se relatou que a Cruz Vermelha peruana havia solicitado cem mil envelopes mortuários em preparação para o desastre. O turismo e o valor dos imóveis diminuíram,⁴³ e o governo dos Estados Unidos acabou enviando um grupo de cientistas e diplomatas ao Peru para tentar apaziguar os ânimos. Em 1981, quando o terremoto não aconteceu (nem um sismo de pequenas proporções), o assunto virou matéria de capa nos jornais.

Parkfield, Califórnia

Se Lima tinha sido um aviso de que alarmes falsos podem impor um custo psicológico e econômico significativo à população, o exemplo não impediu que os sismólogos continuassem buscando o Santo Graal.

Embora Brady tenha sido uma espécie de lobo solitário, houve casos em que a previsão de terremotos teve um apoio muito mais consistente por parte da USGS e do restante da comunidade de sismologia. Esses esforços tampouco geraram bons resultados.

Entre as zonas sísmicas mais estudadas do mundo está Parkfield, Califórnia, localizada ao longo da falha de San Andreas, em algum lugar entre Fresno, Bakersfield e a saída seguinte com um In-N-Out Burger. Tem havido terremotos em Parkfield a intervalos de 22 anos: em 1857, 1881, 1901, 1922, 1934 e 1966. Um artigo bancado pela USGS⁴⁴ projetou essa tendência para o futuro e previu, com 95% de confiança, que haveria outro terremoto similar em algum momento entre 1983 e 1993, muito provavelmente em 1988. No entanto, o terremoto significativo seguinte que atingiria Parkfield só ocorreu em 2004, bem fora do período previsto.

Além de estar errada, essa previsão também pareceu reforçar um equívoco popular sobre terremotos: de que eles ocorrem a intervalos regulares e que uma região pode estar “prestas” a passar por um tremor se não tiver sofrido nenhum em dado período. Os terremotos resultam do acúmulo de tensão ao longo das linhas de falha. Pode-se concluir que a tensão se acumula até ser descarregada, como um gêiser que entra em erupção e lança água fervente, aliviando a pressão e reiniciando o processo.

Mas o sistema de falhas é complexo: regiões como a Califórnia são associadas a diversas falhas, e cada uma tem suas próprias ramificações. Um terremoto pode aliviar a tensão em uma parte da falha, mas pode transferi-la ao longo de falhas vizinhas ou até mesmo a algum ponto distante da mesma falha.⁴⁵ Além disso, é difícil observar a tensão em uma falha antes da ocorrência de um sismo.

Portanto, se existe uma previsão para um terremoto de grandes proporções a cada 35 anos, isso não significa que serão espaçados de maneira uniforme (por exemplo, 1900, 1935, 1970). É mais seguro pressupor que existe uma chance em 35 de um terremoto ocorrer a cada

ano e que essa taxa não muda muito ao longo do tempo, independentemente de quando foi o último terremoto.

Deserto de Mojave, Califórnia

Os fiascos de Brady e de Parkfield pareceram ter suprimido por algum tempo as tentativas de prever a ocorrência de terremotos. No entanto, elas voltaram com força total no início do século XXI, quando métodos de previsão novos e aparentemente mais estatísticos viraram moda.

Um desses métodos foi proposto por Vladimir Keilis-Borok, geofísico matemático russo de oitenta e tantos anos que dá aulas na Universidade da Califórnia em Los Angeles (UCLA). Keilis-Borok havia feito muito pelo progresso da teoria de como os terremotos se formavam e alcançou notoriedade em 1986, quando, em uma reunião em Reykjavik com Mikhail Gorbachev, o presidente Reagan recebeu um pedaço de papel com a previsão de que haveria um grande terremoto nos Estados Unidos em até cinco anos, evento que mais tarde foi interpretado como sendo o terremoto de Loma Prieta, que atingiu São Francisco em 1989.⁴⁶

Em 2004, Keilis-Borok e sua equipe alegaram ter realizado uma “grande descoberta” na previsão de terremotos.⁴⁷ Identificando padrões com base em sismos menores em dada região, disseram que seria possível prever terremotos grandes. Os métodos utilizados por Keilis-Borok para a detecção desses padrões eram sofisticados e obscuros,⁴⁸ representando tremores do passado com uma série de oito equações, cada uma aplicada em combinação com as outras em todos os intervalos concebíveis de tempo e espaço. No entanto, disse a equipe, seu método havia acertado na previsão dos terremotos de 2003 em San Simeon, Califórnia, e Hokkaido, Japão.

Não está claro se essas previsões foram divulgadas com antecedência;⁴⁹ uma busca no banco de dados de jornais Lexis-Nexis não revela menção alguma a elas em 2003.⁵⁰ Ao avaliar o sucesso de um método de previsão, é

fundamental manter separadas as “retrovisões” e as previsões; prever o passado é um oxímoro e, é claro, não deve ser considerado um sucesso.⁵¹

Em janeiro de 2004, entretanto, Keilis-Borok havia divulgado outra previsão:⁵² um terremoto com magnitude de pelo menos 6,4 atingiria uma região do deserto de Mojave, no sul da Califórnia, em algum momento nos nove meses seguintes. A previsão começou a atrair grande atenção: Keilis-Borok apareceu nas páginas da revista *Discover*, do jornal *Los Angeles Times* e de mais uma dúzia de publicações de renome. Alguém do gabinete do governador Schwarzenegger ligou; reuniu-se um painel emergencial. Até mesmo a USGS, famosa por seu ceticismo, estava disposta a dar algum crédito à previsão; seu site admitiu que “o trabalho da equipe de Keilis-Borok é uma abordagem legítima às pesquisas sobre previsão de terremotos”.⁵³

No entanto, não houve tremor algum no deserto de Mojave naquele ano; na verdade, quase uma década depois, ainda não houve terremoto. A equipe de Keilis-Borok continua fazendo previsões para a Califórnia, a Itália e o Japão, ainda que com pouco sucesso: uma análise realizada em 2010 revelou três acertos, mas 23 erros, entre as previsões que eles haviam anunciado claramente com antecedência.⁵⁴

Sumatra, Indonésia

Existe outro tipo de erro, no qual um terremoto de determinada magnitude é considerado improvável ou impossível em uma região — mas então acontece. David Bowman, ex-aluno de Keilis-Borok e hoje chefe do Departamento de Ciências Geológicas da Universidade Estadual da Califórnia em Fullerton, havia redobrado seus esforços para a previsão de terremotos depois do Grande Terremoto de Sumatra de 2004, o desastre de magnitude 9,2 que gerou um tsunami devastador e matou 230 mil pessoas. A técnica de Bowman, como a de Keilis-Borok, era muito fundamentada

pela matemática e usava terremotos de intensidade média para prever outros de grande magnitude.⁵⁵ Entretanto, era mais elegante e ambiciosa, propondo uma teoria conhecida como “liberação acelerada no momento” (*accelerated moment release*), que tentava quantificar a tensão em diferentes pontos de um sistema de falhas. Ao contrário da abordagem de Keilis-Borok, o sistema de Bowman permitia prever a probabilidade de ocorrência de um terremoto ao longo de qualquer parte de uma falha; assim, ele não apenas previa onde ocorreriam terremotos, mas onde havia pouca probabilidade de que ocorressem.

Mas Bowman e sua equipe tiveram algum sucesso inicial; o epicentro da réplica colossal de março de 2005 em Sumatra, de magnitude 8,6, ocorreu em uma área que o método identificou como sendo de alto risco. No entanto, um artigo que ele publicou em 2006⁵⁶ também sugeria que havia um risco particularmente *baixo* de terremoto em outra parte da falha, no oceano Índico, próxima à província indonésia de Bengkulu. Apenas um ano depois, em setembro de 2007, uma série de sismos atingiu essa região, culminando com um terremoto de magnitude 8,5. Felizmente, os tremores ocorreram a alguma distância da terra, o que impediu que o número de vítimas fatais fosse alto, mas foi devastador para a teoria de Bowman.

Uma dureza

Depois do fracasso do modelo em 2007, Bowman fez algo que os previsores raramente fazem. Em vez de culpar o azar (o modelo havia indicado *alguma* possibilidade de terremoto perto de Bengkulu, só não muito alta), ele reexaminou o modelo e concluiu que sua abordagem à previsão de terremotos tinha falhas fundamentais — e abriu mão dela.

“Fracassei como previsor”, disse-me Bowman em 2010. “Fiz algo imbecil e audacioso: uma previsão testável. É o que precisamos fazer, mas ai de você se estiver errado.”

A ideia de Bowman tinha sido identificar as causas básicas dos terremotos — o acúmulo de tensão ao longo de uma falha — e formular uma previsão. Na realidade, ele queria entender como a tensão estava mudando e evoluindo ao longo do sistema; sua abordagem foi motivada pela teoria do caos.

Essa teoria é um demônio domável — pelo menos em parte, como nas previsões climáticas. Entretanto, os meteorologistas têm uma compreensão teórica muito melhor sobre a atmosfera terrestre do que os sismólogos em relação à crosta terrestre. Eles sabem, mais ou menos, como funciona o clima, mesmo no nível molecular. Os sismólogos não contam com essa vantagem.

“Nos sistemas climáticos é fácil”, refletiu Bowman. “Se eles quiserem ver o que está acontecendo na atmosfera, basta olhar para cima. Nós estamos olhando para uma rocha. Os eventos costumam ocorrer a uma profundidade de quinze quilômetros. Não temos qualquer expectativa realista de perfurar o solo até chegar lá, só nos filmes de ficção científica. Esse é o problema fundamental. Não temos como medir diretamente a tensão.”

Sem essa compreensão teórica, os sismólogos precisam recorrer a métodos puramente estatísticos para prever os terremotos. É possível criar uma variável chamada “tensão” no modelo, como Bowman tentou. Mas, uma vez que não temos como medi-la diretamente, a variável continua sendo expressa apenas como uma função matemática dos terremotos que ocorreram no passado. Bowman acredita que é pouco provável que essas abordagens funcionem. “O conjunto de dados cria um ruído incrível”, afirma ele. “Não existe material suficiente para formular hipóteses testáveis em um nível estatisticamente significativo.”

O que acontece nos sistemas com dados ruidosos e teoria pouco desenvolvida — como a previsão de terremotos e em partes da economia e da ciência política — é um processo composto de duas etapas. Primeiro, as pessoas começam a tomar o ruído pelo sinal. Segundo, esse ruído polui

periódicos, blogs e noticiários com alarmes falsos, comprometendo a boa ciência e obstruindo nossa capacidade de entender como o sistema realmente funciona.

Overfitting: o mais importante problema científico sobre o qual você nunca ouviu falar

Em estatística, o nome dado ao ato de tomar um ruído como sinal é *overfitting* [sobreajuste].

Suponhamos que você seja um ladrão e eu, seu chefe. Mando você encontrar um bom método para descobrir as combinações dos cadeados usados em armários de escola — digamos que nosso objetivo seja roubar o dinheiro do almoço de todos os alunos. Estou interessado em uma abordagem que nos dê uma alta probabilidade de abrir um cadeado em qualquer lugar e a qualquer momento. Apresento a você três cadeados com os quais você possa treinar: um vermelho, um preto e um azul.

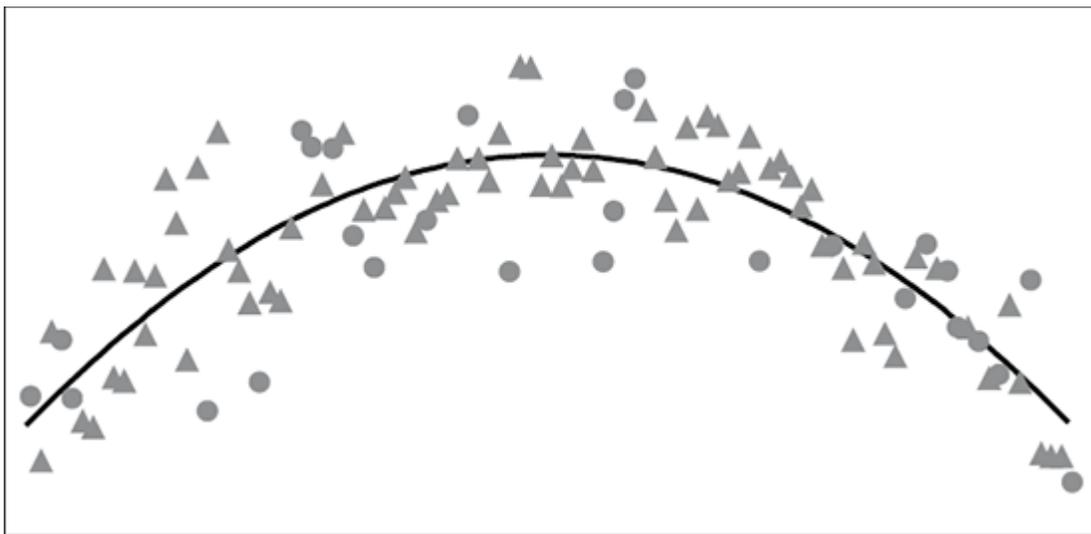
Depois de treinar durante alguns dias, você me procura e diz ter encontrado uma solução infalível. Se o cadeado é vermelho, diz você, a combinação é 27-12-31. Se é preto, use os números 44-14-19. E, se é azul, use 10-3-32.

Eu diria que você fracassou completamente na missão. Conseguiu descobrir como abrir esses três cadeados específicos, sim. No entanto, nada fez para levar adiante nossa teoria de como abrir cadeados — o que nos daria a esperança de abri-los sem saber a combinação antes. Eu me interessaria em saber, por exemplo, se existe um bom clipe de papel que possa abri-los esses cofres ou se poderíamos explorar algum tipo de falha mecânica. Ou, caso contrário, se existe algum truque para detectar a combinação: talvez determinados números sejam mais usados do que outros. Você me deu uma solução *específica demais* para um problema *geral*. É o que chamamos de *overfitting*, ou sobreajuste, e leva a previsões piores.

O termo *overfitting* vem da maneira como modelos estatísticos se “ajustam” a observações anteriores. O ajuste pode ser frouxo demais — o que chamamos de *underfitting* —, caso em que não se captura o máximo possível de sinal. Ou pode ser rígido demais — um modelo *overfit* —, o que significa que você está ajustando o ruído nos dados em vez de descobrir a estrutura subjacente. Esse último erro é muito mais comum na prática.

Para entender como isso funciona, permitamo-nos uma vantagem que quase nunca temos na vida real: saberemos *exatamente* como os dados verdadeiros se distribuem. Na Figura 5.5, tracei uma parábola suave em que as extremidades apresentam declínio em relação ao vértice na parte central. Ela poderia representar qualquer tipo de dado do mundo real: como vimos no Capítulo 3, por exemplo, é uma ótima descrição do desempenho dos jogadores de beisebol à medida que envelhecem, uma vez que seu auge ocorre no meio da carreira, e não no início ou no fim.

FIGURA 5.5: DISTRIBUIÇÃO VERDADEIRA DOS DADOS



No entanto, não temos como observar diretamente essa relação subjacente. Ela se manifesta por uma série de pontos individuais, e a partir dessa informação temos que inferir o padrão. Além disso, esses pontos são

afetados por circunstâncias idiossincráticas — então há algum sinal, mas há também algum ruído. Na Figura 5.5, indiquei cem pontos, representados por círculos e triângulos. Isso parece suficiente para detectarmos sinais em meio ao ruído. Embora haja certa aleatoriedade nos dados, está bastante claro que eles seguem nossa curva.

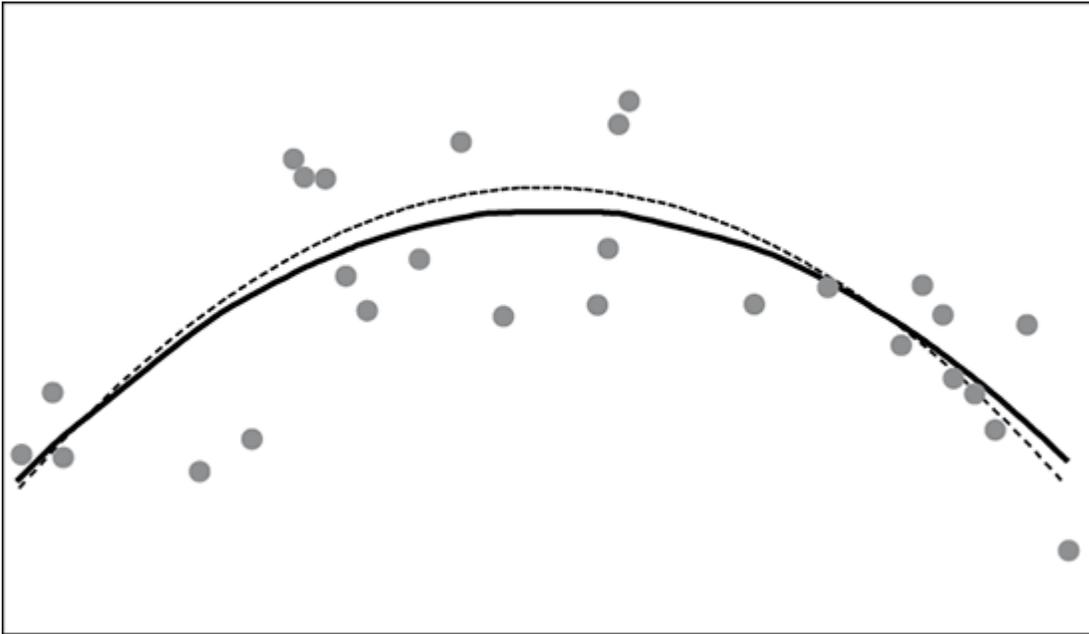
Mas o que acontece quando temos uma quantidade mais limitada de informações, como costuma ser o caso na vida real? Nessas ocasiões, o potencial de entrarmos em apuros aumenta. Na Figura 5.6A, limitei-me a indicar 25 das cem observações que fizemos. Como você ligaria esses pontos?

FIGURA 5.6A: AMOSTRA LIMITADA DE DADOS



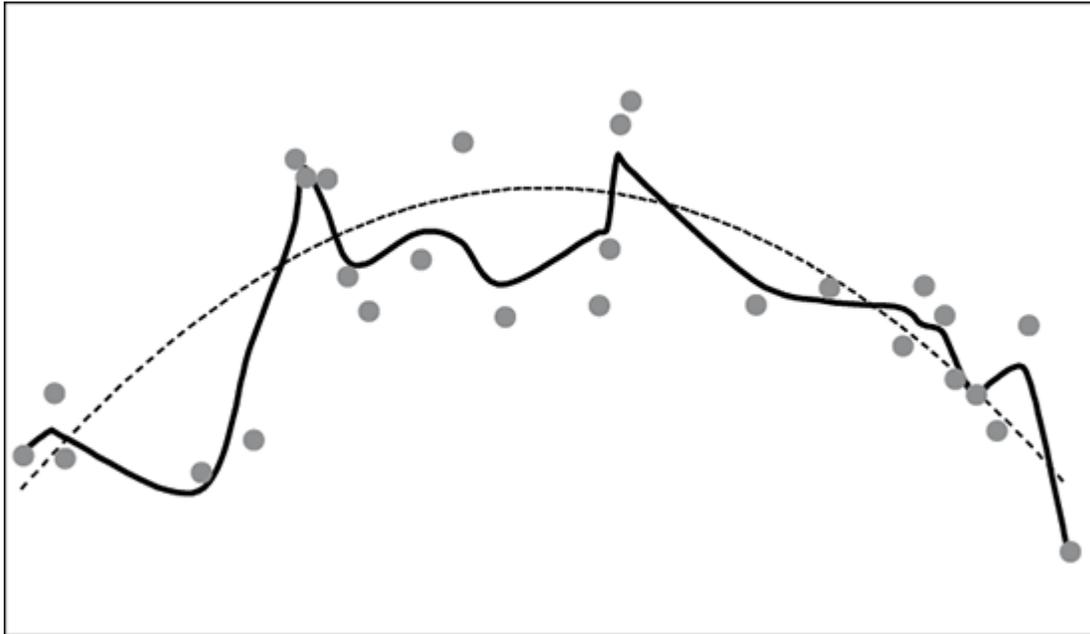
Sabendo qual deveria ser o padrão real, obviamente, você estaria inclinado a ajustar os pontos em algum tipo de curva. De fato, modelar esses dados com uma expressão matemática simples chamada equação de segundo grau é um excelente modo para recriar a relação verdadeira (ver Figura 5.6B).

FIGURA 5.6B: MODELO BEM AJUSTADO



Entretanto, quando desconhecemos o ideal platônico para nossos dados, a ambição toma conta de nós. A Figura 5.6C é um exemplo: um modelo com *overfitting*. Nela, elaboramos uma função complexa⁵⁷ que detecta todos os pontos fora da curva, gerando um traçado implausível na tentativa de ligar os pontos. Isso nos afasta ainda mais da relação verdadeira e gera previsões ainda piores.

FIGURA 5.6C: MODELO COM *OVERFITTING*



Pode parecer fácil evitar esse erro, e de fato seria, se sempre conhecêssemos a estrutura subjacente dos dados. Em quase todas as aplicações do mundo real, porém, temos que trabalhar por indução, inferindo a estrutura com base nos indícios disponíveis. É muito provável que você sobreajuste um modelo quando os dados são limitados e ruidosos e quando as relações fundamentais não estejam bem compreendidas; essas duas circunstâncias se aplicam à projeção de terremotos.

Se desconhecemos ou não nos preocupamos com a relação verdadeira entre os dados, são muitos os motivos para o risco de *overfitting*. Um, por exemplo, é o fato de que um modelo com *overfitting* se sai melhor na maior parte dos testes estatísticos usados em previsões. Um teste muito comum consiste em medir até que ponto o modelo considera a variabilidade dos dados. Assim, o exemplo com *overfitting* (ver Figura 5.6C) explica 85% da variância, sendo então “melhor” do que o modelo com ajuste correto (ver Figura 5.6B), que explica 56%. Entretanto, em essência, o *overfitting* se sai melhor porque “trapaceia”, ajustando o ruído,

e não o sinal. Na verdade, ele é muito *pior* quando se trata de explicar o mundo real.⁵⁸

Por mais óbvio que pareça quando explicado dessa maneira, muitos ignoram o problema. A enorme variedade de métodos estatísticos disponíveis aos pesquisadores lhes permite ser tão fantasiosos — e, portanto, não científicos — quanto uma criança que tenta identificar formas de animais nas nuvens.^{XLIII} “Com quatro parâmetros, posso ajustar um elefante”, disse o matemático John von Neumann sobre esse problema.⁵⁹ “E com cinco posso fazê-lo balançar a tromba.”

O *overfitting* representa um problema duplo: faz nosso modelo parecer *melhor* no papel, mas se sair *pior* no mundo real. Por causa dessa última característica, um modelo com *overfitting* acabará castigado se e quando for usado para produzir previsões reais. Por causa da primeira, pode parecer mais impressionante, alegando ter realizado previsões bastante precisas e válidas e representar um avanço em relação às técnicas anteriores. Isso pode facilitar sua publicação em periódicos acadêmicos ou sua venda para um cliente, prejudicando modelos mais honestos disponíveis no mercado. Mas, se ajustar ruídos, o modelo pode ferir a ciência.

Como você deve ter adivinhado, o modelo de terremotos de Keilis-Borok sofria um *overfitting*. Aplicava uma gama incrivelmente complicada de equações a dados ruidosos. E pagou o preço, acertando apenas três de vinte e tantas previsões. David Bowman reconheceu que teve problemas semelhantes e suspendeu o uso de seu modelo.

Vamos deixar algo bem claro: esses erros normalmente são honestos. Eles apelam para nossa tendência a nos deixarmos enganar pela aleatoriedade. Podemos até ficar apegados demais às idiosincrasias do nosso modelo. Podemos, sem sequer perceber, trabalhar retroativamente para gerar teorias convincentes que as racionalizem, e essas teorias muitas vezes enganarão amigos, colegas e até a nós mesmos. Michael Babyak, que se estendeu bastante sobre o problema,⁶⁰ expressa o dilema da seguinte

maneira: “Na ciência, tentamos equilibrar curiosidade e ceticismo.” Neste caso, nossa curiosidade leva a melhor sobre nós.

Um modelo com *overfitting* para o Japão?

De vez em quando, nossa tendência a confundir ruído e sinal produz consequências terríveis no mundo real. Apesar do enorme nível de sua atividade sísmica, o Japão não estava preparado para o terremoto devastador de 2011. O reator nuclear de Fukushima fora construído para suportar um terremoto de magnitude 8,6,⁶¹ mas não um de magnitude 9,1. Índícios arqueológicos⁶² sugerem a ocorrência de tsunamis no passado com ondas de quarenta metros como as produzidas pelo terremoto de 2011, mas aparentemente esses casos foram esquecidos ou ignorados.

Esse tipo de terremoto é incrivelmente raro em qualquer parte do mundo: ninguém o preveria para uma década exata, menos ainda para uma data exata. No Japão, porém, alguns cientistas e planejadores do governo descartaram a possibilidade por completo. Isso pode refletir um caso de *overfitting*.

Na Figura 5.7A, indiquei o histórico de frequências de terremotos próximos ao epicentro do terremoto de 2011 no Japão.⁶³ Os dados incluem tudo o que ocorreu até o dia do terremoto de magnitude 9,1, em 11 de março. É possível ver que a relação praticamente segue o padrão de linha reta previsto pelo método de Gutenberg e Richter. No entanto, mais ou menos na magnitude 7,5, começamos a ver uma ruptura. Não houve terremoto de magnitude 8,0 ou mais na região desde 1964, por isso a curva parece ser descendente.

Como ligar os pontos? Mesmo seguindo a lei de Gutenberg-Richter e ignorando a ruptura no gráfico, continuaremos seguindo em uma linha reta, como na Figura 5.7B. Uma alternativa é o que os sismólogos chamam de ajuste característico (ver Figura 5.7C), que representa apenas uma descrição da frequência de terremotos na região ao longo do tempo. Nesse

caso, tomaríamos esse desvio nos dados históricos como real — ou seja, você acreditou que havia um bom motivo para a pouca probabilidade de ocorrência de terremotos com intensidade superior a 7,6 na região.

FIGURA 5-7A: TOHOKU: FREQUÊNCIA DE TERREMOTOS NO JAPÃO
1º DE JANEIRO DE 1964 A 10 DE MARÇO DE 2011

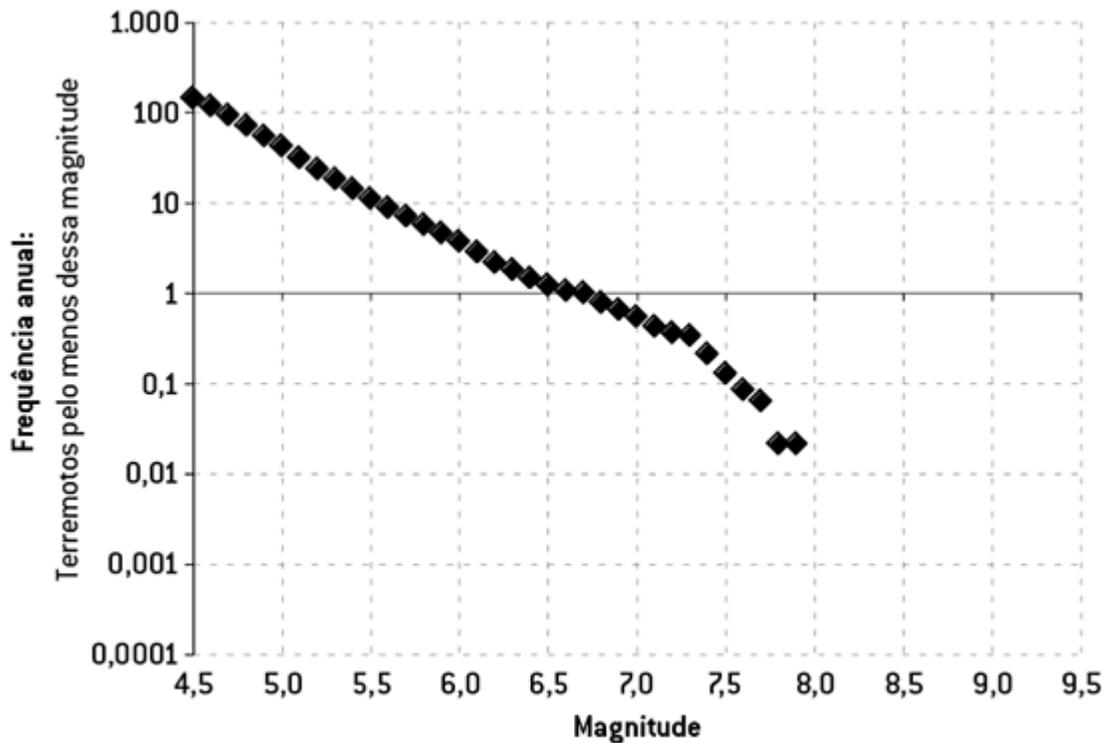


FIGURA 5-7B: TOHOKU: FREQUÊNCIA DE TERREMOTOS NO JAPÃO
AJUSTE DE GUTENBERG-RICHTER

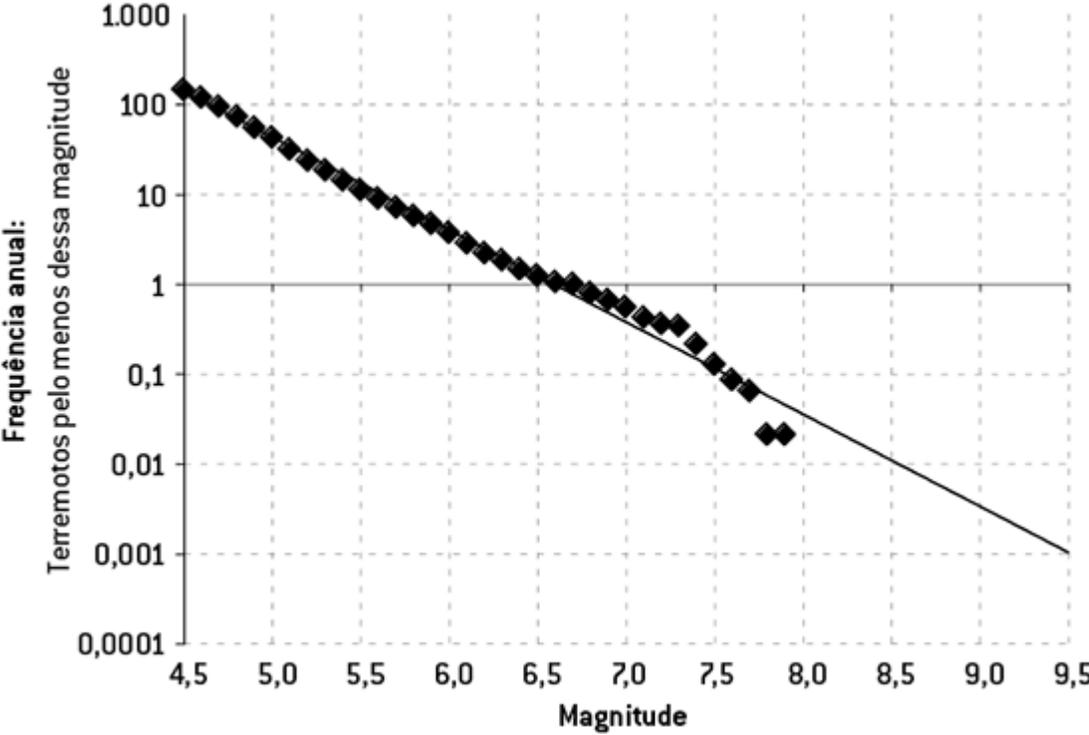
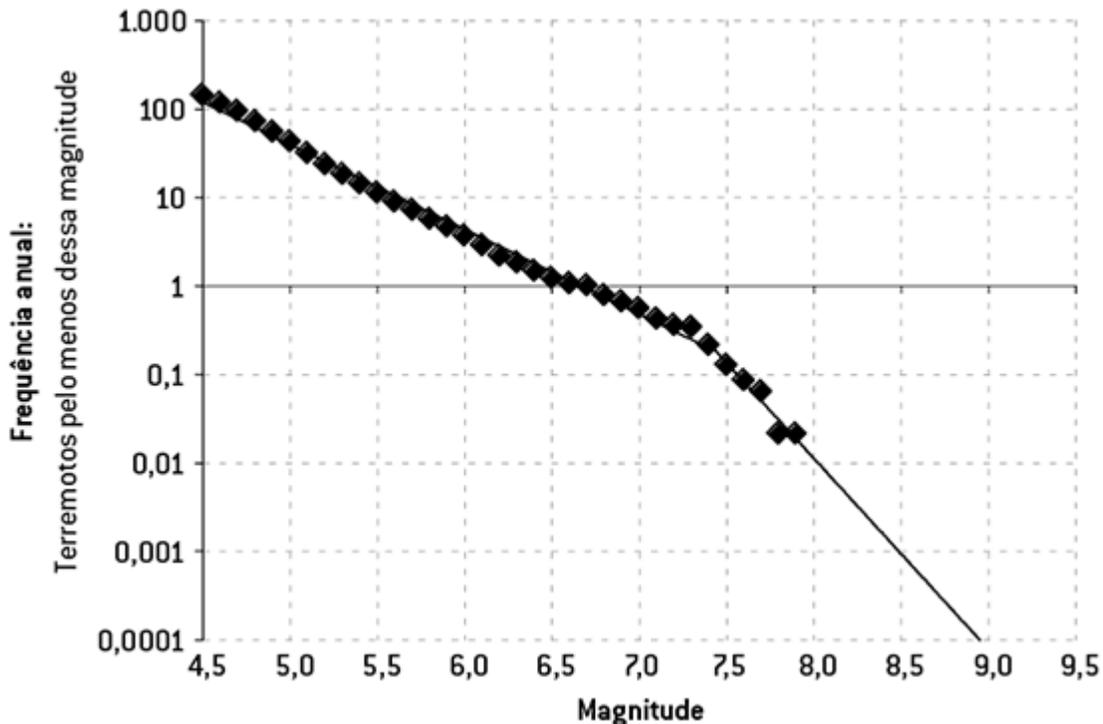


FIGURA 5.7C: TOHOKU: FREQUÊNCIA DE TERREMOTOS NO JAPÃO
AJUSTE CARACTERÍSTICO



Esse é outro exemplo em que uma escolha de pressupostos aparentemente inócua gera conclusões muito diferentes — nesse caso, sobre a probabilidade de um terremoto de magnitude 9,0 nessa parte do Japão. O ajuste característico sugere que um tremor com essas dimensões era praticamente impossível — implica que poderia ocorrer um a cada treze mil anos. A estimativa de Gutenberg-Richter, por outro lado, era de que haveria um terremoto desses a cada trezentos anos. Isso é pouco frequente, mas não impossível — um risco tangível o bastante para que um país como o Japão se preparasse.⁶⁴

O ajuste característico coincidia um pouco melhor com os registros históricos recentes de Tōhoku. Porém, como vimos, esse tipo de coincidência *nem* sempre é uma coisa boa — poderia implicar um modelo com *overfitting*, e nesse caso a dificuldade de corresponder ao padrão real seria muito maior.

Um modelo assim subestimaria radicalmente a probabilidade de um terremoto catastrófico na região. O problema do ajuste característico é que ele se baseia em um sinal muito fraco. Como mencionei, havia uns 45 anos que não ocorriam terremotos de magnitude 8,0 ou superior nessa região. Entretanto, para começo de conversa, estamos falando sobre eventos raros: a lei de Gutenberg-Richter postula que eles talvez ocorram apenas uma vez a cada trinta anos. Não é nada difícil que um evento que ocorre uma vez a cada trinta anos não aconteça em um intervalo de 45 anos,⁶⁵ assim como não é difícil um rebatedor com 30% de aproveitamento ter um dia ruim e errar todas as bolas.⁶⁶ Enquanto isso, houve uma boa quantidade de terremotos com magnitudes entre 7,5 e 7,9 nessa parte do Japão. Quase todas as vezes em que esse tipo de tremor havia acontecido em outros lugares do mundo sugeriu-se a possibilidade de tremores mais intensos. Que justificativa havia para se acreditar que Tōhoku seria diferente?

Na verdade, sismólogos do Japão e de outros países apresentaram algumas explicações. Sugeriram, por exemplo, que a composição do leito oceânico naquela região, antigo e relativamente frio e denso, talvez proibisse a formação desses terremotos intensos.⁶⁷ Alguns sismólogos observaram que, antes de 2004, jamais havia acontecido um tremor de magnitude 9,0 em uma região com aquele tipo de leito oceânico.

Foi mais ou menos como concluir que era impossível alguém ganhar na loteria porque ninguém tinha vencido nas últimas três semanas. Terremotos de magnitude 9,0, assim como ganhadores da loteria, são muito raros. Na verdade, somente três haviam sido registrados em toda a história antes de 2004. Isso não era nada suficiente para sustentar conclusões tão específicas sobre as circunstâncias exatas nas quais eles poderiam ocorrer. E o Japão também não foi o primeiro fracasso dessa teoria; uma semelhante tinha sido formulada para Sumatra⁶⁸ quando houve na região inúmeros terremotos de magnitude 7,0,⁶⁹ mas nada mais

forte. E então o grande terremoto de magnitude 9,2⁷⁰ atingiu a região em dezembro de 2004.

A lei de Gutenberg-Richter não teria previsto o momento exato dos terremotos em Sumatra ou no Japão, mas teria aceitado a sua possibilidade.⁷¹ Até ali, a lei mantivera-se excepcionalmente bem quando inúmeras outras tentativas mais sofisticadas fracassaram.

Os limites dos terremotos e o que sabemos sobre eles

Os terremotos muito intensos dos últimos anos estão levando os sismólogos a repensar quais poderiam ser os limites máximos dos sismos. Se analisarmos a Figura 5.3B, que registra todos os terremotos desde 1964 (inclusive Sumatra e Tōhoku), veremos a formação de uma linha praticamente reta passando por todos os pontos. Há uma década, teríamos detectado uma ruptura maior no gráfico (como na Figura 5.7A). Isso significa que houve ligeiramente menos megaterremotos do que a lei de Gutenberg-Richter previu. Mas nos últimos anos estamos recuperando o atraso.

Por serem tão raros, levaremos séculos para descobrir a verdadeira frequência de megaterremotos de magnitude 9,0. Levaremos ainda mais tempo para saber se tremores de magnitude superior a 9,5 são possíveis. Hough me disse que talvez existam algumas limitações fundamentais à intensidade dos terremotos, baseadas na geografia dos sistemas de falhas. Se a maior série contínua de falhas no mundo se rompesse ao mesmo tempo — da Terra do Fogo, na ponta sul da América do Sul, até as Aleutas, no Alasca —, teríamos terremotos de magnitude 10,0, segundo ela. Mas é difícil saber ao certo.

Entretanto, mesmo se tivéssemos mil anos de registros sismológicos confiáveis, ainda assim talvez nunca chegássemos muito longe. Talvez existam limites intrínsecos à previsibilidade dos terremotos.

Esses fenômenos podem ser um processo inerentemente *complexo*. A teoria da complexidade desenvolvida pelo falecido físico Per Bak e por outros é diferente da teoria do caos, embora muitas vezes ambas sejam vistas como uma só. Mas ela sugere que coisas muito simples podem se comportar de maneiras estranhas e misteriosas quando interagem umas com as outras.

O exemplo preferido de Bak era o de um monte de areia na praia. Se você soltar mais um grão de areia no monte (o que poderia ser mais simples do que um grão de areia?), existem três consequências possíveis. Dependendo da forma e do tamanho do monte, o grão pode permanecer mais ou menos onde caiu ou pode escorregar tranquilamente até a base. Ou: se o monte for íngreme demais, o grão pode desestabilizar o sistema inteiro e provocar uma avalanche de areia. Os sistemas complexos parecem ter essa propriedade, com longos períodos de aparente êxtase marcados por fracassos repentinos e catastróficos. Esses processos podem não ser aleatórios, mas são tão irredutivelmente complexos (até o último grão de areia) que não seria possível prevê-los além de determinado ponto.

A beleza do ruído

Entretanto, os processos complexos produzem ordem e beleza quando vistos a distância. Neste livro, os termos sinal e ruído são usados de maneira muito flexível, mas eles têm origem na engenharia elétrica. Os engenheiros reconhecem diferentes tipos de ruídos — todos são aleatórios, mas seguem diversas distribuições de probabilidade subjacentes. Se você ouvir o verdadeiro ruído branco, produzido por impulsos sonoros aleatórios em uma distribuição de frequências uniforme, perceberá que é sibilante e um tanto ou quanto abrasivo. O tipo de ruído associado a sistemas complexos, chamado ruído browniano, é mais suave e parece barulho de água corrente.⁷²

Enquanto isso, as forças tectônicas que entalham linhas de falha sob a superfície da Terra também entalham montanhas magníficas, vales férteis e belos litorais. Assim, é provável que as pessoas jamais deixem de viver nelas, apesar dos riscos sísmicos.

A ciência no banco dos réus

Em uma ironia final no caso do terremoto de L'Aquila, um grupo de sete cientistas e autoridades públicas literalmente enfrentou julgamento por homicídio culposo em 2011.⁷³ Os promotores públicos da cidade alegaram que eles haviam deixado de notificar o público de forma adequada quanto ao risco de um grande terremoto após a sequência sísmica que atingira a região.

O julgamento, é claro, foi ridículo, mas os cientistas poderiam ter feito algo melhor? Provavelmente sim; existem indícios mais ou menos claros de que o risco de um grande terremoto aumenta de modo substancial — chegando temporariamente a ser talvez de cem a quinhentas vezes maior do que o índice normal⁷⁴ — após uma sequência sísmica. Mesmo assim, o risco era extremamente baixo — a maior parte das sequências sísmicas não produz grandes terremotos —, mas não era a melhor atitude inferir que tudo estava normal e que as pessoas deveriam relaxar e tomar uma taça de vinho.

Este livro adota a opinião de que a principal obrigação dos previsores é sempre ser leal à verdade da previsão. A política, de um modo geral, pode ser um obstáculo. A comunidade sismológica ainda está abalada pelo fracasso das previsões em Lima e em Parkfield e por ter que concorrer com tipos como Giuliani. Isso complica seus incentivos e os distrai de sua missão. Previsões ruins e irresponsáveis podem afastar as boas.

Hough provavelmente tem razão ao afirmar que o Santo Graal da previsão de terremotos nunca será encontrado. Mesmo que os sismólogos em si estejam se comportando de maneira responsável, precisamos avaliar

a produção coletiva da disciplina, que constitui milhares de hipóteses sobre a previsibilidade de terremotos. Os registros sugerem que a maior parte dessas hipóteses fracassou e que soluções mágicas provavelmente não funcionarão.

Entretanto, o histórico da ciência como um todo é notável; isso também é um sinal claro. Talvez seja seguro concluir que, se um método for tentado diversas vezes com pouca variação, provavelmente não gerará resultados diferentes. Mas a ciência muitas vezes produz descobertas “imprevisíveis”.

Os sismólogos realizaram algum avanço nas previsões de terremotos a curtíssimo prazo, o que poderia ter sido relevante em L’Aquila. Além da lei de Gutenberg-Richter, o conhecimento de que grandes terremotos quase sempre produzem réplicas é a conclusão mais aceita sobre o assunto. Alguns sismólogos que entrevistei, como John Rundle, da Universidade da Califórnia em Davis, e Tom Jordan, da Universidade do Sul da Califórnia, estão se concentrando mais nessas projeções de curto prazo e chegando cada vez mais à opinião de que elas devem ser comunicadas de modo integral e claro ao público.

A pesquisa de Jordan, por exemplo, sugere que réplicas às vezes se movimentam em uma direção geográfica previsível ao longo de uma linha de falha. Se estiverem seguindo em direção a um centro populacional, podem impor mais riscos à vida e às propriedades, mesmo que sua intensidade esteja diminuindo. Por exemplo, o terremoto de magnitude 5,8 que abalou Christchurch, na Nova Zelândia, em 2011, matando 185 pessoas, foi uma réplica de um terremoto de magnitude 7,0 que ocorrera em setembro de 2010 em uma parte remota do país.⁷⁵ No que diz respeito às réplicas, certamente há muitos sinais, então talvez seja mais natural dedicar-se mais a essa área.

Por fim, a tecnologia avança sem parar. A Nasa e Rundle têm feito esforços recentes promissores para medir a tensão da falha por meio de sistemas sensórios remotos, como satélites de GPS.⁷⁶ Embora os esforços

ainda estejam engatinhando, há potencial para aumentar a quantidade de dados à disposição dos sismólogos e ajudá-los a compreender a causa básica dos terremotos.

Com o tempo, esses métodos podem gerar alguns avanços. Se passamos milênios sem praticamente sucesso algum na previsão de terremotos, o mesmo valia para a previsão do tempo até cerca de quarenta anos atrás. Ou talvez seja o caso de que, à medida que desenvolvermos nossa compreensão sobre a teoria da complexidade — um ramo muito novo da ciência —, chegaremos à conclusão mais enfática de que, na realidade, é impossível prever terremotos.

De todo modo, é provável que antes haja algumas previsões erradas. Conforme a lembrança de nossos erros se esvaia, o sinal voltará a brilhar no horizonte. E, sedentos de previsões, iremos atrás dele, mesmo que seja apenas uma miragem.

[XXXVIII](#) Os noticiários costumam referir-se à escala Richter, cujo nome é uma homenagem ao sismólogo Charles Richter, do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech). Na verdade, hoje em dia os sismólogos costumam usar outra escala mais precisa — a chamada escala de magnitude de momento, desenvolvida no Caltech no final da década de 1970. Ela foi desenvolvida para ser comparável à escala Richter: ambas são escalas logarítmicas, e um terremoto de magnitude 8,0 é gravíssimo nas duas definições. No entanto, são calculadas de maneira um pouco diferente. Em geral, as magnitudes de terremotos descritas neste capítulo referem-se à escala de magnitude de momento.

[XXXIX](#) Os sismólogos usam a expressão “sequência sísmica” para se referir a uma série de terremotos de baixa intensidade.

[XL](#) A palavra japonesa *kamikaze* significava originalmente “vento divino”, referindo-se aos tufões de 1274 e 1281 que haviam ajudado a dispersar uma invasão mongol.

[XLI](#) O terremoto do Haiti, em 2010, foi uma exceção ao padrão geográfico, mas não no que diz respeito ao peso que a pobreza e a negligência quanto à qualidade das

construções exercem para a ocorrência de mortes e destruição.

[XLII](#) Lembre-se de que a escala de magnitude já é logarítmica; assim, isso é o que conhecemos tecnicamente como diagrama logarítmico duplo.

[XLIII](#) Se você inserir em um computador uma série de resultados de cara ou coroa (algarismos um e zero para representar as faces da moeda) e testar parâmetros estatísticos para tentar ajustar um modelo, ele acabará achando que pode acertar 60%, 70% ou (se você incluir variáveis suficientes) 100% das jogadas. Tudo isso é artificial, claro; a longo prazo, o modelo do computador acertará exatamente 50% das jogadas, nem mais, nem menos.

COMO SE AFOGAR EM UM METRO DE ÁGUA

Os resultados das pesquisas de opinião em campanhas políticas costumam vir devidamente acompanhados das respectivas margens de erro, um indicador de que contém certo grau de incerteza. Por outro lado, em previsões econômicas, na maioria das vezes, menciona-se apenas um número. A economia criará 150 mil empregos no próximo mês. A previsão de crescimento do PIB para o ano que vem é de 3%. O preço do barril de petróleo chegará a 120 dólares.

Isso gera a noção de que essas previsões são incrivelmente precisas. É comum vermos nos cadernos de economia manchetes que expressam surpresa diante de qualquer pequeno desvio:

Aumento inesperado na taxa de desemprego

Taxa de desemprego de 9,2% aflige mercados

– *Denver Post*, 9 de julho de 2011¹

Lendo as letras miúdas dessa matéria, descobrimos que o resultado “inesperado” foi a taxa de desemprego ter sido 9,2% — e não 9,1%,² como os economistas haviam projetado. Se um erro de um décimo foi suficiente

para o assunto virar notícia, parece que essas projeções devem ser muito confiáveis.

No entanto, elas são, no máximo, instrumentos grosseiros que em geral conseguem prever pontos de virada econômicos com apenas alguns meses de antecedência. Na verdade, várias vezes esses instrumentos não conseguiram “prever” recessões *mesmo depois que elas já se haviam instalado*: a maior parte dos economistas americanos só percebeu as três últimas crises — em 1990, 2001 e 2007 — depois que elas haviam começado.³

Realizar projeções a respeito de algo tão vasto e complexo quanto a economia americana é um desafio e tanto. Há um grande hiato entre a concretização dessas projeções e sua percepção pelo público.

Alguns especialistas não gostariam que você soubesse disso. Como outros previsores, eles encaram a incerteza como um inimigo, algo que ameaça sua reputação. Não a calculam com precisão, elaborando pressupostos que reduzem a quantidade de incerteza em seus modelos, mas não melhoram as previsões no mundo real. Isso acaba nos deixando menos preparados na hora do dilúvio.

A importância de se comunicar a incerteza

Em abril de 1997, o rio Vermelho do Norte inundou Grand Forks, na Dakota do Norte, rompendo a barragem e avançando mais de três quilômetros sobre a cidade.^{XLIV} ⁴ Embora não tenha havido vítimas fatais, foi necessário evacuar quase todos os cinquenta mil habitantes da cidade, os custos da limpeza chegaram aos bilhões de dólares⁵ e 75% das casas sofreram danos ou foram destruídas.⁶

Talvez tivesse sido possível evitar o desastre da enchente, o que não se aplicaria em caso de terremotos ou furacões. As barreiras contra inundações poderiam ter sido reforçadas com sacos de areia.⁷ Também

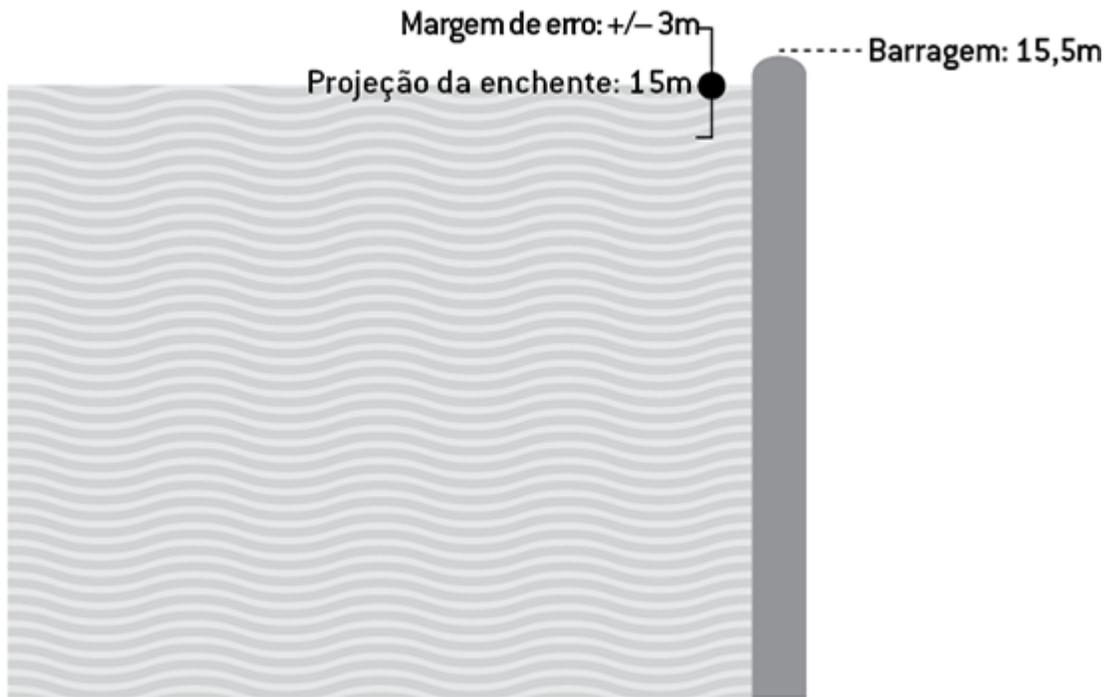
teria sido possível desviar a enchente para áreas despovoadas — áreas rurais, em vez de escolas, igrejas e casas.

Havia meses os habitantes de Grand Forks estavam cientes da ameaça. As nevascas tinham sido particularmente intensas nas Grandes Planícies durante aquele inverno, e o Serviço Nacional de Meteorologia dos Estados Unidos, prevendo o escoamento da neve derretida, declarou que as águas do rio Vermelho subiriam a até quinze metros, quase quebrando o recorde histórico.

Mas havia um pequeno problema. As barragens de Grand Forks tinham sido construídas para suportar uma elevação de até 15,5 metros nos níveis de água. Qualquer erro na previsão de quinze metros poderia ser catastrófico.

Na verdade, o rio subiu a 16,5 metros. A projeção não havia sido nada perfeita, mas um erro de 1,5 metro, com dois meses de antecedência, é bastante razoável — um grau de precisão semelhante ao da média histórica dessas previsões. A margem de erro do Serviço Nacional de Meteorologia — estimada pelo resultado de suas projeções anteriores para enchentes — era de quase três metros para mais ou para menos. Isso implicava que havia 35% de chance de que as águas transbordassem.⁸

FIGURA 6.1: PREVISÃO DE INUNDAÇÃO COM MARGEM DE ERRO⁹



O problema é que o Serviço Nacional de Meteorologia explicitamente deixara de comunicar ao público a incerteza da projeção, enfatizando apenas a previsão de quinze metros. Depois, os previsores contaram aos pesquisadores que tiveram medo de que o público perdesse a confiança na projeção caso houvesse qualquer sugestão de incerteza.

Obviamente, a incerteza na projeção teria deixado o público muito mais bem preparado — e talvez capaz de evitar a enchente, reforçando a barragem ou desviando o curso do rio. Deixados à própria sorte, muitos habitantes se convenceram de que não havia motivo para preocupação. (Pouquíssimos adquiriram seguros contra enchentes.¹⁰) Expressa sem qualquer reserva, uma previsão de quinze metros de elevação no nível da água dava a impressão de que a água chegaria a exatos quinze metros; a barreira, que tinha 15,5 metros, seria suficiente para mantê-los a salvo. Houve quem interpretasse que a projeção indicava uma elevação *máxima* de quinze metros.¹¹

Eis uma piada velha: um estatístico se afogou atravessando um rio que tinha, *em média*, um metro de profundidade. Em média, a enchente poderia alcançar quinze metros segundo o modelo de projeção oficial, mas bastaria uma vazão de água um pouco maior para que a cidade fosse inundada.

Desde então, o Serviço Nacional de Meteorologia passou a reconhecer a importância de comunicar ao público, com precisão e honestidade, a incerteza de suas previsões, como vimos no Capítulo 4. Porém, essa atitude é rara entre outros previsores, especialmente no que diz respeito às projeções para o futuro da economia.

Os economistas são racionais?

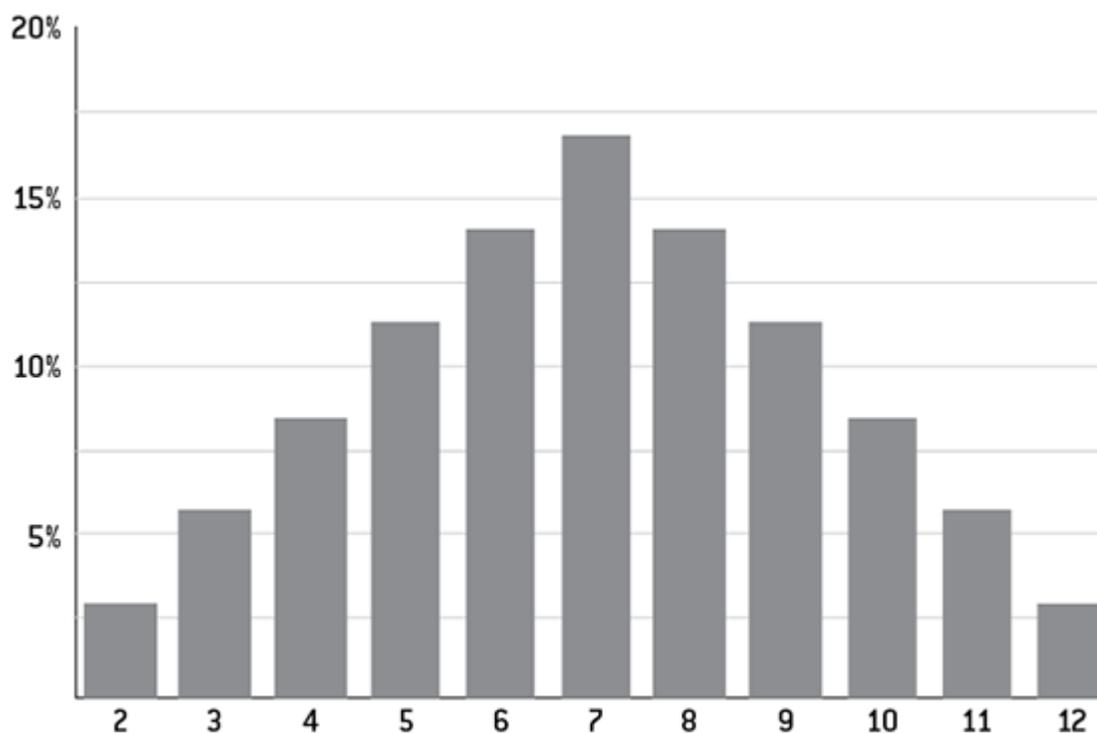
Consideremos agora o que aconteceu em novembro de 2007. Foi apenas um mês antes do início oficial da Grande Recessão. Já havia sinais claros de problemas no mercado imobiliário: a execução de hipotecas havia dobrado¹² e a financiadora norte-americana Countrywide estava à beira da falência.¹³ Sinais igualmente preocupantes surgiam nos mercados de crédito.¹⁴

No entanto, economistas que participaram da Survey of Professional Forecasters [Avaliação dos previsores profissionais], levantamento trimestral realizado pelo Fed da Filadélfia, concluíram que uma recessão era relativamente improvável. Na verdade, eles esperavam para 2008 um crescimento ligeiramente inferior ao índice médio de 2,4%. E acreditavam que quase não havia chance de uma recessão tão grave quanto a que de fato se sucedeu.

A Survey of Professional Forecasters é peculiar na medida em que pede aos economistas para indicarem de forma explícita uma faixa de resultados para os quais eles acreditem que a economia esteja rumando. Como enfatizei ao longo deste livro, uma reflexão probabilística dos resultados é parte essencial de uma projeção científica. Se eu pedisse que você

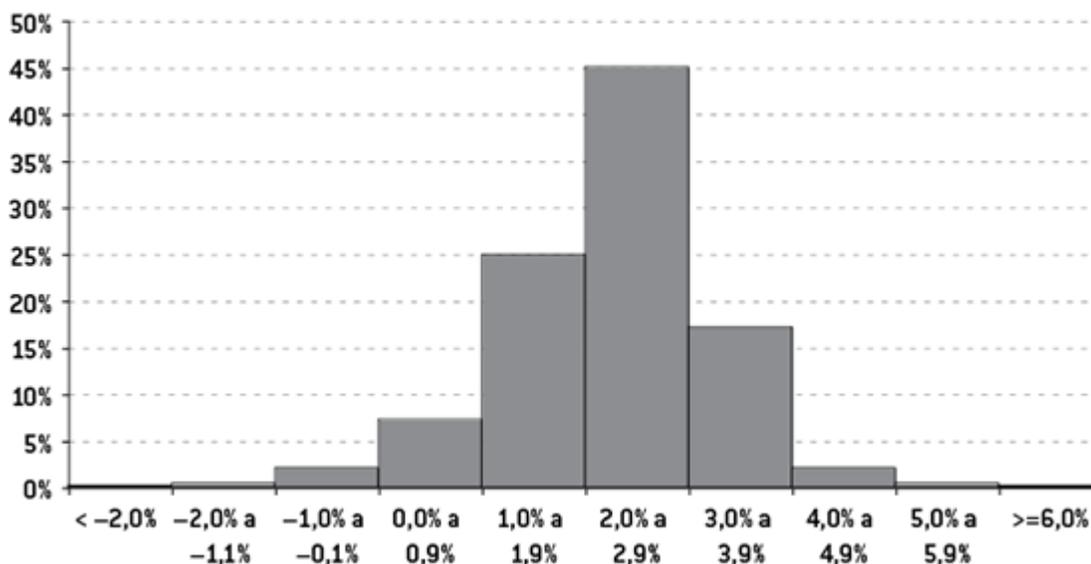
estimasse o valor total resultante de dois dados de seis lados, a resposta correta não será um simples número, mas uma enumeração de resultados possíveis e de suas respectivas probabilidades, como apresenta a Figura 6.2. Embora o resultado que mais aparece quando se jogam os dados seja sete, tal número não é necessariamente mais nem menos condizente com a projeção do que dois ou doze, desde que cada resultado esteja de acordo com a probabilidade atribuída a ele no longo prazo.

FIGURA 6.2: PROJEÇÃO PARA DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE: SOMA DE DOIS DADOS



Solicita-se que os economistas da Survey of Professional Forecasters façam algo semelhante ao preparar projeções para o PIB e outras variáveis — estimando, por exemplo, a probabilidade de o PIB ficar entre 2% e 3% ou entre 3% e 4%. Sua projeção foi mais ou menos assim em novembro de 2007 (ver Figura 6.3):

FIGURA 6.3: PROJEÇÃO PARA DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE: CRESCIMENTO REAL DO PIB DOS ESTADOS UNIDOS (2008)



SURVEY OF PROFESSIONAL FORECASTERS, NOVEMBRO DE 2007

Como mencionei, os economistas que realizaram esse levantamento acreditavam que o crescimento do PIB ficaria em 2,4% em 2008, um pouco abaixo de sua tendência de longo prazo. A projeção revelou-se absolutamente equivocada: na verdade, com a chegada da crise financeira, o PIB *diminuiu* em 3,3%. E o pior era o fato de os economistas estarem extremamente confiantes quanto à previsão. Atribuíram uma chance de apenas 3% de desaceleração da economia durante todo o ano de 2008.¹⁵ E apenas uma chance em quinhentas de que o PIB tivesse uma queda de pelo menos 2%, como ocorreu.¹⁶

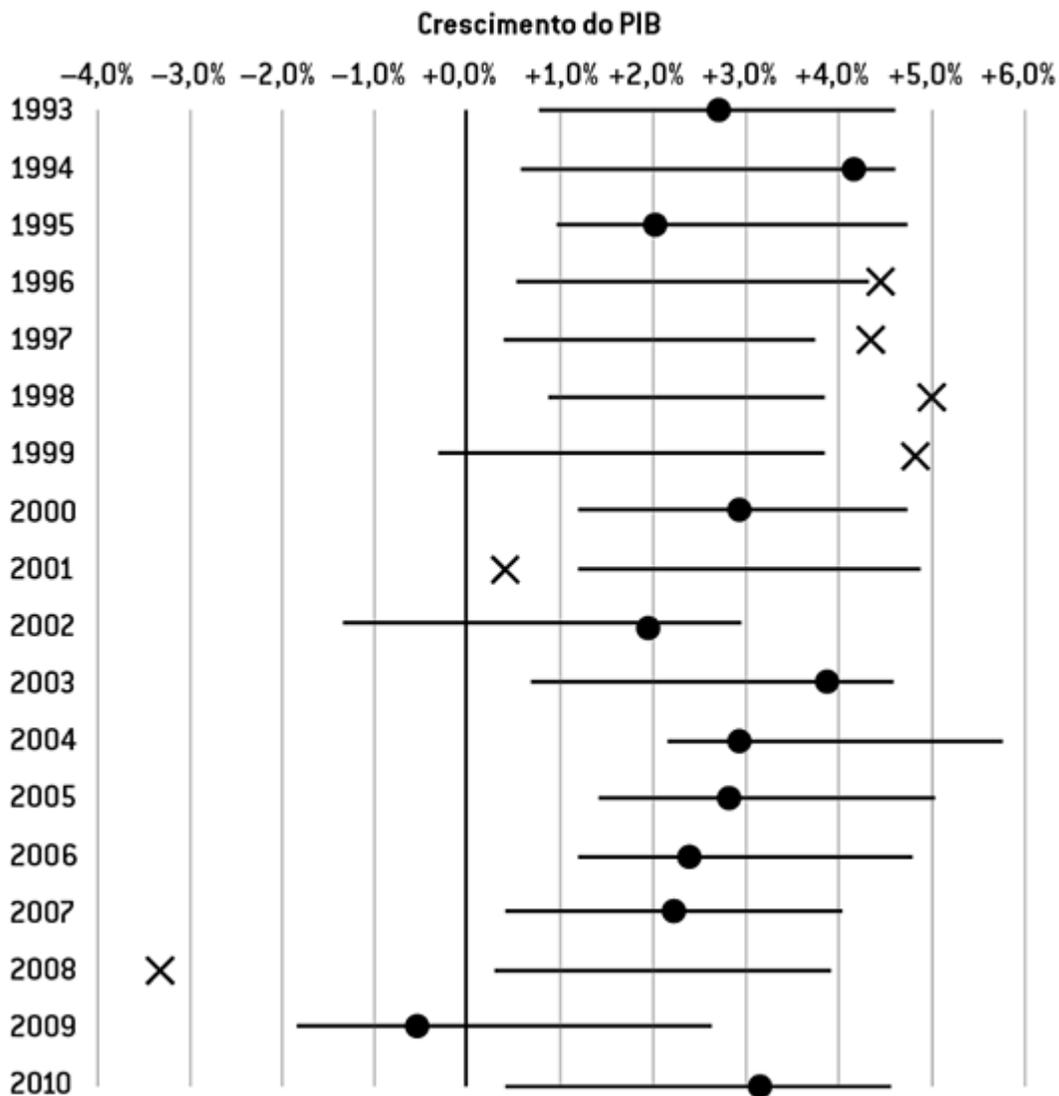
De fato, há muito tempo esses especialistas confiam demais em sua capacidade de prever os rumos da economia. Na Figura 6.4, indiquei as projeções de crescimento do PIB divulgadas pela Survey of Professional Forecasters para o intervalo de dezoito anos entre 1993 e 2010.¹⁷ As barras no gráfico representam intervalos de predição de 90%, conforme declarados pelos economistas.

Um intervalo de predição é uma gama dos resultados mais prováveis de uma projeção e funciona mais ou menos como a margem de erro nas pesquisas de opinião. Por exemplo, supõe-se que um intervalo de predição de 90% represente 90% dos resultados possíveis no mundo real, deixando nas extremidades da distribuição apenas os 10% referentes aos casos que não se enquadram. Se as projeções dos economistas fossem tão precisas quanto eles alegam, poderíamos esperar que o valor real do PIB ficasse em seu intervalo de predição em nove de cada dez vezes ou que só se desviasse umas duas vezes ao longo dos dezoito anos.

Contudo, nesses dezoito anos o valor real do PIB ficou fora do intervalo previsto em seis ocasiões, um terço do total. Outro estudo,¹⁸ que analisou os dados até a criação da Survey of Professional Forecasters em 1968, revelou resultados ainda piores: o PIB real ficou fora do intervalo de predição em quase *metade* das vezes. Não existe praticamente chance alguma¹⁹ de o problema ter sido falta de sorte dos economistas; eles sempre exageraram a confiabilidade de suas previsões.

Na realidade, quando um grupo de economistas divulga projeções para o crescimento do PIB, o verdadeiro intervalo de predição de 90% — a partir do desempenho real dessas projeções,²⁰ e não do suposto grau de precisão — abarca aproximadamente 6,4 pontos percentuais (equivalente a uma margem de erro de mais ou menos 3,2%).^{XLV}

FIGURA 6.4: PROJEÇÕES DE CRESCIMENTO DO PIB: INTERVALOS DE PREDIÇÃO DE 90% *VERSUS* RESULTADOS REAIS



Quando você ouve no jornal que o PIB vai crescer 2,5% no ano seguinte, isso significa que pode haver um crescimento espetacular de 5,7%. Ou uma queda de 0,7% — uma recessão relativamente grave. Os economistas ainda não conseguiram se sair melhor, e não há muitos indícios de que suas projeções estejam melhorando. Existe uma piada que diz que, das últimas seis recessões, os economistas conseguiram prever nove, mas isso tem um fundo de verdade; uma estatística verdadeira indica que, na

década de 1990, eles previram com um ano de antecedência apenas duas das sessenta recessões no mundo inteiro.^{[21](#)}

Os economistas não são os únicos. Resultados como esses são a regra; especialistas não são muito bons em oferecer uma descrição honesta da incerteza de suas projeções, e tampouco estão dispostos a isso. Esse excesso de confiança foi identificado em muitas outras áreas, incluindo pesquisas médicas, psicologia, ciência política e finanças. Parece aplicar-se tanto quando usamos nosso bom senso para fazer uma projeção (como os cientistas políticos de Phil Tetlock) quanto em um modelo estatístico (como no caso das projeções erradas de terremotos descritas no Capítulo 5).

Mas talvez os economistas tenham menos desculpas para cometer esses erros. Por um lado, suas previsões não só têm sido confiantes demais como também bastante inadequadas ao mundo real, muitas vezes errando o crescimento do PIB por uma margem alta e economicamente significativa. Por outro, esforços para prever variáveis como o crescimento do PIB já existem há muitos anos, remontando à Livingston Survey, em 1946, e os resultados estão bem documentados e disponíveis a qualquer um. Obter feedback sobre o desempenho de nossas previsões é uma maneira — talvez a maneira essencial — de melhorá-las. Os especialistas em projeções econômicas obtêm mais feedback do que a maioria dos outros profissionais, mas não optaram por corrigir a influência do excesso de confiança.

A economia não deveria estudar a racionalidade do comportamento humano? Poderíamos esperar que alguém em outro campo de atuação — um antropólogo, por exemplo — demonstrasse certa tendenciosidade ao realizar uma projeção. Mas um economista, não.

Na verdade, porém, isso pode ser parte do problema. Os economistas entendem muito sobre racionalidade — o que significa que também entendem muito sobre como funcionam nossos incentivos. Se estiverem

fazendo projeções tendenciosas, talvez isso seja um sinal de que não têm muito incentivo para fazer projeções boas.

“Ninguém tem a menor ideia”

Devido ao histórico das projeções econômicas, eu estava mais inclinado a procurar um tipo específico de economista — alguém que fosse sincero a respeito da dificuldade de sua tarefa e da facilidade com que sua projeção poderia estar equivocada. Consegui encontrar um: Jan Hatzius, economista-chefe do Goldman Sachs.

Hatzius pode pelo menos alegar ter sido mais confiável que seus concorrentes nos últimos anos. Em novembro de 2007, época em que a maior parte dos economistas ainda duvidava que houvesse qualquer tipo de recessão, Hatzius redigiu um artigo provocativo com o título “Leveraged Losses: Why Mortgage Defaults Matter” [Perdas alavancadas: Por que a inadimplência nas hipotecas é importante]. O texto advertia sobre a possibilidade de que a inadimplência hipotecária de milhões de mutuários provocasse um efeito dominó nos mercados de crédito e financeiro — mais ou menos o que aconteceu. Hatzius e sua equipe também logo descartaram a possibilidade de que houvesse uma milagrosa recuperação após a crise. Em fevereiro de 2009, um mês depois que o pacote de estímulo à economia havia sido aprovado e a Casa Branca alegara que reduziria o desemprego a um índice de 7,8% até o final daquele ano, Hatzius projetou que essa taxa aumentaria para 9,5%²² (bem perto da taxa real de 9,9%).

Jan Hatzius, um alemão que de tão tranquilo parece quase melancólico, tornou-se economista-chefe do Goldman Sachs em 2005,²³ oito anos depois de entrar para a empresa, e é respeitado até por aqueles que encaram os grandes bancos com ceticismo. “[Jan é] muito bom”, disse-me Paul Krugman. “Espero que a malevolência de Lloyd Blankfein não espirre nele e em seu pessoal.” Jan também tem uma atitude bastante

humilde a respeito de sua capacidade de prever o rumo da economia dos Estados Unidos.

“Ninguém tem a menor ideia”, afirmou ele quando nos encontramos no elegante escritório do Goldman na West Street, em Nova York. “É extremamente difícil prever o ciclo de negócios. Entender um organismo tão complexo quanto a economia é muito complicado.”

Na visão de Hatzius, os responsáveis pelas previsões econômicas enfrentam três desafios fundamentais. Primeiro, é difícil distinguir causa e efeito com base apenas em estatísticas econômicas. Segundo, a economia está sempre mudando, então as explicações de comportamento econômico que se aplicam a um ciclo de negócios talvez não funcionem em ciclos posteriores. E, terceiro, por pior que tenham sido suas projeções, os economistas também não dispõem de dados muito bons para trabalhar.

Correlações sem causalidade

O governo produz dados sobre literalmente 45 mil indicadores econômicos todo ano.²⁴ Fornecedores de dados monitoram nada mais nada menos do que *quatro milhões* de estatísticas.²⁵ Alguns economistas sucumbem à tentação de bater todos esses dados num liquidificador e alegar que o mingau resultante é *haute cuisine*. Houve apenas onze recessões desde o fim da Segunda Guerra Mundial.²⁶ Se você tiver um modelo estatístico que tente explicar onze resultados, mas que precise escolher dentre quatro milhões de dados, muitas das relações identificadas serão espúrias. (Esse é outro caso clássico de *overfitting* — interpretar ruído como sinal —, problema que, como vimos no Capítulo 5, assolou os pesquisadores profissionais que realizam projeções de terremotos.)

Pense em seu potencial criativo diante de uma pilha de variáveis econômicas do tamanho de um catálogo telefônico. Por exemplo, um dos principais indicadores de desempenho econômico era o time vencedor do Super Bowl. Entre o Super Bowl I em 1967 e o Super Bowl XXXI em

1997, o mercado de ações²⁷ subiu em média 14% no ano em que o vencedor era um time da NFL (National Football League) original.²⁸ Mas caiu quase 10% quando quem ganhava era um time da AFL (American Football League) original.

Até 1997, esse indicador havia “previsto” de forma correta o rumo do mercado de ações em 28 de 31 anos. Um teste padrão de importância estatística,²⁹ se fosse interpretado de modo literal, teria implicado que havia apenas uma possibilidade em 4,7 milhões de a relação ter surgido apenas do acaso.

Era só coincidência, é claro. E o indicador acabou tendo um desempenho ruim. Em 1998, o Denver Broncos, time da AFL original, ganhou o Super Bowl — supostamente um mau augúrio. Entretanto, em vez de cair, o mercado de ações subiu 28% em meio ao estouro das pontocom. Em 2008, o New York Giants, da NFL, derrotou o New England Patriots, da AFL, com uma espetacular jogada de David Tyree — mas Tyree não pôde impedir o colapso da bolha imobiliária, que causou uma queda de 35% no mercado de ações. Na verdade, desde 1998, o mercado de ações saiu-se 10% *melhor* quando um time da AFL ganhava o Super Bowl, exatamente o oposto da suposta previsão.

Como um indicador que tinha supostamente apenas uma chance em 4,7 milhões de falhar saiu-se tão mal assim? Pelo mesmo motivo que, apesar de haver uma única chance em vários milhões de uma pessoa ganhar na loteria,³⁰ de tantas em tantas semanas alguém acaba ganhando. A probabilidade de uma pessoa ganhar na loteria é mínima — ainda assim, milhões de bilhetes são vendidos, e, por isso, alguém vai acabar tirando a sorte grande. De maneira análoga, dentre os milhões de indicadores econômicos do mundo, alguns vão se correlacionar especialmente bem com os preços das ações, com o PIB ou com a taxa de desemprego. Se não for o time vencedor do Super Bowl, pode ser a produção de frango em Uganda. Tal relação, porém, é mera coincidência.

Embora talvez não levem a sério o indicador do Super Bowl, os economistas convencem-se de que outros tipos de variáveis — qualquer coisa que tenha algum ar de significado econômico — são “indicadores antecedentes” fundamentais, capazes de prever com meses de antecedência um período de recessão ou recuperação. Uma empresa especializada em projeções vangloria-se de examinar quatrocentas dessas variáveis,³¹ um número muito maior do que as duas ou três dezenas de variáveis que, segundo Hatzius, contêm a maior parte da substância econômica.^{XLVI} Outros especialistas em projeções elogiam a capacidade de previsão de indicadores relativamente obscuros como a proporção entre índices de pedidos e vendas dos fabricantes de semicondutores.³² Com tantas variáveis econômicas entre as quais escolher, você certamente vai encontrar algo que se ajuste ao ruído nos dados passados.

É muito mais difícil encontrar algo que identifique o sinal; variáveis que atuam como indicadores antecedentes em um ciclo econômico não raro se revelam inadequadas para outro ciclo. Dos sete indicadores antecedentes em um artigo publicado em 2003 na revista *Inc.*,³³ todos bons previsores nas recessões de 1990 e de 2001, apenas dois — preços dos imóveis e contratações temporárias — ofereceram alguma noção discernível da recessão que se iniciou em 2007. Outros, como empréstimos comerciais, só começaram a cair um ano *depois* do começo da crise.

Mesmo o conceituado Leading Economic Index, um índice composto por dez indicadores econômicos e publicado pela organização Conference Board, teve seu quinhão de problemas. Ele costuma cair alguns meses antes das recessões. Mas também já gerou alguns alarmes falsos — o mais infame em 1984, quando apresentou queda acentuada durante três meses seguidos,³⁴ sinalizando uma recessão, mas a economia continuou crescendo a uma taxa de 6%. Alguns estudos chegaram a alegar que o Leading Economic Index não tem poder preditivo algum quando aplicado em tempo real.³⁵

“Muito pouco é realmente preditivo”, disse-me Hatzius. “É muito difícil distinguir o que é de fato causal do que é correlação.”

A máxima de que “correlação não implica causalidade” é famosa. Uma relação estatística entre duas variáveis não significa que uma seja responsável pela outra. Por exemplo, as vendas de sorvetes e os incêndios florestais são correlacionados porque ambos ocorrem com mais frequência no calor do verão. Mas não existe causalidade; ninguém incendeia uma floresta quando compra um pote de sorvete.

Entretanto, se por um lado o conceito é expresso com facilidade, pode ser difícil aplicá-lo na prática, particularmente quando se trata de entender relações causais na economia. Hatzius observou, por exemplo, que a taxa de desemprego costuma ser considerada um indicador retardatário. E, às vezes, realmente é. Depois de uma recessão, as empresas talvez só voltem a contratar funcionários quando tiverem confiança nas perspectivas de recuperação, e pode ser que todos os desempregados levem um bom tempo para voltar ao mercado de trabalho. Mas a taxa de desemprego também pode ser um indicador antecedente da demanda do consumidor, uma vez que os desempregados não têm muita capacidade de adquirir bens e serviços. Durante as crises, a economia pode entrar em um círculo vicioso: as empresas não contratam enquanto não identificam mais demanda do consumidor, mas essa demanda é baixa porque as empresas não estão contratando e os consumidores não podem adquirir seus produtos.

A confiança do consumidor é outra variável notoriamente capciosa. Às vezes, ele é o primeiro a detectar sinais de advertência na economia. Mas também pode estar entre os últimos a ver recuperações, percebendo um estado de recessão econômica até bem depois de a recessão ter acabado tecnicamente. Assim, os economistas debatem se a confiança do consumidor é um indicador antecedente ou retardatário,³⁶ e a resposta pode depender do ponto em que a economia se encontra no ciclo de negócios. Além disso, como o comportamento do consumidor é afetado

por sua confiança, pode haver todo tipo de realimentação entre as expectativas sobre a economia e a realidade.

Um princípio da incerteza econômica

Talvez um conjunto ainda mais problemático de realimentação ocorra entre as projeções para a economia e as políticas econômicas. Se, por exemplo, existe uma previsão de que a economia entrará em recessão, supõe-se que o governo e o Banco Central adotarão medidas para mitigar o risco ou, pelo menos, amortecer o golpe. Parte do problema, então, é que previsores como Hatzius têm que prever também decisões políticas, o que pode ser um desafio em um país como os Estados Unidos, em que o Congresso tem um índice de aprovação de 10%.

Entretanto, a questão é um pouco mais profunda. Como Robert Lucas,³⁷ economista ganhador do prêmio Nobel, observou em 1976, dados passados que servem de base para um modelo econômico resultaram, em parte, de decisões políticas em vigor na época. Assim, talvez não baste saber o que farão os atuais governantes: será necessário saber também quais eram as políticas fiscais e monetárias durante o governo Nixon. Uma doutrina relacionada conhecida como lei de Goodhart, batizada em homenagem ao professor da Escola de Economia de Londres que a propôs,³⁸ sustenta que determinada variável pode perder seu valor como indicador econômico quando os formuladores de políticas começarem a se concentrar nela. Por exemplo, se o governo adotar medidas artificiais para inflar os preços dos imóveis, eles podem até aumentar, mas deixarão de ser uma boa medida da saúde econômica em geral.

Em seu extremo lógico, é um pouco semelhante ao efeito do observador (muitas vezes confundido com um conceito afim, o princípio da incerteza de Heisenberg): assim que começamos a medir algo, seu comportamento começa a mudar. Em geral, modelos estatísticos baseiam-se na noção de

que existem variáveis independentes ou dependentes, entradas e saídas, que podem ser mantidas separadas.³⁹ Em economia, estão todos juntos, em uma grande confusão.

Uma economia em eterna mudança

Mesmo que pudessem resolver todos esses problemas, os economistas ainda teriam que lidar com um alvo móvel. A economia está em constante evolução, e o relacionamento entre diferentes variáveis pode mudar ao longo do tempo.

Por exemplo, tem havido uma correlação relativamente forte entre o crescimento do PIB e o aumento do índice de emprego. Os economistas dão a esse fenômeno o nome de lei de Okun. Durante o Long Boom, período de crescimento econômico que durou de 1947 a 1999, o ritmo de aumento de empregos⁴⁰ costumava corresponder à metade da taxa de crescimento do PIB; portanto, se o PIB crescesse 4% durante um ano, o número de empregos aumentaria cerca de 2%.

A relação continua existindo — quanto mais crescimento, melhor para quem procura emprego. Mas a dinâmica parece ter mudado. Depois de cada crise recente, o número de empregos criados foi consideravelmente menor do que o esperado durante o período do Long Boom. Por exemplo, no ano que se seguiu à aprovação do pacote de estímulo econômico em 2009, o PIB estava crescendo rápido o suficiente para criar cerca de dois milhões de empregos segundo a lei de Okun.⁴¹ No entanto, outros 3,5 milhões de empregos foram *perdidos* no mesmo período.

Os economistas costumam discutir o significado dessa mudança. A interpretação mais pessimista, proposta por pessoas como Jeffrey Sachs, da Universidade de Columbia, é que esse padrão reflete problemas estruturais profundos na economia americana, como o aumento da concorrência com outros países, o desequilíbrio entre o setor industrial e o de serviços, o envelhecimento da população, o declínio da classe média e o aumento da

dívida pública. Segundo essa teoria, o país ingressou em uma normal nova e pouco saudável, e, a menos que haja mudanças fundamentais, os problemas podem se agravar. “Subestimamos o papel da mudança global como fator precipitador de mudanças nos Estados Unidos”, disse Sachs. “A perda de empregos para a China e para mercados emergentes pegou a economia americana de surpresa.”

O mais importante é determinar se a volatilidade da década de 2000 representa as condições da economia no longo prazo — talvez os anos de crescimento tenham sido um ponto fora da curva. Durante o Long Boom, a economia passou apenas 15% do tempo em recessão. Entretanto, o percentual foi mais do que o dobro entre 1900 e 1945, chegando a 36%.⁴²

Embora a maior parte dos economistas acredite que se tenha conseguido avançar um pouco na estabilização do ciclo de negócios, talvez tenhamos, por sorte, evitado mais problemas. Isso se aplica particularmente ao período entre 1983 e 2006 — um subconjunto do Long Boom às vezes chamado de Great Moderation (grande moderação) —, quando a economia esteve em recessão durante apenas 3% do tempo. Entretanto, a maior parte do crescimento foi estimulada por um grande aumento no endividamento do governo e do consumidor, bem como por várias bolhas nos preços dos ativos. Economias avançadas não têm um direito divino de crescer no ritmo da Great Moderation: a economia do Japão, que cresceu 5% ao ano durante a década de 1980, vem crescendo apenas 1% ao ano desde então.⁴³

Talvez seja por isso que a profundidade da recessão de 2007 surpreendeu tanto os previsores quanto os formuladores de políticas. Eles não só estavam desconsiderando eventos como a Grande Depressão,^{XLVII} como, às vezes, calibravam suas projeções de acordo com a Great Moderation, que, historicamente, foi um ponto fora da curva.

Não descarte dados

Por lei, o Comitê Federal para o Mercado Aberto, responsável por definir as taxas de juros, tem que divulgar projeções macroeconômicas ao governo americano pelo menos duas vezes ao ano. No final de 2007, o Fed estava, em alguns aspectos, à frente de seu tempo: suas projeções de crescimento do PIB tendiam um pouco mais para baixo do que as emitidas pelos previsores do setor privado, levando-os a reduzir as taxas de juros em quatro ocasiões no final do ano.

No entanto, nas extensas minutas preparadas pelo Fed após uma reunião realizada no final de outubro de 2007, o termo “recessão” não foi usado sequer uma vez.⁴⁴ Como o Fed toma muito cuidado com a linguagem que utiliza, a possibilidade de uma recessão pode até ter sido aventada por meio da expressão *riscos de queda*. Mas ele não apostava em uma crise (sua projeção continuava prevendo crescimento), e havia poucos sinais de que se vislumbrava a ocorrência de uma recessão tão grave quanto a que viria a se desenrolar.

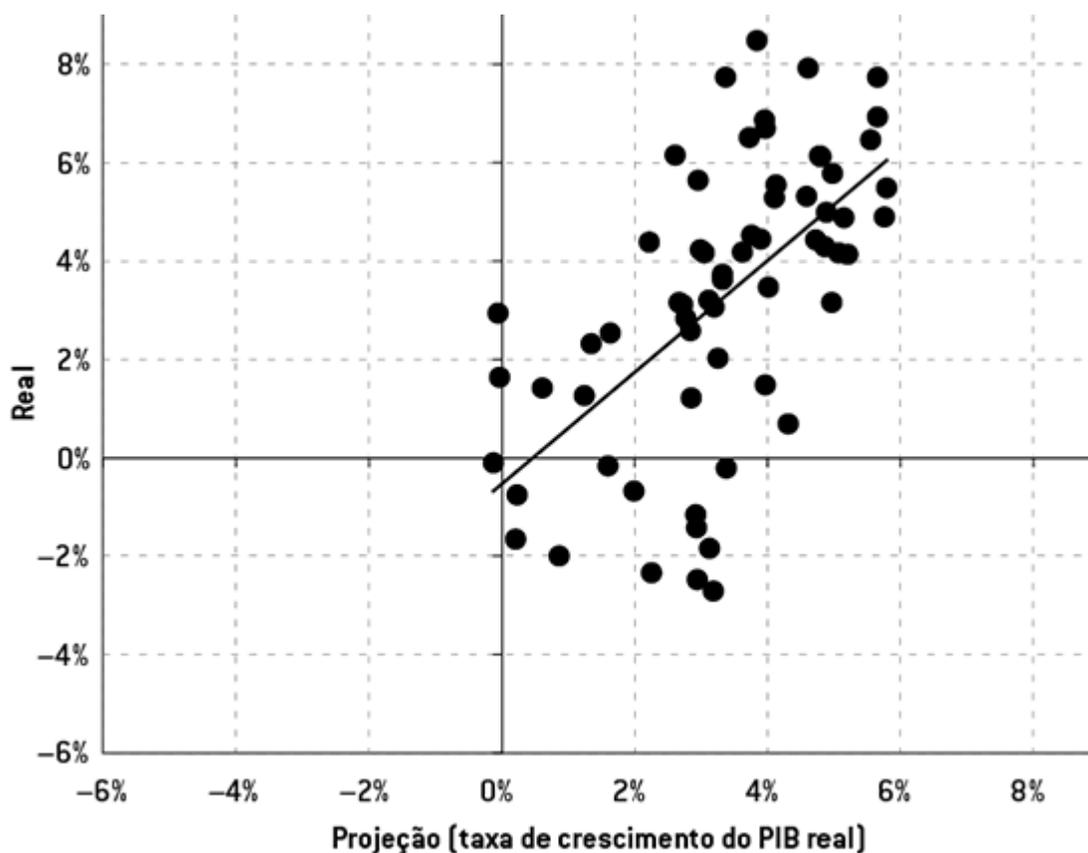
Talvez isso tenha ocorrido porque o Fed estava analisando dados do período da Great Moderation para definir a expectativa de precisão de suas projeções. Em particular, utilizou-se, com frequência, um artigo que analisava o desempenho das projeções econômicas para os anos de 1986 a 2006.⁴⁵ O problema de se observar apenas esses anos é que eles contêm muito pouca volatilidade econômica: só houve duas recessões relativamente brandas em 1990-1991 e em 2001. “Ao aferir a incerteza atual a partir de dados de meados da década de 1980 em diante”, advertiram os autores, “estamos pressupondo implicitamente que as condições de calma presentes desde a época da Great Moderation persistirão no futuro”. Era um pressuposto grandioso demais. Um motivo parcial para que o Fed tenha concluído que uma recessão severa seria improvável em 2007 pode ter sido sua decisão de ignorar os anos em que de fato houve uma recessão severa.

Um especialista em projeções quase nunca deve ignorar dados, principalmente quando estiver estudando eventos raros como recessões ou

eleições presidenciais, sobre os quais afinal não existem muitos deles. Em geral, ignorar dados é sinal de que o previsor tem excesso de confiança ou está sobreajustando seu modelo — ou seja, está interessado em se mostrar, não em tentar ser preciso.

Nesse caso específico, não se via uma melhora evidente na projeção dos economistas para o ciclo de negócios. Na Figura 6.5A, comparei os níveis de crescimento do PIB projetados pela Survey of Professional Forecasters com os números reais dos anos de 1968 a 1985 — dados que o Fed poderia ter examinado, mas que optou por descartar. Você verá que há bastante volatilidade econômica nesse período, como, por exemplo, durante as recessões provocadas pela inflação em meados da década de 1970 e no início dos anos 1980. Entretanto, os resultados não são totalmente desestimulantes para os previsores, pois há uma correlação relativamente forte entre os números reais e os projetados.

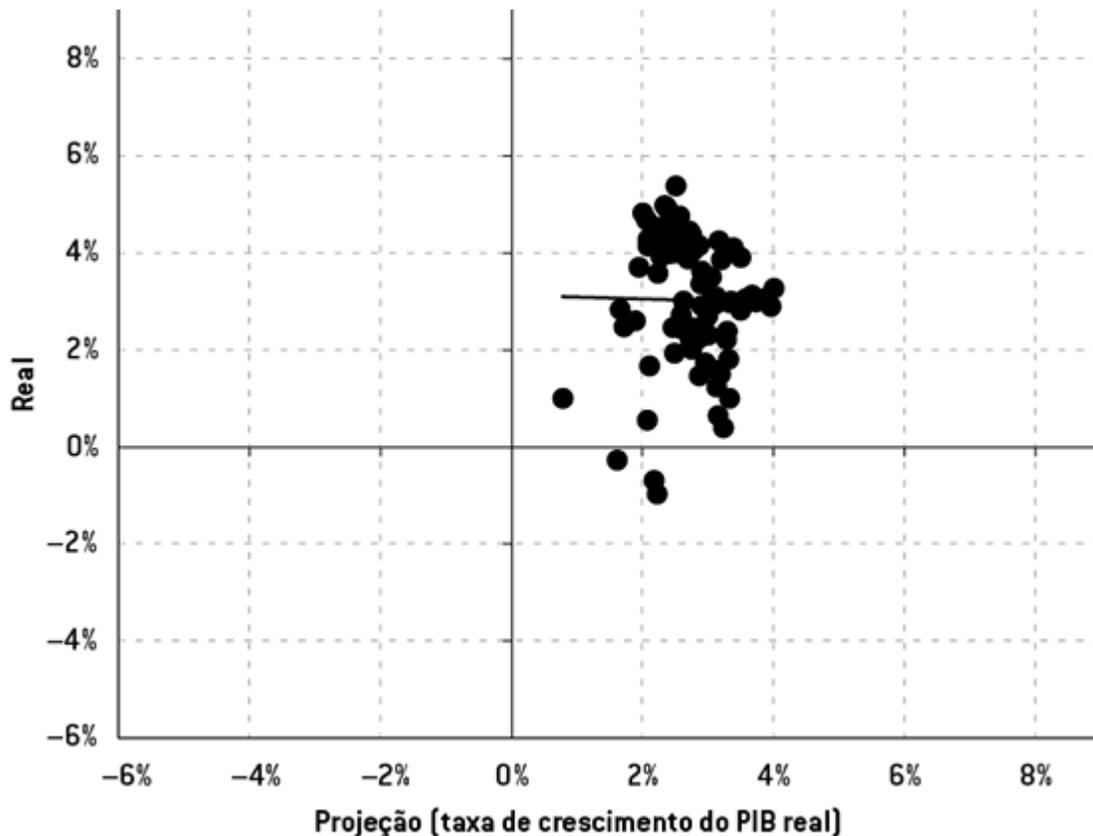
FIGURA 6.5A: PROJEÇÕES DO PIB *VERSUS* PIB REAL ENTRE 1968 E 1985



Se fizermos a mesma comparação para o intervalo entre 1986 e 2006 (ver Figura 6.5B), veremos justamente o inverso. A maioria dos pontos de dados — tanto as projeções de crescimento do PIB quanto os valores reais — está agrupada em uma faixa estreita entre 2% e 5% de crescimento anual. Como a volatilidade durante esse período era muito pequena, o erro médio na projeção foi menor do que no período anterior.^{[XLVIII](#)} Entretanto, as projeções não se saíram muito bem em capturar qualquer variabilidade na economia, como as recessões brandas em 1990-1991 ou em 2001 — na verdade, quase não havia correlação entre o real e o previsto. Via-se pouco sinal de que os especialistas haviam aprimorado sua habilidade de prever o comportamento da economia. Na verdade, seu trabalho ficara temporariamente mais fácil devido aos calmos ventos da economia, da

mesma forma que o trabalho de um meteorologista no Havaí é mais fácil do que o de cidades em que há muita neve.

FIGURA 6.5B: PROJEÇÕES DO PIB VERSUS PIB REAL ENTRE 1986 E 2006



A outra explicação que costuma ser usada para o descarte de dados é que houve algum tipo de mudança fundamental no problema que se está tentando resolver. Por vezes, esses argumentos são válidos até certo ponto: a economia dos Estados Unidos está em constante evolução e, de tempos em tempos, passa por mudanças estruturais (recentemente, por exemplo, era dominada pela indústria manufatureira e passou a ser dominada pelo setor de serviços). Não é um jogo em que se deve obedecer sempre às mesmas regras.

O problema é que nunca se sabe quando ocorrerá a *próxima* mudança de paradigma ou se, com ela, a economia ficará mais ou menos volátil,

mais ou menos forte. Um modelo econômico condicionado à noção de que nada de importante acontecerá é inútil. Mas não é fácil prever esses pontos de virada.

Dados econômicos fazem muito barulho

O terceiro grande desafio para os especialistas em projeções econômicas está no fato de seus dados brutos não serem muito bons. Já mencionei que é raro esses especialistas fornecerem intervalos de previsão em suas projeções — provavelmente porque isso minaria a confiança do público em relação ao trabalho deles. “Por que as pessoas não revelam intervalos? Por constrangimento”, afirma Hatzius. “Acredito que seja por isso. As pessoas se sentem constrangidas.”

A incerteza, porém, aplica-se não só às projeções econômicas, mas também às variáveis propriamente ditas. As séries de dados econômicos costumam ser submetidas a revisão, processo que pode durar meses ou até anos após a publicação das estatísticas. As revisões às vezes são enormes.⁴⁶ Um exemplo um tanto ou quanto infame foi a estimativa de crescimento do PIB feita pelo governo dos Estados Unidos no último trimestre de 2008. Enquanto inicialmente a taxa de queda projetada havia sido de “apenas” 3,8%, acredita-se hoje que a economia tenha sofrido uma queda de quase 9%. Se soubessem o tamanho real do buraco econômico, os especialistas da Casa Branca poderiam ter tentado aprovar um pacote de estímulo maior em janeiro de 2009 ou percebido a profundidade dos problemas e promovido uma solução de longo prazo em lugar de optar por uma solução imediatista.

Erros grandes como esses têm sido relativamente comuns. Entre 1965 e 2009,⁴⁷ as estimativas iniciais do governo americano para o PIB trimestral acabaram sendo corrigidas, em média, em 1,7 ponto. Essa é a mudança média; a gama de alterações possíveis em cada projeção trimestral é ainda maior, e a margem de erro⁴⁸ da estimativa inicial é de 4,3% para mais ou

para menos. Isso significa que existe uma chance de que a economia esteja passando por uma recessão mesmo que inicialmente o governo tenha divulgado crescimento acima da média ou vice-versa. O governo divulgou que a economia havia crescido 4,2% no último trimestre de 1977, por exemplo, mas depois esse percentual foi corrigido para um declínio de 0,1%.⁴⁹

Assim, devemos ser compreensivos em relação aos profissionais responsáveis pelas projeções econômicas.⁵⁰ É difícil saber o rumo que a economia está tomando. Mas é muito, muito mais difícil se você não conhecer, para começo de conversa, sua atual situação.

Uma borboleta bate as asas no Brasil e alguém perde o emprego no Texas

O desafio dos economistas poderia ser comparado ao enfrentado pelos meteorologistas, que passam por dois dos mesmos problemas fundamentais.

Primeiro, a economia, como a atmosfera, é um sistema dinâmico: tudo afeta tudo, e os sistemas estão em constante movimento. Na meteorologia, esse problema é bastante literal, uma vez que o clima está sujeito à teoria do caos — o bater de asas de uma borboleta no Brasil teoricamente pode causar um tornado no Texas. Porém, da mesma maneira, um tsunami no Japão ou uma greve de estivadores na Califórnia pode afetar a possibilidade de uma pessoa conseguir emprego no Texas.

Segundo, as previsões do tempo estão sujeitas a condições iniciais incertas. Sua expressão probabilística (“há 70% de chance de chover”) não se deve a qualquer aleatoriedade inerente ao clima. Na verdade, o problema é que os meteorologistas partem do pressuposto de que têm medidas imprecisas das condições iniciais, e os padrões climáticos (por estarem sujeitos à teoria do caos) são extremamente sensíveis a mudanças

nessas condições. Nas projeções econômicas, a qualidade dos dados iniciais também costuma ser bastante baixa.

No entanto, a previsão do tempo é uma das histórias de sucesso deste livro. Prognósticos para trajetórias de furacão e para a temperatura máxima durante o dia hoje são muito melhores do que há dez ou vinte anos, graças à combinação de maior capacidade dos computadores, melhores métodos de coleta de dados e a boa e velha dedicação.

Não se pode dizer o mesmo a respeito das projeções econômicas. Qualquer ilusão de que elas estavam melhorando deve ter sido lançada por terra pelos terríveis erros que os especialistas cometeram antes da recente crise financeira.⁵¹

Se, por um lado, a meteorologia e a economia compartilham alguns problemas — um sistema dinâmico com condições iniciais incertas —, os meteorologistas podem compensar esses problemas com uma riqueza de ciência bruta. A física e a química de algo como um tornado não são tão complicadas. Isso não significa que seja fácil prever tornados. Mas os meteorologistas têm um amplo conhecimento fundamental sobre o que faz com que os tornados se formem ou se dissipem.

A economia é uma ciência muito mais maleável. Embora os economistas tenham conhecimentos razoavelmente sólidos sobre os sistemas básicos que governam esse campo, não existe uma distinção clara entre causa e efeito, em especial durante momentos de bolhas e de pânico, quando o sistema é inundado por realimentações condicionadas pelo comportamento humano.

Entretanto, se distinguir causa e efeito é difícil, provavelmente é melhor tentar do que desistir. Considere mais uma vez, por exemplo, o que Hatzius escreveu em 15 de novembro de 2007:

As prováveis perdas das hipotecas impõem um risco macroeconômico significativamente maior do que costuma ser reconhecido (...) As consequências macroeconômicas poderiam ser dramáticas. Se os investidores alavancados virem

perdas agregadas de 200 [bilhões de] dólares, talvez queiram reduzir seus empréstimos em 2 trilhões de dólares. O choque é grande (...) É fácil ver como um impacto dessas proporções poderia gerar uma recessão substancial ou um longo período de crescimento lento.

Os consumidores haviam recebido crédito demais, escreveu Hatzius, para pagar pelos imóveis cuja compra direta a bolha do mercado imobiliário havia tornado caros demais. Muitos estavam inadimplentes no pagamento das hipotecas, e provavelmente haveria perdas substanciais por causa disso. O grau de alavancagem no sistema agravaria o problema, paralisando o mercado de crédito e o setor financeiro como um todo. O golpe poderia ser intenso o suficiente para provocar uma severa recessão.

E foi exatamente assim que a crise financeira se desenrolou. Não só a projeção de Hatzius estava correta como tinha os motivos certos, explicando as causas do colapso e prevendo os efeitos. Hatzius refere-se a essa cadeia de causa e efeito como uma “história”. É uma história da economia — e, embora possa ser guiada por dados, é fundamentada no mundo real.

Por outro lado, se analisarmos a economia apenas como uma série de variáveis e equações sem qualquer estrutura subjacente, é quase certo que tomaremos o ruído pelo sinal e seremos (junto com investidores ingênuos) iludidos a acreditar que estamos fazendo boas projeções. Vejamos o que aconteceu com o ECRI, um instituto de projeções econômicas concorrente de Hatzius.

Em setembro de 2011, o ECRI previu, com certeza quase absoluta, um “repique recessivo”. “Não existe nada que os formuladores de políticas possam fazer para evitá-lo”, advertiu a pesquisa.⁵² “Se você acha que a economia anda mal das pernas, ainda não viu nada.” Em entrevistas, o diretor da empresa, Lakshman Achuthan, sugeriu que a recessão teria início quase imediatamente, se é que já não havia começado.⁵³ O instituto descreveu da seguinte maneira os motivos para o prognóstico:

A previsão de recessão pelo ECRI não se baseia em somente um ou dois índices importantes, mas em dezenas de índices especializados, como o U.S. Long Leading Index (...), a serem seguidos por desacelerações no Weekly Leading Index e outros índices de curto prazo. Na verdade, os indicadores futuros mais confiáveis hoje estão apresentando um comportamento semelhante ao que tiveram no ápice de recessões completas.⁵⁴

A quantidade de jargões é enorme, mas a descrição carece de substância econômica real. Essa história era sobre dados — como se os números em si causassem recessões —, e não sobre a economia. O ECRI, na realidade, parece se orgulhar bastante dessa abordagem. “Assim como você não precisa saber exatamente como funciona o motor de um carro para dirigir com segurança”, aconselhou a seus clientes em um livro publicado em 2004, “não é preciso conhecer os detalhes da economia para interpretar com precisão essas avaliações”.⁵⁵

Esse tipo de declaração vem se tornando mais comum na era dos Big Data.⁵⁶ Quem precisa de teoria quando dispomos de tantas informações? Essa, porém, é uma atitude categoricamente errada a se tomar com relação às projeções, sobretudo em um campo como a economia, no qual os dados têm tanto ruído. As inferências estatísticas são muito mais fortes quando fundamentadas na teoria ou pelo menos em alguma reflexão mais profunda sobre suas causas básicas. Com certeza havia razões para pessimismo econômico em setembro de 2011⁵⁷ — por exemplo, o desenrolar da crise da dívida na Europa —, mas o ECRI não as estava analisando. Na realidade, tinha uma sopa aleatória de variáveis que confundia correlação com causalidade.⁵⁸

De fato, a previsão do ECRI pareceu demarcar um ponto de virada econômico — só que *positivo*. O índice S&P 500 subiu 21% nos cinco meses depois que o ECRI anunciou sua projeção,⁵⁹ enquanto o PIB registrou um crescimento relativamente saudável de 3% no último trimestre de 2011, em vez de entrar em recessão. O ECRI empurrou o

problema com a barriga, “esclarecendo” que sua afirmação, na verdade, se estendia até 2012, embora não tenha sido essa a intenção original.⁶⁰

Quando as projeções tendenciosas são racionais

Para quem está em busca de uma projeção econômica, a melhor opção é uma previsão média ou agregada, e não aquelas feitas por economistas individuais. Minhas pesquisas sobre a Survey of Professional Forecasters sugere que essas projeções agregadas, em relação às de indivíduos comuns, são cerca de 20% mais precisas⁶¹ ao prever o crescimento do PIB, 10% melhores quanto ao desemprego e 30% melhores quanto à inflação. Essa propriedade — projeções de grupos são melhores do que as individuais — revelou-se verdadeira em praticamente todos os campos em que foi estudada.

Entretanto, embora essa noção seja uma importante regularidade empírica, às vezes é usada como meio de tirar o corpo fora quando as projeções poderiam ser aperfeiçoadas. A previsão agregada é composta por outras, individuais; se elas melhorarem, o desempenho do grupo também vai melhorar. Além disso, até as previsões econômicas agregadas têm sido pobres se comparadas ao mundo real; por isso, há bastante espaço para aprimoramento.

Em geral, os economistas têm alguma confiança em seu bom senso quando fazem uma projeção, em vez de apenas aceitar o resultado de um modelo estatístico. Considerando a quantidade de ruídos nos dados, esse comportamento provavelmente é útil. Um estudo⁶² realizado por Stephen K. McNess, ex-vice-presidente do Federal Reserve de Boston, revelou que ajustes nos métodos de projeção estatística resultaram em previsões aproximadamente 15% mais precisas. A ideia de que um modelo estatístico seria capaz de “resolver” o problema das previsões econômicas esteve em voga nas décadas de 1970 e 1980, quando os computadores começaram a ser usados de modo mais amplo. Porém, do mesmo modo que aconteceu

também em outras áreas, como a projeção de terremotos naquela época, o avanço tecnológico não compensou a falta de compreensão teórica sobre a economia; só propiciou aos economistas maneiras mais rápidas e sofisticadas de confundir ruído e sinal. Modelos aparentemente promissores falharam e acabaram indo para a lata de lixo.⁶³

No entanto, recorrer ao julgamento pessoal também introduz um potencial para a tendenciosidade. Talvez você faça a projeção mais adequada aos seus incentivos econômicos ou às suas crenças políticas. Ou talvez seja orgulhoso demais para mudar sua história mesmo quando os fatos e as circunstâncias o exigem. “Acredito que as pessoas têm a tendência, que precisa ser coibida ativamente”, disse Hatzius, “de ver como querem o fluxo de informações.”

Será que alguns economistas são melhores em administrar esse desvio? Será que a pessoa que previu a última recessão tem mais probabilidade de acertar na próxima? Há uma resposta interessante para essa pergunta.

Testes estatísticos elaborados para identificar habilidades preditivas costumam gerar resultados negativos quando aplicados à Survey of Professional Forecasters.⁶⁴ Isto é, se observarmos essa pesquisa, parece não haver muitos indícios de que alguns economistas são melhores do que outros. Entretanto, estudos de outro painel, a Blue Chip Economic Survey, encontraram achados positivos com mais frequência.⁶⁵ Com certeza, há muita sorte envolvida nas projeções econômicas. Os especialistas que insistem em uma postura otimista ou pessimista em relação à tendência dos preços e à valorização dos papéis acabam acertando de vez em quando. Mas os estudos do painel Blue Chip parecem revelar que alguns economistas se saem um pouco melhor do que outros no longo prazo.

Qual é a diferença entre as duas pesquisas? A Survey of Professional Forecasters é realizada de maneira anônima: atribui-se a cada economista um número de identificação aleatório, que não muda entre uma pesquisa e outra, mas não se revela nada sobre sua identidade ou suas atividades. No

painel Blue Chip, por outro lado, a previsão informa o nome e a reputação de seu autor.

Quando você tem seu nome ao lado de um prognóstico, seus incentivos podem mudar. Por exemplo, se você trabalha em uma empresa pouco conhecida, pode ser bastante racional fazer previsões ousadas que chamarão a atenção quando se provarem corretas, mesmo que isso não aconteça com muita frequência. Por outro lado, empresas como a Goldman Sachs podem ser mais conservadoras para se manterem dentro do consenso.

De fato, essa propriedade foi identificada nas previsões do grupo Blue Chip:⁶⁶ um estudo chama o fenômeno de “viés racional”.⁶⁷ Quanto menor sua reputação, menos você terá a perder assumindo um grande risco ao fazer uma projeção. Mesmo sabendo que sua projeção é incerta, talvez seja racional tentar o salto. Por outro lado, se você tiver uma boa reputação consolidada, talvez relute em se arriscar demais, mesmo quando acredita que os dados demandam projeções mais audaciosas.

As duas preocupações podem distraí-lo do objetivo de fazer as projeções mais honestas e precisas — e provavelmente as pioram. Embora as diferenças sejam modestas, na história da Survey of Professional Forecasters os participantes anônimos saíram-se um pouco melhor na projeção para o PIB e para as taxas de desemprego do que os membros do painel Blue Chip, que estavam mais preocupados com a reputação.⁶⁸

Superando a tendenciosidade

Se a produção de projeções ruins pode ser racional, isso significa que existem consumidores que as ajudam e as favorecem. Assim como alguns analistas políticos constroem uma carreira fazendo alegações implausíveis a um público partidário, há previsores otimistas, pessimistas e “do contra” que sempre terão apoio no mercado de ideias econômicas. (Às vezes, as projeções econômicas também têm objetivos expressamente políticos. As

projeções geradas pela Casa Branca, por exemplo, estão entre as menos precisas da história,⁶⁹ seja o presidente democrata ou republicano.)

No que diz respeito às previsões econômicas, porém, há mais em jogo do que no caso dos analistas políticos. Como observou Robert Lucas, a fronteira entre projeção econômica e política econômica é muito pouco clara; uma projeção ruim pode piorar a economia real.

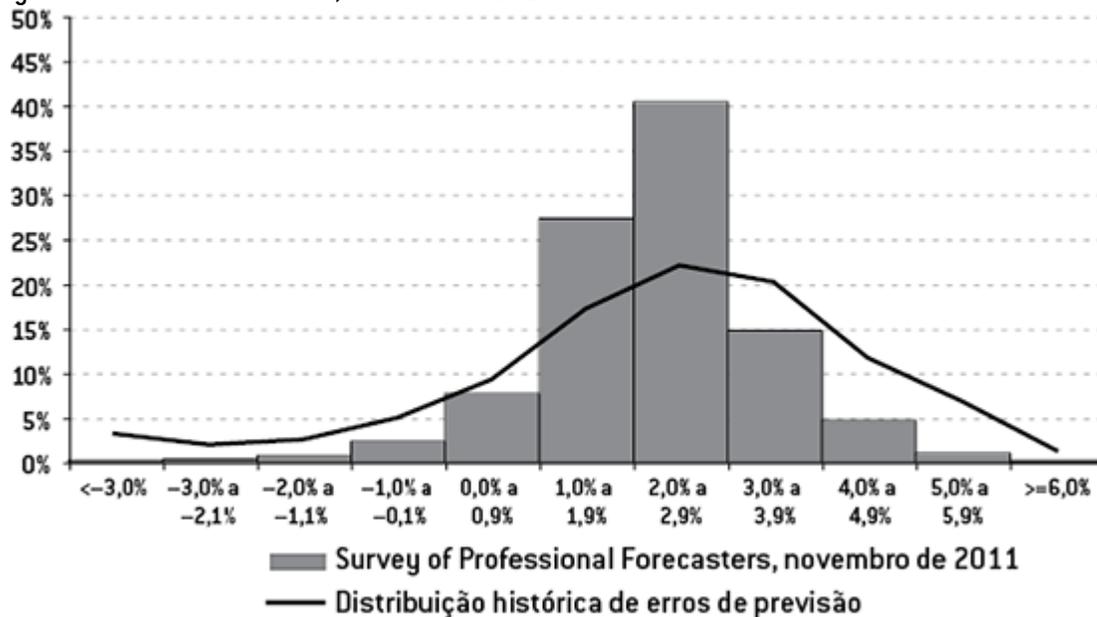
Pode haver alguma esperança marginal de que as projeções econômicas se beneficiem com os avanços tecnológicos. Coisas como os padrões de busca do Google, por exemplo, podem atuar como indicadores antecedentes para séries de dados como o desemprego.

“Acreditamos que um dado como o número de buscas por seguro-desemprego será um ótimo previsor sobre as taxas de desemprego, o que, por sua vez, é um bom previsor sobre a atividade econômica”, afirmou Hal Varian, economista-chefe do Google, na sede da empresa em Mountain View, Califórnia. “Podemos prever o número de pedidos iniciais de seguro-desemprego com mais antecedência porque, se correrem boatos de que haverá demissões em alguma empresa, as pessoas vão começar a pesquisar ‘onde e como dar entrada no seguro-desemprego’ e termos afins. É praticamente um indicador antecipado.”

Entretanto, a história da projeção na economia e em outras áreas sugere que as melhorias tecnológicas podem não ajudar muito se sofrerem o efeito do viés humano, e não há muitos indícios de que os previsores econômicos superaram suas tendenciosidades. Por exemplo, eles não parecem ter aprendido com a experiência da Grande Recessão. Se analisarmos as projeções de crescimento do PIB feitas pela Survey of Professional Forecasters em novembro de 2011 (ver Figura 6.6), veremos a mesma tendência ao excesso de confiança de 2007, pois os responsáveis por sua elaboração desconsideraram muito mais os cenários de aceleração do que o justificável pela precisão histórica de suas projeções.⁷⁰

FIGURA 6.6: DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE PREVISTA: CRESCIMENTO REAL DO PIB DOS EUA (EM 2012) COMPARADO COM ERROS DE PREVISÃO HISTÓRICOS

Survey of Professional Forecasters, novembro de 2011



Se quisermos reduzir essas tendenciosidades — nunca conseguiremos nos livrar delas por completo —, temos duas alternativas fundamentais: adotar uma abordagem pelo lado da oferta, criando um mercado para previsões econômicas precisas, ou pelo lado da demanda, reduzindo a busca por previsões imprecisas e confiantes demais.

Robin Hanson, economista da Universidade George Mason, é defensor da alternativa pelo lado da oferta. Encontrei-me com ele para um almoço em um de seus restaurantes marroquinos preferidos no norte da Virgínia. Hanson tem cinquenta e poucos anos, mas parece muito mais novo (apesar da calvície) e é um pouco excêntrico. Pretende congelar sua cabeça por criogenia quando morrer.⁷¹ Além disso, defende um sistema chamado por ele de “futarquia”, no qual as decisões sobre questões políticas seriam tomadas pelos mercados de previsão,⁷² não pelos políticos. Certamente não tem medo de questionar o senso comum. Na verdade, Hanson mantém o blog *Overcoming Bias*, no qual pressiona os leitores a refletirem sobre

tabus, crenças ideológicas e incentivos desalinhados que poderiam impedi-los de tomar as melhores decisões.

“Acredito que a questão mais interessante é quão pouco esforço realmente investimos nas projeções, mesmo em relação a coisas que dizemos ser importantes para nós”, disse Hanson quando os pratos foram servidos.

“Nos cursos de MBA, apresenta-se uma imagem do gestor como a figura responsável pelas decisões — a figura que adota métodos científicos para tomar decisões. Ele tem planilhas e testes estatísticos e vai ponderar sobre as diversas opções. Mas, na vida real, gestão é basicamente administrar coalizões, manter o apoio para que determinado projeto não evapore. Se eles formarem uma coalizão para um projeto e, no último minuto, as projeções flutuarem, ninguém vai poder pular fora, certo?”

“Nem os acadêmicos estão interessados em coletar um histórico de projeções — não estão muito interessados em realizar projeções claras o suficiente para acertarem”, disse-me ele, mais tarde. “O que eles ganham com isso? O problema mais fundamental é que temos uma demanda por especialistas em nossa sociedade, mas, na realidade, não temos uma demanda muito grande por projeções precisas.”

A fim de abordar essa deficiência, Hanson defende os mercados de previsão — sistemas nos quais seja possível fazer apostas em determinado resultado econômico ou político; por exemplo, se Israel vai declarar guerra contra o Irã ou em quantos graus a temperatura da Terra vai aumentar por causa da mudança climática. Seu argumento é bastante simples: esses mercados garantem que haverá interesse financeiro na precisão de nossas projeções, e não buscaremos apenas um benefício para nossa reputação.

No Capítulo 11, voltaremos à ideia desses mercados de previsão; eles não são uma panaceia, especialmente se cometermos o erro de presumir que esses mercados nunca erram. Mas, como diz Hanson, podem gerar alguma melhoria pelo menos organizando todos os incentivos.

Uma das aplicações mais simples poderia ser simplesmente mercados para prever variáveis macroeconômicas como o PIB e o índice de desemprego. Já existem diversas maneiras diretas e indiretas de apostar em coisas como inflação, taxas de juros e preços de *commodities*, mas não existe um mercado relevante para o PIB.

Talvez pudesse haver um público cativo para esses mercados: nos últimos anos, surgiu uma alta correlação entre ações ordinárias e riscos macroeconômicos,⁷³ então essas ações poderiam ser um meio de nos protegermos. Tais mercados também ofereceriam informações em tempo real aos formuladores de políticas, servindo como projeções para o PIB atualizadas constantemente. O acréscimo de opções aos mercados — por exemplo, se o PIB poderá crescer 5% ou sofrer uma queda de 2% — puniria os previsores confiantes demais e geraria estimativas mais confiáveis das incertezas inerentes às projeções econômicas.

A outra solução, a abordagem pelo “lado da demanda”, é mais lenta e incremental. Significa simplesmente que precisamos ser melhores consumidores de projeções. No contexto dos prognósticos econômicos, isso poderia significar afastar os holofotes dos charlatões com modelos tipo “caixa-preta”, repletos de variedades aleatórias de indicadores antecedentes, e direcioná-los para pessoas como Jan Hatzius, que realmente sabem do que estão falando. Poderia significar também mais ênfase na natureza ruidosa dos indicadores e das projeções econômicas. Talvez as estimativas iniciais para o PIB devessem ser relatadas com margens de erro, como as pesquisas de opinião pública realizadas em época de eleições.

De forma mais ampla, significa reconhecer que a confiança que alguém expressa em uma projeção não indica necessariamente sua precisão — na verdade, essas qualidades costumam estar inversamente relacionadas. O perigo está à espreita, na economia e em outras áreas, quando desestimulamos os previsores de nos oferecerem um relato completo e explícito dos riscos inerentes ao mundo que nos cerca.

[XLIV](#) O cientista político Roger Pielke Jr., chamado a prestar consultoria na época do desastre, alertou-me para essa história.

[XLV](#) O intervalo de predição de 95%, padrão usado pelas pesquisas de opinião sobre política, é ainda maior: 9,1 pontos percentuais, o que corresponde a uma margem de erro de mais ou menos 4,6 pontos.

[XLVI](#) As variáveis essenciais enquadram-se em algumas categorias principais: crescimento (medido pelo PIB e por seus componentes), emprego, inflação, taxas de juros, salários e renda, confiança do consumidor, produção industrial, vendas e gastos do consumidor, preços de ativos (como ações e imóveis), preços de *commodities* (como futuros de petróleo) e medidas de política fiscal e orçamento do governo. Como você pode ver, já se tem bastante material com que trabalhar, então há pouca necessidade de recorrer a quatrocentas variáveis.

[XLVII](#) Isso pode se dever, em parte, ao fato de os dados econômicos anteriores à Segunda Guerra Mundial serem bastante incompletos.

[XLVIII](#) A raiz do erro quadrático médio para projeções nesses anos foi de 1,1 ponto do PIB, contra 2,3 pontos para os anos de 1968 a 1985.

UM MODELO A SEGUIR

A gripe atingia Fort Dix feito um relógio a cada janeiro. Tornara-se quase um rito de passagem. A maioria dos soldados passava o Natal em casa, espalhando-se por todos os cantos dos Estados Unidos durante as férias de inverno. Em seguida, retornavam à base, bem alimentados e descansados, mas levando consigo todos os tipos de vírus que pudessem estar circulando em suas cidades. Se a gripe estivesse em qualquer canto do país, provavelmente os acompanharia. Enquanto isso, a vida no ambiente populoso do quartel oferecia poucas oportunidades de privacidade ou isolamento dos soldados. Se alguém — qualquer um — ficasse gripado durante a estadia em casa, era muito provável que iria transmitir o vírus ao restante do pelotão. Seria difícil criar um cenário mais propício à transmissão de doenças.

Em geral, isso não era motivo para preocupação; milhares de americanos gripavam em janeiro e fevereiro todos os anos. Poucos morriam por causa disso, e homens jovens e saudáveis — como David Lewis, um soldado de dezenove anos nascido em West Ashley, Massachusetts, que havia voltado a Fort Dix naquele janeiro — raramente estavam entre as exceções. Assim, Lewis, embora mais doente do que a maioria dos recrutas e obrigado a permanecer no quartel, decidiu juntar-se aos companheiros em uma marcha de oitenta quilômetros pelas áreas pantanosas e cobertas de neve

da região central de Nova Jersey. Não estava disposto a deixar uma ligeira febre incomodá-lo: o ano era 1976, bicentenário da independência dos Estados Unidos, e o país precisava de ordem e disciplina nos tempos de incerteza depois de Watergate e do Vietnã.¹

Porém, Lewis nunca voltou para o quartel: depois de marchar vinte quilômetros, desmaiou e foi declarado morto. Uma autópsia revelou que seus pulmões estavam cheios de sangue: tivera uma pneumonia, complicação comum durante uma gripe, mas que não costuma matar jovens saudáveis como ele.

Os médicos de Fort Dix já estavam tensos por causa do vírus da gripe que circulava naquele ano. Embora alguns soldados, dentre as muitas centenas que haviam adoecido durante aquele inverno, tivessem apresentado resultado positivo no exame para a cepa da gripe A/Victoria — nome dado ao vírus comum e relativamente benigno que circulava ao redor do mundo naquele ano² —, outros, como Lewis, tiveram um tipo de gripe não identificado e, ao que parecia, muito mais grave. Amostras de seu sangue foram enviadas ao Centro de Controle de Doenças (CDC, em inglês), em Atlanta, para a realização de testes.

Duas semanas depois, o CDC revelou a identidade do misterioso agente. Não se tratava de um novo tipo de gripe, mas de algo muito mais preocupante, um fantasma do passado: o vírus H1N1, mais conhecido como gripe suína e responsável pela pior pandemia da história moderna: a gripe espanhola de 1918 a 1920, que afligiu um terço da humanidade e matou cinquenta milhões de pessoas,³ fazendo 675 mil vítimas nos Estados Unidos. Por razões ligadas à ciência e à superstição, a revelação causou calafrios na comunidade epidemiológica do país. As primeiras manifestações do surto em 1918 também haviam ocorrido na base militar de Fort Riley, no Kansas, onde os soldados estavam se preparando para participar da Primeira Guerra Mundial.⁴ Além disso, havia uma crença — com base em fracos indícios científicos — de que uma grande epidemia de

gripe se manifestava a cada dez anos mais ou menos.⁵ Elas haviam sido severas nos anos de 1938, 1947, 1957 e 1968;⁶ em 1976, o mundo parecia estar diante da próxima grande pandemia.

Seguiu-se uma série de terríveis previsões. A preocupação não era a possibilidade de um surto imediato — quando o CDC identificou a cepa do H1N1, a temporada de gripe já havia terminado. Entretanto, os cientistas temiam que fosse o prenúncio de algo muito pior para o inverno seguinte. Nunca houvera um caso, observou um médico ao jornal *New York Times*,⁷ no qual uma cepa recém-identificada da gripe não conseguira superar a concorrência e tornar-se uma hegemonia global: o fraco A/Victoria não tinha chance contra seu rival mais virulento e engenhoso. E, se o H1N1 fosse tão letal quanto a versão que se espalhou em 1918, as consequências poderiam ser devastadoras. O secretário de Saúde do presidente Gerald Ford, F. David Mathews, previu que um milhão de americanos morreriam, superando o total de óbitos em 1918.⁸

Ford se viu em uma situação difícil. A indústria de vacinas, como a indústria da moda, precisa de pelo menos seis meses para saber qual será a vacina em alta na temporada seguinte; a fórmula muda um pouco a cada ano. Se, de uma hora para outra, fosse produzida uma vacina contra o H1N1 — e, principalmente, se tivessem de produzi-la em quantidade suficiente para o país inteiro —, era preciso começar naquele exato momento. Enquanto isso, o presidente lutava para superar a percepção pública de que ele era lento e inseguro — uma impressão que se consolidava mais ainda a cada fim de semana, com sua caricatura trapalhona feita por Chevy Chase no novo sucesso da NBC, o programa *Saturday Night Live*. Portanto, Ford tomou a decisão de pedir que o Congresso autorizasse a produção de duzentos milhões de doses da vacina e ordenou a criação de um programa de vacinação em massa, o primeiro nos Estados Unidos desde que Jonas Salk desenvolveu a vacina contra a poliomielite, na década de 1950.

A imprensa retratou a vacinação em massa como negociata,⁹ porém, entre arriscar dinheiro ou vidas, Ford optou pelo lado certo. A maioria esmagadora de ambas as câmaras do Congresso aprovou seus planos a um custo de 180 milhões de dólares.¹⁰

Quando chegou o verão, contudo, havia muita incerteza em relação aos planos do governo. Embora fosse naturalmente a baixa estação da gripe nos Estados Unidos,¹¹ era inverno no hemisfério sul, período normal para a alta de gripe. E em nenhum lugar, de Auckland à Argentina, havia sinal do H1N1; ao contrário, o leve e comum A/Victoria voltara a ser a cepa dominante. De fato, os cerca de duzentos casos de H1N1 em Fort Dix continuaram sendo as únicas confirmações no mundo, e o soldado Lewis, sua única vítima fatal. Começaram a surgir críticas por toda parte: do diretor-assistente do CDC,¹² da Organização Mundial da Saúde (OMS),¹³ do prestigiado periódico britânico *The Lancet*¹⁴ e dos editoriais do *New York Times*, que já caracterizava a ameaça do H1N1 como um “alarme falso”.¹⁵ Nenhum outro país ocidental havia tomado medidas tão drásticas.

Em vez de admitir que superestimara a ameaça, o governo Ford intensificou os esforços, preparando uma série de anúncios assustadores que seriam exibidos com regularidade nos televisores dos Estados Unidos durante aquele outono.¹⁶ Um, entre eles, zombava da ingenuidade das pessoas que se recusavam a tomar a vacina: “Sou a pessoa de 55 anos mais saudável que você já viu, jogo golfe todos os fins de semana!”, dizia um homem comum e careca, para, momentos depois, aparecer em seu leito de morte. Outro anúncio apresentava uma narradora mostrando a propagação do vírus de uma pessoa para outra, sussurrando sobre o assunto como se fosse uma doença sexualmente transmissível: “A mãe de Betty passou para o taxista... E para uma das *charmosas* aeromoças... E para a amiga, Dottie, que tinha problemas cardíacos e morreu.”

Os extravagantes comerciais tinham como objetivo transmitir uma mensagem muito séria: *Tenha medo, tenha muito medo*. Os americanos

entenderam a indireta. Contudo, seu receio se manifestava tanto com relação à vacina quanto diante da doença em si. Ao longo da história do país, a ideia de o governo espetar agulhas no braço de todos sempre provocou mais do que seu quinhão comum de ansiedade, mas, dessa vez, havia uma base mais concreta para a dúvida da população. Em agosto daquele ano, sob pressão da indústria farmacêutica, o Congresso e a Casa Branca haviam concordado em isentar as empresas de responsabilidade legal em caso de defeitos de fabricação. A medida foi interpretada como um voto de desconfiança; deu-se a entender que a vacina seria lançada de maneira apressada e sem tempo suficiente para a realização de testes. Pesquisas durante aquele verão mostraram que apenas cerca de 50% dos americanos planejavam ser vacinados, bem abaixo da meta governamental de 80%.¹⁷

O alvoroço só atingiu seu ápice em outubro, quando teve início o programa de vacinação. No dia 11, surgiu, em Pittsburgh, um relato de que três cidadãos idosos haviam morrido logo após receberem a vacina, assim como dois idosos em Oklahoma e mais um em Fort Lauderdale.¹⁸ Não havia provas de que as mortes estivessem associadas à vacina — afinal, idosos morrem todos os dias.¹⁹ Mas, entre a ansiedade quanto à vacinação proposta pelo governo e a interpretação dúbia da mídia sobre as estatísticas,²⁰ qualquer morte de alguém que tivesse tomado a vacina seria transformada em motivo de preocupação. Nem mesmo Walter Cronkite, o homem mais confiável dos Estados Unidos — que havia abandonado sua austeridade característica para repreender a mídia pela manipulação sensacionalista da história —, conseguia acalmar o público. Pittsburgh e muitas outras cidades fecharam suas clínicas.²¹

No final do outono, surgiu um problema bem mais grave. Cerca de quinhentos pacientes, depois de tomar a vacina, começaram a apresentar os sintomas de uma rara doença neurológica conhecida como síndrome de Guillain-Barré, que é autoimune e pode causar paralisia. Dessa vez, os

indícios estatísticos eram bem mais convincentes: a incidência habitual da síndrome na população geral é de apenas um caso em dez milhões de pessoas.²² Por outro lado, a ocorrência na população vacinada foi dez vezes maior: quinhentos casos entre os quase cinquenta milhões de pessoas que haviam tomado a vacina. Embora os cientistas não estivessem certos do motivo pelo qual as vacinas estavam causando a síndrome de Guillain-Barré, um culpado plausível eram os defeitos de fabricação desencadeados pela produção apressada,²³ e a comunidade médica chegou a um consenso:²⁴ o programa de vacinação deveria ser encerrado, o que o governo, por fim, fez em 16 de dezembro.

No final, o surto de H1N1 em Fort Dix estava isolado e nunca houve outro caso confirmado em qualquer parte do país.²⁵ Enquanto isso, as mortes relacionadas à gripe provocada pela cepa A/Victoria estavam um pouco abaixo da média no inverno de 1976-1977.²⁶ Foi muito barulho por nada.

O fiasco da gripe suína, como a situação logo foi apelidada, representou um desastre em todos os níveis para o presidente Ford, que em novembro daquele ano perdeu a corrida presidencial para o democrata Jimmy Carter.²⁷ A indústria farmacêutica foi isentada de qualquer responsabilidade legal, deixando mais de 2,6 bilhões de dólares em pedidos de indenização²⁸ contra o governo dos Estados Unidos. Parecia que todos os jornais locais publicaram uma matéria sobre a pobre garçonete ou professora que tinha cumprido seu dever, recebido a vacina e contraído a síndrome de Guillain-Barré. Depois de alguns anos, o número de americanos dispostos a tomar a vacina da gripe diminuiu para cerca de um milhão,²⁹ colocando o país em grande perigo caso uma cepa perigosa o atingisse em 1978 ou 1979.³⁰

A forma como Ford lidou com o vírus H1N1 foi irresponsável em diversas frentes. Ao invocar a probabilidade de uma pandemia nos moldes da ocorrida em 1918, ele contrariou os conselhos de especialistas, que, na

época, acreditavam que as chances de tal resultado negativo não seriam superiores a 35% e que, talvez, fossem tão baixas quanto 2%.³¹

Mesmo assim, não estava claro o que havia feito o H1N1 desaparecer da mesma maneira repentina como surgiu. E as previsões se saíram pouco melhores quando o vírus voltasse, 33 anos depois. Inicialmente, os cientistas não detectaram o reaparecimento do H1N1 em 2009. Mais tarde, superestimaram de forma substancial a ameaça que o vírus poderia representar.

Uma sequência do fiasco da gripe suína?

O vírus da influenza é perpetuado por aves — principalmente aves selvagens marítimas, como albatrozes, gaivotas, patos, cisnes e gansos, que levam os genes do vírus de um continente para outro, mas quase nunca sofrem com a doença. Eles a transmitem para espécies variadas, em especial porcos e aves domesticadas, como galinhas,³² que podem ficar doentes por causa da gripe, mas, em geral, lidam bem com o vírus, a ponto de sobreviver e, então, transmiti-lo aos seus criadores humanos. Os porcos são ainda melhores nesse quesito, pois são receptivos aos vírus humanos e aviários, assim como aos seus próprios, servindo como hospedeiros para cepas diferentes do vírus se misturarem e, juntas, sofrerem mutações.³³

A incubadora perfeita para o vírus da gripe suína, portanto, seria uma região em que estas três condições estivessem presentes:

1. Um lugar onde humanos e porcos vivam em proximidade — ou seja, onde carne de porco seja um produto importante na alimentação.
2. Um lugar próximo ao oceano, onde porcos e aves marítimas possam se misturar.
3. E, provavelmente, um lugar nos países em desenvolvimento, onde a pobreza gere níveis mais baixos de higiene e de

saneamento, permitindo que vírus em animais sejam transmitidos aos humanos com mais facilidade.

Essa mistura descreve de forma quase perfeita as condições encontradas em países do Sudeste Asiático, como China, Indonésia, Tailândia e Vietnã (o primeiro, sozinho, abriga cerca de metade dos porcos existentes no mundo).³⁴ São nesses locais onde muitas vezes se origina a gripe, tanto as cepas anuais quanto as variedades mais incomuns que podem se tornar pandemias globais,^{XLIX} constituindo o principal objeto de atenção da comunidade médica, em especial nos últimos anos, devido ao medo de surgir outra cepa do vírus. O H5N1, mais conhecido como gripe aviária, ferve há anos no leste da Ásia e poderia ser extremamente mortífero se sofresse uma mutação indesejada.

Tais circunstâncias, porém, não ocorrem somente na Ásia. O estado mexicano de Veracruz, por exemplo, oferece as mesmas férteis condições para a gripe. O litoral é parte do golfo do México, e o país em desenvolvimento tem uma forte tradição culinária envolvendo carne de porco.³⁵ Foi em Veracruz — onde poucos cientistas procuravam a gripe³⁶ — que começou o surto de H1N1 em 2009.³⁷

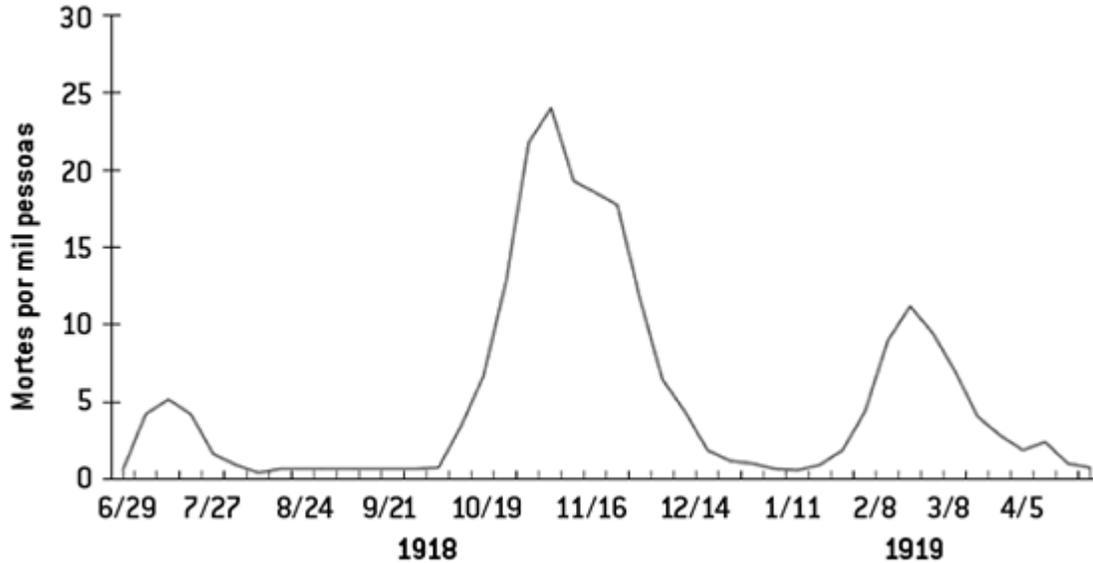
No fim de abril do mesmo ano, os cientistas foram bombardeados com estatísticas alarmantes sobre a gripe suína em Veracruz e em outras partes do México. Houve relatos de cerca de 1.900 casos de H1N1 no país e de aproximadamente 150 mortes. A razão entre esses fatores é conhecida como taxa de letalidade e, ao que parece, estava muito alta no México — calculava-se que mais ou menos 8% das pessoas que contraíram a gripe morriam em decorrência da doença, uma taxa superior à causada pela epidemia da gripe espanhola.³⁸ Além disso, muitos mortos eram adultos relativamente jovens e saudáveis, outra característica de surtos severos. E o vírus era muito hábil em se reproduzir: já havia casos detectados em Israel, Canadá, Espanha, Peru, Reino Unido, Nova Zelândia, Alemanha, Holanda, Suíça e Irlanda, além de México e Estados Unidos.³⁹

De uma hora para a outra, o H1N1 — e não o H5N1 — parecia ser o supervírus que os cientistas sempre haviam temido. A capital mexicana foi paralisada; países europeus alertaram seus cidadãos a não viajar ao México ou aos Estados Unidos. Hong Kong e Cingapura, notórios por seu nervosismo com relação a pandemias de gripe, viram seus mercados de ações despencarem.⁴⁰

As preocupações iniciais logo diminuíram. A gripe suína, de fato, havia se espalhado com grande rapidez nos Estados Unidos — de vinte casos confirmados, em 26 de abril, para 2.618, quinze dias depois —,⁴¹ mas muitos casos, em geral, foram brandos, com apenas três mortes confirmadas: uma taxa de letalidade comparável à estabelecida pela gripe sazonal. Apenas uma semana depois de a gripe suína sugerir um imenso potencial destrutivo, o CDC recomendou a reabertura das escolas.

No entanto, a doença continuou a se espalhar pelo mundo, e, em junho de 2009, a OMS classificou-a como uma pandemia de nível 6, sua classificação mais alta. Os cientistas temiam que ela pudesse acompanhar a progressão da gripe espanhola de 1918, que fora bastante branda a princípio, mas que voltara muito mais mortífera em sua segunda e terceira ondas (ver Figura 7.1). Em agosto, o clima voltou a ser pessimista, e as autoridades americanas descreveram um “cenário plausível” no qual metade da população poderia ser infectada pela gripe suína e noventa mil americanos poderiam morrer.⁴²

FIGURA 7.1: TAXA DE MORTALIDADE PELO SURTO DE H1N1 EM 1918-1919



No entanto, essas previsões também se mostraram infundadas. O governo relatou, por fim, que um total de cerca de 55 milhões de americanos foi infectado pelo H1N1 em 2009 — mais ou menos um sexto da população do país, e não a metade — e que onze mil morreram.⁴³ Em vez de ser uma cepa excepcionalmente grave do vírus, o H1N1 acabou sendo mais brando do que o esperado, com uma taxa de letalidade de apenas 0,02%. Na verdade, o número de vítimas fatais foi um pouco *menor* durante a gripe de 2009-2010 do que em uma temporada comum.⁴⁴ Não se tratou do constrangimento épico de 1976, mas houve falhas de previsão do começo ao fim.

Não há garantias de que as previsões sobre a gripe serão mais eficazes nas próximas vezes. Na verdade, essa e outras doenças infecciosas têm diversas propriedades que tornam sua previsão muito difícil.

Os perigos da extrapolação

Geralmente, a extrapolação é um método de previsão básico até demais. De maneira simplificada, envolve supor que uma tendência atual

continuará indefinidamente no futuro. Algumas das falhas de previsão mais conhecidas resultaram da aplicação desse pressuposto de forma muito liberal.

Na virada do século XX, por exemplo, muitos urbanistas estavam preocupados com o aumento do uso de carruagens puxadas por cavalos e com seu principal poluente: o estrume. Muito entendido no assunto, um redator do jornal londrino *Times* previu, em 1894, que todas as ruas de Londres estariam enterradas em três metros do material até a década de 1940.⁴⁵ Cerca de dez anos depois, felizmente, Henry Ford começou a produzir seus protótipos do Modelo T, e evitou-se essa crise.

A extrapolação também foi culpada por diversas previsões fracassadas sobre o crescimento da população mundial. A primeira tentativa séria talvez tenha sido feita por um economista inglês, Sir William Petty, em 1682.⁴⁶ Na época, não havia estatísticas populacionais amplamente disponíveis, então Petty realizou um trabalho árduo e inovador para deduzir, de forma correta, que a taxa de crescimento da população humana fora bastante lenta no século XVII. De modo incorreto, porém, deduziu que as coisas sempre continuariam daquela maneira, e suas previsões sugeriam que a população mundial seria de pouco mais de setecentos milhões de pessoas em 2012.⁴⁷ Um século mais tarde, com a Revolução Industrial, a população começou a crescer a um ritmo muito mais acelerado. A população mundial real, que ultrapassava sete bilhões no final de 2011,⁴⁸ é cerca de dez vezes maior do que o número previsto por Petty.

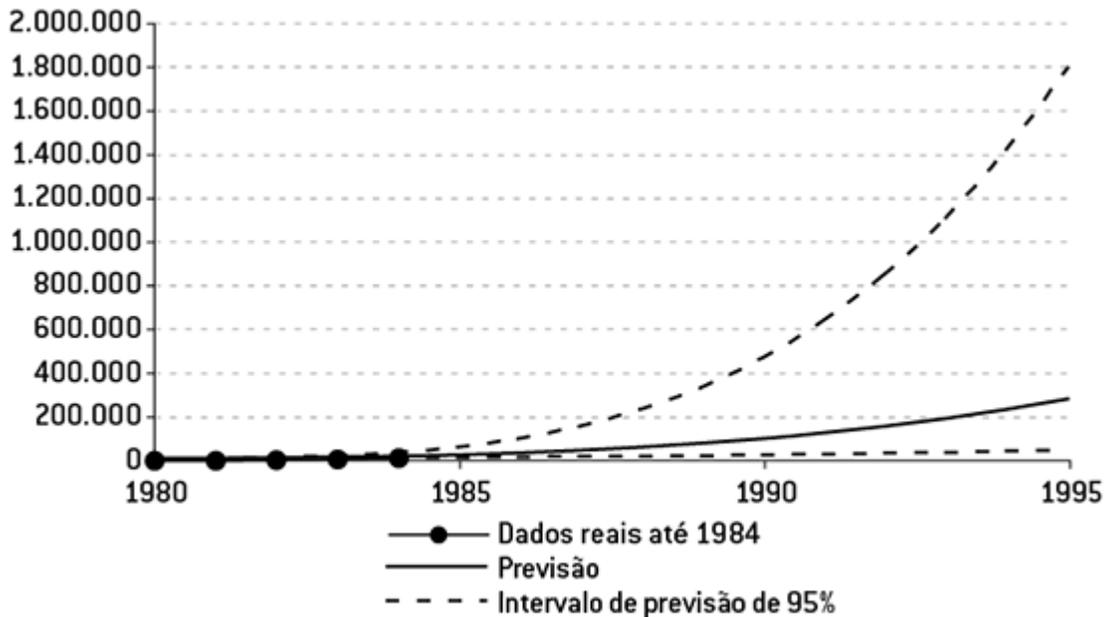
O controverso livro *The Population Bomb* [A bomba populacional], de autoria do biólogo da Universidade de Stanford Paul R. Ehrlich e de sua esposa, Anne Ehrlich, publicado em 1968, cometeu o erro oposto, prevendo que centenas de milhões de pessoas morreriam de fome durante a década de 1970.⁴⁹ Foram vários os motivos dessa falha, inclusive uma tendência do casal a se concentrar em cenários apocalípticos para chamar

atenção para sua causa. Mas um problema importante foi partirem do pressuposto de que as taxas recordes de fertilidade da era do amor livre durante a década de 1960 continuariam de forma indefinida, o que significa que haveria mais e mais bocas famintas para alimentar.⁴ “Quando escrevi *The Population Bomb*, acreditava que nossos interesses por sexo e filhos eram tão fortes que seria difícil mudar o tamanho da família”, disse-me Paul Ehrlich durante uma breve entrevista. “Descobrimos que, se tratarmos as mulheres de maneira decente e se dermos a elas oportunidades de trabalho, a taxa de fertilidade diminuirá.” Outros estudiosos, que não haviam feito tais suposições simplistas, perceberam esse fator na época; as projeções populacionais divulgadas pela ONU nas décadas de 1960 e 1970 em geral se saíam bem ao prever como estaria a população dali a trinta ou quarenta anos.⁵⁰

A extrapolação tende a causar seus maiores problemas em áreas — como o crescimento populacional e as doenças — nas quais a quantidade que se quer estudar cresce de forma exponencial. No início da década de 1980, o número de casos de aids diagnosticados nos Estados Unidos crescia dessa forma:⁵¹ havia 99 casos em 1980, 434 casos em 1981 e, por fim, 11.148 casos em 1984. Podemos expor esses valores em um gráfico, como fizeram alguns estudiosos na época,⁵² e tentar extrapolar o padrão, o que levaria a 270 mil casos de aids diagnosticados nos Estados Unidos até 1995. A previsão não seria muito boa; infelizmente, foi muito baixa. O número real foi de cerca de 560 mil até o mesmo ano, mais do que o dobro.

No entanto, talvez o maior problema, do ponto de vista estatístico, seja o fato de que, para início de conversa, é impossível fazer previsões precisas quando se extrapola em uma escala exponencial. Uma versão⁵³ bem aplicada desse método, que considerasse sua margem de erro, teria sugerido que poderia haver de 35 mil a 1,8 milhão de casos de aids diagnosticados em 1995. Uma gama tão grande não pode prover muita informação para previsões.

FIGURA 7.2: CASOS DE AIDS DIAGNOSTICADOS NOS ESTADOS UNIDOS: NÚMEROS REAIS ATÉ 1984 E PREVISÕES EXTRAPOLADAS ATÉ 1995



Por que as previsões para a gripe falharam em 2009

Porém, quando um surto de gripe é detectado, os métodos estatísticos utilizados pelos epidemiologistas não são tão simples quanto os exemplos anteriores; eles ainda enfrentam o desafio de fazer extrapolações a partir de um pequeno número de dados duvidosos.

Uma das variáveis mais úteis para prever a propagação de uma doença é chamada número básico de reprodução. Conhecido como R_0 , mede a quantidade de pessoas saudáveis que podem pegar a doença por meio de um único indivíduo infectado. Um R_0 de quatro, por exemplo, significa que — na ausência de vacinas ou outras medidas de prevenção — alguém que contrai uma doença pode vir a transmiti-la para outras quatro pessoas antes de se recuperar (ou morrer).

Em teoria, qualquer doença com R_0 maior do que um acabará se espalhando por toda a população na ausência de vacinas ou quarentenas.

Entretanto, os números às vezes são muito maiores: o R_0 era cerca de três para a gripe espanhola, seis para a varíola e quinze para o sarampo. E talvez chegue a três dígitos no que diz respeito à malária, uma das doenças mais letais da história da civilização, que ainda hoje é responsável por cerca de 10% de todas as mortes em algumas partes do mundo.⁵⁴

FIGURA 7.3: ESTIMATIVAS MEDIANAS DE R_0 PARA DIVERSAS DOENÇAS⁵⁵

Malária	150
Sarampo	15
Varíola	6
HIV/aids	3,5
Síndrome respiratória aguda grave (SARS)	3,5
H1N1 (1918)	3
Ebola (1995)	1,8
H1N1 (2009)	1,5
Gripe sazonal	1,3

O problema é que, na maioria das vezes, estimativas confiáveis de R_0 só podem ser formuladas muito depois de a doença ter se espalhado por uma comunidade, quando há tempo suficiente para realizar uma análise minuciosa das estatísticas. Sendo assim, os epidemiologistas são forçados a extrapolar com base em alguns dados iniciais. No início, pode ser igualmente difícil medir com exatidão a taxa de letalidade, outro índice fundamental. É um ardil 22: uma doença não pode ser prevista com precisão sem essa informação, mas, em geral, estimativas confiáveis só estão disponíveis quando o mal começa a desaparecer.

Sendo assim, os primeiros dados sobre o aparecimento de uma doença infecciosa são mal informados. Por exemplo, os números que citei para os primeiros diagnósticos de aids nos Estados Unidos só estavam disponíveis anos depois do ocorrido. Mesmo a atualização dessas estatísticas não fez

um bom trabalho de previsão. No entanto, se fôssemos confiar nos dados acessíveis aos cientistas na época,⁵⁶ o resultado teria sido ainda pior, porque a aids, em seus primeiros anos, era mal compreendida e muito estigmatizada entre os pacientes e, às vezes, também entre os médicos.⁵⁷ Várias síndromes desconhecidas, com sintomas semelhantes aos da aids, não foram diagnosticadas ou foram mal diagnosticadas — ou, ainda, as infecções oportunistas que a aids pode causar foram confundidas com a principal causa da morte. Somente anos mais tarde, quando se começou a reabrir antigos históricos, os médicos chegaram perto de desenvolver boas estimativas para o predomínio da aids em seus primórdios.

Dados imprecisos também foram responsáveis por algumas previsões fracassadas sobre a gripe suína em 2009. Ao que parece, a taxa de letalidade do H1N1 era muito alta no México naquele ano, mas foi bem baixa nos Estados Unidos. Embora parte desse fenômeno tenha a ver com as diferenças no grau de eficácia da assistência médica de cada país, muito da discrepância era uma ilusão estatística.

A taxa de letalidade se constitui por uma relação simples: o número de fatalidades dividido pelo total de casos verificados de uma doença. Porém, há incertezas em ambas as partes da equação. Por um lado, houve certa tendência, no México, a atribuir ao H1N1 mortes relacionadas a outros tipos de gripe ou a outras doenças. Exames laboratoriais revelaram que apenas um quarto das mortes supostamente ligadas ao H1N1 apresentava de fato sinais inconfundíveis da doença. Por outro lado, muitas notificações eram atenuadas, provavelmente para influir na ordem de grandeza do total de casos de H1N1. Países em desenvolvimento, como o México, não dispõem dos sofisticados sistemas de comunicação existentes nos Estados Unidos nem da tradição de ir ao médico ao primeiro sinal de enfermidade;⁵⁸ a propagação veloz da doença nos Estados Unidos sugere que podem ter ocorrido milhares, talvez até dezenas de milhares, de casos brandos da gripe no México que nunca chegaram ao conhecimento das autoridades.

Na verdade, o H1N1 pode ter circulado nas partes sul e central do México durante meses antes de chamar a atenção da comunidade médica (especialmente porque os cientistas estavam ocupados procurando a gripe aviária na Ásia). Relatos de uma doença respiratória na pequena cidade de La Gloria, em Veracruz, onde a maior parte da população ficou doente, surgiram no começo de março de 2009, mas as autoridades mexicanas acreditaram a princípio que fosse causada por uma cepa mais comum do vírus chamada H3N2.⁵⁹

Por outro lado, a gripe suína foi objeto de especulação obsessiva da mídia desde o momento em que entrou nos Estados Unidos. Poucos casos passariam despercebidos. Com esses padrões mais rígidos de notificação, a taxa de letalidade entre os americanos era razoavelmente confiável e descartava os piores cenários, mas era tarde demais para desfazer algumas das previsões alarmantes divulgadas ao público.

Previsões autorrealizáveis e autocanceláveis

Em muitos casos que envolvem atividades humanas, o próprio ato de prever pode alterar o comportamento das pessoas. Às vezes, tal qual na economia, essas mudanças podem afetar o resultado da própria previsão, seja para anulação ou otimização. As projeções relacionadas à gripe e a outras doenças infecciosas são afetadas por ambos os lados desse problema.

Um prognóstico que consegue se realizar por conta própria é chamado de previsão autorrealizável ou profecia autorrealizável. Isso pode acontecer com a divulgação de uma pesquisa eleitoral em uma disputa com muitos candidatos, como no primeiro turno de uma eleição presidencial. Nesses casos, os eleitores podem se comportar taticamente, querendo apoiar um candidato que tem mais chances de ganhar, em vez de desperdiçar seu voto; e uma pesquisa bem divulgada é, muitas vezes, a melhor indicação da possibilidade de vitória de um candidato. Nos Estados Unidos, nos estágios finais da corrida republicana em Iowa, em 2012, por exemplo, a

CNN divulgou uma sondagem que mostrava Rick Santorum subindo para 16% das intenções de voto, quando antes tinha cerca de 10%.⁶⁰ A pesquisa parecia um caso isolado — outras pesquisas não mostravam essa mudança até a divulgação da CNN.⁶¹ No entanto, o resultado rendeu a Santorum ampla cobertura favorável na mídia, e alguns eleitores passaram a torcer por ele, deixando de lado candidatos com ideologia semelhante, como Michele Bachmann e Rick Perry. Em pouco tempo, a pesquisa cumpriu seu destino: Santorum ganhou em Iowa enquanto Bachmann e Perry terminaram bem longe da vitória.

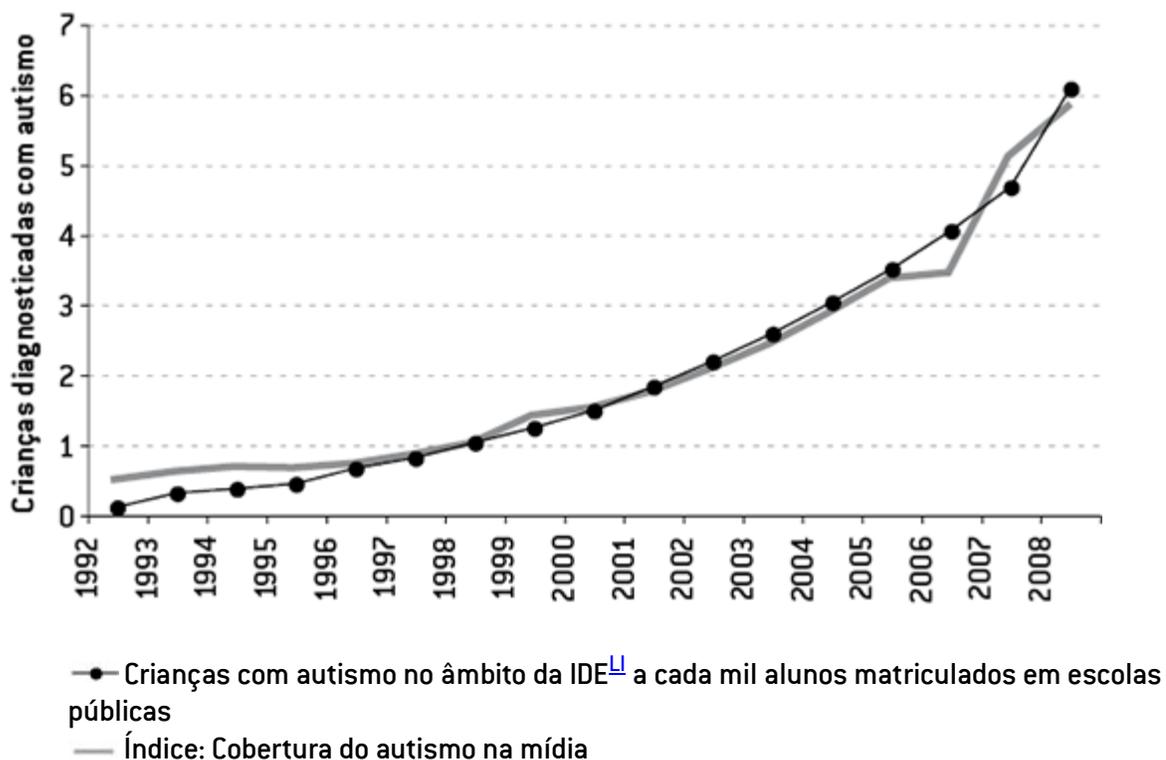
Exemplos mais sutis envolvem campos como design e entretenimento, nos quais as empresas competem entre si, de muitas maneiras, para prever o gosto do consumidor — mas também têm capacidade de influenciar por meio de jogadas de marketing inteligentes. Na moda, existem até pequenas empresas para prever quais cores serão populares na estação seguinte,⁶² o que precisa ser feito com mais ou menos um ano de antecedência, dado o tempo necessário de planejamento para lançar uma coleção. Se um grupo de estilistas influentes chega à conclusão de que marrom será a cor em alta no ano seguinte e fabrica várias roupas marrons, contrata modelos e celebridades para vestirem roupas marrons e exhibe em lojas, vitrines e catálogos muitas peças marrons, o público pode começar a agir de acordo com a tendência. Mas estão reagindo mais à publicidade dessa cor do que expressando uma profunda preferência subjacente por ela. O estilista pode parecer um “sábio” por ter “previsto” a cor da moda, porém, se tivesse escolhido preto, branco ou lilás, o mesmo processo poderia acontecer.⁶³

Doenças e outros problemas de saúde também podem ter essa propriedade autorrealizável. Quando problemas de saúde são amplamente discutidos na mídia, as pessoas ficam mais propensas a identificar seus sintomas e os médicos, a diagnosticá-los (ou a diagnosticá-los de forma incorreta). O exemplo mais conhecido desse fenômeno, nos últimos anos, é o autismo. Se compararmos o número de crianças diagnosticadas como

autistas⁶⁴ com a frequência com que o termo *autismo* é usado em jornais americanos,⁶⁵ veremos que há uma correspondência quase perfeita de um para um (ver Figura 7.4): ambos aumentaram de maneira significativa nos últimos anos. O autismo, ainda que não seja considerado uma doença, apresenta paralelos com determinados temas, como a gripe.

“Estamos vendo um processo fascinante. Em casos de doenças que não possuem qualquer mecanismo causal, os noticiários precipitam o aumento das notificações”, disse-me o Dr. Alex Ozonoff, da Escola de Saúde Pública de Harvard. Ozonoff tem formação em matemática pura e é versado em muitos campos orientados por dados, mas atualmente concentra-se em aplicar rigorosas análises estatísticas à gripe e a outras doenças infecciosas. “O que descobrimos, muitas vezes, é que, quanto mais um problema de saúde estiver na mente das pessoas e quanto mais for discutido, mais perto suas notificações chegarão de 100% dos casos.”

FIGURA 7.4: AUTISMO: COBERTURA DA MÍDIA E DIAGNÓSTICO ENTRE 1992 E 2008



Ozonoff acredita que esse fenômeno pode ser responsável, em parte, pela velocidade com que a gripe suína pareceu se espalhar pelos Estados Unidos em 2009. A doença se disseminou com rapidez, mas parte do acentuado aumento estatístico pode ter vindo de pessoas que notificaram aos médicos sintomas que, de outro modo, teriam ignorado.

Se os médicos quiserem fazer estimativas sobre o ritmo em que uma doença se espalha na população, o número de casos *publicamente notificados* pode gerar resultados falhos. A situação pode ser comparada à notificação de crimes: um número elevado de roubos registrados em um bairro é consequência de policiais mais vigilantes, que detectam crimes que antes não conseguiriam, ou da facilidade de registrá-los?^{LII} Ou, ainda, de o bairro estar se tornando mais perigoso? Esses problemas são bastante incômodos para qualquer um que se proponha a fazer previsões sobre a gripe em seus estágios iniciais.

Previsões autocanceláveis

Uma previsão autocancelável representa justamente o contrário: um caso em que a previsão tende a minar a si mesma. Um exemplo interessante são os sistemas de navegação GPS, que vêm se tornando cada vez mais comuns. Duas estradas principais ligam o norte ao sul de Manhattan: a West Side Highway, localizada à beira do rio Hudson, e a via FDR, no lado leste da ilha. Dependendo do destino, o motorista pode não ter preferência entre as duas. No entanto, o sistema GPS dirá que estrada pegar dependendo do trânsito — ou seja, fará uma previsão de qual opção será mais rápida. O problema acontece quando muitos outros motoristas utilizam os mesmos sistemas de navegação: de uma hora para outra, a estrada fica lotada, e o trajeto “mais rápido” torna-se o mais lento. Já existem alguns indícios teóricos⁶⁶ e empíricos⁶⁷ de que isso se tornou um

problema em certas vias muito utilizadas de Nova York, Boston e Londres e de que esses sistemas podem, às vezes, ser contraproducentes.

Essa característica autodestrutiva também pode dificultar a precisão de previsões sobre a gripe porque seu objetivo é, em parte, aumentar a consciência pública sobre a doença e, portanto, mudar o comportamento da população. A previsão mais eficaz sobre a gripe pode *não* se concretizar porque motiva as pessoas a adotarem um comportamento mais saudável.

Simplicidade sem sofisticação

A cientista finlandesa Hanna Kokko liga o desenvolvimento de um modelo estatístico ou preditivo ao ato de desenhar um mapa,⁶⁸ que precisa conter detalhes suficientes para ser útil e representar a paisagem subjacente com honestidade — você não vai querer deixar de fora grandes cidades, rios proeminentes, cordilheiras ou estradas principais. Contudo, o excesso de detalhes pode ser muito ruim ao viajante, levando-o a se perder. Como vimos no Capítulo 5, esses problemas não são apenas estéticos. Modelos que são complicados sem necessidade podem servir mais ao ruído do que ao sinal, fazendo um trabalho ruim ao reproduzir a estrutura subjacente e piorando as previsões.

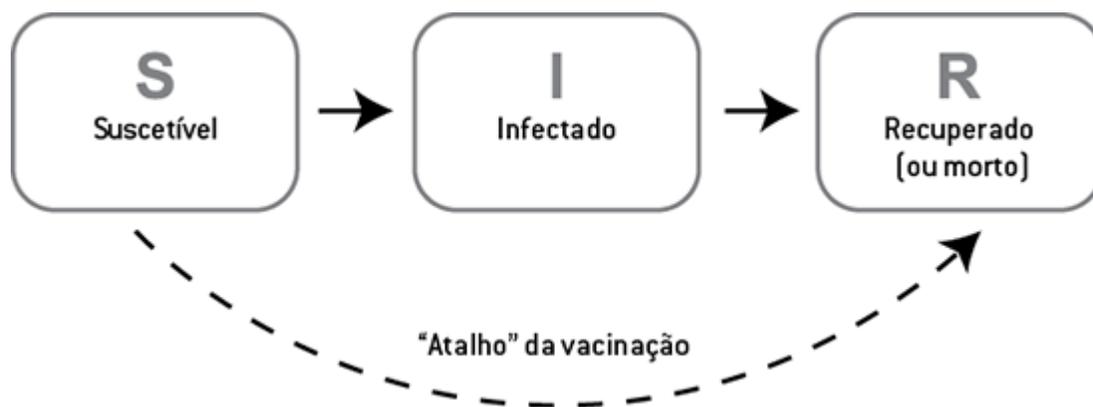
Mas como definir a quantidade de detalhes? Cartografia requer uma vida inteira dedicada a dominar e combinar elementos artísticos e científicos. Talvez seja ir longe demais descrever o desenvolvimento de determinado modelo como uma forma de arte, mas, de fato, demanda muito bom senso.

No entanto, o ideal seria que perguntas como as feitas por Kokko pudessem ser respondidas empiricamente. O modelo funciona? Se não, talvez seja hora de experimentar um nível diferente de resolução. Na epidemiologia, os modelos tradicionais utilizados pelos médicos são bastante simples e não estão funcionando tão bem.

O tratamento matemático mais básico para doenças infecciosas chama-se modelo SIR (ver Figura 7.5). Formulado em 1927,⁶⁹ propõe que existem

três “compartimentos” nos quais qualquer pessoa pode estar em qualquer momento: S significa estar suscetível a uma doença; I, ser infectado por ela; e R, recuperar-se. No caso de doenças simples como a gripe, o movimento de um compartimento para outro ocorre em uma única direção: de S para I e para R. Nesse modelo, a vacinação serve basicamente como um atalho,^{LIII} permitindo que a pessoa progrida de S para R sem adoecer. A matemática por trás desse pensamento é, de certa forma, simples, resumindo-se a um punhado de equações diferenciais que podem ser resolvidas em alguns segundos em um laptop.

FIGURA 7.5: ESQUEMA DO MODELO SIR



O problema é que, para funcionar de forma adequada, o modelo requer uma série de pressupostos, alguns pouco realistas na prática. Em particular, o modelo supõe que todos em determinada população se comportam da mesma maneira: são igualmente suscetíveis a uma doença, propensos à vacinação, e se misturam uns com os outros de modo aleatório. Não há linhas divisórias de raça, gênero, idade, religião, orientação sexual ou credo: todos se comportam mais ou menos da mesma forma.

Um paradoxo do HIV em São Francisco

É mais fácil ver por que esses pressupostos são falhos quando aplicados a algo como uma doença sexualmente transmissível.

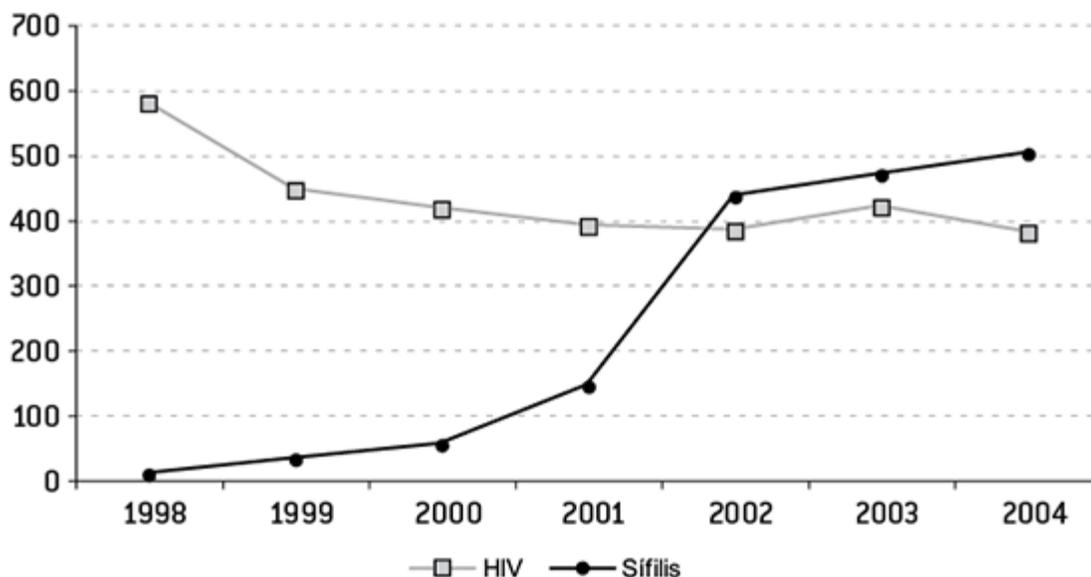
O fim da década de 1990 e o começo dos anos 2000 foram acompanhados por um aumento acentuado do sexo sem proteção entre a comunidade gay de São Francisco,⁷⁰ que foi devastada pela pandemia de HIV/aids duas décadas antes. Alguns pesquisadores culpavam o aumento do uso de drogas, principalmente cristal de metanfetamina, que, em geral, é associado a um comportamento sexual mais arriscado. Outros citaram a crescente eficácia da terapia antirretroviral — coquetéis de medicamentos que podem estender o tempo de vida dos pacientes com HIV por anos ou décadas: homens gays já não viam esse diagnóstico como uma sentença de morte. Contudo, outras teorias se concentravam em padrões entre gerações: a São Francisco da década de 1980, quando a epidemia de aids estava em seu auge, começava a parecer antiga demais para uma nova geração de homens gays.⁷¹

A única coisa sobre a qual os especialistas concordavam era que, junto com a prática de sexo sem proteção, era provável que crescessem as taxas de infecção pelo HIV.⁷²

Não foi o que aconteceu. Os índices de outras DSTs aumentaram: o número de novos diagnósticos de sífilis entre homens que fazem sexo com homens (HSH)⁷³ — doença que havia sido quase erradicada em São Francisco na década de 1990 — cresceu substancialmente de nove casos, em 1998, para 502 casos, em 2004.⁷⁴ As taxas de gonorreia também aumentaram. De forma paradoxal, no entanto, a quantidade de novos casos de HIV não aumentou. Em 2004, quando a sífilis atingiu seu maior nível em anos, o número de diagnósticos de HIV caiu para sua menor taxa desde o começo da epidemia de aids. Isso fazia pouco sentido para os pesquisadores: as estatísticas de sífilis e de HIV são, em geral, fortemente correlacionadas, e existe entre elas uma relação causal, já que ter uma das doenças torna a pessoa mais vulnerável a adquirir a outra.⁷⁵

A solução para o paradoxo parece ser, agora, que os homens gays se tornaram cada vez mais eficazes na escolha de parceiros em função do estado sorológico — ou seja, escolhiam aqueles cuja condição (soropositivo ou não) fosse igual à sua. Como eram capazes de fazer essa separação é ainda tema de controvérsias, mas a prática foi documentada em estudos comportamentais detalhados realizados em São Francisco,⁷⁶ Sydney,⁷⁷ Londres e outras cidades com numerosas populações gays. Talvez fosse um efeito positivo das campanhas de saúde pública — algumas das quais, com medo da “fadiga da camisinha”, concentravam-se na noção de “segurança negociada”. Talvez a internet, que, de certa forma, substituiu o bar gay como local preferido para a escolha de parceiros, tenha normas diferentes, pois muitos homens colocam seu status em relação ao HIV em seus perfis. Além disso, talvez seja mais fácil fazer perguntas difíceis (e obter respostas sinceras) na privacidade do lar do que em meio ao barulho da pista de dança.⁷⁸

FIGURA 7.6: NOVOS DIAGNÓSTICOS DE HIV E SÍFILIS ENTRE HOMENS GAYS (HSH) EM SÃO FRANCISCO DE 1998 A 2004



Qualquer que seja a razão, ficou claro que esse tipo de comportamento específico e localizado estava confundindo os modelos mais simples de doenças — e, felizmente, estavam superestimando os diagnósticos de HIV. Modelos de compartimentos, como o SIR, partem do pressuposto de que todos os indivíduos têm a mesma taxa de suscetibilidade a uma doença, o que não funciona tão bem para doenças que exigem formas mais íntimas de contato ou nas quais os níveis de risco são assimétricos em diferentes subpopulações. Ninguém entra em um supermercado e volta para casa infectado pelo HIV.

Como os modelos falharam em Fort Dix

Mesmo no caso de doenças mais simples, no entanto, os modelos de compartimentos falharam, às vezes, por causa de pressupostos vagos. Consideremos o sarampo, por exemplo. Essa é a primeira doença que a maioria dos epidemiologistas estuda no doutorado porque é a mais fácil. “O sarampo é o sistema modelo das doenças infecciosas”, afirmou Marc Lipsitch, colega de Ozonoff em Harvard. “Não dá margem a ambiguidade. Você pode fazer um exame de sangue, só há uma cepa, e todos que têm a doença são sintomáticos. Quem tem sarampo uma vez não volta a contraí-lo.” Se há uma doença com a qual os modelos SIR são capazes de lidar é o sarampo.

Mas, na década de 1980 e no começo dos anos 1990, houve uma série de surtos graves e incomuns de sarampo em Chicago, que os epidemiologistas tiveram dificuldade para prever. Os modelos tradicionais sugeriam que uma quantidade suficiente de moradores da cidade estava vacinada, então a população alcançou uma condição conhecida como “imunidade de grupo” — o equivalente biológico a um *firewall* na informática; logo, a doença tem poucas oportunidades para se disseminar e morre. Em alguns anos, durante a década de 1980, no entanto, cerca de mil moradores de Chicago — a maioria crianças pequenas — contraíram sarampo; o

problema era tão assustador que as autoridades da cidade ordenaram que enfermeiras batessem de porta em porta para aplicar vacinas.⁷⁹

O Dr. Robert Daum, pediatra e especialista em doenças infecciosas, que trabalha em hospitais da Universidade de Chicago, estudou a fundo esses surtos de sarampo. Daum é doutor em medicina, tem uma voz encorpada, é barbudo e possui um apurado senso de humor. Quando fui visitá-lo, e a dois outros colegas seus, em Chicago, ele voltara havia pouco tempo do Haiti, onde prestara ajuda humanitária depois do terremoto de 2010.

Chicago, onde morei durante treze anos, é uma cidade famosa pelo bairrismo: é altamente segregada, com pouca miscigenação e rara interação social e econômica entre seus habitantes. Daum descobriu que os bairros também diferiam quanto à propensão à vacinação: os moradores dos locais mais pobres, com predominância de negros, na parte sul de Chicago, eram menos inclinados a vacinar seus filhos com a tríplice viral. E essas crianças não vacinadas iam à escola e brincavam juntas, tossindo e espirrando umas nas outras. Portanto, violavam um pressuposto do modelo SIR, a mistura aleatória, que supõe que dois membros de uma população são igualmente propensos a entrar em contato um com o outro. E estavam espalhando o sarampo.

Esse fenômeno de mistura não aleatória também pode ser o culpado pelo fiasco de previsão da gripe suína em 1976, quando os cientistas foram desafiados a extrapolar a ameaça nacional de H1N1 a partir dos casos observados em Fort Dix. A cepa da gripe — hoje conhecida como A/New Jersey/76 — parecia tão ameaçadora, em parte, porque se espalhou com muita rapidez pela base: 230 casos confirmados em um período de duas ou três semanas.⁸⁰ Assim, os cientistas deduziram que a taxa básica de reprodução (R_0) era muito alta — talvez tão alta quanto na pandemia de 1918, que teve uma R_0 de cerca de três.

No entanto, um pelotão militar costuma ser um ambiente propenso a doenças. Os soldados entram em contato uns com os outros em ambientes apertados, nos quais, às vezes, compartilham itens essenciais como

alimentos e roupas de cama e onde a chance de ter privacidade é mínima. Além disso, são muitas vezes submetidos a exercícios físicos desgastantes — o que ocasiona a exaustão temporária do sistema imunológico —, e sua norma social é se apresentar ao trabalho mesmo doentes. As doenças infecciosas têm diversas oportunidades de transmissão, o que, como é de se esperar, ocorre de forma muito rápida.

Estudos subsequentes⁸¹ sobre o surto em Fort Dix revelaram que a propagação acelerada da doença foi provocada por esses fatores circunstanciais, não por sua virulência. Fort Dix não podia ser comparado a um bairro ou um local de trabalho aleatório em alguma parte dos Estados Unidos. Na verdade, o vírus A/New Jersey/76 não era preocupante — sua R_0 fraca, de 1,2, sequer ultrapassava a capacidade de transmissão da gripe sazonal. Fora de uma base militar ou de um ambiente análogo, como um dormitório de faculdade ou uma prisão, não se espalharia muito. Basicamente, a doença vivera apenas em Fort Dix, não tendo mais indivíduos para infectar.

O fiasco da cepa A/New Jersey/76 — tal qual o paradoxo do HIV/sífilis em São Francisco ou dos surtos de sarampo na Chicago na década de 1980 — aponta para as limitações dos modelos que partem de pressupostos simplistas demais. Não estou sugerindo, é claro, que se devam preferir sempre modelos complexos; como vimos em outros capítulos deste livro, eles também podem induzir ao erro. E como, muitas vezes, fornecem respostas mais precisas (mas *não* necessariamente mais exatas), podem inflar o excesso de confiança do previsor e iludi-lo, fazendo-o acreditar ser melhor do que realmente é.

Ainda assim, embora a simplicidade possa ser uma virtude nesse caso, os modelos deveriam ser, pelo menos, *sofisticadamente* simples.⁸² É provável que métodos como o SIR, embora úteis para compreender a doença, sejam muito abruptos para ajudar a prever seu curso.

SimGripe

A meteorologia é um dos poucos exemplos em que modelos mais complexos conseguiram melhorar, de forma substancial, as previsões. Foram necessárias décadas de trabalho, mas, ao criar o que é, em essência, uma simulação física da atmosfera, os meteorologistas são capazes de elaborar muito mais do que abordagens apenas estatísticas à previsão do tempo.

Um número crescente de grupos busca aplicar um método semelhante à previsão de doenças, utilizando uma técnica conhecida como modelo baseado em agente. Visitei pesquisadores da Universidade de Pittsburgh que estão na vanguarda desse processo. A equipe chama seu modelo de FRED, do inglês *Framework for the Reconstruction of Epidemic Dynamics* [estrutura para a reconstrução de dinâmicas de uma epidemia]. O nome também é uma homenagem a Fred Rogers, morador da cidade e antigo apresentador da série infantil de TV *Mister Rogers' Neighborhood*.

Pittsburgh, tal qual Chicago, é uma cidade marcada por núcleos bairristas. Seus pesquisadores, portanto, pensam nos bairros quando pensam sobre doenças, e, sendo assim, o modelo FRED é uma espécie de SimPittsburgh — uma simulação bastante detalhada, na qual cada pessoa é representada por um “agente” com uma família, uma vida social, um local de residência e um conjunto de crenças e comportamentos coerentes com suas condições socioeconômicas.

O Dr. John Grefenstette, um cientista da equipe de Pittsburgh, passou a maior parte da vida na cidade e ainda tem traços do sotaque característico. Ele explicou a organização do FRED: “As escolas, os locais de trabalho e os hospitais são situados de acordo com a distribuição geográfica real. Há uma complexa distribuição das crianças entre as escolas; nem todas frequentam as instituições mais próximas, e algumas escolas são pequenas, enquanto outras são muito grandes. Dessa forma, obtemos esse tipo sintético de uma população como no SimCity.”

O Dr. Grefenstette e seu cordial colega, Dr. Shawn Brown, mostraram-me os resultados de algumas simulações do FRED, com ondas coloridas de doenças passando pelos diferentes bairros de SimPittsburgh ou SimWashington ou SimFiladélfia. No entanto, o FRED é também muito complexo. Esses modelos utilizam poucos atalhos: todos em uma cidade, condado ou estado podem ser representados. Alguns modelos baseados em agentes procuram simular todo o país ou o mundo inteiro. Tal qual modelos usados na previsão do tempo, exigem a execução de um número exponencial de cálculos e, portanto, só são executados em supercomputadores.

Exigem também uma grande quantidade de dados. Uma coisa é acertar a demografia, o que pode ser estimado com bastante precisão por meio do censo, mas os modelos também precisam dar conta do comportamento humano, que pode ser bem menos previsível. Por exemplo, qual é a propensão exata de uma mulher latina de 26 anos, mãe solteira, ser vacinada? Você poderia elaborar um levantamento e perguntar diretamente — o modelo baseado em agentes utiliza muitos dados desse tipo —, mas as pessoas mentem de forma notória sobre suas escolhas com relação à saúde (ou não se recordam): afirmam lavar as mãos⁸³ ou usar camisinha⁸⁴ com mais frequência do que realmente o fazem, por exemplo.

Um princípio bem consolidado, disse-me o Dr. Grefenstette, é o de que a disposição das pessoas a adotarem medidas inconvenientes, porém saudáveis, como a vacinação está associada ao risco percebido de adquirirem a doença. Nossa moradora de SimPittsburgh tomará a vacina se concluir que o risco de contrair a gripe suína é grave, mas não tomará se não chegar a essa conclusão. Mas o quanto sua percepção poderá mudar se seu vizinho ou seu filho ficar doente? E se houver uma série de reportagens sobre a gripe no noticiário local? As propriedades autorrealizáveis e autocanceláveis da previsão de doenças ainda são, portanto, bastante pertinentes ao modelo baseado em agentes. Por serem

dinâmicos e permitirem que o comportamento de um agente mude ao longo do tempo, eles podem lidar melhor com essas questões.

Ou pense em Dr. Daum e em sua equipe na Universidade de Chicago, que estão desenvolvendo um modelo baseado em agentes para estudar a propagação de uma doença perigosa chamada SARM (*Staphylococcus aureus* resistente à meticilina), uma infecção que pode levar abrasões comuns, como cortes, arranhões e contusões, a se transformarem em infecções graves e, às vezes, intratáveis. É uma doença complicada, com muitos meios de transmissão: pode ser espalhada por contato casual (como um abraço), por feridas abertas ou, ainda, por meio da troca de fluidos corporais, como suor ou sangue. Pode também, às vezes, permanecer em superfícies como bancadas ou toalhas; um ambiente comum são os vestiários, onde atletas podem compartilhar equipamentos — surtos de SARM foram registrados em equipes de futebol americano desde os times das escolas de ensino médio até a NFL. Para complicar ainda mais as coisas, muitas pessoas transmitem a bactéria sem nunca ficarem doentes ou apresentarem sintomas.

Na tentativa de fazer um modelo para a SARM, Daum e seus colegas devem se fazer perguntas como: que tipos de pessoas usam um Band-Aid quando se cortam? Quão comum é o ato de abraçar as pessoas em diferentes culturas? Quantas pessoas de um bairro já estiveram na prisão, onde são comuns as infecções por estafilococo?

Esses são os tipos de perguntas que um modelo tradicional não consegue sequer ter a esperança de abordar; são quesitos nos quais o modelo baseado em agentes pode, pelo menos, oferecer uma chance de obter previsões mais precisas. Porém, as variáveis que as equipes de Chicago e de Pittsburgh precisam considerar são vastas e abrangentes — como sempre acontecerá quando o comportamento de todos os indivíduos de uma população é simulado. O trabalho, muitas vezes, desvia-se para psicologia cognitiva, economia comportamental, etnografia e até mesmo antropologia: o modelo baseado em agentes é utilizado para estudar a

infecção por HIV em comunidades tão diversificadas quanto as selvas de Papua-Nova Guiné⁸⁵ e os bares gays de Amsterdã,⁸⁶ e exigem conhecimento extenso dos costumes locais e das imediações.

O desenvolvimento do modelo baseado em agentes é, portanto, um feito de excepcional ambição, e os grupos que trabalham na área são, muitas vezes, equipes multidisciplinares compostas por alguns dos melhores e mais inteligentes indivíduos em suas respectivas profissões. Porém, apesar de toda essa capacidade intelectual, seus esforços são, com frequência, prejudicados pela falta de informações. “Até mesmo para o H1N1, tem sido difícil obter dados geográficos detalhados sobre quem ficou doente, quando e onde”, lamenta Grefenstette. “E é incrível a dificuldade para obter dados sobre surtos anteriores.”

Enquanto conversava com as equipes de Pittsburgh e de Chicago, recordei-me das histórias que lemos sobre os novos e belos shoppings centers chineses, equipados com todos os supérfluos imagináveis — colunas romanas, montanhas-russas internas, canais venezianos —, mas ainda sem lojas ou pessoas. As duas equipes chegaram a algumas conclusões bastante úteis e factíveis: o Dr. Grefenstette descobriu, por exemplo, que o fechamento das escolas pode sair pela culatra se for muito breve ou muito em cima da hora, e a equipe da Universidade de Chicago deduziu que um número alto de casos de SARM nos bairros mais pobres de Chicago foi provocado pelo fluxo de pessoas que entraram e saíram da cadeia de Cook County. Contudo, em sua grande maioria, os modelos estão pelo menos alguns anos à frente de si próprios, esperando para se alimentar de dados que ainda não existem.

Também é difícil testar o modelo baseado em agentes — ao contrário daqueles usados na previsão do tempo, que podem ser aperfeiçoados dia a dia. Doenças graves só surgem de vez em quando. E, mesmo se estiverem corretos, os modelos podem ser vítimas de seu próprio sucesso por causa da propriedade de autocancelamento de uma previsão bem-sucedida para uma doença. Suponhamos que o modelo sugira que uma intervenção

específica — digamos, fechar as escolas de um município — possa ser muito eficaz. E a intervenção funcione! O progresso da doença no mundo real será, então, reduzido, mas poderá fazer o modelo parecer, em uma análise retrospectiva, muito pessimista.

As equipes de Pittsburgh e Chicago, portanto, têm hesitado em utilizar seus modelos para fazer previsões específicas. Outros grupos foram menos cautelosos antes do surto da gripe suína em 2009 e divulgaram previsões fracas,⁸⁷ algumas subestimando a disseminação da gripe.

Por enquanto, as equipes estão limitadas ao que o colega do Dr. Daum, Chip Macal, chama de “desenvolver modelos para ideias”: ou seja, o modelo baseado em agentes pode nos ajudar a realizar experiências que nos ensinem sobre doenças infecciosas, mas, por enquanto, é improvável que nos ajudem a prever um surto.

Como agir quando é difícil prever

As duas últimas grandes ameaças de gripe nos Estados Unidos mostraram não estar à altura da propaganda exagerada. Em 1976, não houve surto de H1N1 além do punhado de casos em Fort Dix; o programa de vacinação em massa proposto por Ford se mostrou um grande exagero. Em 2009, a gripe suína infectou um grande número de pessoas, mas matou poucas. Em ambos os casos, as previsões do governo sobre a magnitude do surto estavam erradas.

Entretanto, não há garantia de que o erro será semelhante no próximo surto de gripe. Uma cepa da gripe aviária adaptada aos humanos, o H5N1, pode matar centenas de milhões de pessoas. Outra que se disseminasse com a mesma facilidade vista em 2009 mas com a taxa de letalidade da versão de 1918 teria matado 1,4 milhão de americanos. Há também ameaças de outros vírus, como a SARS e até mesmo a varíola, que foi erradicada do mundo em 1977, mas que poderia ser reintroduzida na sociedade por terroristas sob a forma de arma biológica, colocando em

risco milhões de pessoas. As epidemias mais graves, quase que por definição, podem progredir de modo acelerado: em apenas uma semana de 2009, o H1N1 deixou de ser uma doença quase despercebida pela comunidade médica para se transformar em algo que parecia ter o potencial para matar dezenas de milhões de pessoas.

Os epidemiologistas com quem conversei para escrever este capítulo — em contraste com suas contrapartes em outras áreas — estavam muito cientes das limitações de seus modelos. “É burrice fazer previsões com base em três pontos de dados”, afirmou Marc Lipsitch, referindo-se às pandemias de gripe em 1918, 1957 e 1968. “Tudo o que se pode fazer é programar-se para diferentes cenários.”

Muitas vezes, quando não se consegue fazer uma boa previsão, é perigoso fingir que se consegue. Acredito que epidemiologistas e outros profissionais na comunidade médica entendam isso por causa de sua adesão ao juramento de Hipócrates. *Primum non nocere*: em primeiro lugar, não fazer mal.

Grande parte dos trabalhos mais sérios que encontrei sobre o uso e o abuso de modelos estatísticos e o papel adequado da previsão foi escrita por pessoas da área médica.⁸⁸ Não quero dizer, com isso, que haja mais risco quando um economista ou um sismólogo fazem uma previsão. Mas, devido à íntima ligação da medicina com a vida e a morte, os médicos tendem a ser adequadamente cautelosos. Em sua área de atuação, modelos inadequados matam pessoas. Seu efeito é grave.

No entanto, há algo mais a ser dito sobre a ideia de Chip Macal de “desenvolver modelos para ideias”. A filosofia deste livro é que a previsão é tanto um meio quanto um fim. Ela tem uma função primordial ao testar hipóteses, por exemplo, e, sendo assim, é essencial em toda a ciência.⁸⁹

O estatístico George E. P. Box escreveu: “Todos os modelos estão errados, mas alguns são úteis.”⁹⁰ Ele quis dizer que todos os modelos são simplificações do universo, como devem ser. Como disse outro matemático: “O melhor modelo de um gato é um gato.”⁹¹ Todo o resto

excluirá algum tipo de detalhe. Quão pertinente esse detalhe pode ser dependerá do problema que estamos tentando resolver e do grau de precisão de que precisamos como resposta.

Os modelos estatísticos não são as únicas ferramentas que exigem que façamos aproximações sobre o universo. A linguagem, por exemplo, é um modelo, uma aproximação que utilizamos para nos comunicar uns com os outros. Em todos os idiomas existem palavras sem correspondente direto em outras línguas, mesmo que ambas tentem explicar o mesmo universo. Subcampos técnicos têm uma linguagem especializada própria. Para você ou para mim, a capa deste livro é amarela. Para um designer gráfico, é algo muito aproximado ao amarelo: a cor é Pantone 107.

Porém, escreveu Box, alguns modelos são úteis. Parece-me que o trabalho que as equipes de Chicago e de Pittsburgh estão desenvolvendo, baseado em agentes, é muito útil. Descobrir o que diferentes grupos étnicos pensam sobre vacinação, como a doença é transmitida pelos bairros de uma cidade ou como as pessoas reagem a notícias sobre a gripe são problemas importantes em seus sentidos.

Um bom modelo pode ser útil até quando fracassa. “Deveria ser dado como certo que qualquer previsão que façamos, em média, estará errada”, afirmou Ozonoff. “Portanto, trata-se de entender onde está o erro, o que fazer quando a previsão estiver errada e como minimizar os custos.”

O segredo está em lembrar que um modelo é uma ferramenta para nos ajudar a entender as complexidades do universo, jamais um substituto para ele. Isso é importante não apenas quando fazemos previsões. Alguns neurocientistas, como Tomaso Poggio, do Massachusetts Institute of Technology (MIT), acreditam que o cérebro humano processa informações através de uma série de aproximações.

Por isso é tão fundamental desenvolver uma melhor compreensão de nós mesmos e da forma como distorcemos e interpretamos os sinais que recebemos para fazer previsões melhores. A primeira metade deste livro preocupou-se, em grande parte, com as ocasiões em que essas

aproximações nos ajudam e aquelas nas quais têm fracassado. O restante deste livro abordará como aperfeiçoá-las pouco a pouco.

[XLIX](#) Consideremos, porém, a Índia, onde a maior parte da população é vegetariana ou muçulmana, dois grupos que não consomem carne de porco. (Nem mesmo os cardápios dos autênticos restaurantes indianos nos Estados Unidos ou na Grã-Bretanha oferecem carne de porco.) Embora a Índia atenda às duas outras condições, raramente serviu como fonte para a gripe.

[L](#) Se presumíssemos que a população mundial cresceria sempre a uma taxa de 2,1% ao ano (índice em vigência em 1968, quando Ehrlich publicou seu livro), a população mundial atingiria quase nove bilhões de pessoas em 2012, bastante acima do número real, de sete bilhões.

[LI](#) Individuals with Disabilities Education Act, lei americana que garante o direito à educação para pessoas com necessidades especiais. (N. do T.)

[LII](#) Nova York, por exemplo, não permite que as pessoas registrem boletins de ocorrência on-line, enquanto São Francisco, sim, como descobri quando meu carro alugado foi arrombado durante uma viagem de trabalho que fiz para escrever este livro. São Francisco está fazendo um trabalho melhor ao ajudar cidadãos e visitantes a registrar e evitar crimes, mas, perversamente, isso eleva a taxa de crimes notificados.

[LIII](#) Uma vacina contém, em geral, um micro-organismo pequeno e fraco derivado do vírus que se espera evitar — apenas o suficiente para desenvolvermos imunidade sem ficarmos doentes.

MENOS, MENOS E MENOS ERRADO^{LV}

O apostador especializado em esportes Haralabos “Bob” Voulgaris mora numa casa resplandecente, de estilo modernista, em Hollywood Hills, Los Angeles — feita em metal e vidro, e com uma piscina nos fundos, parece uma pintura de David Hockney. Passa todas as noites, de novembro a junho, assistindo às partidas da NBA, cinco jogos ao mesmo tempo em cinco TVs Samsung de tela plana (os caras da DirectTV nunca tinham visto algo parecido). Ele dá uma escapada para seu apartamento em Palms Place, Las Vegas, sempre que precisa de uma breve pausa para descanso; para períodos mais longos, opta por safáris na África. Num ano ruim, Voulgaris tira, mais ou menos, 1 milhão de dólares. Num bom ano, pode conseguir três ou quatro vezes mais.

Bob, portanto, desfruta de alguns luxos típicos da alta sociedade. Porém, não se encaixa no estereótipo dos apostadores que mordiscam charutos e vestem ternos de gosto duvidoso. Para fazer suas apostas, não depende de dicas de profissionais do basquete, de juízes comprados ou de outros tipos de expedientes desonestos. Tampouco se baseia em algum “sistema”. Ele recorre a simulações por computador, mas não se vale apenas delas.

Seu sucesso decorre do modo como analisa as informações. Ele não está apenas em busca de padrões. Em vez disso, combina seus conhecimentos sobre estatística com seu domínio a respeito do basquete num esforço para identificar *relações* significativas contidas nos dados.

Isso exige muito trabalho árduo — e, às vezes, um bocado de coragem. Foi preciso uma aposta grande, que exigiu muita reflexão, para levá-lo ao ponto em que se encontra hoje.

Voulgaris cresceu em Winnipeg, Manitoba, uma cidade habitada por gente trabalhadora, porém castigada pelo frio intenso, 140 quilômetros ao norte da divisa com Minnesota. Seu pai chegou a ser rico — acumulando em seus melhores dias uma fortuna de 3 milhões de dólares —, mas perdeu tudo em apostas. Quando Voulgaris tinha doze anos, o pai já estava falido. Aos dezesseis, ele se deu conta de que, se quisesse dar o fora de Winnipeg, precisaria de uma boa educação, custeada por ele próprio. Assim, enquanto cursava a Universidade de Manitoba, corria atrás de um jeito para ganhar algum dinheiro. Nos verões, costumava ir para o extremo norte da Colúmbia Britânica para trabalhar escalando e cuidando de árvores, recebendo sete centavos por árvore. Durante o período letivo, trabalhava como carregador de malas no aeroporto, levando, de um lado para outro, bagagens de moradores de Winnipeg que iam ou voltavam de Toronto, Minneapolis ou qualquer lugar mais distante.

Voulgaris economizou o suficiente para comprar ações da empresa de carregadores para a qual trabalhava e, algum tempo depois, era proprietário de boa parte do negócio. Quando estava terminando a faculdade, em 1999, já tinha economizado 80 mil dólares.

Porém, 80 mil dólares não era *tanto* dinheiro assim, refletiu Voulgaris — ao longo dos anos, viu o pai ganhar e perder várias vezes essa quantia. E as perspectivas de emprego para alguém com um diploma em Filosofia pela Universidade de Manitoba não pareciam muito promissoras. Ele procurava um meio de acelerar seu progresso na vida quando esbarrou numa aposta à qual não conseguiu resistir.

Naquele ano, o Los Angeles Lakers contratou um técnico nada convencional, que tinha conquistado seis campeonatos para o Chicago Bulls. O Lakers contava com talentos de sobra: seu pivô e grande estrela, o gigantesco Shaquille O'Neal, de 2,10 metros, estava no auge da forma, e seu ala, Kobe Bryant, de 21 anos, que deixara o ensino médio havia apenas quatro anos, estava prestes a se transformar numa estrela. Dois grandes jogadores — um grandalhão como O'Neal e um cestinha como Bryant — compunham, havia muito tempo, uma fórmula de sucesso na NBA, em especial quando acompanhados por um técnico brilhante como Jackson, capaz de administrar egos fora do normal.

Contudo, o senso comum mostrava-se cético em relação ao Lakers. O time não havia engrenado no ano anterior, durante uma temporada abreviada pela greve dos jogadores de 1998-1999, quando conviveu com três técnicos e perdeu por 31 a 19, eliminado pelo San Antonio Spurs — o Lakers perdeu os quatro primeiros jogos na segunda rodada dos *playoffs*. Bryant e O'Neal viviam numa interminável rixa: O'Neal parecia ter ciúmes pelo fato de sua popularidade estar perto de ser ofuscada por Bryant — que sequer tinha idade legal para consumir bebidas alcoólicas —, pois o jovem já havia superado O'Neal em vendas de camisetas com seu nome nas lojas de artigos esportivos de Los Angeles.¹ Na época, a Conferência Oeste era forte, com times bem armados e experientes, como o San Antonio e o Portland, e o que se dizia era que o Lakers parecia imaturo demais para lidar com eles.

Quando o time de Los Angeles foi atropelado pelo Portland, no terceiro jogo da temporada regular — O'Neal perdeu a cabeça e foi expulso no meio da partida —, os fatos pareciam confirmar os piores receios dos comentaristas da imprensa. Até o jornal da cidade *Los Angeles Times* classificou a equipe como apenas a sétima melhor na NBA² e criticou as bolsas de apostas de Las Vegas por estabelecerem, antes da temporada, a cotação relativamente otimista de quatro para um para as chances de o Lakers ser o campeão.

Apenas poucas semanas após o início da temporada 1999-2000, as casas de apostas de Las Vegas adotaram o mesmo ceticismo e pioraram a cotação do Lakers, rebaixando suas chances para 6½, oferecendo um prêmio bem maior para qualquer um que ousasse desafiar o senso comum. Voulgaris nunca levou muita fé nesse tipo de opinião comum — em grande parte, foi a superação dessa limitação que tornou possível seu estilo de vida — e achou que aquilo não fazia o menor sentido. Os colunistas dos jornais e as casas de apostas se concentravam demais numa amostra de dados, ignorando o contexto.

O Lakers não estava jogando tão mal assim, pensou Voulgaris. Ganhou cinco dos sete primeiros jogos, mesmo enfrentando uma agenda difícil, precisando se adaptar a um novo técnico e lidando com uma contusão sofrida por Bryant, que machucou o pulso na pré-temporada e ainda não havia jogado. A mídia permanecia estrita, continuava a se basear na tumultuada temporada anterior, interrompida pela greve e pelas trocas de técnico, ignorando o recorde de 61 vitórias em 82 jogos, sob condições mais normais, na temporada regular de 1997-1998. Voulgaris assistiu a muitas partidas do Lakers: gostou do trabalho que Jackson desenvolvia no clube. Então, apostou 80 mil dólares — todas as economias de sua vida, menos o que guardou para alimentação e as mensalidades da faculdade — no Lakers, confiando que o time venceria o campeonato. Se ganhasse a aposta, embolsaria 500 mil dólares. Se perdesse, voltaria a trabalhar em dois turnos no aeroporto.

A princípio, o instinto de Voulgaris parecia se confirmar. Daquele momento em diante, o Lakers venceu 62 dos 71 jogos restantes, incluindo três séries de dezenove, dezesseis e onze partidas. Terminou com 67 vitórias e quinze derrotas, um dos melhores desempenhos nas temporadas regulares da história da NBA. Porém, os *playoffs* foram diferentes: naqueles anos, a disputa na Conferência Oeste era duríssima, e, mesmo obtendo a vantagem no mando de campo — sua recompensa pela fantástica

performance ao longo da temporada regular —, seria difícil que o Lakers vencesse quatro séries seguidas.

O time de Los Angeles sobreviveu a um momento de pânico diante do destemido Sacramento Kings, na primeira rodada dos *playoffs*, quando a série chegou ao decisivo quinto jogo, mas, depois, passou com facilidade pelo Phoenix nas semifinais da Conferência Oeste. Porém, na rodada seguinte, enfrentou o Portland Trail Blazers, que contava com um elenco bem estruturado e maduro, liderado pelo ex-companheiro de Michael Jordan — e antigo discípulo de Jackson — Scottie Pippen. O Portland seria um adversário difícil: apesar de não contar com os mesmos talentos, o estilo de jogo pesado, baseado na força física, muitas vezes quebrava o ritmo dos adversários.³

O Lakers ganhou com bastante facilidade o primeiro jogo de uma melhor de sete, mas, dali em diante, o desempenho do time parecia uma montanha-russa. De modo inexplicável, jogou muito mal na segunda partida da série, em casa, entregando vinte pontos consecutivos ao Portland no terceiro tempo⁴ e perdendo por 106 a 77, seu pior revés em toda a temporada.⁵

As duas partidas seguintes foram disputadas no estádio Rose Garden, em Portland. No terceiro jogo, o Lakers se reergueu depois de chegar a perder por uma diferença de treze pontos durante o primeiro tempo da partida, e Bryant marcou uma cesta nos segundos finais para assegurar uma vitória por dois pontos de diferença.⁶ O time se superou novamente no quarto jogo, recuperando-se de uma desvantagem de onze pontos quando O’Neal, famoso por deixar a desejar nos lances livres, converteu todas as nove oportunidades de arremesso.⁷ Com três derrotas e uma vitória na série, o Trail Blazers se encontrava “às portas do fim”, como anunciou Jackson de modo um tanto imprudente.⁸

Porém, durante o quinto jogo, no Staples Center, em Los Angeles, o Lakers não conseguia encontrar o caminho para a cesta, convertendo

apenas trinta de 79 arremessos, e perdeu a partida por 96 a 88. No sexto jogo, de volta a Portland, estava fora de ritmo no começo e não conseguiu se recuperar, enquanto o Blazers avançava para vencer por 103 a 93. De repente, o placar da série estava mais uma vez empatado, com a sétima e decisiva partida a ser disputada em Los Angeles.

Para um apostador, o mais prudente seria proteger sua aposta por meio de operações de *hedge*. Voulgaris poderia, por exemplo, apostar 200 mil dólares no Portland, cotado em desvantagem de três para dois numa vitória na sétima partida. Isso teria garantido algum lucro. Se o Blazers vencesse, ganharia mais do que o suficiente para cobrir os 80 mil dólares de sua aposta original, obtendo ainda um ganho líquido de 220 mil dólares.⁹ Se, ao contrário, o Lakers vencesse, sua aposta original ainda seria compensadora: ele perderia o dinheiro investido em *hedge*, mas ganharia 320 mil dólares com as duas apostas combinadas.^{LV} Não estaria embolsando 500 mil dólares, mas, ainda assim, teria um resultado muito bom.

Só havia um pequeno problema: Voulgaris não tinha 200 mil dólares. Nem conhecia alguém que tivesse, pelo menos alguém em quem pudesse confiar. Era um carregador de malas de aeroporto com apenas 23 anos, vivendo no porão da casa do irmão em Winnipeg. Era o Lakers ou a falência.

No início do jogo, a sorte não parecia estar do seu lado. O Blazers ficava no encalço de O'Neal a cada oportunidade, tentando levar o pivô para o lance livre, onde cada arremesso era uma aventura, ou se posicionando para que ele cometesse falta. Até a metade do segundo quarto, a estratégia pareceu funcionar às mil maravilhas, pois O'Neal já havia cometido três faltas sem conseguir pontuar. Então, o Portland partiu para uma arrancada feroz no terceiro quarto, culminando numa cesta de três de Pippen, que lhe rendeu dezesseis pontos de vantagem, fazendo com que vaias ecoassem pelo Staples Center.¹⁰

Àquela altura, as chances de Voulgaris pareciam minguar. Era raro que um time¹¹ na situação delicada em que o Lakers se encontrava — com dezesseis pontos de desvantagem e apenas dois minutos restantes no terceiro quarto — viesse a campo para virar o jogo; pode-se calcular que as chances eram de quinze para um, desfavorecendo o Lakers.¹² A aposta de Voulgaris — e seu bilhete de partida de Winnipeg — podia ser dada como perdida.¹³

Porém, no começo do último quarto, a brutalidade do estilo de jogo do Portland tornou-se evidente. Seus jogadores estavam acabados e exaustos, quase sem energia e movidos pela adrenalina. O Lakers jogava com a casa lotada, o que, como já demonstraram os fisiologistas, proporciona aos jogadores uma dose extra de testosterona no momento em que mais precisam.¹⁴ E o Lakers contava com um time mais jovem, que tinha energia de sobra.

De repente, o time de Portland não conseguia acertar uma cesta, perdendo mais de seis minutos do último quarto de tempo sem marcar um único ponto, justo no momento em que o Lakers ditava o passo. A equipe de Los Angeles diminuiu sua desvantagem para um único dígito e, em seguida, para cinco pontos, depois para três, até Brian Shaw fazer uma cesta de três, empatando o placar a quatro minutos do fim da partida, e Bryant, duas posses de bola mais tarde, converter dois lances livres para colocar seu time na dianteira. Apesar de o Portland melhorar sua pontaria nos poucos minutos finais, era tarde demais, como o Lakers fez questão de deixar claro com uma retumbante ponte aérea protagonizada pelas duas estrelas do time, Bryant e O'Neal, fechando o jogo.

Duas semanas mais tarde, o Lakers passou, com bastante eficiência, pelo Indiana Pacers para conquistar seu primeiro título da NBA desde a era Magic Johnson. E Bob, o carregador de malas, estava a meio caminho de se tornar um milionário.

Como pensam os bons apostadores

Como Voulgaris sabia que sua aposta no Lakers daria certo? Ele não sabia. Apostadores bem-sucedidos — e de qualquer tipo — não pensam em apostas imperdíveis, teorias incontestáveis e aferições de infinita precisão quando especulam sobre o futuro. Essas são as ilusões dos otários, as sedutoras sereias do excesso de autoconfiança. Apostadores de sucesso, ao contrário, pensam no futuro como manchas de probabilidade, flutuando para cima e para baixo, como uma fita que registra o pulsar da bolsa de valores a cada tranco provocado pela chegada de novas informações. Quando a intuição a respeito dessas probabilidades se distingue bem do que é apresentado pelo consenso, eles se encontram em boa posição para apostar.

A linha de apostas fixada por Las Vegas a respeito do Lakers na ocasião em que Voulgaris efetuou seu lance, por exemplo, deduzia que o time detinha 13% de chances de conquistar o título da NBA. Voulgaris não acreditava que a equipe tivesse 100% de chances, nem mesmo 50% — porém, mostrava-se confiante de que as possibilidades estariam um pouco acima de 13%. Talvez mais em torno de 25%, ele pensou. Se seu cálculo estivesse correto, a aposta oferecia, em teoria, um lucro de 70 mil dólares.

FIGURA 8.1: COMO VOULGARIS VIA SUA APOSTA NO LAKERS

Resultado	Probabilidade	Lucro líquido (em dólares)
Lakers ganha o campeonato	25%	+520 mil
Lakers não ganha o campeonato	75%	-80 mil
Lucro esperado		+70 mil

Porém, se para um previsor o futuro é visto como se estivessem expostos todos os matizes de uma previsão, o presente chega em preto e branco. O lucro de 70 mil dólares para Bob consistia em ter 25% de chances de

ganhar 520 mil dólares e 75% de chances de perder 80 mil dólares. A longo prazo, perdas e ganhos se compensariam: o passado e o futuro, para um bom previsor, podem ser mais parecidos entre si do que com o presente, uma vez que ambos podem ser expressos como probabilidades a longo prazo. Mas essa era uma aposta para tudo ou nada. Para tomar a decisão, Voulgaris precisava contar com um motivo muito forte (a meia dúzia de razões pelas quais acreditava que as casas de apostas subestimavam o Lakers) e com muita sensibilidade e inteligência.

FIGURA 8.2: O MUNDO VISTO POR UM APOSTADOR BEM-SUCEDIDO



Agora que acumulou uma fortuna, Voulgaris pode se dar o luxo de trabalhar com menores margens de risco. Numa noite típica de jogos da NBA, pode fazer três ou quatro apostas. Ainda que as quantias sejam enormes para os padrões normais, são pequenas se comparadas ao ganho líquido, pequenas o bastante para que ele aparente uma melancólica indiferença em relação a elas. Na noite em que o visitei, ele mal piscou quando, numa das telas planas, o Utah Jazz colocou um ucraniano desengonçado de 2,10 metros chamado Kyrylo Fesenko na sua lista de titulares, um indício contundente de que estavam entregando o jogo e de que Voulgaris perderia os 30 mil dólares apostados neles.

Seu grande segredo está em não ter um grande segredo. Tem, em vez disso, milhares de *pequenos* segredos, uma quantidade infinita de informações que agrupa, formando um vetor de cada vez. Ele tem, por

exemplo, um programa para simular o resultado de cada partida. Mas só se apoia nesses dados se apontarem uma vantagem muito grande ou se complementados com outras informações. Ele assiste a quase todos os jogos da NBA — alguns ao vivo, outros em gravações — e elabora suas próprias opiniões sobre quais times jogam de acordo com seu potencial e quais se mostram aquém. Ele administra o que é, de certa forma, seu próprio departamento de olheiros, contratando assistentes para mapear o posicionamento defensivo de cada jogador em cada movimento, obtendo uma vantagem que até mesmo muitos times da NBA não têm. Acompanha os tuítes de dezenas de jogadores da NBA, pondo sob uma lupa cada 140 caracteres de informação em busca de alguma relevância: um atleta que posta algo sobre a boate à qual irá naquela noite pode não estar tão concentrado quanto deveria em sua próxima partida. Voulgaris presta muita atenção ao que os técnicos falam nas coletivas de imprensa e às expressões que empregam: se dizem, por exemplo, que desejam que seus times “aprendam a atacar” ou “saibam jogar um bom basquete”, isso pode sugerir que desejam diminuir o ritmo imposto à partida.

Para a maior parte das pessoas, as coisas observadas por Voulgaris podem parecer triviais. E, em certo sentido, são mesmo: as grandes e óbvias vantagens serão percebidas por outros apostadores e estarão refletidas na cotação das apostas. Desse modo, ele precisa cavar um pouco mais.

No fim da temporada de 2002, por exemplo, Voulgaris percebeu que os placares dos jogos envolvendo o Cleveland Cavaliers, em particular, tendiam a apresentar uma soma de pontos acima da média. (Existem duas grandes modalidades de apostas esportivas, o *point spread* [LVI](#) e a *over-under* ou *total*, [LVII](#) contando quantos pontos ambas as equipes farão.) Depois de assistir a algumas partidas com atenção, ele detectou o motivo: Ricky Davis, armador do time e notório fominha, estaria com seu passe liberado no fim do ano e dava o melhor de si para melhorar suas estatísticas e tornar-se um artigo mais valorizado. Para tal, acelerava o ataque do Cavaliers a um ritmo intenso, tentando criar o maior número possível de

oportunidades e acumular pontos e assistências. Não importava se consistia ou não em bom basquete: o Cavaliers estava muito distante da chance de disputar as partidas decisivas dos *playoffs*.¹⁵ O mais provável era que seus adversários também não tivessem chance de passar às finais e estivessem felizes em retribuir o favor, firmando um pacto velado para manter uma defesa frouxa e permitir cestas que melhorassem suas estatísticas.¹⁶ Nas últimas três semanas da temporada, as partidas disputadas pelo Cavaliers passaram, de repente, de 192 para 207 pontos.¹⁷ Uma aposta que puxasse o placar para cima não seria exatamente uma “barbada” — não existem “barbadas” —, porém seria muito lucrativa.

A *posteriori*, padrões como esse podem parecer óbvios: *é claro* que os jogos do Cavaliers teriam placares mais altos, já que, nada tendo a perder, restava-lhes apenas melhorar suas estatísticas ofensivas. Porém, esses padrões podem passar despercebidos pelos apostadores que adotam uma visão demasiado estrita das estatísticas, sem considerar o contexto que as produz. Em geral, uma série de jogos, ou mesmo três ou quatro partidas, em que um time apresenta placares altos não significa nada. Como a NBA possui uma temporada longa — trinta times disputando, cada um, 82 partidas —, pequenos períodos como esse ocorrerão o tempo todo.¹⁸ A maior parte desses episódios é motivo para otários fazerem apostas: esses períodos acontecem devido ao acaso. Na verdade, como as casas de apostas também perceberão essas tendências, e podem estabelecer uma compensação exagerada em relação a isso ao fixar a cotação das apostas, o mais inteligente a fazer, às vezes, é apostar no sentido contrário.

Assim, Voulgaris *não* está apenas procurando padrões. É fácil encontrá-los em qualquer ambiente em que existam dados em excesso; é isso que apostadores medíocres fazem. O segredo está em determinar se os padrões representam um ruído ou um sinal.

Contudo, se não existe um segredo para saber por que Voulgaris pode ou não apostar em determinado jogo, existe uma maneira de pensar que ajuda a tomar decisões. E isso é chamado de raciocínio bayesiano.

O improvável legado de Thomas Bayes

O inglês Thomas Bayes foi um pastor protestante, provavelmente nascido em 1701 (talvez 1702). Sabe-se pouco a respeito da vida de Bayes, apesar de ele dar nome a todo um campo da estatística e talvez seu mais famoso teorema. Sequer existe certeza sobre sua aparência: o retrato utilizado para ilustrar seu verbete em enciclopédias talvez seja um equívoco.¹⁹

O que é pouco contestado é sua origem; ele vem de uma família próspera, possivelmente do condado de Hertfordshire, no sudeste da Inglaterra. Para conseguir estudar, foi preciso ir para longe de sua terra natal, até mudar-se para a Universidade de Edimburgo, já que na condição de integrante de uma igreja inconformista, e não da Igreja Anglicana, viu-se banido de instituições como Oxford e Cambridge.²⁰

A despeito do pequeno número de obras publicadas, Bayes foi eleito membro da Royal Society, em que, acredita-se, pode ter atuado como uma espécie de ouvidor e mediador de debates intelectuais. Uma obra que a maioria dos estudiosos atribui a ele — ainda que publicada sob o pseudônimo John Noon²¹ — é um tratado intitulado *Divine Benevolence* [Benevolência divina].²² Nesse ensaio, Bayes reflete sobre o antiquíssimo problema teológico de saber por que, se Deus é de fato benevolente, existem o mal e o sofrimento. A resposta é que não deveríamos confundir nossas imperfeições humanas com imperfeições por parte de Deus, cujos desígnios em relação ao universo talvez não possamos compreender por completo. “Estranhe, portanto (...) como ele vê apenas a parte inferior dessa balança, [ele] deveria, a partir daí, concluir que, de modo geral, ocorre uma derrota da felicidade”, escreveu Bayes em resposta a outro teólogo.²³

Outra obra de Bayes, bem mais famosa, *An Essay toward Solving a Problem in the Doctrine of Chances* [Tentativa de elucidar um problema na doutrina do acaso],²⁴ publicada somente depois de sua morte, foi levada à consideração da Royal Society, em 1763, por seu amigo Richard Price.

Seu tema era como formular convicções probabilísticas a respeito do mundo quando diante de novos dados.

Price, na introdução ao ensaio de Bayes, toma como exemplo o caso de uma pessoa que surge no mundo (talvez Adão, talvez alguém saído da caverna de Platão) e vê o nascer do sol pela primeira vez. A princípio, ele não sabe se é um fenômeno típico ou algum episódio insólito. No entanto, a cada dia que sobrevive e vê o sol nascer, aumenta sua confiança de que se trata de uma característica permanente da natureza. Aos poucos, por meio dessa forma de dedução apenas estatística, a probabilidade que ele aplica à previsão de que o sol irá nascer no dia seguinte se aproxima de 100%, embora nunca chegue a esse ponto.

O argumento desenvolvido por Bayes e por Price *não* afirma que o mundo é, de forma intrínseca, probabilístico ou incerto. Bayes acreditava na perfeição divina e defendia a obra de Isaac Newton, que parecia sugerir que a natureza segue leis regulares e previsíveis. É, na verdade, uma afirmação — expressa tanto de modo matemático quanto filosófico — sobre como aprendemos a respeito do universo: por meio de estimativas, *aproximando-nos cada vez mais e mais da verdade* à medida que reunimos mais indícios.

Essa ideia contrastava²⁵ com o ponto de vista mais cético do filósofo escocês David Hume, que argumentava que, como não podíamos ter *certeza* de que o sol iria nascer de novo, uma previsão nesse sentido não era mais racional do que afirmar que o sol não nasceria.²⁶ O ponto de vista bayesiano, ao contrário, considera a racionalidade uma questão *probabilística*. Em essência, Bayes e Price estão dizendo a Hume: “Não culpe a natureza por você ser tolo demais para compreendê-la: se sair de sua concha de ceticismo e fizer algumas previsões sobre o comportamento dela, talvez chegue um pouco mais perto da verdade.”

Probabilidade e progresso

Podemos perceber a semelhança entre essa afirmação e aquela feita por Bayes em *Divine Benevolence*, na qual argumenta que não deveríamos confundir nossa falibilidade com falhas de Deus. Reconhecer as próprias imperfeições é um passo necessário no caminho para a redenção.

Contudo, não existe religiosidade intrínseca na filosofia de Bayes.²⁷ Ao contrário, a expressão matemática mais comum do que hoje é reconhecido como o teorema de Bayes foi desenvolvida por um homem que, muito provavelmente, era ateu:²⁸ o matemático e astrônomo francês Pierre-Simon Laplace.

Laplace, como você deve se lembrar do Capítulo 4, era o garoto-propaganda do determinismo científico. Ele argumentava ser possível prever o universo de forma perfeita — contanto, é claro, que soubéssemos a posição de cada partícula em seu interior e fôssemos rápidos o bastante para calcular seus movimentos. Por que, então, Laplace está envolvido com uma teoria que, ao contrário, tem como base o probabilismo?

A razão está na falta de conexão entre a perfeição da natureza e nossas imperfeições em medi-la e compreendê-la, uma característica muito humana. Na época, Laplace frustrou-se com observações astronômicas que pareciam mostrar anomalias nas órbitas de Júpiter e de Saturno; previam, aparentemente, que Júpiter iria colidir com o Sol, enquanto Saturno ficaria à deriva no espaço sideral.²⁹ Essas previsões estavam, é claro, erradas, e Laplace dedicou grande parte de sua vida ao desenvolvimento de métodos mais exatos para medir as órbitas desses planetas.³⁰ Seus aprimoramentos se baseavam em deduções a partir de probabilidades,³¹ em vez de trabalhar com medidas precisas, uma vez que instrumentos como o telescópio ainda se encontravam num estágio bastante rudimentar. Parecia óbvio, para ele, que uma compreensão mais aprofundada sobre questões de probabilidade era essencial para o progresso científico.³²

A estreita conexão entre probabilidade, previsão e progresso científico foi, portanto, bem compreendida por Bayes e por Laplace no século XVIII — período em que as sociedades começavam a absorver a explosão de informação disponível desde a invenção da imprensa, séculos antes, e, por fim, traduzi-la na forma de progressos científico, tecnológico e econômico. Essa conexão é essencial — para prever tanto as órbitas dos planetas quanto o vencedor do jogo do Lakers. Como veremos a seguir, a ciência pode ter tropeçado mais tarde, quando optou, no século XX, por um paradigma estatístico diferente, que tirava a ênfase do papel da previsão e tentava ver a incerteza como resultado de erros em nossas medições, e não como consequência das imperfeições em nosso discernimento.

A matemática simples do teorema de Bayes

Se os fundamentos filosóficos do teorema de Bayes revelam uma riqueza surpreendente, sua matemática é tão simples que espanta. Em sua forma mais básica, trata-se apenas de uma expressão algébrica com quatro variáveis — três conhecidas e uma desconhecida. Porém, essa simples fórmula pode nos conduzir a vastas percepções no âmbito das previsões.

O teorema se concentra na probabilidade condicionada. Ou seja, fala da probabilidade de uma teoria ou hipótese ser verdadeira *se* tiver havido determinado acontecimento.

Suponha que você é uma mulher e mora com seu namorado. Ao voltar de uma viagem de negócios, você descobre uma peça de roupa íntima desconhecida na gaveta do armário. Talvez se pergunte: qual é a probabilidade de uma traição? A *condição* é a roupa íntima encontrada; a *hipótese* que você deseja considerar é uma traição. O teorema de Bayes, acredite ou não, pode oferecer uma resposta a essa pergunta — contanto que você saiba (ou esteja disposta a calcular) três variáveis:

- Primeiro, é preciso estimar a probabilidade da aparição de uma roupa íntima *numa condição em que a hipótese seja verdadeira*

— ou seja, em que houve mesmo traição. Consideremos, para efeito de discussão, que a roupa íntima em questão seja uma calcinha. Se ele a está traindo, não será difícil imaginar como a calcinha foi parar na gaveta. Então, mais uma vez, mesmo (e talvez especialmente) que ele a esteja traindo, você esperaria que fosse pelo menos mais cuidadoso. Digamos que a probabilidade de a calcinha aparecer, como condição para ele a estar enganando, seja de 50%.

- Segundo, você precisa estimar a probabilidade da aparição da calcinha *numa condição em que a hipótese seja falsa*. Se ele não a está traindo, existe alguma explicação inocente para justificar o fato de a calcinha ir parar ali? É claro que nem todas as possibilidades serão agradáveis (a calcinha pode ser *dele*). As roupas dele podem ter se misturado às de outra pessoa durante o voo. Ou, quem sabe, talvez uma amiga em quem você confia tenha passado uma noite ali. A calcinha poderia ser um presente para você, que ele se esqueceu de embrulhar. Nenhuma dessas teorias é, em si, insustentável, ainda que algumas beirem o inverossímil. Tomadas em conjunto, você atribui a elas uma probabilidade de 5%.
- Terceiro e mais importante, você necessita daquilo que os bayesianos chamam de *probabilidade prévia*. Em quanto você estimaria a probabilidade de uma traição *antes* de encontrar a calcinha? É claro que não é fácil ser objetiva a esse respeito agora que a calcinha se materializou. (Em termos ideais, estabelecemos nossa estimativa prévia antes de examinarmos o indício.) Porém, às vezes, é possível estimar, de modo empírico, um número como esse. Por exemplo, estudos demonstraram que, num ano qualquer, cerca de 4% das pessoas casadas traem seus cônjuges,³³ de modo que tomaremos essa estimativa como nossa probabilidade prévia.

Uma vez estimados esses números, o teorema de Bayes pode, então, ser aplicado para estabelecermos uma *probabilidade posterior*. Esse é o número em que estamos interessados: qual é a probabilidade de uma traição, levando em conta que encontramos aquela peça de roupa íntima? O cálculo (e a simples expressão algébrica que a expressa) está na Figura 8.3.

FIGURA 8.3: TEOREMA DE BAYES: EXEMPLO DA ROUPA ÍNTIMA

PROBABILIDADE PRÉVIA		
Estimativa inicial das chances de traição	x	4%
UM FATO NOVO: A CALCINHA MISTERIOSA É ACHADA		
Probabilidade do surgimento da calcinha como condição para traição	y	50%
<i>Probabilidade do surgimento da calcinha se não houver traição</i>	z	5%
PROBABILIDADE POSTERIOR		
Estimativa revisada da probabilidade de traição, considerando que você achou a calcinha	$\frac{xy}{xy + z(1 - x)}$	29%

Na verdade, essa probabilidade ainda é, de certa forma, baixa: 29%. O número pode parecer ir contra nossa intuição — aquela calcinha não é bastante incriminadora? Mas isso decorre especialmente por estimarmos como pequena a probabilidade prévia de traição. Apesar de um homem inocente dispor de um número menor de explicações plausíveis para a aparição da calcinha em relação a um homem culpado, seu raciocínio partiu do princípio de que ele é inocente, o que pesa muito na equação.

Probabilidades prévias são fortes, podem se mostrar muito resistentes diante de novos indícios. Um exemplo clássico pode ser encontrado na ocorrência de câncer de mama entre mulheres na casa dos quarenta anos. A chance de uma mulher desenvolver câncer de mama nessa faixa etária é,

ainda bem, bastante pequena — cerca de 1,4%.³⁴ Mas qual será a probabilidade se uma mamografia registrar um resultado positivo nesse caso?

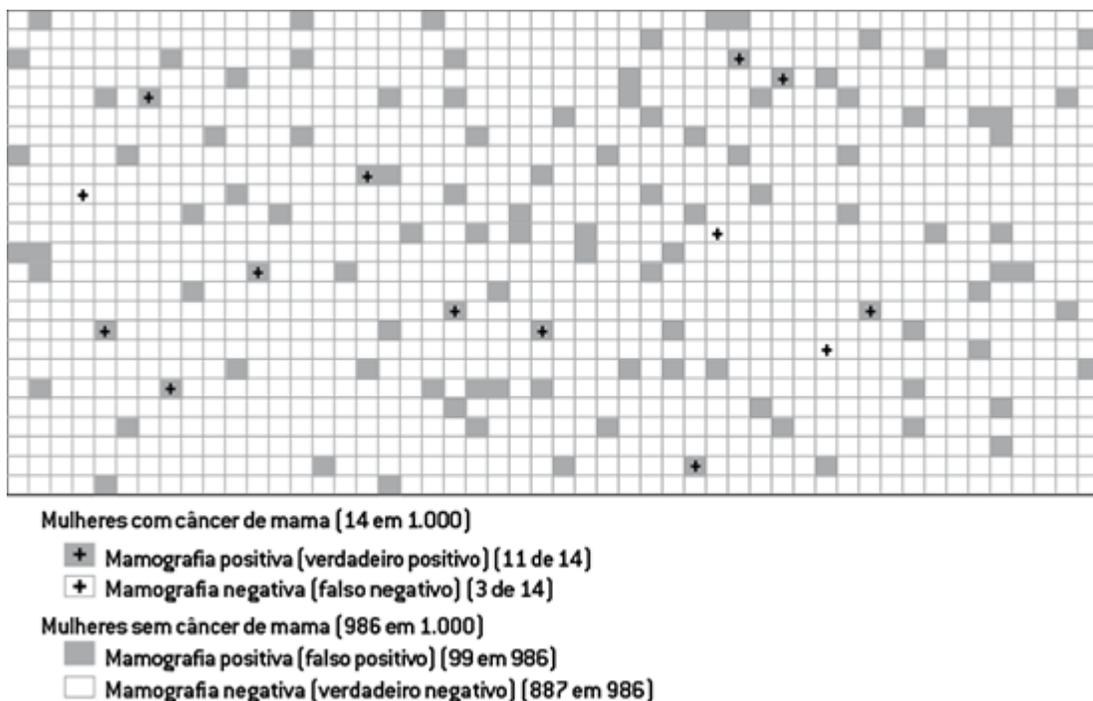
Pesquisas mostram que as chances de uma mamografia apontar de forma equivocada a existência de um câncer são de apenas 10%.³⁵ Se houver um câncer, por outro lado, ele será detectado em 75% das vezes.³⁶ Quando vemos essas estatísticas, uma mamografia positiva parece uma péssima notícia. Mas, se aplicarmos o teorema de Bayes a esses números, chegaremos a uma conclusão diferente: as chances de uma mulher na casa dos quarenta anos ter câncer de mama, *considerando ter obtido uma mamografia com resultado positivo*, ainda são de apenas 10%. Esses falsos positivos dominam a equação porque, para começar, poucas mulheres jovens têm câncer de mama. Por esse motivo, muitos médicos recomendam que as mulheres só façam mamografias regulares ao chegarem na faixa dos cinquenta anos, quando a probabilidade prévia de desenvolverem câncer é mais alta.³⁷

Problemas como esse sem dúvida representam um desafio. Uma sondagem recente, que aferiu a capacidade que os americanos têm de interpretar estatísticas, apresentou esse problema e descobriu que apenas 3% das pessoas chegaram à estimativa correta.³⁸ Por vezes, pararmos um pouco para considerar um problema de forma visual (como na Figura 8.4) pode proporcionar uma maneira de cotejar a realidade com nossos cálculos imprecisos. A visualização torna mais fácil apreender a questão num quadro mais amplo — o fato de o câncer de mama ser um problema tão raro entre mulheres mais jovens implica que uma mamografia com resultado positivo não é um fator tão relevante.

Geralmente, no entanto, concentramos nossa atenção nas informações mais recentes e acessíveis, e, dessa forma, perdemos a noção do contexto mais amplo. Apostadores inteligentes, como Bob Voulgaris, aprenderam a tirar partido dessa deficiência em nossa maneira de pensar. Ele fez uma

aposta lucrativa no Lakers em parte devido às casas de aposta enfatizarem tanto os jogos iniciais do time, fazendo com que suas chances de conquistar o título — de 4 para 1 — minguassem para 6½ para 1, mesmo que seu desempenho fosse mais ou menos o esperado de uma boa equipe que tivesse um de seus astros contundido. O teorema de Bayes exige que pensemos com mais cuidado sobre esses problemas e pode ser bastante útil para nos alertar quando nossos cálculos se mostram demasiado instintivos e imperfeitos.

FIGURA 8.4: TEOREMA DE BAYES: EXEMPLO DA MAMOGRAFIA



Contudo, não quero sugerir que nossas probabilidades prévias sempre prevalecem sobre indícios novos ou que o teorema de Bayes produz, por si só, resultados contrários aos nossos instintos. Às vezes, as novas evidências são tão fortes que ofuscam tudo o mais, fazendo com que possamos passar, de forma praticamente instantânea, de uma probabilidade próxima de zero a uma quase certeza.

Consideremos um exemplo sombrio: os ataques de 11 de setembro. A maioria dos americanos, ao acordar naquela manhã, atribuiria quase nenhuma probabilidade à ideia de terroristas colidirem aviões contra edifícios de Manhattan. Mas todos reconheceram que um ataque terrorista era uma possibilidade óbvia quando o primeiro avião atingiu o World Trade Center. E não tiveram dúvida de que estavam sendo atacados depois que a segunda torre foi atingida. O teorema de Bayes pode reproduzir esse resultado.

Digamos que, antes que o primeiro avião colidisse, nossa estimativa para a possibilidade de um ataque terrorista contra os arranha-céus de Manhattan fosse de uma chance em vinte mil, ou 0,005%. Contudo, também consideraríamos muito baixa a probabilidade de um avião atingir o World Trade Center por acidente. Esse número pode ser estimado de modo empírico: nos 25 mil dias anteriores de aviação sobre Manhattan,³⁹ ocorreram apenas dois acidentes parecidos: com o Empire State Building, em 1945, e com o número 40 de Wall Street, em 1946. A chance de um acidente como esse seria, portanto, de uma em 12.500. Se usarmos o teorema de Bayes para trabalhar esses números (ver Figura 8.5A), a probabilidade atribuída pelos americanos a um ataque terrorista subiria de 0,005% para 38% a partir do momento em que o primeiro avião se chocasse contra a torre.

FIGURA 8.5A: TEOREMA DE BAYES: EXEMPLO DO ATAQUE TERRORISTA

PROBABILIDADE PRÉVIA		
Estimativa inicial das chances de terroristas colidirem aviões contra arranha-céus de Manhattan	x	0,005%
UM FATO NOVO: O PRIMEIRO AVIÃO ATINGE O WORLD TRADE CENTER		
<i>Probabilidade de um avião se chocar caso terroristas ataquem os arranha-céus de Manhattan</i>	y	100%

<i>Probabilidade de um avião se chocar se não houver ataques terroristas contra os arranha-céus de Manhattan (ou seja, por acidente)</i>	<i>z</i>	0,008%
PROBABILIDADE POSTERIOR		
Estimativa revisada da probabilidade de ataque terrorista, considerando que o primeiro avião atingiu o World Trade Center	$\frac{xy}{xy + z(1 - x)}$	38%

A ideia por trás do teorema de Bayes, no entanto, não é utilizar nossa estimativa sobre as probabilidades uma única vez. Ao contrário, repetiremos o processo à medida que tivermos novos indícios. Assim, nossa probabilidade posterior a respeito de um ataque terrorista depois do choque do primeiro avião, 38%, torna-se nossa probabilidade *prévia* antes que o segundo avião se lançasse contra a torre. E, se repassarmos nossos cálculos para que reflitam o segundo avião que atingiu o World Trade Center, a probabilidade de que os americanos estivessem sob ataque se torna uma quase certeza de 99,99%. Um acidente num dia ensolarado em Nova York já era bastante improvável, mas um segundo evento era quase uma impossibilidade, como os americanos deduziram, horrorizados.

FIGURA 8.5B: TEOREMA DE BAYES: EXEMPLO DO ATAQUE TERRORISTA

PROBABILIDADE PRÉVIA		
<i>Estimativa revisada da probabilidade de ataque terrorista após o primeiro avião atingir o World Trade Center</i>	<i>x</i>	38%
UM FATO NOVO: O SEGUNDO AVIÃO ATINGE O WORLD TRADE CENTER		
Probabilidade de um avião se chocar caso terroristas ataquem os arranha-céus de Manhattan	<i>y</i>	100%
<i>Probabilidade de um avião se chocar caso terroristas não ataquem os arranha-céus de Manhattan (ou seja, por acidente).</i>	<i>z</i>	0,008%

PROBABILIDADE POSTERIOR		
Probabilidade revisada de ataque terrorista, após o segundo avião atingir o World Trade Center	$\frac{xy}{xy + z(1 - x)}$	99,99%

Escolhi alguns exemplos extremos — ataques terroristas, câncer, traições conjugais — porque pretendo mostrar a amplitude de problemas aos quais o raciocínio bayesiano pode ser aplicado. O teorema de Bayes não é uma fórmula mágica — em sua forma simples empregada aqui, consiste em nada mais do que adição, subtração, multiplicação e divisão. Precisamos abastecê-lo com informações, em particular com nossas estimativas sobre probabilidades prévias, para que ele nos entregue resultados úteis.

No entanto, o teorema de Bayes exige, sim, que pensemos de forma probabilística a respeito do mundo, mesmo ao lidarmos com temas que não gostamos de considerar como determinados pelo acaso. Isso não significa que tenhamos de encarar o mundo como algo incerto de forma intrínseca ou *metafísica* — Laplace acreditava que tudo, das órbitas dos planetas ao comportamento das partículas, era governado por metódicas regras newtonianas e, no entanto, teve um papel vital no desenvolvimento do teorema de Bayes. Na verdade, esse teorema lida com uma incerteza *epistemológica*, com os limites de nosso conhecimento.

O problema dos falsos positivos

Quando não conseguimos pensar de forma bayesiana, falsos positivos representam um problema, não apenas no caso de mamografias, mas para a ciência como um todo. Na Introdução, chamei atenção para o trabalho de um pesquisador da área da medicina, John P. A. Ioannidis, e seu artigo intitulado “Why Most Published Research Findings Are False”,⁴⁰ no qual recorria a vários argumentos estatísticos e teóricos para afirmar (como sugere seu título) que a *maioria* das hipóteses anunciadas como verdadeiras

nas publicações especializadas de medicina e de muitas outras áreas acadêmicas é, na realidade, falsa.

A hipótese de Ioannidis, como mencionamos, parece ser uma entre as verdadeiras; os laboratórios Bayer se viram incapazes de reproduzir cerca de *dois terços* das descobertas positivas anunciadas em publicações acadêmicas ao tentarem repetir as experiências.⁴¹ Outra maneira para confirmar a veracidade de uma descoberta motivada por uma pesquisa consiste em checar se ela conduz a previsões exatas no mundo real — e, como temos visto ao longo deste livro, muitas vezes não é o que acontece. O índice de fracassos em previsões feitas em todos os campos do conhecimento, da sismologia à ciência política, parece ser muito alto.

“Nos últimos vinte anos, com o crescimento exponencial do acesso a informações, à genômica e a outras tecnologias, somos capazes de medir milhões e milhões de variáveis interessantes em potencial”, disse-me Ioannidis. “Existe a expectativa de que possamos usar essas informações para fazer as previsões trabalharem para nós. Não estou afirmando que não fizemos qualquer progresso. Levando em conta que existem alguns milhões de artigos científicos, isso seria vergonhoso. Porém, não há, é óbvio, alguns milhões de descobertas. A maior parte não contribuiu muito para gerar conhecimento.”

É por essa razão que nossas previsões podem apresentar uma tendência *maior* a fracassar na era dos Big Data. Junto com um aumento exponencial na quantidade de informação disponível, cresce, da mesma forma, o número de hipóteses a investigar. O governo americano, por exemplo, publica, hoje em dia, dados a respeito de cerca de 45 mil estatísticas econômicas. Se quisermos examinar as possíveis relações entre todos os pares possíveis — existe uma relação causal entre a taxa de juro de empréstimo bancário nominal e o índice de desemprego em Alabama? —, teremos um bilhão de hipóteses para testar.^{LVIII}

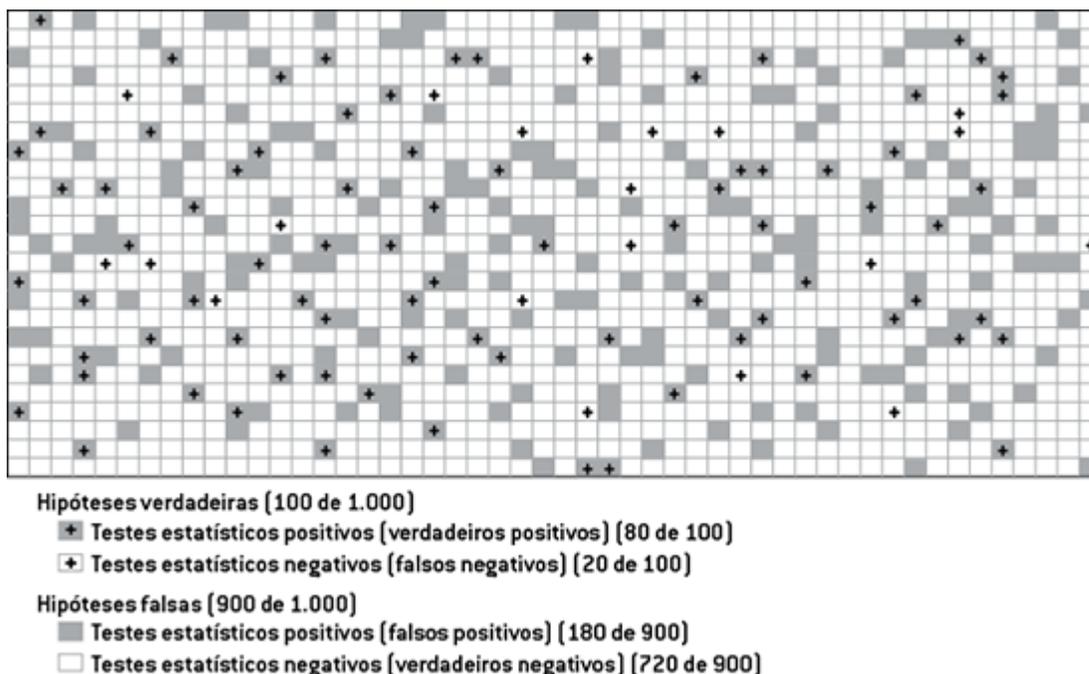
Porém, o número de relações *significativas* presentes nos dados — aquelas que nos falam de causalidade, em vez de correlações, e nos

revelam como o mundo realmente funciona — é menor em algumas ordens de grandeza. Também não é provável que aumente numa velocidade sequer próxima daquela em que cresce a quantidade de informação; não existem mais verdades no mundo do que antes da internet e do advento da imprensa. A maior parte dos dados representa apenas mais ruído, da mesma forma que a maior parte do universo está cheia de espaço vazio.

Enquanto isso, como sabemos graças ao teorema de Bayes, quando a incidência subjacente de algum fator numa população é considerada baixa (câncer de mama entre mulheres jovens ou uma verdade num oceano de dados), falsos positivos podem dominar os resultados se não formos cuidadosos. A Figura 8.6 representa esse fenômeno. Nela, 80% das hipóteses científicas verdadeiras são assim consideradas e cerca de 90% das falsas hipóteses são rejeitadas. Ainda assim, como descobertas verdadeiras são muito raras, cerca de dois terços dos achados tidos como verdadeiros são, na realidade, falsos!

Infelizmente, como compreendeu Ioannidis, é provável que as pesquisas publicadas na *maior parte* dos campos do conhecimento que realizam testes estatísticos apresentem um quadro muito parecido com o que se vê na Figura 8.6. [LIX](#) Por que é tão alta a incidência de erros? Em certa medida, todo o conteúdo tratado aqui representa uma resposta a essa pergunta. Há muitas razões — algumas estão relacionadas a nossos vieses psicológicos; outras, a frequentes erros metodológicos; e outras, ainda, ao mau uso de motivações. Mais perto da origem do problema, contudo, encontramos um tipo de pensamento estatístico equivocado aplicado por esses pesquisadores.

FIGURA 8.6: UMA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE FALSOS POSITIVOS



Quando a estatística se contrapôs a Bayes

Talvez o principal rival intelectual de Thomas Bayes — ainda que nascido em 1890, mais de 120 anos depois de sua morte — seja um estatístico e biólogo inglês chamado Ronald Aylmer Fisher. Trata-se de um personagem muito mais pitoresco do que Bayes, quase amálgama à tradição intelectual inglesa de Christopher Hitchens. Ele era um homem bonito, mas um tanto desleixado no modo de se vestir,⁴² sempre fumando cachimbo ou cigarros e envolvendo-se em rixas com adversários reais ou imaginários. Conferencista medíocre, era, contudo, um escritor mordaz, com inclinação para o tom dramático, além de companhia interessante e muito cobiçada entre os convidados para jantares. Os interesses de Fisher eram amplos: estava entre os melhores biólogos de seu tempo e era um dos maiores geneticistas, porém, elitista confesso, lamentava que as classes mais pobres estivessem procriando mais do que os intelectuais.⁴³ (Fisher, numa demonstração de zelo, teve oito filhos.)

É provável que Fischer, mais do que qualquer outro, seja o responsável pelos métodos estatísticos que permanecem amplamente empregados. Ele desenvolveu a terminologia do teste de significação estatística e grande parte da metodologia por trás disso. Também não era um grande admirador de Bayes ou de Laplace — Fischer foi o primeiro a usar o termo “bayesiano” num artigo, num sentido pejorativo,⁴⁴ e, em outra circunstância, assegurou que a teoria deveria ser “rejeitada por completo”.⁴⁵

Fischer e seus contemporâneos não viam problemas na fórmula conhecida como teorema de Bayes em si, que vem a ser uma simples identidade matemática. Preocupavam-se, na verdade, com a maneira como poderia ser aplicada. E objetaram, em particular, a noção de probabilidade prévia.⁴⁶ Tudo parecia subjetivo demais: temos de estipular a probabilidade de algo acontecer antes de iniciarmos uma experiência a esse respeito? Isso não contraria a noção de ciência objetiva?

De modo que Fischer e seus pares procuraram desenvolver um conjunto de métodos estatísticos que, esperavam, nos livrasse de qualquer enviesamento possível. Essa corrente da estatística é chamada hoje, em geral, de “frequentismo”, ainda que também seja usado, para classificá-la, o termo “fisheriano” (em oposição a bayesiano).⁴⁷

A ideia por trás do frequentismo afirma que a incerteza num problema estatístico resulta apenas da coleta de dados relacionada a uma fatia da população, e não ao todo. Esse pensamento faz mais sentido no contexto de algo como uma pesquisa eleitoral. Uma sondagem na Califórnia pode ouvir uma amostragem composta por oitocentas pessoas, em vez dos oito milhões de cidadãos que irão votar na próxima eleição, produzindo o que é conhecido como erro de amostragem. Trata-se da margem de imprecisão que costumamos ver registrada na divulgação de pesquisas eleitorais: que grau de erro é introduzido pelo fato de se ouvir oitocentas pessoas numa população de oito milhões? Os métodos frequentistas são concebidos para quantificar essa medida.

Mesmo no contexto das sondagens políticas, contudo, o erro de amostragem pode não contar a história inteira. No breve intervalo entre a reunião das lideranças democratas em Iowa e as eleições primárias do partido em New Hampshire, em 2008, cerca de quinze mil pessoas foram ouvidas⁴⁸ ali — um número enorme para um estado pequeno, suficiente para que a margem de erro nas pesquisas fosse, em teoria, de apenas 0,8% para mais ou para menos. No entanto, a imprecisão registrada após o resultado foi dez vezes maior: Hillary Clinton venceu no estado por três pontos, enquanto as pesquisas sugeriam que perderia para Barack Obama por oito pontos. O erro de amostragem — o *único* admitido pela estatística frequentista — foi o menor problema no caso das pesquisas de New Hampshire.

Da mesma forma, algumas empresas de pesquisa de opinião mostram, com regularidade, um viés favorável a um ou outro partido:⁴⁹ poderiam ouvir todos os duzentos milhões de americanos adultos e, ainda assim, não produziram os números corretos. Bayes refletiu sobre esses problemas há 250 anos. Se usarmos um instrumento com viés, não importa quantas medições façamos, estaremos mirando no alvo errado.

Em essência, a abordagem frequentista em relação à estatística procura lavar as mãos, eximindo-se do motivo pelo qual a maior parte das previsões erra: a falha humana. Ela considera a incerteza como parte intrínseca do experimento, e não de nossa capacidade de compreender o mundo real. O método também parte do princípio de que, à medida que são coletados mais dados, o erro se aproximará de zero, o que será ao mesmo tempo necessário e suficiente para resolver quaisquer problemas. Dados úteis são escassos em muitas das áreas mais problemáticas abordadas neste livro e, em geral, é importante que colemos uma quantidade maior deles. Entretanto, é difícil que essa prática estenda diante de nós um tapete vermelho rumo à perfeição estatística se não usarmos os dados de maneira sensata. Como observou Ioannidis, a era dos Big Data parece apenas

agravar o problema das descobertas de falsos positivos na literatura a respeito de experiências realizadas.

Tampouco o método frequentista se mostra particularmente objetivo, na teoria ou na prática. Ao contrário, baseia-se em toda uma série de premissas. Em geral, pressupõe que a incerteza subjacente a uma medição qualquer segue uma espécie de curva em forma de sino ou distribuição normal. Muitas vezes, essa é uma boa suposição, porém não no caso de algo como as variações da bolsa de valores. A abordagem frequentista exige que se defina uma população que sirva como amostragem, algo simples no caso de uma sondagem política, mas, em grande medida, arbitrário em muitas outras aplicações práticas. De que “amostra da população” foram deduzidas as previsões para os ataques de 11 de setembro?

O problema maior, no entanto, é que os métodos frequentistas — no esforço para adotar procedimentos estatísticos imaculados, que não poderão ser contaminados por vieses — acabam por manter o pesquisador isolado do mundo real, o que o desestimula a levar em conta o contexto subjacente ou a plausibilidade de sua hipótese, algo que o método bayesiano exige na forma de uma probabilidade prévia. Assim, veremos artigos que parecem sérios sobre como sapos podem prever terremotos⁵⁰ ou sobre como grandes lojas de departamentos, como a Target, dão origem a grupos que estimulam o ódio racial,⁵¹ que aplicam testes frequentistas para produzir descobertas “estatisticamente significantes” (porém, é óbvio, ridículas).

Sem contexto, dados são inúteis

Em seus últimos anos de trabalho, Fischer atenuou o tom de suas críticas, chegando, por vezes, a elogiar Bayes.⁵² E alguns métodos que desenvolveu durante sua longa carreira (mesmo os que não são muito praticados hoje em dia) foram, na realidade, frutos de concessões entre abordagens bayesianas e frequentistas. No período final de sua vida, contudo, Fischer

cometeu um grave erro de julgamento, que ajuda a demonstrar os limites de sua abordagem.

A questão dizia respeito ao fumo e ao câncer de pulmão. Na década de 1950, uma pesquisa em grande escala — usando métodos estatísticos convencionais e bayesianos⁵³ — alegava existir vínculo entre as duas coisas, uma conexão que, claro, é muito aceita hoje.

Fischer passou grande parte dos últimos anos de sua vida contestando essas conclusões por meio de cartas publicadas em periódicos respeitáveis, como *The British Medical Journal* e *Nature*.⁵⁴ Ele não negava que eram bastante eloquentes os indícios da relação estatística entre cigarros e câncer de pulmão apresentados nesses estudos, mas alegava se tratar de um caso de correlação confundido com causalidade, comparando-o à correlação histórica entre a importação de maçãs e o índice de casamentos realizados na Inglaterra.⁵⁵ A certa altura, argumentou que o câncer de pulmão levava ao consumo de cigarros, e não o contrário⁵⁶ — a ideia, ao que parece, indicava que as pessoas começavam a fumar em busca de algum alívio para suas dores no pulmão.

Muitas descobertas científicas aceitas hoje seriam descartadas como tolices em determinados momentos da história, por causa de tabus culturais em vigor (como a alegação de Galileu de que a Terra gira em torno do Sol), mas, muitas vezes, porque ainda não existiam os dados necessários à análise do problema. Poderíamos desculpar Fischer se fosse, por fim, estabelecido que não havia indícios convincentes, nos anos 1950, para sugerir um vínculo entre cigarros e câncer de pulmão. No entanto, especialistas que voltaram a estudar a questão e reexaminaram os indícios disponíveis concluíram que esses existiam, sim, e de sobra — uma ampla variedade de testes estatísticos e clínicos demonstrava uma relação causal entre os fenômenos.⁵⁷ A ideia tornava-se, com rapidez, um consenso científico.

Então, por que Fischer descartou a teoria? Talvez por ter sido um consultor pago pela indústria do tabaco.⁵⁸ Talvez por ter sido um fumante por toda a vida. E Fischer gostava de desempenhar o papel daquele que remava contra a corrente, do polemista, e mostrava aversão a tudo que sugerisse puritanismo. Em resumo, sua abordagem mostrava-se parcial em vários aspectos.

Porém, o maior problema talvez tenha sido a maneira como a filosofia estatística de Fischer tende a conceber o mundo, pois enfatiza a pureza objetiva da experiência realizada: todas as hipóteses poderiam ser testadas e conduzir a uma conclusão perfeita, bastando que uma quantidade suficiente de dados fosse coletada. No entanto, para alcançar essa pureza, nega-se a necessidade das probabilidades prévias bayesianas ou de qualquer outro aspecto de contexto confuso, e ligado ao mundo real, que possa tornar o quadro menos nítido. Esses métodos não exigem nem nos estimulam a pensar na plausibilidade de nossa hipótese: a ideia de que cigarros provocam câncer compete, em nível de igualdade, com a sugestão de que sapos preveem terremotos. Depõe a favor de Fischer, creio, reconhecer que uma correlação nem sempre indica causalidade. Contudo, os métodos estatísticos fischerianos não nos encorajam a pensar em *quais* correlações implicam ou não causas. Talvez não seja surpreendente que, depois de uma vida inteira pensando desse jeito, Fischer tenha perdido a capacidade de distinguir entre uma coisa e outra.

Bob, o bayesiano

Pela visão bayesiana, a previsão é a régua para medir o progresso. Pode ser que jamais saibamos a verdade com toda a certeza, mas fazer previsões corretas é um modo para saber se estamos mais próximos dela.

Os adeptos de Bayes veem o apostador com uma simpatia especial.⁵⁹ Bayes e Laplace, assim como outros teóricos dos primórdios da teoria da probabilidade, muitas vezes recorreram a exemplos extraídos de jogos de

azar para explicar seu trabalho. (É provável que Bayes não jogasse muito,⁶⁰ mas ele circulava em meios em que eram comuns jogos de cartas e bilhar, muitas vezes disputados a dinheiro.) O jogador faz previsões (o que é bom) que envolvem estimativas de probabilidade (ótimo) e, quando se dispõe a arriscar seu dinheiro (melhor ainda), revela a todos suas crenças a respeito do mundo. A definição mais prática de uma probabilidade prévia bayesiana poderia ser as chances que estimamos quando nos dispomos a fazer uma aposta.^{LX}

E Bob Voulgaris é um tipo particularmente bayesiano de apostador. Ele gosta de apostar em basquete por ser uma maneira de testar a si mesmo e a precisão de suas teorias. “Você poderia dirigir um clube e dizer ‘quero esse jogador e quero aquele’”, disse-me ele ao fim de nossa conversa. “No final das contas, você não saberá se acertou ou não. Mas, ao fim de um dia, ao fim de uma temporada, sei se acertei ou errei, porque vejo se ganhei ou perdi dinheiro. É um teste excelente.”

Voulgaris absorve a maior quantidade possível de informações a respeito de basquete porque tudo pode mudar suas estimativas sobre as probabilidades. Um apostador esportivo profissional como ele só fará uma aposta quando avaliar ter pelo menos 54% de chances, o que é suficiente para cobrir a taxa do vencedor cobrada por uma casa de apostas e o risco associado à opção de empenhar seu dinheiro na operação. E, apesar de toda a habilidade e trabalho árduo — Voulgaris é um dos melhores apostadores profissionais em todo o mundo —, ele ainda acerta apenas 57% de suas apostas. É excepcionalmente difícil acertar mais.

Portanto, uma pequena informação capaz de aumentar suas estimativas de 53% para 56% pode fazer toda a diferença. É por meio desse tipo de margem estreita que apostadores, seja nas mesas de pôquer ou na bolsa de valores, ganham a vida. A ideia de Fischer sobre relevância estatística, que usa recortes arbitrários desprovidos de contexto^{LXI} para determinar a diferença entre uma descoberta “significante” ou não,⁶¹ é canhestra demais para ser usada em apostas.

Porém, não queremos sugerir que Voulgaris evite desenvolver *hipóteses* em torno do que está vendo nas estatísticas. (O problema com a noção de Fischer sobre como testar uma hipótese não reside em tê-la, mas na maneira como recomenda que nós a testemos.)⁶² Na realidade, esse é um fator vital naquilo que Voulgaris faz. Qualquer um é capaz de perceber padrões estatísticos, que logo são refletidos na linha de apostas. O importante é saber se eles representam sinal ou ruído. Voulgaris formula hipóteses a partir de seus conhecimentos sobre basquete, de modo que possa distinguir, com mais rapidez e precisão, as duas coisas.

A abordagem de Voulgaris em relação às apostas no basquete é exemplo de uma das mais puras destilações do método científico (ver Figura 8.7). Ele observa o mundo e faz perguntas: por que os jogos do Cleveland Cavaliers apresentam, com tanta frequência, placares acima da média? Então, reúne informações sobre o problema e formula uma hipótese: o Cavaliers está obtendo placares altos porque Ricky Davis pode fechar um contrato este ano e se esforça para melhorar suas estatísticas. A diferença entre o que Voulgaris faz e aquilo que um físico ou um biólogo pode fazer é demarcar suas previsões ao fazer apostas, enquanto um cientista esperaria validar sua previsão por meio de uma experiência.

FIGURA 8.7: MÉTODO CIENTÍFICO

Passos do método científico⁶³	Exemplo de apostas esportivas
Observe um fenômeno	As partidas do Cavaliers costumam ter placares acima da média.
Desenvolva uma hipótese para explicar o fenômeno	Os jogos do Cavaliers têm placares altos porque Ricky Davis, de olho num novo contrato, joga para fazer o maior número possível de pontos.
Formule a previsão a partir da hipótese	As motivações de Davis não mudarão até o fim da temporada. Portanto: [1] ele continuará a jogar em ritmo

	acelerado e [2] futuras partidas do Cavaliers continuarão a ter placares altos.
Teste a previsão	Faça sua aposta.

Se Voulgaris puder desenvolver uma hipótese sólida sobre o que está enxergando nesses dados, será capaz de fazer apostas mais agressivas. Suponha, por exemplo, que ele leia alguma observação casual feita pelo técnico do Denver Nuggets sobre querer “fazer uma boa apresentação” para a torcida. É provável que se trate apenas de uma declaração trivial, mas *pode* significar que o time jogará num ritmo mais rápido para aumentar a venda de ingressos. Se essa hipótese estiver certa, Voulgaris esperará, com uma aposta nas partidas do Nuggets, ganhar em 70% das vezes, ao contrário do índice usual de 50%. Em consequência do teorema de Bayes, quanto mais firme a crença de Voulgaris em sua hipótese, com mais rapidez ele pode começar a fazer apostas lucrativas nos jogos do Nuggets. Ele pode apostar depois de assistir a apenas um ou dois jogos, verificando se sua teoria está sendo comprovada — rápido o bastante para que as casas de apostas de Las Vegas precisem correr para alcançá-lo. De modo inverso, ele pode evitar se deixar distrair por padrões estatísticos, como no caso do lento começo do Lakers em 1999, que por si sós têm pouco significado subjacente, mas que outras pessoas, em desvantagem, podem confundir com um sinal.

O caminho bayesiano para errarmos menos

Mas as estimativas de probabilidade feitas por Bob são subjetivas ou objetivas? Essa é uma questão delicada.

Do ponto de vista empírico, todos temos crenças e visões preconcebidas, forjadas por uma combinação de experiências, valores, conhecimentos e, talvez, objetivos políticos ou profissionais. Uma característica agradável da perspectiva bayesiana é, ao admitir que nutrimos crenças prévias que afetam o modo como interpretamos novos indícios, proporcionar-nos uma

boa *descrição* sobre como reagimos às mudanças em nosso mundo. A crença prévia de Fischer, por exemplo, de que havia apenas 0,00001% de chance de cigarros causarem câncer de pulmão ajuda a explicar por que todos os indícios que desmentiam essa ideia não puderam convencê-lo. Na verdade, nada existe no teorema de Bayes que nos impeça de nutrir crenças que julgamos *absolutamente* verdadeiras. Se você sustenta que existe 100% ou 0% de probabilidade de Deus existir, *nenhuma* quantidade de indícios será capaz de persuadi-lo, segundo o teorema de Bayes.

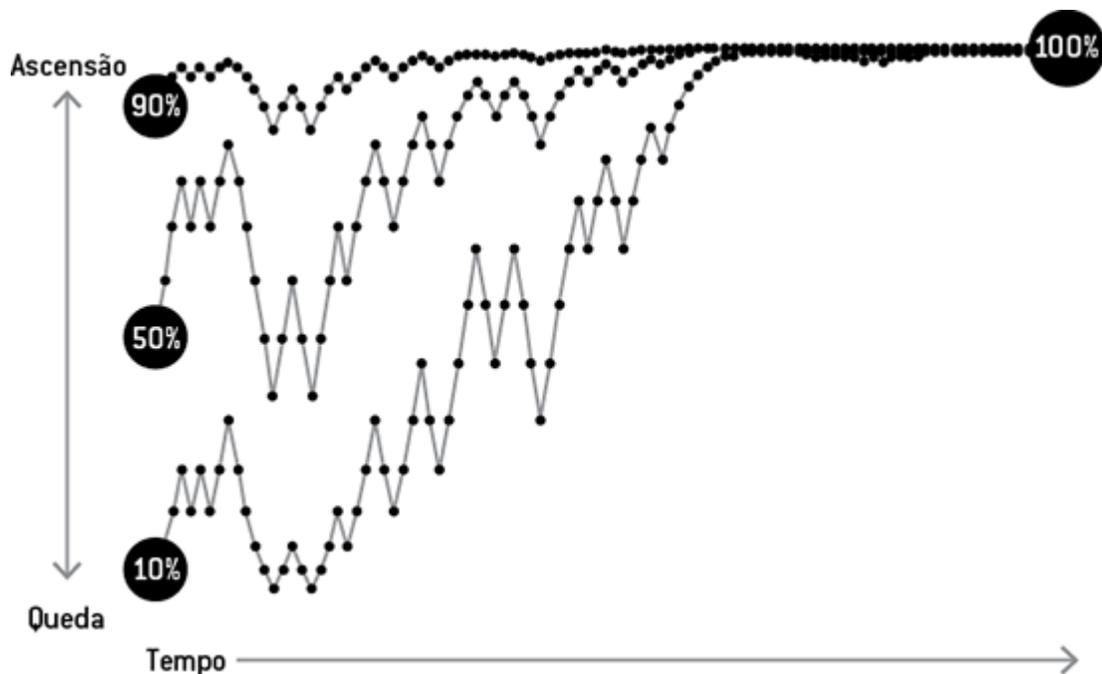
Não estou aqui para dizer se existem ou não coisas em que você deveria acreditar com uma certeza *absoluta* e *inequívoca*.^{LXII} Porém, talvez devêssemos ser mais honestos ao assumir essas crenças. Nada muito útil surge numa discussão entre pessoas que sustentam existir 0% ou 100% de possibilidade em relação a alguma coisa. É provável que muitas guerras — como os conflitos sectários na Europa na época do advento da imprensa — resultem de uma premissa como essa.

Não devemos concluir que todas as crenças prévias são igualmente corretas ou válidas. Acredito, no entanto, que nunca atingiremos objetividade, racionalidade ou precisão perfeitas em nossas crenças. Podemos, em vez disso, esforçar-nos para sermos *menos* subjetivos, *menos* irracionais e *menos* errados. Fazer previsões tomando como base nossas crenças é a melhor (e talvez a única) maneira para nos testarmos. Se a objetividade é necessária para alcançar uma verdade maior, que vá além das circunstâncias pessoais em que nos encontramos, e se uma previsão é o melhor modo para verificar até que ponto nossas percepções pessoais estão afinadas com essa verdade maior, os mais objetivos entre nós são aqueles que fazem as previsões mais exatas. O método estatístico de Fischer, que via a objetividade como algo que só existia nos limites de um experimento realizado em laboratório, mostra-se menos apropriado a essa tarefa do que o raciocínio bayesiano.

Uma propriedade do teorema de Bayes, na realidade, é que nossas crenças devem convergir uma para a outra — e para a verdade — à medida

que mais indícios nos forem apresentados. Na Figura 8.8, construí um exemplo no qual três investidores tentam determinar se estão num mercado em ascensão ou em queda. No início, eles partem de convicções bem diferentes a esse respeito: um deles é otimista e acredita que existe 90% de chance de contar com um mercado favorável como ponto de partida, enquanto outro se mostra pessimista, afirmando que essa chance é de apenas 10%. A cada vez que a bolsa de valores sobe, os investidores ficam um pouco mais otimistas; a cada vez que cai, acontece o oposto. No entanto, montei uma simulação de tal modo que, mesmo que as flutuações sejam aleatórias no plano do dia a dia, o mercado suba em 60% das ocasiões a longo prazo. Ainda que seja um caminho acidentado, todos os investidores, a certa altura, determinam corretamente que se encontram num mercado em ascensão com quase (embora não *exatamente*, é claro) 100% de certeza.

FIGURA 8.8: CONVERGÊNCIA BAYESIANA



Em teoria, a ciência deveria funcionar desse modo. A noção de consenso científico é problemática, mas sugere que a opinião dessa comunidade converge *para* a verdade à medida que ideias são debatidas e novos indícios são revelados. Da mesma forma que na bolsa de valores, nem sempre os passos são dados para frente ou de forma suave. É frequente que a comunidade científica se mostre conservadora demais para adaptar seus paradigmas às novas evidências,⁶⁴ ainda que também existam ocasiões em que se apressou para mergulhar num novo modismo. Contudo, contanto que todos estejam a bordo do trem bayesiano,^{LXIII} mesmo crenças incorretas e premissas erradas acabam sendo revisadas para se aproximarem da verdade.

Nesse momento, por exemplo, é possível que estejamos vivendo uma mudança de paradigma nos métodos estatísticos usados pelos cientistas. As críticas que apresentei aqui a respeito das deficiências na abordagem estatística de Fischer não são novas nem radicais: importantes estudiosos de campos que vão da psicologia clínica⁶⁵ à ciência política⁶⁶ e à ecologia⁶⁷ desenvolvem argumentos semelhantes há anos. Porém, até o momento, poucas mudanças importantes ocorreram.

Há pouco tempo, entretanto, estatísticos respeitados começaram a argumentar que a estatística frequentista já não deveria ser ensinada a alunos de graduação.⁶⁸ E alguns ramos consideram a possibilidade de banir as hipóteses de Fischer de suas publicações acadêmicas.⁶⁹ Na verdade, se lermos o que foi escrito nos últimos dez anos, é difícil encontrar algo que *não* defenda uma abordagem bayesiana.

O dinheiro de Bob também está investido em Bayes. Ele não aplica o teorema de Bayes, de forma literal, a cada previsão, mas sua prática de pôr à prova os dados estatísticos no contexto de hipóteses e de crenças derivadas de seus conhecimentos sobre basquete é bastante bayesiana, assim como a facilidade com que aceita respostas probabilísticas para suas perguntas.

Levará algum tempo para que os livros didáticos e as tradições mudem. Mas o teorema de Bayes sustenta que acabaremos por convergir para a melhor abordagem. E prevê que os bayesianos vencerão.

[LIV](#) O título deste capítulo é inspirado em um verso do poema “The Road to Wisdom” [O caminho da sabedoria], de autoria do matemático dinamarquês Piet Hein: “to err and err and err again, but less and less and less” [errar e errar e errar de novo, porém, menos e menos e menos].

[LV](#) Partindo do princípio de que o Lakers venceria o Indiana Pacers, campeão da Conferência Leste, nas finais da NBA, contra o qual era visto como favorito absoluto. Voulgaris poderia adotar um novo *hedge* caso quisesse se proteger dessa pequena margem de risco.

[LVI](#) Nessa modalidade, a cotação de ambas as equipes em disputa é equilibrada pela casa de apostas através de uma redistribuição de pontos favorável ao time considerado mais fraco. O *point spread* é o número de pontos concedidos, sendo designado por um símbolo de (-) diante do favorito e de (+) diante do adversário. Para que a aposta seja vencedora, é preciso que o favorito vença por uma margem maior do que o *point spread*; caso contrário, perde-se, ainda que o time escolhido seja vencedor da partida. Igualmente, mesmo em caso de derrota, o time considerado mais fraco precisa perder por uma margem menor do que o *point spread* para haver uma aposta vencedora válida. (N. do T.)

[LVII](#) Ver nota XXIX no capítulo 3.

[LVIII](#) O número de possíveis combinações é calculado por 45 mil vezes 44.999 dividido por dois, que resulta em 1.012.477.500.

[LIX](#) Uma diferença é que descobertas negativas são, em geral, mantidas numa gaveta, e não publicadas (hoje em dia, cerca de 90% dos estudos divulgados em publicações acadêmicas registram descobertas positivas). Contudo, isso não elimina o problema dos falsos positivos nas descobertas que chegam a ser publicadas.

[LX](#) Ou, de forma mais apropriada, as probabilidades que fixaríamos como linha de aposta, de modo a ser indiferente entre os dois lados. A maior parte dos bayesianos exige que as probabilidades prévias evitem o chamado *Dutch book*, situação em que elas se mostram incoerentes. Se estabelecermos um conjunto de probabilidades prévias sobre as chances de cada um dos trinta times ganhar o campeonato da NBA, elas precisam somar exatamente 100%, uma vez que esse número representa um conjunto que esgota as possibilidades.

[LXI](#) Descobriu-se que, sendo 95% o índice de confiança que, segundo Fischer, determina a tradicional linha divisória entre “significativo” e “não significativo”, pesquisadores estão muito mais propensos a registrar descobertas cuja certeza é classificada por testes estatísticos em 95,1% do que aquelas classificadas em 94,9% — uma prática que parece mais supersticiosa do que científica.

[LXII](#) Apesar de que é bom ter em mente que uma das conclusões deste livro é a de que as pessoas se mostram excessivamente autoconfiantes; é provável que tenhamos um número exagerado de crenças que tendem às extremidades do espectro que vai de 0% a 100%.

[LXIII](#) E que não sustentem probabilidades prévias que acreditem ser *exatamente* 100% ou *exatamente* 0% verdadeiras; esses não mudarão e não *poderão* mudar sob o teorema de Bayes.

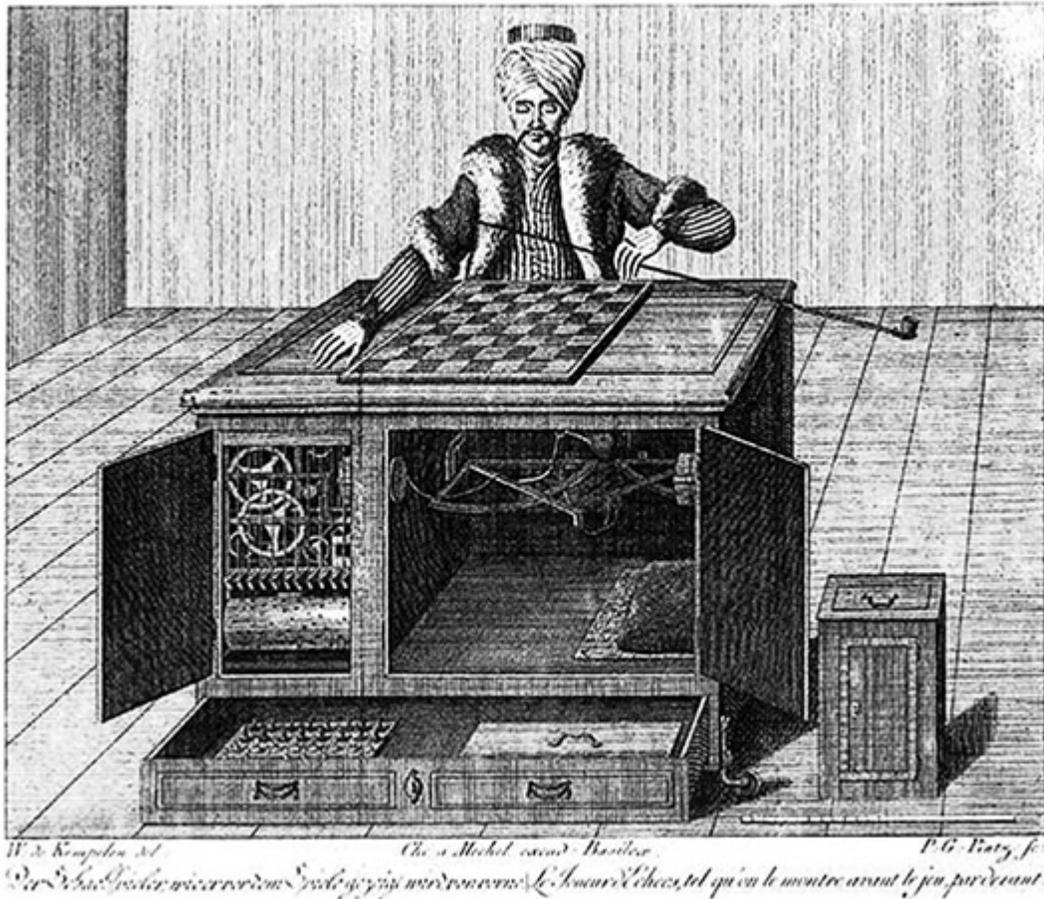
FÚRIA CONTRA AS MÁQUINAS ^{LXIV} —

Aos 27 anos, Edgar Allan Poe, como muitos outros antes, mostrou-se fascinado pelo Turco Mecânico, um intrincado aparato que derrotara Napoleão Bonaparte e Benjamin Franklin no xadrez. A máquina, construída na Hungria em 1770, antes do nascimento de Poe ou dos Estados Unidos, foi levada para Baltimore e Richmond durante uma turnê, na década de 1830, depois de maravilhar plateias por toda a Europa durante décadas. Poe deduziu que se tratava de uma fraude sofisticada, cujas engrenagens e rodas dentadas ocultavam um mestre enxadrista que, sentado dentro do gabinete, manipulava alavancas para mover as peças pelo tabuleiro e inclinava a cabeça ornada com um turbante a cada vez que impunha um xeque ao adversário.

Poe é considerado o inventor das histórias de detetive,¹ e parte da obra que ele compôs para desmascarar a fraude era extraordinária. Despertara sua suspeita, por exemplo, o fato de que um homem (mais tarde confirmado como o mestre enxadrista alemão William Schlumberger) sempre era visto desempacotando e empacotando a máquina, mas ninguém o via durante as partidas (arrá! Ele estava dentro da caixa). Contudo, o ensaio de Poe sobre o Turco Mecânico indicava uma percepção visionária sobre as implicações daquilo que hoje chamamos de inteligência artificial (uma expressão que só viria a ser cunhada 120 anos

depois). O texto expressava uma ambivalência muito profunda e bastante moderna diante da possibilidade de computadores adquirirem a capacidade de imitar, ou aperfeiçoar, as mais elevadas funções humanas.

FIGURA 9.1: O TURCO MECÂNICO



Poe reconhecia quão impressionante era o fato de uma máquina jogar xadrez. O primeiro computador mecânico, chamado por Charles Babbage de “a máquina diferencial”, mal estava concebido na época em que Poe expôs aqueles fatos. O aparelho proposto por Babbage, que nunca chegou a ser construído por inteiro, poderia, na melhor das hipóteses, calcular algumas funções elementares, como logaritmos, além de efetuar operações de adição, subtração, multiplicação e divisão. Poe mostrou-se

impressionado com a criação de Babbage — ainda assim, tudo o que ela fazia era absorver alguns dados previsíveis, rodar engrenagens e cuspir resultados tão previsíveis quanto. Não havia inteligência ali: era algo apenas mecânico. Um computador que pudesse disputar uma partida de xadrez, por outro lado, beirava o miraculoso, devido ao discernimento necessário para jogar bem.

Poe alegava que, se aquela máquina fosse real, precisaria jogar com absoluta perfeição: máquinas não cometem erros computacionais. Ele encarou os erros do turco — que ganhava a maior parte das partidas, mas perdia algumas — como uma prova a mais de que não se tratava de uma máquina, mas de um aparato controlado por um ser humano, cheio de imperfeições humanas.

Ainda que a lógica de Poe deixasse a desejar, a reverência com que tratava as máquinas continua a nos acompanhar. Consideramos computadores invenções espantosas, incluindo-os entre as principais manifestações da engenhosidade humana. Bill Gates, com frequência, aparece entre os homens mais admirados dos Estados Unidos,² e Apple e Google, entre as empresas mais reverenciadas.³ E esperamos que computadores se comportem de modo irrepreensível e sem grande esforço, superando, de algum modo, as imperfeições de seus criadores.

Além disso, encaramos os cálculos de programas de computador como precisos, incontestáveis e talvez até mesmo proféticos. Em 2012, dois adolescentes britânicos foram acusados de lesar investidores em mais de 1 milhão de dólares ao promoverem seu “robô” programado para escolher ações. Batizado como MARL,⁴ seria capaz de processar “1.986.832 cálculos por segundo”, sem se deixar levar por “sentimentos que gerassem decisões por instinto”, permitindo que investidores dobrassem seu dinheiro em poucas horas ao seguirem as recomendações do MARL para a compra de ações baratas e de alto risco.⁵

Mesmo quando previsões feitas por computadores não inspiram credulidade, podem despertar medos. Máquinas, por exemplo, que usam

programas destinados a prever as chances de sobrevivência de pacientes em hospitais são, às vezes, retratadas em textos jornalísticos⁶ como se fossem primas do HAL 9000, o computador de *2001: Uma odisseia no espaço*, que decidiu não ver mais utilidade em astronautas, tentando então sufocá-los.

Ao ingressarmos na era dos Big Data, em que informações e capacidade de processamento aumentam em ritmos exponenciais, talvez tenha chegado o momento de desenvolvermos uma atitude mais saudável em relação aos computadores e àquilo que podem realizar por nós. A tecnologia é benéfica como recurso para poupar mão de obra, mas não devemos esperar que máquinas pensem por nós.

Nasce o xadrez por computador

O engenheiro espanhol Leonardo Torres y Quevedo construiu uma versão do Turco Mecânico em 1912, batizado por ele como *El Ajedrecista* [O Enxadrista]. Ainda que seja às vezes considerado o primeiro jogo de computador,⁷ o modelo tinha funcionalidade muito limitada, conseguindo apenas determinar posições a partir de uma simulação de finais de partidas, quando só restassem três peças no tabuleiro. (E *El Ajedrecista* não usava um típico adereço turco na cabeça.)

O pai do moderno computador voltado para o xadrez foi Claude Shannon, do MIT, matemático tido como fundador da teoria da informação, que, em 1950, publicou uma monografia intitulada “Programming a Computer for Playing Chess” [Programando um computador para jogar xadrez].⁸ Shannon identificou alguns algoritmos e técnicas que formam a espinha dorsal dos programas voltados para o xadrez existentes hoje em dia. E também reconheceu o motivo pelo qual esse jogo representa um problema tão interessante para a capacidade de processamento de informações das máquinas.

O xadrez, compreendeu Shannon, conta com uma meta bastante clara e nítida: conseguir um xeque-mate. Além disso, segue um conjunto de regras

simples, não admitindo elementos de sorte ou aleatórios. E, no entanto, como qualquer jogador se dá conta (eu não jogo xadrez muito bem), usar essas regras simples para atingir aquele objetivo simples não é fácil. É preciso profunda concentração apenas para sobreviver a mais de duas dezenas de possíveis movimentos num jogo, quanto mais para vencer uma partida. Shannon encarava o xadrez como um teste supremo para a capacidade dos computadores e para as habilidades que eles poderiam, um dia, ter.

Porém, Shannon, ao contrário de alguns sucessores, não se apegou à ideia romântica de que computadores poderiam jogar xadrez do mesmo jeito que humanos. Nem via sua vitória sobre os humanos como inevitável. Via, na verdade, quatro possíveis vantagens apresentadas pelos computadores:

1. Mostram grande rapidez para efetuar cálculos.
2. Não cometem erros, a menos que estejam codificados nos programas.
3. Não sentem preguiça e não deixam de analisar por completo todos os possíveis movimentos.
4. Não são envolvidos por emoções nem tomados por um excesso de autoconfiança ao se verem numa situação aparentemente vitoriosa que poderia ser desperdiçada nem desencorajados ao se verem numa posição difícil, mas contornável.

Esses fatores deveriam ser levados em conta, pensou Shannon, e comparados a quatro inegáveis vantagens humanas:

1. Nossas mentes são flexíveis. Para resolver um problema, são capazes de mudar seu modo de pensar, em vez de seguir uma série predeterminada de regras.
2. Contamos com a capacidade de imaginar.
3. Contamos com a capacidade de raciocinar.
4. Contamos com a capacidade de aprender.

Aos olhos de Shannon, parecia uma luta equilibrada. Mas essa avaliação só se mostrou válida por alguns momentos fugazes, em meados dos anos 1990, quando o mestre enxadrista russo Garry Kasparov — o melhor jogador de xadrez de todos os tempos — enfrentou o que era, então, um dos mais avançados computadores, o Deep Blue, da IBM.

Antes do confronto, os humanos levavam a melhor nessa luta — e com grande vantagem. Contudo, os computadores têm prevalecido desde então, e continuarão assim enquanto vivermos.

Xadrez, previsões e heurística

De acordo com o teorema de Bayes, uma previsão é, de forma simplificada, um tipo de atividade ligada ao processamento de informação — uma questão que se resume a usar novos dados para testar uma hipótese sobre o mundo objetivo, com o propósito de nos aproximarmos de concepções cada vez mais precisas ao seu respeito.

O xadrez pode ser pensado como algo análogo à previsão. Os jogadores devem processar informações — as posições das 32 peças no tabuleiro e seus possíveis movimentos — para conceber estratégias que imponham um xeque-mate ao adversário e que representem, em essência, diferentes hipóteses sobre como ganhar a partida. Será bem-sucedido aquele que formular a melhor hipótese.

O xadrez é determinístico — não envolve, na verdade, qualquer elemento de sorte. Porém, em teoria, o mesmo poderia ser dito a propósito da meteorologia, como vimos no Capítulo 4. Nosso conhecimento sobre ambos os sistemas está sujeito a imperfeições consideráveis. Em relação ao clima, grande parte do problema reside em nosso incompleto conhecimento das condições iniciais. Mesmo que tenhamos uma ideia bastante precisa de como o sistema climático se comporta, contamos com informações restritas sobre a posição de todas as moléculas que formam

nuvens, tempestades e furacões. Portanto, o melhor a fazer é formular previsões a partir de probabilidades.

No xadrez, contamos com o conhecimento integral sobre as regras em vigor e com informações perfeitas, pois existe um número finito de peças e todas estão à nossa vista. Mesmo assim, o jogo ainda é bastante difícil. O xadrez revela-nos os limites de nossa capacidade de processar informações e, talvez, algo sobre as melhores estratégias para tomar decisões a despeito dessas limitações. A necessidade de fazermos previsões não decorre do fato de o mundo, em si, ser incerto, mas de que compreender o mundo plenamente está além de nossas capacidades.⁹

Por isso, tanto os programas de computador quanto os mestres enxadristas recorrem a simplificações para prever o resultado de uma partida. Podemos vê-las como “modelos”, porém *heurística* é o termo preferido pelos que estudam programação e a forma como os humanos decidem algo. A palavra deriva da mesma raiz grega de *eureka*.¹⁰ Uma abordagem heurística para a resolução de problemas consiste em empregar princípios básicos quando uma solução determinística para certo problema está além de nossas capacidades práticas.

Heurística é algo muito útil, porém produz tendências e, então, uma incapacidade para perceber certas coisas.¹¹ Por exemplo, o princípio de heurística que diz “quando encontrar um animal perigoso, corra!” é, muitas vezes, um conselho útil, mas não quando encontramos um urso-pardo: o bicho pode se assustar com seu movimento e alcançá-lo com facilidade. (Em vez disso, o Serviço de Parques dos Estados Unidos aconselha que você fique o mais silencioso e imóvel possível, chegando a se fingir de morto, se necessário.)¹² Humanos e computadores aplicam noções heurísticas diferentes ao jogarem xadrez. Quando jogam um contra o outro, a partida é vencida, em geral, por quem percebe primeiro as deficiências do adversário.

A previsão fracassada de Kasparov

Em janeiro de 1988, Garry Kasparov, número um do xadrez mundial de 1986 a 2005, quando se aposentou,¹³ previu que nenhum programa de informática seria capaz de derrotar um mestre enxadrista até, pelo menos, o ano 2000.¹⁴ “Se alguém tiver dificuldade em jogar contra computadores”, ironizou ele, numa entrevista em Paris, “ficarei feliz em oferecer minha ajuda.”¹⁵ No entanto, naquele mesmo ano, um grande mestre do xadrez, o dinamarquês Bent Larsen, foi derrotado por um programa chamado Deep Thought, um projeto elaborado por alunos de graduação da Universidade Carnegie Mellon.

No entanto, o modesto mestre enxadrista não era um Kasparov, e, quando o Deep Thought enfrentou o campeão russo, em 1989, foi fragorosamente derrotado. Kasparov sempre respeitou o papel da tecnologia da computação no xadrez e, para aprimorar seu desempenho, estudou computadores por muito tempo, porém seus elogios ao Deep Thought não poderiam ser mais moderados, sugerindo que um dia, talvez, surgisse um computador que exigisse “100% de sua habilidade” para derrotá-lo.¹⁶

Os programadores por trás do Deep Thought, liderados por Feng-hsiung Hsu e Murray Campbell, foram, por fim, contratados pela IBM, empresa em que seu sistema foi aprimorado até se transformar no Deep Blue, que venceu Kasparov na primeira partida de uma disputa na Filadélfia, em 1996. Porém, Kasparov reagiu, ganhando o restante da série com bastante facilidade. No ano seguinte, numa nova disputa em Nova York, o impensável aconteceu. Garry Kasparov, o melhor e mais intimidante jogador de xadrez da história, sentiu-se intimidado por um computador.

No começo...

Uma partida de xadrez, como tudo o mais, tem três partes: começo, meio e fim. É um pouco diferente no xadrez o fato de que cada fase testa diferentes habilidades intelectuais e emocionais, transformando o jogo num triatlo mental de velocidade, força e resistência.

No início de uma partida, o centro do tabuleiro está vazio, com peões, torres e bispos alinhados em perfeita ordem nas duas primeiras fileiras, à espera de instruções. As possibilidades são quase infinitas. As peças brancas podem abrir o jogo de vinte maneiras diferentes, enquanto as peças pretas podem escolher dentre vinte movimentos para reagir, criando quatro mil possíveis sequências depois do primeiro lance de ambos os jogadores. Após a segunda jogada de ambos, existem 71.852 possibilidades; depois da terceira, 9.132.484. O número de possibilidades de uma partida inteira, disputada até o final, é tão grande que a própria estimativa já representa um problema significativo, porém alguns matemáticos o situam numa cifra da ordem de $10^{10^{50}}$. São números astronômicos. Como escreveu Diego Rasskin-Gutman: “Há mais jogos de xadrez possíveis do que átomos no universo.”¹⁷

Pode parecer que no início do jogo, quando todas as peças estão no tabuleiro e o número de possibilidades é menos limitado, os computadores usam o máximo de sua força. Como a IBM se vangloriou em seu site antes da partida contra Kasparov, seu computador era capaz de calcular duzentos milhões de possibilidades por segundo. “A propósito, Garry Kasparov é capaz de calcular três opções por segundo”, observou, de forma presunçosa.¹⁸ Como Kasparov teria alguma chance?

No entanto, os computadores mostravam, havia muito tempo, um desempenho um tanto modesto na fase inicial do jogo. Ainda que o número de possibilidades fosse menos limitado, os objetivos também eram menos claros. Quando existem $10^{10^{50}}$ galhos numa árvore, calcular três ou duzentos milhões de movimentos por segundo mostra-se igualmente

improdutivo, a menos que essa potência seja utilizada em determinada direção.

Tanto um computador quanto seres humanos precisam desmembrar uma partida de xadrez em objetivos intermediários: por exemplo, capturar um peão ou colocar em xeque o rei. No meio do jogo, uma vez que as peças estão envolvidas num combate e ameaçam umas às outras, os jogadores terão à disposição muitos objetivos estratégicos. Trata-se de conceber táticas para atingi-los e prever quais terão efeitos mais benéficos ao longo da partida. Os objetivos dos movimentos iniciais, no entanto, são mais abstratos. Computadores sofrem diante de problemas abstratos e de soluções abertas, enquanto humanos compreendem princípios heurísticos como “controle o centro do tabuleiro” e “mantenha seus peões organizados” e são capazes de conceber várias maneiras criativas para alcançá-los.

Além disso, como os movimentos iniciais, para os jogadores, são mais rotineiros do que as situações que podem encontrar em seguida, os humanos dispõem do equivalente a centenas de anos de experiências para escolher as melhores opções. Ainda que, em teoria, existam vinte movimentos aos quais as brancas podem recorrer para abrir o jogo, mais de 98% das partidas competitivas começam com um entre os quatro melhores.¹⁹

O problema, para os humanos, é que programas de computador podem sistematizar esse conhecimento ao estudar estatísticas. Os bancos de dados contêm resultados de centenas de milhares de partidas e, como qualquer banco de dados, podem ser garimpados em busca de informações que ajudem a melhorar as previsões. Os programadores da IBM estudaram coisas como a frequência com que movimentos iniciais foram feitos em partidas e quão bons eram os jogadores que optaram por eles, assim como a frequência com que cada série de movimentos resultou em vitórias, derrotas e empates para os respectivos lados.²⁰ Os princípios heurísticos usados pelo computador para analisar essas estatísticas tinham potencial

para colocá-lo no nível da intuição e da experiência humanas ou mesmo numa posição bem mais avançada. “Kasparov não está jogando contra um computador, está jogando contra os fantasmas dos grandes mestres enxadristas do passado”, informou o site da IBM, numa alusão ao rico banco de dados por trás do Deep Blue.²¹

Portanto, em seu primeiro jogo numa série de seis partidas contra o Deep Blue, em 1997, o objetivo de Kasparov era tirar o programa do território delimitado por seu banco de dados, obrigando-o a adotar um voo cego. Seu começo foi bastante banal: moveu seu cavalo para a casa conhecida pelos enxadristas como f3. O Deep Blue reagiu, em seu segundo movimento, avançando o bispo para ameaçar o cavalo de Kasparov — com certeza porque seu banco de dados mostrava que, ao longo da história, esse lance reduzia a porcentagem^{LXV} de vitórias das brancas de 56% para 51%.

Contudo, essas informações se baseavam na suposição de que Kasparov responderia como quase todos os outros jogadores que se viram naquela posição,²² recuando seu cavalo. Em vez disso, ele ignorou a ameaça, imaginando que o Deep Blue estivesse blefando,²³ e optou por mover um peão, preparando o caminho para que seu bispo controlasse o centro do tabuleiro.

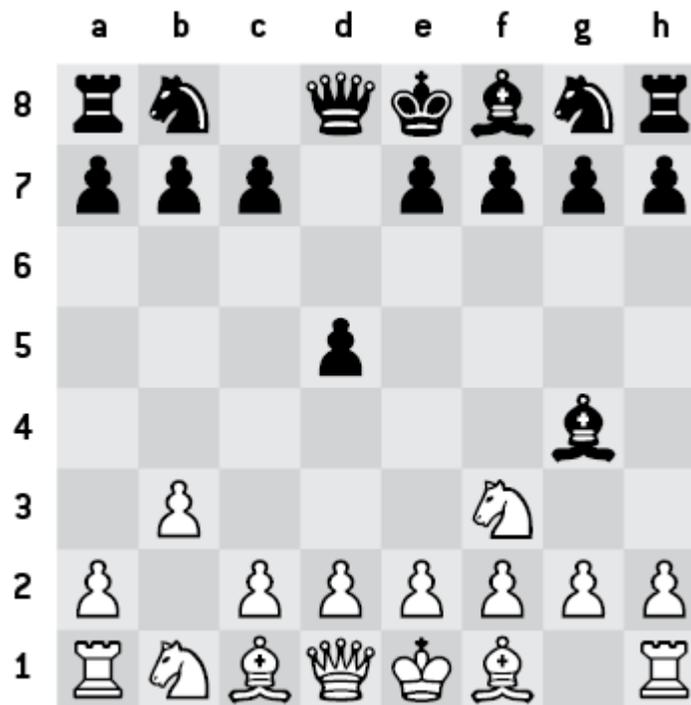
O movimento, ainda que lógico por um ponto de vista estratégico, cumpria também outro objetivo. Com três movimentos — o Deep Blue tinha feito apenas dois —, a situação em que se encontravam (ilustrada pela Figura 9.2) ocorrera uma única vez numa competição de alto nível²⁴ em meio às centenas de milhares de partidas acumuladas no banco de dados do Deep Blue.

Mesmo quando são feitos movimentos muito banais, o número de galhos pelos quais a árvore se ramifica é tão grande que bancos de dados se mostram inúteis depois de apenas dez ou quinze lances. Em qualquer partida demorada, é bem provável que você e seu oponente cheguem a

algumas posições que nunca dois outros jogadores ocuparam. Porém, Kasparov inutilizou o banco de dados depois de apenas três lances. Como aprendemos ao longo deste livro, abordagens apenas estatísticas em relação a previsões são, na melhor das hipóteses, ineficazes quando não se dispõe de uma quantidade suficiente de dados.

O Deep Blue teria de “pensar” por conta própria.

FIGURA 9.2: POSIÇÃO APÓS O TERCEIRO MOVIMENTO DE KASPAROV NO JOGO 1



O dilema do enxadrista: amplitude *versus* profundidade

O período intermediário de uma partida de xadrez (conhecido como *meio-jogo*) pode favorecer, em princípio, os aspectos em que o computador se mostra mais forte. Com as peças livres para se movimentarem na parte central do tabuleiro, há uma média de quarenta possíveis movimentos, em vez dos vinte iniciais, em cada jogada.²⁵ Pode não parecer uma grande diferença, mas, como a árvore de possibilidades explode de forma exponencial, ela se multiplica com rapidez. Suponha, por exemplo, que

você deseje calcular apenas três jogadas à frente (ou seja, três lances para você e para seu oponente, ou seis, no total). No início do jogo, essa função é estimada em 20^6 ou 64 milhões de situações, por si só um número colossal. No meio-jogo, contudo, precisamos calcular 40^6 , ou seja, 4,1 bilhões de opções. O Deep Blue era capaz de calcular todas essas posições em apenas vinte segundos. Kasparov precisaria de 43 anos para fazer isso, sem pausas para comer, dormir ou ir ao banheiro.

Grandes jogadores como Kasparov não criam a ilusão de que são capazes de calcular todas essas possibilidades. É o que distingue enxadristas de elite e amadores. Em seu conhecido estudo sobre jogadores de xadrez, o psicólogo holandês Adriaan de Groot descobriu que amadores, ao se verem diante de um problema, muitas vezes se frustram ao buscarem, em vão, um lance perfeito; sequer conseguem fazer qualquer movimento.²⁶

Grandes mestres, ao contrário, estão em busca de um *bom* lance — e, é claro, se for possível, o *melhor* movimento, levando em conta determinada posição —, porém estão mais empenhados em *prever* como a jogada pode influenciar de forma favorável sua situação do que em tentar enumerar cada possibilidade. É pura fantasia, escreveu o grande mestre americano Reuben Fine,²⁷ supor que os enxadristas calcularam cada posição até os últimos desdobramentos, considerando vinte ou trinta movimentos ainda por fazer.

Não se trata de dizer “o perfeito é inimigo do bom”. Se quisermos dominar um jogo como o xadrez, pode ser que tenhamos de ir além dessas simples noções heurísticas. No entanto, não somos capazes de tomar decisões *perfeitas* ao recebermos mais informações do que podemos processar num período de tempo limitado. Admitir essas imperfeições pode nos libertar para que tomemos as melhores decisões no xadrez e em outros contextos que impliquem realizar uma previsão.

Isso não significa que grandes mestres como Kasparov não precisem fazer cálculos. Ele precisará, no mínimo, conceber uma tática, uma sequência precisa de talvez três a cinco movimentos, para capturar uma peça ou

alcançar algum outro objetivo de curto prazo. Para cada movimento, ele precisará cogitar a reação de seu oponente — todas as possíveis variações do jogo — e avaliar se qualquer uma anularia sua tática. Também terá de considerar se o adversário preparou alguma armadilha para ele: uma posição favorável pode se revelar um xeque-mate em poucos movimentos se o rei não estiver protegido.

Recorrendo à memória e à experiência, enxadristas aprendem onde concentrar seu pensamento, o que às vezes implica sondar muitos galhos da árvore, mas só alguns lances à frente; em outras ocasiões, focam-se em apenas um galho, mas fazem cálculos para um número maior de desdobramentos. Esse tipo de equilíbrio entre amplitude e profundidade é comum sempre que enfrentamos um problema complicado. O Departamento de Defesa e a CIA, por exemplo, precisam decidir se acompanharão um amplo espectro de sinais para a previsão e a prevenção de ataques terroristas ou se preferirão centrar seu foco nos fatores que se mostram compatíveis com o que consideram as ameaças mais prováveis. Jogadores da elite do xadrez tendem a ser bons em metacognição — ou seja, em pensar sobre o modo como pensam — e em corrigir a si mesmos se acharem que não estão atingindo o equilíbrio adequado.

Estratégia *versus* tática

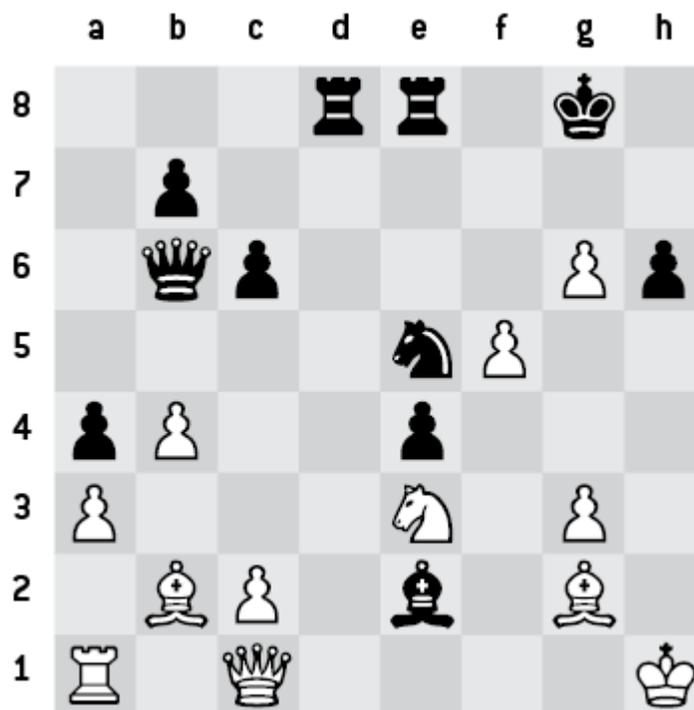
Computadores programados para jogar xadrez fazem, em alguma medida, as duas coisas. Usam princípios de heurística para podar as árvores em que fazem suas buscas, dando maior enfoque a sua capacidade de processamento nos galhos promissores do que em calcular os desdobramentos de cada um com o mesmo grau de profundidade. Porém, como trabalham numa velocidade muito maior, não precisam se comprometer tanto, avaliando um pouco todas as possibilidades e, detalhadamente, aquelas que parecem mais importantes.

Porém, programas criados para jogar xadrez nem sempre são capazes de ver o contexto mais amplo e de pensar em termos estratégicos. São bons em formular táticas para alcançar um objetivo de curto prazo, mas não em determinar quais são mais importantes num esquema mais geral do jogo.

Kasparov tentou explorar as deficiências na heurística do Deep Blue, oferecendo iscas que o levassem a planos insensatos, que não melhorariam sua posição estratégica. Programas criados para o xadrez preferem, muitas vezes, objetivos mais imediatos, que podem ser desmembrados e quantificados e não obrigam o computador a avaliar o tabuleiro como um organismo holístico. Um exemplo clássico das inclinações apresentadas por computadores é sua disposição a aceitar *sacrifícios*: com frequência, é bastante agradável quando um jogador forte se oferece para trocar uma peça melhor por outra mais fraca.

O princípio heurístico “aceite uma barganha quando seu oponente abrir mão de uma peça poderosa” é, *em geral*, aconselhável — mas não necessariamente quando se enfrenta um jogador como Kasparov que se dispõe a aceitar uma troca desfavorável. Ele sabe que a perda tática é compensada pelo ganho estratégico. No primeiro jogo, Kasparov ofereceu ao Deep Blue troca semelhante depois de trinta movimentos, sacrificando uma torre por um bispo, [LXVI](#) e, para sua alegria, o Deep Blue aceitou. A posição resultante, como revelado na Figura 9.3A, ajuda a ilustrar algumas deficiências que resultaram da falta de pensamento estratégico por parte do computador.

FIGURA 9.3A: POSIÇÃO DEPOIS DO 32º MOVIMENTO DE KASPAROV NO JOGO 1



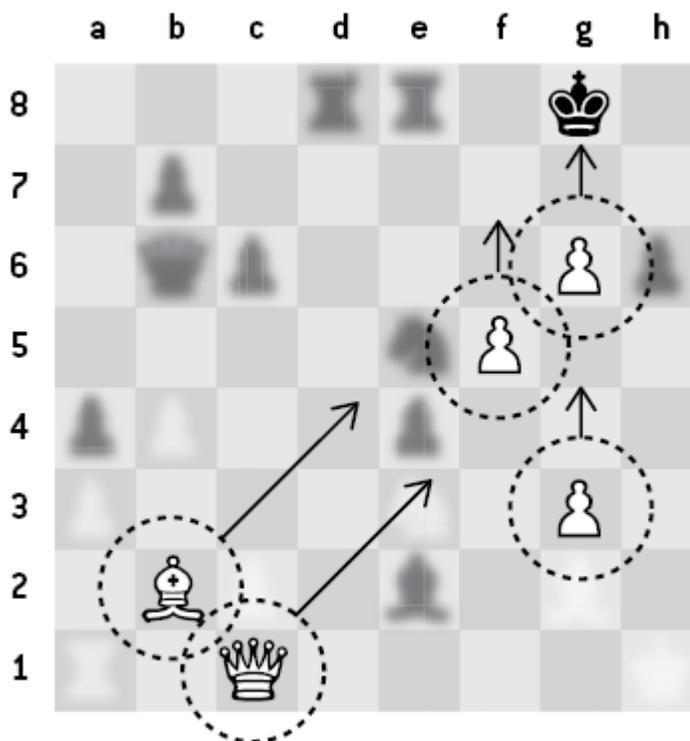
Kasparov e o Deep Blue tinham, cada um, suas maneiras de simplificar a situação mostrada na Figura 9.3A. Computadores desmembram problemas complicados em elementos distintos. Para o Deep Blue, por exemplo, o aspecto do tabuleiro podia parecer mais com o que vemos na Figura 9.3B, sendo atribuído a cada peça um valor diferente em pontos. Se computássemos os números dessa maneira, o Deep Blue teria uma vantagem equivalente a um peão, o que, na grande maioria dos casos, se converte numa vitória ou num empate.²⁸

FIGURA 9.3B: AVALIAÇÃO DISCRIMINADA DA POSIÇÃO DAS PEÇAS

Kasparov												
	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+3	+3	+3	+5	+9	= 29
Deep Blue												
	+1	+1	+1	+1	+1	+3	+3	+5	+5	+9		= 30

Já humanos se mostram mais capazes de concentrar sua atenção nos elementos mais importantes e de ver, em termos estratégicos, o todo, que muitas vezes é mais do que a mera soma das partes. Para Kasparov, a situação mais parecia o que vemos na Figura 9.3C e era muito boa. O que Kasparov vê são três peões seus avançando em direção ao rei do Deep Blue, que conta com pouca proteção. O rei precisará sair do caminho — e, nesse caso, Kasparov pode mover seus peões até a última fileira do adversário, promovendo-os a rainhas^{LXVII} — ou se expor ao risco de um xeque-mate. Enquanto isso, a rainha e o bispo de Kasparov, ainda que na parte inferior esquerda do tabuleiro, podem se mover na diagonal, encontrando poucas obstruções; estão, pois, aumentando a pressão que o rei, já vulnerável, vem sofrendo por parte dos peões. Kasparov ainda não sabe de que maneira dará um xeque-mate no rei do Deep Blue, mas sabe que, submetido a uma pressão como essa, as chances estão, é claro, a seu favor. E, efetivamente, a força da posição das peças de Kasparov logo seria clara para o Deep Blue, que renunciaria ao jogo treze movimentos depois.

FIGURA 9.3C: AVALIAÇÃO HOLÍSTICA DA POSIÇÃO DAS PEÇAS



“Uma fraqueza típica dos computadores”, disse, mais tarde, Kasparov. “Tenho certeza de que se mostrou muito satisfeito com a sua posição, mas as consequências tinham implicações profundas demais para que uma máquina avaliasse a situação de forma correta.”²⁹

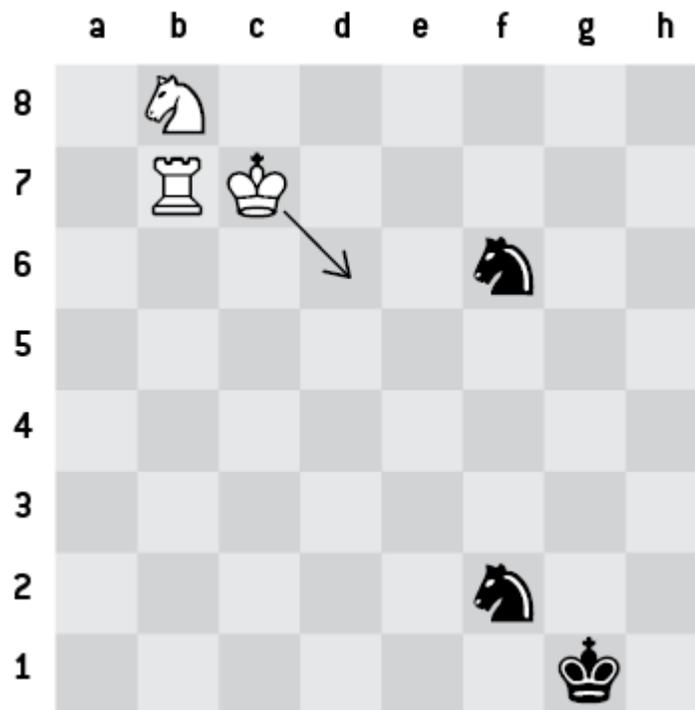
“Cálculo humano supera computador”, alardeou uma manchete do *New York Times*,³⁰ que, no dia seguinte ao jogo, publicou nada menos do que quatro artigos a respeito da partida.

Mas o jogo não terminaria sem uma surpresa final. Algo que mal foi percebido pelos comentaristas, mas que pode ter alterado a história do xadrez.

O início do fim

Nas últimas jogadas, o número de peças no tabuleiro é menor, e as combinações que podem levar a uma vitória são, às vezes, mais explicitamente calculáveis. Contudo, essa fase requer um alto grau de precisão, já que concluir uma vitória que parece iminente exige, muitas vezes, que dezenas de movimentos sejam executados de modo apropriado, sem erros. Para tomar um caso extremo, a posição ilustrada na Figura 9.4 foi mostrada como vitoriosa para as peças brancas, não importa o que as peças pretas fizessem, mas exigiria que as brancas executassem 262 movimentos consecutivos de modo correto. [LXVIII](#)

FIGURA 9.4: UMA VITÓRIA PARA AS PEÇAS BRANCAS... EM 262 JOGADAS



É quase certo que um jogador não chegaria à vitória a partir da situação mostrada na Figura 9.4. Contudo, humanos contam com muita prática em concluir partidas que poderiam levar dez, quinze, vinte ou 25 movimentos para terminar.

A fase final do jogo pode representar uma vantagem um tanto ambígua para os computadores. Nessa etapa, restam poucos objetivos táticos intermediários, e, a menos que se consiga resolver o jogo até seu desdobramento final, um computador pode se confundir na floresta de possibilidades. No entanto, da mesma forma que contam com bancos de dados para cobrir os movimentos iniciais, os programas dispõem de informações sobre esses cenários típicos de fim de jogo. Todas as situações nas quais restam no tabuleiro seis peças ou menos foram resolvidas até sua conclusão. Havendo sete peças, os jogos são, em sua maior parte, concluídos — algumas soluções chegam a ser intrincadas a ponto de exigir 517 movimentos —, mas computadores memorizaram quais contextos conduzem a vitórias, derrotas ou empates.

Assim, algo análogo a um buraco negro surgiu nessa fase do jogo: um ponto no qual a gravidade da árvore de opções se torna incontornável, em que o computador empatará todas as situações que levam a empates e vencerá em todas as ocasiões que levam a vitórias. As metas abstratas dessa fase final do jogo são substituídas por uma série de objetivos concretos: mova o peão próximo da rainha para *cá* e *vencerá*; faça com que as peças pretas movam sua torre para *lá* e *empatará*.

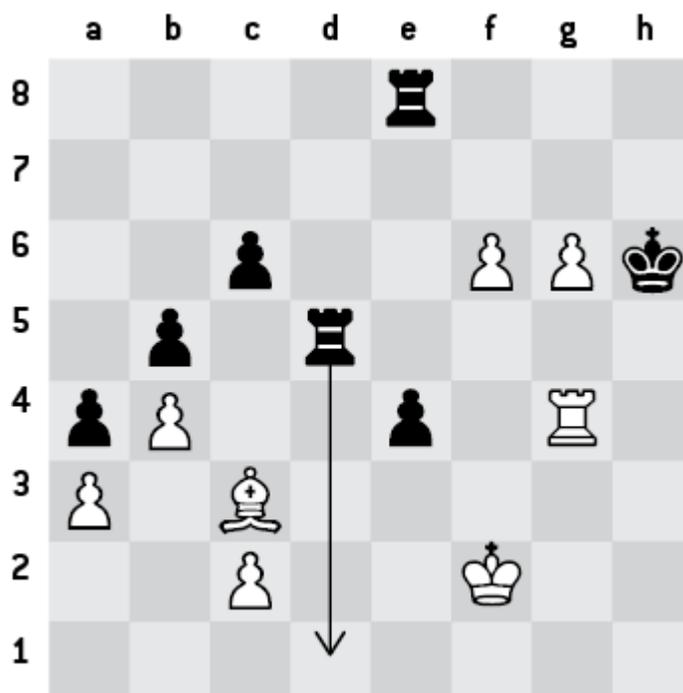
O Deep Blue, portanto, contava com algum incentivo para manter-se na primeira partida contra Kasparov. Seus circuitos diziam-lhe que sua situação conduziria a uma derrota, porém mesmo grandes jogadores como Kasparov cometem erros graves a cada 75 lances.³¹ Um passo em falso por parte de Kasparov poderia ser o bastante para disparar os sensores do Deep Blue, permitindo que encontrasse condições de empate. Sua situação era desesperadora, mas não sem saída.

Porém, o Deep Blue fez algo muito estranho, pelo menos aos olhos de Kasparov. Em sua 44^a jogada, o computador moveu uma de suas torres para a primeira fileira, em vez de optar por uma jogada mais convencional, que colocaria em xeque o rei de Kasparov. O movimento parecia sem sentido. Num momento em que se via ameaçado por todas as direções,

havia, de certa forma, passado a vez, permitindo a Kasparov avançar um peão para a penúltima fileira, onde ameaçava ser promovido a rainha. O Deep Blue renunciou à partida apenas uma jogada depois, o que foi ainda mais estranho.

O que teria pensado o computador?, perguntou-se Kasparov. Ele estava habituado a ver o Deep Blue cometer erros *estratégicos* grosseiros — por exemplo, a troca de um bispo por uma torre — em situações complexas, nas quais não conseguia pensar com profundidade suficiente para reconhecer as implicações. Porém, isso era algo diferente, um erro *tático* numa situação simples — o tipo de erro que computadores *não* cometem.

FIGURA 9.5: O LANCE ENIGMÁTICO DO DEEP BLUE



“Como um computador pode cometer suicídio desse jeito?”, perguntou Kasparov a Frederic Friedel ao estudarem a partida naquela noite, de volta ao hotel Plaza.³² Especialista em xadrez, o jornalista alemão acumulava, na ocasião, as funções de amigo e técnico em informática. Existiam algumas explicações plausíveis, mas nenhuma que satisfizesse Kasparov. Talvez o

Deep Blue tivesse cometido “suicídio” ao se dar conta de que, fadado a perder, era preferível não revelar nada mais a Kasparov a respeito do modo como jogava. Ou, quem sabe, cogitou Kasparov, aquilo era parte de um complicado ardil? Talvez os programadores estivessem escondendo o jogo e entregando a partida na esperança de que o arrogante Kasparov se deixasse levar por um excesso de autoconfiança.

Kasparov fez o que lhe parecia ser a opção mais natural ao se deixar tomar pela ansiedade e examinar os dados à disposição. Com a ajuda de Friedel e do programa de computação Fritz, descobriu que a jogada convencional — mover a torre preta para a penúltima fileira, pondo em xeque o rei branco — não era, afinal, tão boa para o Deep Blue: em última instância, conduziria a um xeque-mate por parte de Kasparov, ainda que exigisse outros vinte movimentos.

Porém, o significado por trás daquilo era assustador. Kasparov raciocinou que o Deep Blue só escolheria uma opção que exigisse que seu oponente recorresse a vinte movimentos para completar um xeque-mate se tivesse encontrado uma solução que exigisse um tempo ainda maior para completar a partida. Como recordou Friedel:

O Deep Blue, na realidade, havia calculado aquilo tudo, até o derradeiro movimento, e apenas escolhido a maneira menos odiosa de perder. “É provável que o computador tivesse antevisto xeques em vinte ou mais movimentos adiante”, disse Garry, grato por ter se encontrado no lado certo desses cálculos espantosos.³³

Prever vinte movimentos em um jogo tão complexo quanto o xadrez era algo que se pensava impossível para humanos ou para computadores. O momento de maior orgulho para Kasparov, como certa vez alegou, foi numa partida na Holanda, em 1999, quando visualizou uma situação de vitória *quinze* movimentos à frente.³⁴ Pensava-se que, na maioria dos casos, o Deep Blue estivesse limitado a um alcance de seis ou oito movimentos. Kasparov e Friedel não tinham certeza *absoluta* a respeito do que estava

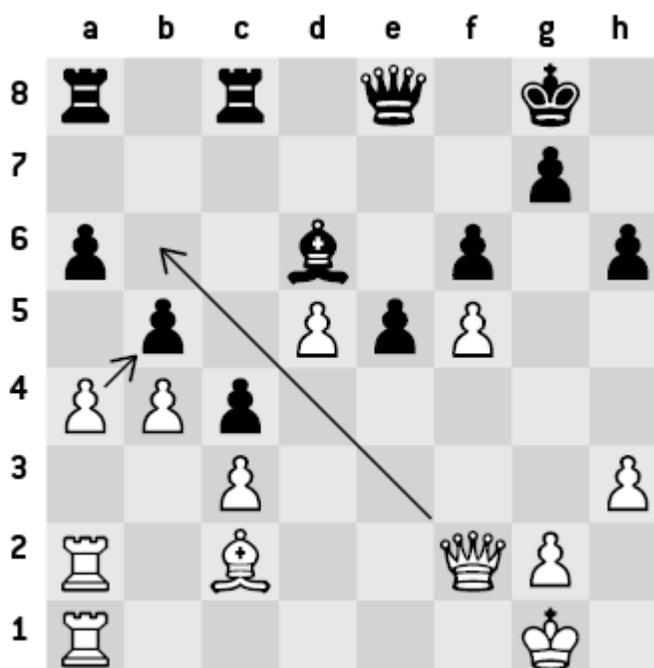
acontecendo, porém o que parecia um erro aleatório e inexplicável aos olhos dos observadores casuais revelava, para eles, grande sabedoria.

Kasparov não derrotaria o Deep Blue outra vez.

Edgar Allan Kasparov

Na segunda partida, o computador jogou de maneira mais agressiva, sem permitir a Kasparov qualquer posição confortável. A sequência crítica ocorreu depois de cerca de 35 jogadas. O contexto era, de certa forma, equilibrado: cada jogador tinha sua rainha, um bispo, ambas as torres e sete peões. Porém, o Deep Blue, jogando com as peças brancas, contava com uma ligeira vantagem, cabendo a ele o movimento seguinte e tendo amplo espaço de manobra para a rainha. A situação (ver Figura 9.6) não era tão ameaçadora para Kasparov, mas existia a *ameaça de uma ameaça*: os poucos movimentos seguintes abririam espaço no tabuleiro e determinariam se o Deep Blue tinha chance de vencer ou se o jogo estava fadado a um inevitável empate.

FIGURA 9.6: AS OPÇÕES DO DEEP BLUE NO 36º MOVIMENTO DA SEGUNDA PARTIDA



O Deep Blue tinha alguns movimentos a ponderar. Poderia mover sua rainha para uma posição mais hostil, numa jogada de natureza mais tática. Ou trocar peões com as peças brancas, abrindo o lado esquerdo do tabuleiro. Isso criaria uma situação mais aberta, elegante e estratégica.

Todos os grandes mestres que comentavam a partida esperavam que o Deep Blue escolhesse a primeira opção e avançasse sua rainha.³⁵ De certo modo, era o movimento mais óbvio e seria mais condizente com computadores, que preferem posições trabalhosas, complexas e mais exigentes em termos de computação. Porém, depois de “pensar” por um período longo, o Deep Blue optou pela troca de peões.³⁶

Por um momento, Kasparov pareceu aliviado, já que a troca de peões diminuía a pressão imediata exercida sobre ele. Porém, quanto mais avaliava a situação, menos confortável se sentia, mordendo os nós dos dedos e afundando a cabeça entre as mãos — uma pessoa na plateia pensou que Kasparov estivesse chorando.³⁷ Por que o Deep Blue não optou por avançar sua rainha e aumentar a pressão? O movimento que fez não era tão inferior — na realidade, tratava-se de uma opção que ele podia imaginar, nas condições apropriadas, como uma tentativa por um de seus adversários de carne e osso, como seu antigo rival Anatoly Karpov. Contudo, um computador precisaria de uma boa razão tática para fazer aquilo — e ele não conseguia compreender qual seria —, *a menos* que sua suspeita estivesse correta e o Deep Blue fosse capaz de antever vinte ou mais movimentos à frente.

Kasparov e o Deep Blue mediram forças por mais oito jogadas. Para os repórteres e especialistas que acompanhavam a partida, era óbvio que Kasparov, que jogava de modo defensivo desde o início, não tinha chance. Porém, ainda poderia conduzir o jogo a um empate. Então, para surpresa da plateia, Kasparov desistiu depois da 45ª jogada. O computador não poderia estar errado em seus cálculos, pensou ele, não quando era capaz de pensar vinte jogadas adiante. Ele sabia que o Deep Blue venceria, então

para que desperdiçar suas energias quando ainda havia quatro outras partidas a serem disputadas?

A plateia aplaudiu com entusiasmo:³⁸ foi uma partida bem jogada, muito mais do que no primeiro confronto, e se um xeque-mate do Deep Blue não pareceu aos espectadores tão inevitável quanto parecera a Kasparov, era certo que eles não tinham refletido de forma tão profunda sobre a situação. Mas o sentimento de admiração, na verdade, ficou reservado ao Deep Blue, que jogou como um ser humano. “Lindo estilo!”, exclamou Susan Polgar, campeã mundial de xadrez, falando ao *New York Times*.³⁹ “O computador mostrou ter o estilo de um campeão como Karpov.” Joel Benjamin, grande mestre que assessorava a equipe do Deep Blue, concordou: “Não foi um estilo típico de computador. Foi xadrez de verdade!”

Naquela noite, Kasparov apressou-se a deixar o Equitable Center, sem falar com a imprensa, mas levou a sério os comentários feitos por seus colegas e grandes mestres. Talvez o Deep Blue fosse humano num sentido *literal*, e não existencial. Talvez, como o Turco Mecânico dois séculos antes, um grande mestre trabalhasse escondido ali, puxando as alavancas nos bastidores. Talvez Benjamin, um excelente jogador que empatara, uma vez, com Kasparov, não se limitasse ao papel de técnico do Deep Blue, mas interferisse em seu favor durante as partidas.

Com suas mentes tão concentradas em detectar padrões, campeões de xadrez têm a fama de ser um pouco paranoicos. Numa coletiva no dia seguinte, Kasparov acusou a IBM de trapaça. “Maradona disse que era a mão de Deus”, comentou ele a respeito do desempenho do computador.⁴⁰ Tratava-se de uma alusão maliciosa ao gol que o grande jogador argentino, Diego Maradona, marcou num famoso jogo contra a Inglaterra, na Copa do Mundo de 1986. Imagens gravadas e exibidas depois revelaram que a bola entrou não com sua cabeça, mas com a ajuda de sua mão esquerda. Maradona alegou que marcou o gol “*un poco con la cabeza de Maradona y otro poco con la mano de Dios*”. Da mesma forma, Kasparov parecia

convencido de que os circuitos do Deep Blue eram complementados com uma inteligência superior.

Suas duas teorias a propósito do Deep Blue eram, é claro, contraditórias — como foram as concepções de Edgar Allan Poe a respeito do Turco Mecânico. A máquina estava jogando bem demais, mais do que seria *possível* para um computador, ou dispunha de uma inteligência tão vasta que estava além da compreensão de qualquer ser humano.

Mesmo assim, desistir da segunda partida foi um erro: na verdade, o Deep Blue não tinha uma vitória garantida, como Friedel e Yuri Dokhoian, o assistente em quem Kasparov mais confiava, informaram-lhe, com timidez, durante o almoço no dia seguinte. Depois de explorarem aquela situação no Fritz durante a noite, eles encontraram um caminho pelo qual, com apenas mais sete jogadas, teria sido possível encurralar o Deep Blue num xeque permanente e dar a Kasparov a vitória e a vantagem na série de jogos. [LXIX](#) “Então bastava isso?”, perguntou Kasparov, olhando, perplexo, para o trânsito da Quinta Avenida. “Eu estava tão impressionado com a profundidade do modo de jogar do computador, expresso pela posição das peças no tabuleiro, que não imaginei que houvesse saída.”⁴¹

Ainda que a disputa estivesse em um a um, a autoconfiança de Kasparov fora bastante abalada. Ele nunca havia perdido uma partida numa competição; agora, tinha sido levado às cordas do ringue. E, para piorar, cometera um pecado da maior gravidade no xadrez: dar por perdido um jogo que poderia conduzir até um empate. Tratava-se de um erro constrangedor e sem precedentes. Jornalistas e grandes mestres não conseguiam lembrar a última vez em que um campeão havia cometido erro parecido.

Kasparov decidiu que não seria capaz de derrotar o Deep Blue lançando mão do estilo poderoso e intimidante que o havia transformado num campeão mundial. Precisaria, em vez disso, tentar enganar o computador com um estilo de jogo cauteloso e nada convencional, desempenhando o papel do *hacker* que busca pontos vulneráveis num programa. Porém, o

movimento inicial de Kasparov no terceiro jogo, ainda que incomum o bastante para abalar o banco de dados do Deep Blue, era modesto demais para permitir algo mais do que um empate. Kasparov jogou melhor na quarta e na quinta partidas, parecendo ter vantagem de pontos em ambos os casos, mas não conseguiu superar a gravidade representada pelo estoque de dados sobre estágios finais de jogos de que o Deep Blue dispunha e empatou nas duas ocasiões. A disputa estava igualada, com uma vitória para cada lado e três empates, restando uma partida a ser disputada.

No dia do último jogo, Kasparov chegou ao Equitable Center parecendo cansado e desamparado; Friedel, mais tarde, lembraria que jamais o vira com uma disposição tão sombria. Jogando com as peças pretas, Kasparov optou por algo chamado defesa Caro-Kann. Considerada um pouco fraca — seu índice de vitória para as peças pretas é de 44,7% —, ainda está longe de ser irremediável para um jogador como Karpov, que a conhece bem. Porém, Kasparov não conhecia a Caro-Kann; foram raros os momentos em que recorreu a ela em competições. Depois de apenas algumas jogadas, ele demonstrava a pressão que sentia, levando longos períodos para tomar decisões consideradas rotineiras. Em seu sétimo lance, ele cometeu um erro atroz, oferecendo um cavalo em sacrifício numa jogada adiantada. Kasparov reconheceu seu erro quase na mesma hora, mal se contendo em sua cadeira, sem tentar esconder a contrariedade. Apenas doze jogadas depois — com pouco mais de uma hora de jogo —, ele reconheceu a derrota, levantando-se bruscamente da mesa.

O Deep Blue venceu. A sensação era de melancolia, em vez de um momento glorioso. Estaria Kasparov apenas esgotado, agravando esse problema ao optar por uma abertura com a qual estava pouco familiarizado? Ou, como concluiu o grande mestre Patrick Wolff, Kasparov havia entregado o jogo⁴² para tirar legitimidade da façanha realizada pelo Deep Blue? Seria significativo o fato de que a defesa escolhida por ele, a Caro-Kann, era marca registrada de Karpov, o rival a quem tantas vezes derrotou?

Porém, a imaginação popular superaria todas essas sutilezas. A máquina havia triunfado sobre o homem! Foi como quando HAL 9000 assumiu o poder na espaçonave. Como no momento em que, decorridos exatos treze segundos de “Love Will Tear Us Apart”, [LXX](#) o sintetizador superou o *riff* da guitarra, deixando o rock’n’roll para trás, na poeira. [43](#)

Exceto pelo fato de não ser verdade. Kasparov fora vítima de uma grande dose de fragilidade humana — e de um minúsculo *bug*.

Como fazer um mestre do xadrez fraquejar

O Deep Blue nasceu no Thomas J. Watson Center, da IBM — um lindo edifício ao mesmo tempo nostálgico e moderno, em formato côncavo, com vista para as montanhas de Westchester County. Em seu saguão, encontram-se exemplares de computadores antigos, como aqueles projetados por Charles Babbage. Embora a construção exiba alguns sinais de desgaste — escritórios e painéis de madeira em excesso —, muitos cientistas brilhantes chamaram esse edifício de lar, incluindo o matemático Benoit Mandelbrot, e ganhadores do Nobel nas áreas de economia e física.

Visitei o Watson Center na primavera de 2010, para encontrar Murray Campbell, um canadense de ar afável e aparência ainda juvenil e um dos principais engenheiros a participar do projeto, nos tempos em que ainda se chamava Deep Thought, em Carnegie Mellon. (Hoje, Campbell supervisiona o departamento de modelos estatísticos da IBM.) Em sua sala, há um grande pôster que mostra Kasparov olhando, ameaçador, para um tabuleiro de xadrez, com a inscrição:

Como fazer um computador fraquejar?

Kasparov x Deep Blue

3 a 11 de maio de 1997

No final, foi Kasparov, não o Deep Blue, quem fraquejou, ainda que não pelas razões que Campbell e sua equipe esperavam.

O Deep Blue foi projetado com o objetivo de derrotar Kasparov e apenas Kasparov. A equipe tentou prever quais sequências iniciais poderiam, com maior probabilidade, ser usadas pelo campeão russo e procurou desenvolver fortes contra-ataques. (Na realidade, Kasparov evitou essa armadilha recorrendo a jogadas que pouco tinha usado em competições anteriores.) Nesse meio-tempo, contudo, devido ao seu desempenho medíocre diante de Kasparov em 1996, e aos seus problemas diante de jogadores de índole parecida em treinamentos, a capacidade de processamento do Deep Blue foi dobrada e seus princípios heurísticos, aprimorados.⁴⁴ Campbell sabia que o computador precisava explorar mais a fundo (talvez de modo mais seletivo) a árvore de possibilidades para alcançar o mesmo nível do profundo pensamento estratégico de Kasparov. Ao mesmo tempo, o sistema foi projetado para mostrar uma leve propensão a posições complicadas, mais favoráveis aos seus pontos fortes.

“São consideradas boas para computadores situações complexas, com muitas peças no tabuleiro e, portanto, grande variedade de movimentações possíveis”, disse-me Campbell. “Queremos situações em que a tática seja mais importante do que a estratégia. De modo que podemos fazer pequenas coisas para estimular esse resultado.”

Nesse sentido, o Deep Blue era mais “humano” do que qualquer computador destinado ao xadrez fabricado antes ou depois. Ainda que a teoria não desempenhe um papel tão importante no xadrez quanto em jogos de informação incompleta, como o pôquer, as sequências iniciais são uma possível exceção. Ao optar por um movimento um pouco inferior com o objetivo de surpreender seu adversário, é possível pôr por terra meses de preparação de seu oponente — ou meses de seu próprio tempo, se ele souber como reagir. Porém, a maior parte dos computadores tenta jogar um xadrez “perfeito” em vez de alterar sempre seu jogo para enfrentar melhor o adversário. Já o Deep Blue fez o que a maioria dos jogadores humanos faria e mostrou-se inclinado a adotar posições que Campbell julgava oferecerem uma vantagem comparativa.

Característica ou *bug*?

Mesmo assim, as habilidades demonstradas por Kasparov eram tão superiores em 1997 que a questão se resumia a programar o Deep Blue de modo a vencer a partida.

Em teoria, é fácil programar um computador para jogar xadrez: se permitirmos que um programa analise algoritmos por um período indeterminado, todas as $10^{10^{50}}$ opções poderão ser resolvidas graças à sua potência. “Existe um algoritmo muito conhecido para resolver partidas de xadrez”, disse-me Campbell. “É provável que eu possa escrever, em metade de um dia, um programa capaz de resolver um jogo se o deixassem rodando por tempo suficiente.” Na prática, contudo, “seria necessário todo o tempo de existência do universo”, lamentou ele.

Porém, ensinar um computador a derrotar um campeão mundial resume-se, muitas vezes, a um processo banal de tentativa e erro. Será que conceder ao programa um tempo maior para lidar com o período final do jogo, e menos tempo durante o meio-jogo, melhoraria sua performance, tornando-a mais equilibrada? Existirá maneira melhor para calcular o valor de um cavalo em relação a um bispo no início da partida? Com que rapidez o programa deveria podar galhos que parecem levar a caminhos sem saída em sua árvore de busca, mesmo sabendo que existe alguma possibilidade residual de que um xeque-mate ou uma armadilha estejam à espreita por ali?

Ajustando esses parâmetros e observando os resultados à medida que mudanças eram adotadas, Campbell fez com que o Deep Blue passasse por muitos testes. Porém, ele ainda parecia cometer erros, optando, às vezes, por jogadas estranhas e inesperadas. Quando isso acontecia, Campbell era obrigado a fazer a pergunta que programadores sempre se fazem: o lance novo era uma característica, uma qualidade do programa, um momento em que realizava uma grande descoberta, mostrando que se tornava ainda mais capaz? Ou era um *bug*?

De modo geral, no contexto mais amplo da formulação de previsões, meu conselho é que nos inclinemos com mais seriedade para a hipótese da falha quando os modelos produzem um resultado inesperado ou difícil de ser explicado. É fácil demais nos enganarmos e tomar um ruído por um sinal. *Bugs* podem fazer até o trabalho árduo dos mais competentes formuladores de previsões ir por água abaixo.

Bob Voulgaris, o apostador milionário do mundo do basquete apresentado no Capítulo 8, decidiu, em certo ano, que apostaria em beisebol. O simulador projetado por ele recomendava, com insistência, apostas no Philadelphia Phillies na modalidade *under* — ou seja, sugeria que a soma do placar estaria abaixo da estimativa —, que não iam muito bem. Revelou-se, por fim, que a falha decorria de um único caractere colocado no lugar errado em meio às dez mil linhas de código: seu assistente havia codificado o nome do estádio do Phillies — Citizens Bank Park, um campo compacto, que favorece o ataque e *home runs* — como P-H-l, em vez de P-H-I. Essa única linha de código foi suficiente para atolar o sinal em seu programa e amarrar o capital de Voulgaris a uma aposta baseada num ruído. Voulgaris ficou tão consternado com o *bug* que parou de usar seu programa de apostas para beisebol.

O desafio para Campbell é que, há muito tempo, o Deep Blue tornou-se melhor no xadrez do que seus criadores. Ele pode optar por uma jogada inesperada, porém não se saberá se isso pode ser atribuído a uma falha.

“Nos estágios iniciais da operação para desarmar os *bugs* do Deep Blue, quando ele optava por um lance incomum, eu costumava dizer: ‘Ei, tem alguma coisa errada’”, contou-me Campbell. “Então, aprofundávamos nossa busca, checando o código, até descobrirmos o problema. Porém, conforme o tempo passava, isso acontecia cada vez menos. Como seguia fazendo jogadas pouco usuais, examinávamos tudo e concluíamos que o computador havia percebido algo que era difícil que humanos vissem.”

Talvez as jogadas mais famosas da história do xadrez tenham sido feitas pelo prodígio Bobby Fischer no chamado Jogo do Século, em 1956 (ver

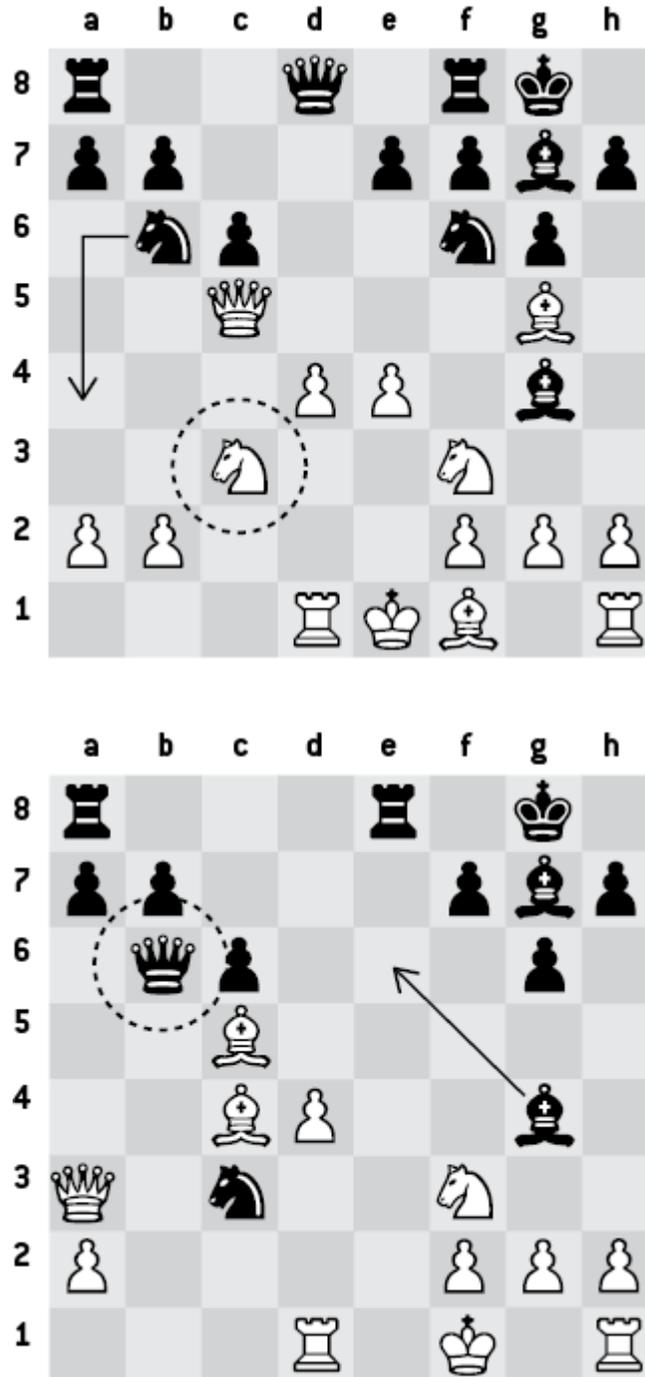
Figura 9.7). Com apenas treze anos, Fischer fez dois sacrifícios dramáticos na partida contra o grande mestre Donald Byrne — oferecendo um cavalo, aparentemente em troca de coisa alguma, e, então, alguns lances depois, desprotegendo sua rainha para avançar um bispo. Ambos os movimentos foram corretos, e a destruição que Fischer impôs a Byrne a partir do ganho estratégico obtido com a posição de suas peças ficaria clara alguns lances depois. No entanto, poucos dos grandes mestres, naquela época ou hoje em dia, cogitariam os movimentos de Fischer. Princípios heurísticos como “nunca abra mão de sua rainha a menos que por outra rainha ou por um xeque-mate imediato” são muito poderosos, provavelmente porque são muito úteis a um jogador em 99% dos casos.

Entretanto, ao colocar essas situações em meu laptop — um computador de médio porte — e rodar o Fritz, o programa identificou as jogadas de Fischer em poucos segundos. Na realidade, o programa considera quaisquer outros movimentos como erros graves. Ao rastrear todos os movimentos possíveis, ele identificou as situações em que os princípios heurísticos deveriam ser ignorados.

Provavelmente, não devemos descrever o computador como “criativo” por descobrir essas jogadas. Ele se comportou assim, ao contrário, recorrendo à pura potência da velocidade com que efetuava cálculos. Porém, apresentou também outra vantagem: não deixou que dificuldades emocionais a respeito do modo certo de jogar xadrez o atrapalhassem na hora de identificar o movimento correto em determinada circunstância. Para um jogador humano, enxergar além do pensamento convencional exigiria criatividade e confiança. As pessoas se diziam maravilhadas diante da habilidade de Fischer por ele ser tão jovem, mas talvez tenha sido esse o motivo de descobrir aquelas jogadas: ele dispunha de toda a amplitude de sua imaginação. Os pontos fracos em nossa maneira de pensar são, em geral, criados por nós e podem piorar à medida que envelhecemos. Computadores também têm pontos fracos, mas podem evitar essas

deficiências em relação à imaginação ao, pelo menos, considerar todos os movimentos possíveis.

FIGURA 9.7: OS FAMOSOS SACRIFÍCIOS DE BOBBY FISCHER (1956)



Entretanto, havia alguns *bugs* no diretório do Deep Blue: não muitos, mas alguns. No fim da entrevista que me concedeu, Campbell mencionou, com certa malícia, um incidente ocorrido no final do primeiro jogo contra Kasparov em 1997.

“Ocorreu um *bug* durante a partida, o que pode ter levado Kasparov a avaliar de forma errada a capacidade do Deep Blue”, disse-me Campbell. “Ele não adotou a teoria de que aquela jogada se devia a uma falha.”

Tratava-se do 44º lance de seu primeiro jogo contra Kasparov. Incapaz de optar por uma jogada, o programa recorreu, como último recurso no caso de uma falha, a uma escolha *inteiramente aleatória*. O *bug* não provocou maiores consequências, tendo ocorrido quase no fim do jogo, numa situação dada como perdida; Campbell e sua equipe corrigiram o problema no dia seguinte. “Vimos aquilo acontecer antes, num teste disputado também em 1997, e pensávamos ter consertado esse *bug*”, contou-me ele. “Infelizmente, deixamos passar um caso.”

Na realidade, aquele *bug* pode ter sido tudo, menos uma *infelicidade* para o Deep Blue: é provável que tenha permitido que o computador derrotasse Kasparov. Na memória do público sobre aquele confronto, os problemas começaram no segundo jogo — quando ele cometeu o erro quase sem precedentes de abandonar um jogo que, com certa probabilidade, conseguiria empatar. Mas o que levou Kasparov a cometer esse erro? Sua aflição em relação ao 44º movimento do Deep Blue na primeira partida, quando o computador moveu sua torre sem qualquer propósito aparente. Kasparov concluía que a jogada, que contrariava a intuição, era indício de uma inteligência superior. Ele jamais cogitou tratar-se apenas de um defeito.

Por mais que nos apoiemos na tecnologia do século XXI, ainda conservamos as incompreensões demonstradas por Edgar Allan Poe a propósito do papel que essas máquinas desempenham em nossas vidas. O computador fez Kasparov fraquejar, porém devido a uma falha de projeto.

O que os computadores fazem bem

Computadores são muito, muito rápidos ao efetuarem cálculos. Além disso, espera-se que calculem de forma correta — sem se cansar, se deixar levar por emoções ou trocar o modo de análise no meio de uma operação.

Porém, isso não significa que computadores produzam previsões perfeitas ou mesmo boas. O acrônimo GIGO (*garbage in, garbage out* [lixo para dentro, lixo para fora]) sintetiza o problema. Se alimentarmos uma máquina com dados ruins ou criarmos uma série de instruções tolas, ela não vai transformar joio em trigo. Computadores, por outro lado, não são muito bons em tarefas que exijam criatividade e imaginação, como conceber estratégias ou teorias sobre a maneira como o mundo funciona.

Eles são mais úteis, portanto, a todos que elaboram previsões em campos como a meteorologia e o xadrez, sistemas que seguem regras de certa forma simples e bastante conhecidas, cujas equações, porém, precisam ser resolvidas diversas vezes para que produzam uma boa previsão. Parecem ter contribuído pouco para previsões no âmbito da economia ou em relação a terremotos, áreas em que ainda é difusa a compreensão sobre as causas mais profundas dos fenômenos e em que os dados estão mais cheios de ruídos. Nas décadas de 1970 e 1980, quando computadores se tornaram mais acessíveis a estudiosos e cientistas, houve, nesses campos, grandes expectativas em relação a previsões elaboradas com sua ajuda; contudo, poucos progressos foram obtidos desde então.

Muitos campos se encontram entre esses dois polos. Os dados são muitas vezes bons, mas não excelentes, e existe alguma compreensão sobre os sistemas e processos que geram os números, mas não um entendimento perfeito. Em casos como esse, pode ser possível aperfeiçoar as previsões por meio do processo de tentativa e erro usado pelos programadores do Deep Blue. É essa a ideia no âmago da estratégia de negócios da empresa mais associada hoje aos Big Data.

Quando o método de tentativa e erro funciona

Visite o Googleplex, em Mountain View, Califórnia, como fiz no fim de 2009, e tente descobrir quem está falando sério ou quem está brincando por ali. É uma cultura que estimula a criatividade, com cores primárias, quadras de vôlei e todos os tipos imagináveis de veículos sobre duas rodas. A equipe do Google, mesmo os engenheiros e economistas, pode ser extravagante e original.

“Essas experiências acontecem o tempo todo”, disse Hal Varian, economista-chefe do Google, quando o encontrei. “Você deve pensar nisto aqui mais como um organismo, como algo vivo. Eu disse que deveríamos nos preocupar com o que acontecerá quando isso ganhar vida, como o Skynet,^{LXXI} mas fizemos um trato com o governador da Califórnia” — na época, Arnold Schwarzenegger — “para vir nos ajudar.”

O Google faz testes exaustivos com suas ferramentas de busca e outros produtos. “Realizamos, no ano passado, seis mil experiências relacionadas a busca e provavelmente outras seis mil sobre como incrementar a monetização”, disse ele. “Assim, o Google faz em torno de dez mil experimentos por ano.”

Algumas dessas experiências são bastante visíveis — envolvendo, por vezes, o lançamento de toda uma linha de produtos. Porém, a maioria mal é percebida: desloca-se a posição de um logotipo em alguns pixels ou implementa-se uma mudança sutil na cor do pano de fundo de um anúncio para, então, medir o efeito das alterações no número de acessos ou na monetização. Muitos experimentos são aplicados a fatias mínimas de público, como 0,5% dos usuários do Google, dependendo de quão promissora pareça a ideia.

Ao procurar determinado termo no Google, é provável que você não se veja como participante de uma experiência. Porém, pelo ponto de vista da empresa, as coisas são um pouco diferentes. Os resultados da busca realizada pelo Google, e a ordem em que aparecem na página,

representam uma **previsão** sobre quais resultados você considerará mais úteis.

De que forma uma qualidade que parece tão subjetiva quanto “utilidade” pode ser medida e prevista? Se procurar algo como *melhor restaurante mexicano novo*, isso significa que você está planejando uma viagem a Albuquerque? Que está procurando um restaurante mexicano que abriu há pouco tempo? Que deseja um restaurante mexicano que ofereça pratos contemporâneos influenciados pela cozinha latino-americana? Você deveria ter formulado melhor sua ideia, mas, como não o fez, o Google reúne um grupo de mil pessoas que fizeram a mesma solicitação, mostra a elas uma ampla variedade de páginas e pede que classifiquem a utilidade de cada uma numa escala de zero a dez. O Google pode, então, exibir para você as páginas numa ordem de classificação da mais alta cotação à mais baixa.

É óbvio, não é possível fazer isso a cada busca — não quando recebem centenas de milhões de solicitações por dia. No entanto, contou-me Varian, eles recorrem a avaliadores humanos numa série de pedidos de busca representativos. Então verificam quais aferições estatísticas apresentam melhores correlações com essas avaliações humanas em relevância e utilidade. Seu mais conhecido recurso para medir um site em termos estatísticos é o PageRank,⁴⁵ que faz uma contagem baseada no número de páginas da internet cujos links remetem àquela que você pode estar procurando. Porém, o PageRank é apenas um entre os duzentos sinais usados pelo Google⁴⁶ para fazer uma estimativa da avaliação humana.

É claro que não se trata de uma tarefa tão fácil — são duzentos sinais aplicados a um espectro quase infinito de possíveis solicitações de busca. É por essa razão que o Google põe tanta ênfase em experiências e testes. É muito provável que o produto que conhecemos como Google Search, por melhor que seja, se torne um pouco diferente amanhã.

O que faz a empresa ser bem-sucedida é o modo como combina o rigoroso compromisso em relação aos testes e sua cultura descontraída e

criativa. Aos que trabalham para o Google são concedidos todos os estímulos para que façam o que pessoas sabem fazer muito melhor do que computadores: ter ideias, *um monte* de ideias. O Google, então, utiliza seu imenso volume de dados para pô-las à prova. A maioria é logo descartada, porém as melhores sobrevivem.

Programas de computador jogam xadrez dessa forma, explorando quase todas as opções com pelo menos alguma profundidade, concentrando seus recursos, porém, nas linhas de ataque mais promissoras. É um processo muito bayesiano: o Google está sempre animado por esse sentimento de recomeçar e sempre aprimorando seus algoritmos de busca, sem nunca vê-los como concluídos.

Na maior parte dos casos, não podemos testar nossas ideias com tanta rapidez quanto o Google, que obtém retorno mais ou menos instantâneo por parte de centenas de milhões de usuários ao redor do mundo. Nem temos acesso a um supercomputador, como os engenheiros que criaram o Deep Blue. O progresso se dará num ritmo muito mais lento.

Contudo, um compromisso para nos colocarmos à prova — checarmos como nossas previsões se saem no mundo real em vez de nos limitarmos ao conforto de um modelo estatístico — é provavelmente a melhor maneira para acelerar o processo de aprendizado.

Superando nosso ponto fraco tecnológico

Em muitos sentidos, somos nossa maior limitação tecnológica. A lenta e constante marcha da evolução humana entrou em descompasso com o progresso tecnológico: a primeira ocorre em escalas de tempo milenares, enquanto a capacidade de processamento das máquinas dobra a cada dois anos mais ou menos.

Nossos antepassados, que viviam nas cavernas, considerariam vantajoso dispor de uma capacidade muito desenvolvida, talvez até mesmo hiperativa, para reconhecer padrões — sermos capazes de identificar, num

décimo de segundo, se aquele farfalhar ao longe, percebido nas folhas, foi causado pelo vento ou pela aproximação de um urso cinza. No mundo atual, regido por um ritmo cada vez mais acelerado, impregnado de números e de estatísticas, essas tendências podem nos meter em encrenca: ao nos vermos diante de uma série de números colhidos ao acaso, percebemos padrões onde não existem. (Publicitários e políticos, dominados pela astúcia moderna, escolhem como alvo as áreas mais primordiais de nosso cérebro.)

O xadrez, contudo, oferece uma oportunidade de um final feliz. Kasparov e os programadores do Deep Blue viam-se como antagonistas, porém ambos nos ensinaram algo sobre os papéis complementares que a velocidade de processamento do computador e a engenhosidade humana podem ter na formulação de previsões.

Na realidade, o melhor xadrez atual pode não ser aquele jogado por um homem ou por uma máquina.⁴⁷ Em 2005, o site ChessBase.com hospedou um torneio de xadrez “estilo livre”: os jogadores tinham liberdade para complementar sua percepção do jogo com quaisquer programas que quisessem, assim como solicitar ajuda via internet. Apesar de vários grandes mestres participarem do torneio, o vencedor não figurava entre os melhores jogadores nem entre os que usavam o programa mais avançado, mas foram dois amadores na casa dos vinte anos, ambos de New Hampshire, Steven Cramton e Zackary “ZakS” Stephen, que estudaram uma combinação de três programas para escolher suas jogadas.⁴⁸ Cramton e Stephen venceram porque não se deixaram deslumbrar ou intimidar pela tecnologia. Eles conheciam os pontos fortes e fracos de cada programa e atuaram mais como técnicos do que como jogadores.

Desconfiem, contudo, quando toparem com frases como “o computador acha que os Yankees vencerão o World Series”. Se elas forem usadas para sintetizar uma frase mais precisa (“a conclusão do computador, a partir dos dados que recebeu, é que os Yankees vencerão o World Series”), podem ser inteiramente benignas. Com todas as informações disponíveis no

mundo, é de grande ajuda contar com máquinas capazes de efetuar cálculos numa velocidade maior do que a nossa.

Porém, se você tiver a impressão de que o previsor toma a frase em seu sentido mais literal — que considera o computador um ser capaz de sentir ou que entende que o modelo é munido de mente própria —, esse pode ser um indício de que ninguém por ali está pensando muito, afinal. Quaisquer lacunas e preconceitos que possa ter aquele que prevê estarão, com certeza, reproduzidos em seu programa de computador.

Temos de encarar a tecnologia como o que sempre foi: uma ferramenta para a melhoria das condições de vida dos humanos. Não deveríamos promover seu culto nem nos assustar diante dela. Ninguém projetou, e talvez nunca venha a projetar, um computador que pensa como um ser humano,⁴⁹ mas máquinas são reflexos do progresso e da engenhosidade humana: não se trata de inteligência “artificial” se foi um ser humano quem concebeu o artifício.

[LXIV](#) Alusão à banda americana Rage Against The Machine, conhecida por seu ativismo político e por suas letras de protesto. (N. do T.)

[LXV](#) A porcentagem de vitórias, no sentido que uso aqui, refere-se ao número de pontos que cada lado conquista num possível total, em que um ponto é concedido por vencer um jogo e meio ponto, por obter um empate. Se jogarmos dez partidas, vencendo cinco, empatando três e perdendo duas, teremos uma porcentagem de vitória de 65%.

[LXVI](#) Torres costumam ser avaliadas por computadores (e por humanos) como 60% mais valiosas do que bispos, tendo as peças semelhantes o mesmo valor.

[LXVII](#) No xadrez, “promoção” refere-se ao que acontece quando um peão atinge a última fileira do oponente. Ele pode ser trocado por um bispo, um cavalo, uma torre ou (como é quase sempre mais vantajoso) uma segunda rainha.

[LXVIII](#) Na prática, essa situação não garante vitória, pois há uma regra que declara empate se nenhuma peça for capturada e nenhum peão houver avançado depois de cinquenta movimentos consecutivos.

[LXIX](#) Uma análise mais recente do segundo jogo, realizada em 2007 por meio de um computador que supera em habilidade tanto Fritz quanto o Deep Blue, sugere que Kasparov poderia não ter sido capaz de alcançar a vitória se o Deep Blue seguisse exatamente a sequência correta de lances. Ainda assim, Kasparov poderia ter empatado o jogo disputado em 1997.

[LXX](#) Canção lançada pela banda britânica pós-punk Joy Division, em 1980. (N. do T.)

[LXXI](#) Skynet era o computador vilão na série de filmes *O exterminador do futuro*. O Skynet fica furioso quando o confundem com HAL 9000.

A BOLHA DO PÔQUER

No ano de 2003, deu-se início ao “boom do pôquer”, uma espécie de bolha semelhante à ocorrida na economia em que o número de participantes novos e inexperientes crescia de forma exponencial e até mesmo uma habilidade mediana no jogo podia resultar em lucros gordos. O fenômeno tinha duas causas imediatas e inter-relacionadas: uma foi o torneio World Series de pôquer, em Las Vegas, que acabou sendo vencido por um amador de 27 anos, um contador de Nashville, com o promissor nome Chris Moneymaker. Ele era a própria encarnação do jogador de pôquer comum: funcionário de um escritório, indolente e um pouco gorducho que, por meio de uma infundável série de blefes ousados e lances de sorte, conseguiu transformar os 39 dólares que haviam sido pagos na inscrição num torneio on-line num ganho de 2,5 milhões de dólares.

A emissora de TV por assinatura ESPN contou a façanha de Moneymaker numa minissérie de seis episódios, reprisada durante a semana à tarde para preencher o buraco na programação até o recomeço da temporada de beisebol. Foi como uma fantástica propaganda para o “esporte”, cuja reputação até então o apresentava como algo intimidante, arcaico e associado à ganância. De repente, qualquer contador de 1,70 metro, com um princípio de calvície, que há muito desistira do sonho de ser o próximo Michael Jordan ou Derek Jeter, podia se identificar com

Moneymaker, que tinha um emprego como o seu e que, em poucas semanas, passara de amador a vencedor no maior torneio de pôquer do mundo.

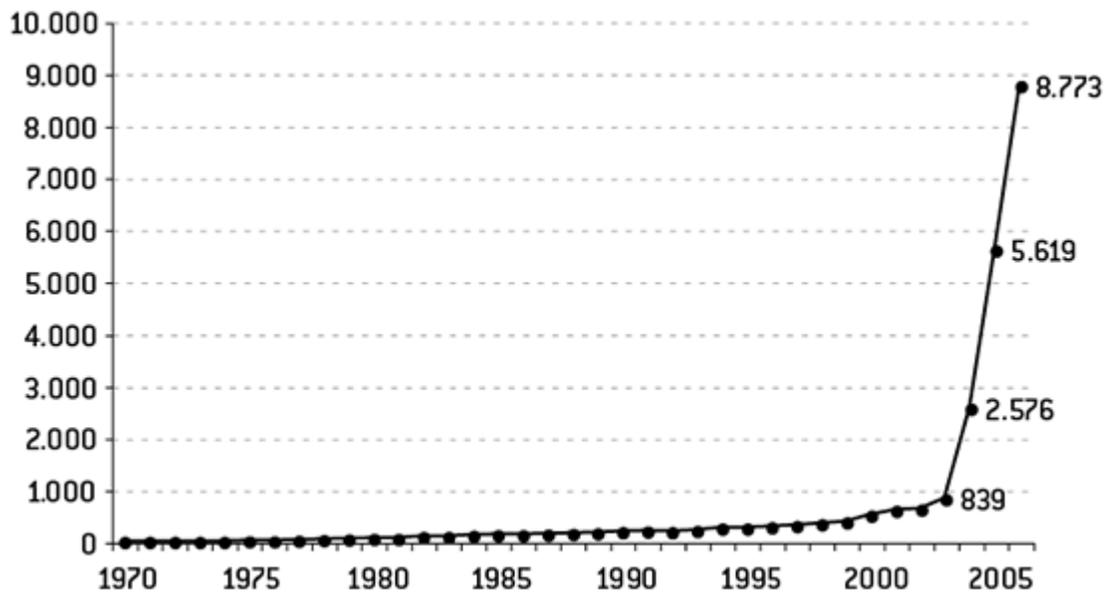
Porém, as transmissões da ESPN apresentavam uma versão bastante pasteurizada da realidade de uma mesa de pôquer. Por exemplo, pressionados pela necessidade de compactar mais de quarenta horas de jogo, envolvendo mais de oitocentos jogadores, em seis horas de programa, eles mostraram apenas uma pequena fração das mãos, conforme cada jogada. Mais ainda: por causa da engenhosa invenção *hole cam* — uma microcâmera instalada em torno da mesa, ao lado de cada jogador —, tanto as cartas de Moneymaker quanto as de seus oponentes eram reveladas ao público no momento em que a mão era jogada, dando aos espectadores uma sensação de clarividência. O pôquer é um jogo muito fácil quando se conhecem as cartas dos adversários.

Moneymaker foi apresentado pelo programa como um protagonista incapaz de cometer erros. Jogadas que, numa análise mais sóbria, qualquer um concluiria que deixaram a desejar eram louvadas pelos apresentadores — blefes temerários se transformavam em *ousados*, desistências prematuras eram vistas como *perspicazes*. Moneymaker não era só mais um sujeito qualquer acima da média que tirou a sorte grande com algumas cartas, mas um grande conhecedor de pôquer sagaz o bastante para transformar-se, quase da noite para o dia, num jogador de nível internacional. [LXXII](#)

O espectador era levado a acreditar que era simples aprender pôquer e que o jogo oferece lucro fácil e muita ação, o que não é verdade. Mas isso não impediu que muitos entre eles concluíssem que uma passagem para Las Vegas era tudo o que os separava de uma outra vida na pele de um novo Chris Moneymaker. O número de participantes do principal evento do torneio World Series, na série de 10 mil dólares, explodiu, passando de 839, no ano em que o Moneymaker foi o vencedor, para 8.773 apenas três anos mais tarde.

Fui uma entre essas pessoas.² Durante algum tempo, vivi o sonho do pôquer, até que, um dia, ele morreu. Aprendi que o jogo se encontra na pantanosa confluência entre sinal e ruído. Os anos em que me dediquei me ensinaram muito sobre o papel que o acaso desempenha em nossas vidas e sobre as ilusões que pode suscitar quando procuramos compreender o mundo e prever o rumo que irá tomar.

FIGURA 10.1: PARTICIPANTES DO WORLD SERIES DE PÔQUER ENTRE 1970 E 2006



O começo de um sonho no pôquer

O outro catalisador do *boom* do pôquer foi a internet. O jogo já existia no mundo virtual, de alguma forma, desde 1998, mas começou a deixar a posição marginal a partir de 2003, quando empresas como Party Poker e PokerStars tornaram-se mais agressivas em seus esquemas de marketing para abrir caminho em meio ao atoleiro jurídico das apostas na internet. Jogadores de todo o mundo foram atraídos para os jogos on-line, superando suas desconfianças quanto à segurança e à legalidade das salas virtuais. Elas ofereciam uma série de comodidades: acesso dia e noite, sete dias por semana, a qualquer modalidade de pôquer, com apostas que variavam de

alguns centavos a centenas de dólares por mão, ritmo mais veloz (um computador pode embaralhar cartas com muito mais rapidez do que qualquer crupiê — e não é preciso dar gorjetas) e o conforto de jogar em casa, em vez de numa sala enfumaçada de algum cassino decrepito.

Como descrevi, eu tinha um emprego não muito diferente do de Moneymaker, trabalhando como consultor econômico para a KPMG, uma firma de contabilidade. Um colega de trabalho sugeriu que entrássemos nessa, apostando apenas o suficiente para dar um pouco de emoção. Eu tinha alguma experiência — mínima — com o pôquer e algumas visitas, às quatro da madrugada, ao cassino Soaring Eagle Indian, em Mount Pleasant, Michigan. Porém, como estava enferrujado e precisava de alguma prática, procurei ajuda na internet. Um site um pouco canhestro e precário, chamado Pacific Poker, fazia uma oferta que parecia irrecusável: 25 dólares em dinheiro na forma de fichas, quase sem exigências.³

Perdi o dinheiro rapidamente, porém os jogadores no Pacific Poker não pareciam muito mais sofisticados do que a habitual mistura de ex-presidiários e septuagenários que povoavam as mesas de jogos no cassino Soaring Eagle. Então, depusitei 100 dólares. Quase todos os jogadores profissionais começam suas carreiras com sequências de vitórias — aqueles que perdem no começo costumam ser sensatos o bastante para cair fora —, e não fui uma exceção. Meu dinheiro começou a se multiplicar, somando, no começo, 50 ou 100 dólares por noite, e, às vezes, 500 ou mil dólares. Depois de três meses, minhas vitórias chegaram a 5 mil dólares. Eu passava as noites acordado, jogando, e pegava um táxi para o escritório ao amanhecer, fingindo trabalhar ao longo do dia. Depois de seis meses, e 15 mil dólares em vitórias, larguei o emprego, deixando para trás o emocionante mundo da consultoria internacional a respeito de impostos, disposto a dividir meu tempo entre o jogo e meu trabalho com a *Baseball Prospectus*. Eu me sentia livre. Minha impressão era de que, de algum modo, eu havia passado a perna no sistema.

Não faço a mínima ideia se eu era um bom jogador no começo, mas o nível de concorrência era baixo e minha formação em estatística representava uma vantagem. O pôquer, às vezes, é visto como um jogo muito psicológico, uma batalha mental em que os participantes procuram decifrar-se com exatidão, espiando as almas dos adversários e procurando indícios que revelem o conteúdo das cartas que têm nas mãos. Há um pouco desses aspectos, especialmente quando se chega aos seus limites extremos, mas não tanto quanto se imaginaria. (Os fatores psicológicos se manifestam, em sua maioria, na forma de autodisciplina.) O pôquer é, na verdade, um jogo incrivelmente matemático, que depende de avaliações probabilísticas feitas em meio a um ambiente de incerteza, envolvendo as mesmas habilidades importantes em qualquer tipo de previsão.

Como jogadores de pôquer preveem as mãos

Bons jogadores não se caracterizam pela capacidade de prever quais cartas aparecerão a seguir, como se fossem dotados de alguma percepção extrassensorial. Apenas os mais supersticiosos ou paranoicos acreditam não ser aleatória a ordem em que as cartas são embaralhadas. E apenas os piores não memorizarão os cálculos mais básicos envolvendo probabilidades: que um *flush* tem uma chance em três quando restam duas cartas a serem mostradas ou que um par de ases vencerá um par de reis em 80% das vezes. Contudo, o fator-chave para o raciocínio analítico está naquilo que os jogadores chamam de “ler as mãos”: ponderar quais cartas podem estar com seu oponente e de que forma podem afetar suas decisões naquela jogada.

Esse problema representa um enorme desafio, especialmente no Texas hold'em, a mais popular modalidade de pôquer. No hold'em, as cartas ficam viradas para baixo e perdura uma total incerteza a respeito da mão do adversário até que todas as apostas tenham sido feitas e o montante das fichas apostadas seja empurrado em direção ao vencedor. Cada jogador

começa com uma entre as 1.326 combinações possíveis. Tudo, desde o majestoso par de ases até o rasteiro sete e dois, está incluído nessas combinações, e nada, a não ser o amor do jogador pelo dinheiro, impede-o de jogar com a mão da vez como se fosse qualquer outra.

No entanto, todos podem recorrer às suas habilidades para ler as mãos com o objetivo de prever as prováveis cartas do adversário. Com frequência, os jogadores falam em “ter o adversário na mão” e às vezes procedem como se soubessem quais eram as duas cartas do oponente. Porém, os melhores sempre trabalham com várias hipóteses, que avaliam e ponderam tendo em vista as ações de seus oponentes. No pôquer, um bom prognóstico é probabilístico. Deve tornar-se mais preciso à medida que a mão for jogada, mas, em geral, não é possível prever *com exatidão* o conjunto de cartas, entre as 1.326 possibilidades, que seu adversário detém até que sejam reveladas, mesmo se o oponente for habilidoso e se comportar de modo imprevisível.⁴

Na verdade, informação é um artigo tão difícil no Texas hold'em que os jogadores começam a fazer estimativas sobre as possibilidades das mãos dos oponentes antes que qualquer carta seja distribuída. Em jogos on-line, isso é feito muitas vezes por meio de garimpo dos dados: você contará com estatísticas sobre quão negligente ou rigoroso, passivo ou agressivo foi o comportamento de cada oponente nas partidas anteriores. Em cassinos, isso se dá por meio dos históricos dos jogadores e de suas experiências uns com os outros — ou, na falta dessa opção, pelo que pode ser presumido por seu perfil étnico. Jogadores suecos, libaneses e chineses, por exemplo, gozam da reputação de serem mais agressivos do que franceses, ingleses ou indianos. Supõe-se que jogadores mais jovens sejam mais ousados e agressivos do que os mais velhos. Acredita-se que homens blefem mais do que mulheres. Esses estereótipos, como quaisquer outros, nem sempre correspondem à realidade: nos jogos hold'em de que eu costumava participar no Bellagio, em Las Vegas, os melhores jogadores eram, com frequência, mulheres, e elas eram boas, em parte por serem muito mais

agressivas do que seus oponentes esperavam. Porém, jogadores de pôquer não têm tempo a perder com o conceito de politicamente correto. Mesmo que o estereótipo de que mulheres jogam de modo mais conservador seja falso em 45% dos casos, o fato de que pode ser verdade nas outras ocasiões lhes dá algo com que trabalhar.

Começado o jogo, essas suposições imprecisas são suplantadas por informações mais confiáveis: de que forma o oponente jogou com mãos anteriores naquele dia e como está agindo no momento. O processo é, de modo fundamental e profundo, bayesiano, com cada jogador atualizando suas estimativas probabilísticas a cada vez que alguém aposta, checa ou chama. [LXXIII](#) Se você duvida das possíveis finalidades práticas do teorema de Bayes é provável que jamais tenha assistido a um jogo de pôquer.

BREVE INTRODUÇÃO AO TEXAS HOLD'EM

É fácil encontrar as regras do Texas hold'em na internet ou em livros, mas vou enumerar algumas normas básicas para os não iniciados, com o objetivo de apresentar a terminologia empregada nas páginas a seguir. São regras simples, se comparadas a outros jogos de cartas. Porém, de modo semelhante ao xadrez, regras simples criam um jogo de excepcional profundidade tática e estratégica.

A partida começa quando duas cartas pessoais (chamadas *down cards* ou *hole cards*) são dadas a cada jogador, viradas para baixo. Segue-se, nessa fase, uma rodada de apostas. Essas cartas começam, então, a ser combinadas com uma série de cartas comunitárias (também chamadas *board*), compartilhadas por todos os jogadores no centro da mesa. Cada jogador tenta montar sua melhor mão — ou seja, suas cinco melhores cartas entre as pessoais e as comunitárias, que são reveladas de forma sequencial, sendo cada fase do processo intercalada por uma rodada de apostas. As primeiras três cartas, reveladas ao mesmo tempo, são chamadas *flop* (um dos muitos exemplos do vocabulário pitoresco

empregado por jogadores de pôquer). A quarta carta, chamada *turn*, é revelada a seguir. Por fim, a última carta, conhecida como *river*, é exposta, e ocorre uma rodada final de apostas. É mais frequente que todos os jogadores, com exceção de um, já tenham optado pelo *fold* a essa altura — ou seja, tenham abandonado suas cartas e desistido. Se não for o caso, os jogadores mostram suas cartas no *showdown*, ao fim da partida, virando-as para cima. Aquele que tiver a melhor mão leva tudo o que foi apostado.

O ranking das mãos no pôquer é o seguinte:

Straight flush [sequência de mesmo naipe] (K♥ Q♥ J♥ 10♥ 9♥)

Quadra (7♣ 7♥ 7♠ 7♦ 2♥)

Full house (Q♣ Q♥ Q♠ 5♦ 5♣)

Flush (A♠ J♠ 9♠ 4♠ 2♠)

Straight [sequência] (8♣ 7♦ 6♠ 5♦ 4♥)

Trinca (9♦ 9♠ 9♥ A♣ 2♥)

Dois pares (A♥ A♠ 3♣ 3♦ 7♠)

Um par (K♠ K♥ 9♣ 8♣ 6♦)

Carta alta isolada (A♣ Q♠ 8♦ 5♦ 3♠)

Em caso de empate entre duas mãos, vence quem tiver cartas mais altas: por exemplo, um *flush* com ás vence um *flush* que comece com nove. Entre pares do mesmo valor, o desempate é decidido pela terceira carta mais alta (também chamada *kicker*). Por exemplo, a mão (8♥ 8♠ K♣ 7♥ 5♥) vence a mão (8♥ 8♠ Q♦ 7♥ 6♠), já que o *kicker* é um rei, não uma dama.

Uma mão de pôquer não tão simples

Digamos que você esteja participando de um jogo de hold'em sem limite na faixa de 5 a 10 dólares no cassino Bellagio. [LXXIV](#) Os primeiros jogadores desistem da rodada e você se vê contemplando um razoável par de oitos (8♠ 8♣). Então, você aumenta para 25 dólares e apenas um jogador *chama*

a aposta, ou seja, iguala-a. Trata-se de um homem de sessenta e poucos anos, a quem chamaremos de Advogado.

O Advogado é um cara legal, que fala demais entre as rodadas, porém se cala assim que as cartas são distribuídas. Sabemos que é um bem-sucedido sócio de uma firma na Costa Leste que lida com propriedade intelectual. Você pode imaginá-lo numa camisa polo, enviando mensagens de texto pelo telefone a um colega entre uma e outra tacada de golfe. Ele pediu uma cerveja quando a garçonete apareceu, e depois pediu um café. Provavelmente não se deixa intimidar por essas apostas de médio porte, o que demonstra com clareza.

Quando o Advogado sentou-se à mesa conosco, havia duas hipóteses a seu respeito: ele jogava para se mostrar — e, portanto, poderia optar por algumas jogadas ousadas e alguns blefes — ou adotaria uma abordagem mais convencional e burocrática. Nossas observações posteriores confirmaram que a última possibilidade tinha mais chances de estar correta: ele parecia ser um jogador medíocre, evitando erros catastróficos sem recorrer a um estilo muito sofisticado. O Advogado não é, por uma boa diferença, o pior jogador à mesa, mas é improvável que se revele um vencedor a longo prazo. Contudo, ainda não jogamos por tanto tempo assim para termos certeza disso.

Então, o que sabemos até agora sobre a mão do Advogado? A única coisa de que estamos certos é que ele não pode ter o $8\spadesuit$ ou o $8\clubsuit$, já que essas cartas estão conosco. Infelizmente, isso pouco reduz o número de combinações possíveis em sua mão, que passam de 1.326 para 1.225, tendo, cada uma, a mesma probabilidade.

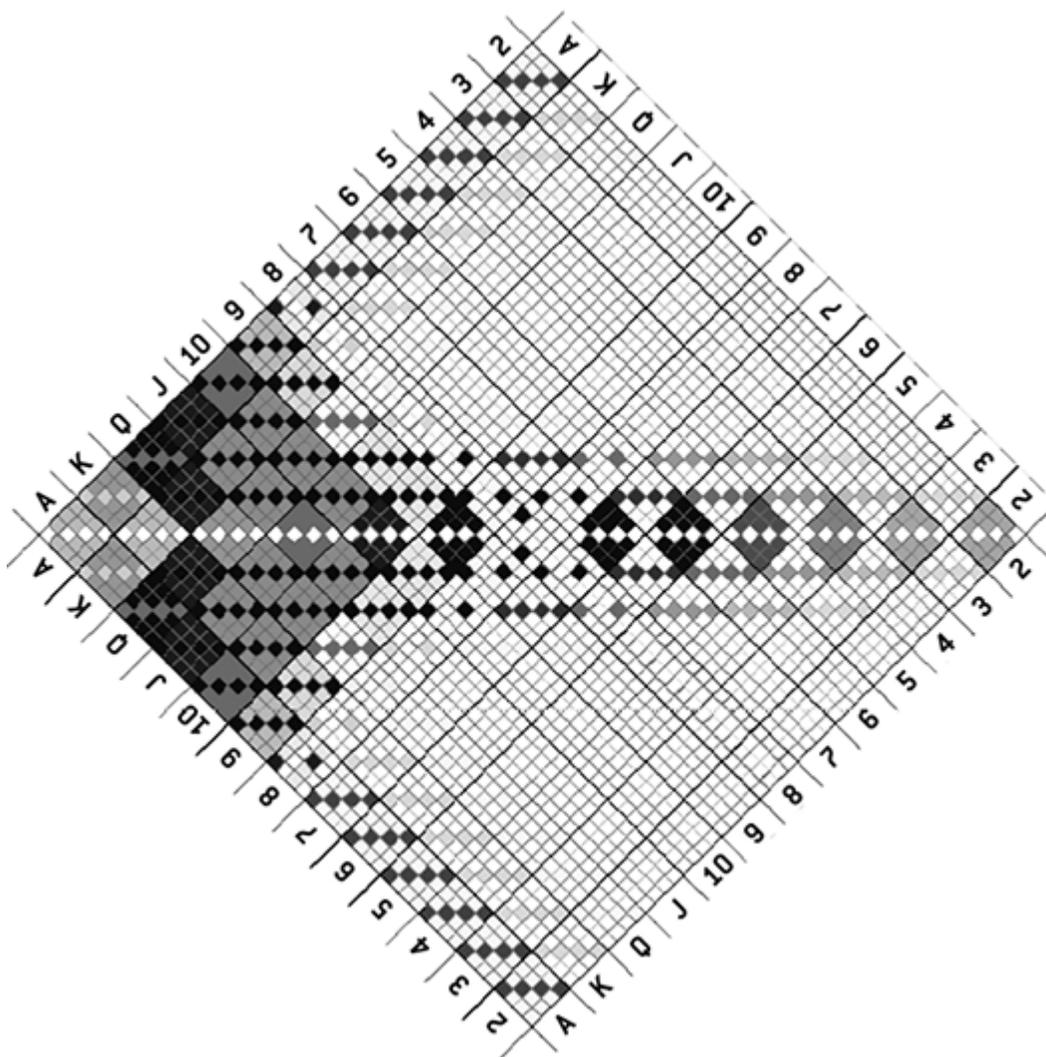
Entretanto, o Advogado deu outra informação: ele optou por igualar nossa aposta, portanto sua mão deve ser, no mínimo, razoável — a maior parte dos jogadores, incluindo o Advogado, desiste da jogada quando instada a aumentar uma aposta antes do *flop*. Também é pouco provável que ele disponha de uma mão *muito* forte, como um par de ases, já que

preferiu apenas igualar a aposta e não aumentá-la, ainda que essa hipótese não possa ser descartada. [LXXV](#)

Podemos começar a formular uma avaliação probabilística e bayesiana sobre quais mãos o Advogado pode ter. A partir de experiências passadas com jogadores parecidos, sabemos que as possíveis mãos podem incluir pares como $9\spadesuit\ 9\heartsuit$. Pode ter também alguns ases — especialmente se ambas as cartas pertencerem ao mesmo naipe (como a mão $A\heartsuit\ 5\heartsuit$), significando que será mais fácil armar um *flush* — ou cartas consecutivas do mesmo naipe — mãos como $6\spadesuit\ 5\spadesuit$, que podem formar tanto *flushes* quanto sequências. Por fim, podem ser duas cartas reais, como $K\clubsuit\ J\spadesuit$.

Se tivéssemos tempo, poderíamos enumerar todas as possíveis mãos do Advogado, atribuindo às 1.326 possibilidades uma probabilidade de 0% a 100%, levando em conta suas ações até o momento, como na Figura 10.2A. É assim que um computador, com sua capacidade de rastrear possibilidades com grande rapidez, pensaria a respeito desse jogo.

FIGURA 10.2A: REPRESENTAÇÃO PROBABILÍSTICA DAS MÃOS POSSÍVEIS DO ADVERSÁRIO



No entanto, é complicado demais acompanhar uma matriz como essa sob as condições da vida real; então o que jogadores tentam fazer é desmembrar as mãos possíveis de seus oponentes em grupos que poderiam funcionar mais ou menos do mesmo modo (ver Figura 10.2B). Nesse caso, o grupo de mãos que mais nos preocuparia seria o Advogado começar com um par mais alto do que nosso par de oitos.

Por sorte, essa probabilidade é pequena: é raro que no hold'em um jogador seja abençoado com um par. E, quando as cartas são distribuídas

pela primeira vez, as chances de um par de noves ou de cartas de maior valor são de apenas 3%. No entanto, precisamos atualizar nossa estimativa dessa probabilidade considerando que ele igualou a aposta: o Advogado eliminou, antes, muitas mãos sem valor, o que aumenta as chances de que ele tenha cartas muito boas. De acordo com nossa estimativa, as chances de que ele tenha um par mais alto do que nossos oitos subiram para 6%, levando em conta o modo como jogou até agora.

FIGURA 10.2B: GRUPOS DE MÃOS DO Oponente ANTES DO FLOP

Tipo de mão	Exemplo de mão	Probabilidade prévia antes de igualar a aposta	Probabilidade posterior depois de igualar a aposta
Par, de oito a ás	$J♥ J♣$	3%	6%
Par, de dois a sete	$6♠ 6♦$	3%	12%
Ás e mesmo naipe	$A♥ 9♥$	4%	15%
Ás e naipe diferente	$A♠ Q♥$	11%	16%
Cartas reais de mesmo naipe	$Q♠ J♠$	2%	10%
Carta real e não real de naipes diferentes	$K♣ 10♠$	5%	16%
Consecutivas de mesmo naipe	$7♦ 6♦$	2%	8%
Mãos misturadas	$J♣ 8♣$	70%	17%

Nas outras ocasiões, o Advogado começará a rodada com uma mão pior do que a nossa. O problema é que ainda virão cinco cartas, e, ainda que seja difícil que elas melhorem nosso par (precisaríamos tirar um dos dois

oitos restantes), nosso oponente pode, com mais facilidade, fazer um par mais alto, uma sequência ou um *flush*.

O Advogado toma um longo gole de café enquanto o crupiê vira as cartas no centro da mesa. Elas consistem em duas cartas de paus — um rei e um três — e um nove de copas.

$K\clubsuit 9\heartsuit 3\clubsuit$

Essas cartas não melhoraram nossa mão. Nossa esperança é que também não tenham melhorado a mão do Advogado, de forma que nosso par de oitos continue a vencer. Fazemos, então, uma aposta modesta de 35 dólares no montante, que já tinha 65 dólares. O Advogado faz uma pausa por um momento e iguala nossa aposta.

Esse gesto não é uma boa notícia para nós, como poderemos ver ao refinar nossas estimativas a respeito das possibilidades de sua mão. O segredo, segundo o teorema de Bayes, está em pensarmos em termos de probabilidades condicionais. Se o Advogado, por exemplo, começou com uma mão como $K\clubsuit J\spadesuit$, formando, em seguida, um par de reis, qual seria a probabilidade de igualar mais uma vez nossa aposta? (É quase certo que ele pelo menos igualaria nossa aposta se tivesse uma dupla com cartas altas, mas será que não teria aumentado a aposta?) E se ele começou com um par mais baixo do que o nosso, como $7\heartsuit 7\spadesuit$, quais seriam as chances de igualar a aposta, em vez de desistir? Se dispuséssemos de tempo, poderíamos examinar todas as 1.326 combinações de mãos, uma a uma, e rever nossa estimativa de acordo com o que encontrássemos (ver Figura 10.3).

Nossa estimativa real, feita à mesa, não contará com a mesma precisão. Ainda assim, podemos chegar a algumas caracterizações probabilísticas mais gerais a respeito de sua mão, tendo em vista sua decisão de igualar a aposta. Em cerca de 30% das vezes, as mãos do Advogado se relacionaram fortemente com as cartas do *flop*, e ele tem um par de reis ou algo melhor — uma boa mão, da qual só desistirá sob uma pressão muito forte. Há, também, 20% de chances de que tenha um par pior do que os reis, porém

melhor do que nossos oitos. Essas mãos também seriam vitoriosas, mas talvez seja mais provável que o Advogado desista se continuarmos a apostar de forma agressiva.

Enquanto isso, há cerca de 25% de chances de que o Advogado tenha um *draw*^{LXXVI} para formar uma sequência ou um *flush*, o que, por enquanto, ainda perde para nosso jogo, mas oferece várias maneiras de ser aprimorado. Por fim, há 25% de chance de que tenha um par pior do que o nosso ou quase nada e de que permaneça na rodada apenas com a esperança de, mais tarde, impor-nos um blefe. Essas são as possibilidades mais favoráveis.

É possível ver quão complicadas se tornam as decisões. Algumas possibilidades sugerem que deveríamos continuar apostando da maneira mais agressiva possível; outras, que deveríamos adotar uma abordagem mais cautelosa; outras, ainda, significam que deveríamos nos preparar para desistir.

No momento em que estamos considerando essa decisão, o crupiê puxa a carta ideal e torna mais fácil a nossa vida. É um entre os dois oitos remanescentes no baralho, do naipe de ouros, dando-nos uma trinca. Só seremos derrotados se o Advogado começou com um par de noves ou de reis, armou um jogo melhor no *flop* e jogou de maneira menos agressiva para nos enganar. (Os jogadores de pôquer chamam esse método de *slowplaying*). Mesmo assim, não deveríamos pensar de modo tão defensivo. Ao especularmos sobre as possíveis mãos do Advogado, deveríamos contar com uma mão melhor em, talvez, 98% das vezes. De modo que, dessa vez, fazemos uma aposta relativamente alta: 100 dólares, somados aos 135 dólares no montante.

FIGURA 10.3: POSSÍVEIS COMBINAÇÕES DA MÃO DO Oponente NO FLOP

Tipo de mão	Exemplo de mão	Probabilidade prévia antes de igualar a	Probabilidade posterior depois de igualar a

		aposta	aposta
<i>Conjunto (Ks, 9s, 3s)</i>	9♦ 9♠	2%	2%
Dois pares	K♥ 9♥	2%	2%
Um par, reis ou melhor	K♠ J♦	15%	28%
Um par, de 8s a Qs	9♦ 8♦	13%	20%
Um par, 7s ou pior	A♠ 3♠	15%	20%
<i>Flush draw, sem par</i>	8♣ 6♣	6%	12%
<i>Straight draw (sem flush draw)</i>	Q♦ 10♠	12%	12%
Outras mãos sem pares	A♥ J♣	35%	4%

O Advogado iguala nossa aposta mais uma vez. Como é provável que tenha desistido, em jogadas anteriores, de seus pares fracos e sequências incompletas, podemos restringir ainda mais a abrangência de possibilidades em sua mão. Na realidade, das 1.326 mãos com as quais ele poderia ter começado, não mais do que cerca de 75 opções são ainda prováveis nesse estágio. Ele pode ter um par de reis, jogo que antes suscitou nossa preocupação, mas que agora estamos em condições de derrotar. Para nós, seria preocupante a aparição de outra carta do naipe de paus, que ainda poderia dar a ele um *flush*.

FIGURA 10.4: POSSÍVEIS COMBINAÇÕES DA MÃO DO Oponente NO TURN

Tipo de mão	Exemplo de mão	Probabilidade prévia antes de igualar a aposta	Probabilidade posterior depois de igualar a aposta
Conjunto de Ks ou 9s	9♦ 9♠	2%	1%
Conjunto de 3s	3♥ 3♣	1%	1%
Dois pares	K♣ 9♥	2%	2%
Um par, reis ou melhor	K♥ J♠	28%	45%
Um par, de 3s a Qs	9♦ 7♦	40%	33%
<i>Flush draw, sem par</i>	A♣ 2♣	12%	14%
<i>Straight draw (sem flush draw)</i>	J♦ 10♠	13%	3%
Outras mãos sem pares	A♠ Q♥	3%	1%

Porém, a carta final é o aparentemente inofensivo cinco de espadas, que não completa o *flush*:

K♣ 9♥ 3♣ 8♦ 5♠

Apostamos 250 dólares no montante, que já acumulava 335 dólares, torcendo para que o Advogado iguale nossa aposta, porém com uma mão pior. De repente, no entanto, ele sai da toca. “Aposto tudo”, diz ele ao crupiê, num fiapo de voz quase inaudível. Sem mostrar hesitação, ele empurra suas fichas restantes — cerca de 1.200 dólares — em direção ao montante.

O que aconteceu? Precisamos pôr à prova nossas habilidades com o pensamento bayesiano. Se nosso prognóstico a respeito de sua mão se

revelar errado, poderemos cometer um erro que nos custará 1.200 dólares.

Olhamos as cartas comunitárias e percebemos que uma *única* mão, entre 1.326 combinações possíveis, parece *muito mais* adequada ao seu jogo. Trata-se de um sete e um seis de paus (7♣ 6♣). São cartas seguidas do mesmo naipe, então concluímos que ele teria igualado a aposta, com essa mão, antes do *flop*. Neste, formou um *flush draw*, com quatro cartas de paus, e não fizemos uma aposta alta o suficiente para forçá-lo a desistir. No *turn*, a mão não conseguiu completar um *flush*, porém se tornou mais forte: o 8♦, que transformou nossa mão numa trinca, proporcionou ao Advogado a possibilidade de fazer uma sequência com qualquer dez ou cinco. Se essa for mesmo sua mão, o *river* 5♠ formou uma sequência, que vence nossa trinca, explicando tanta ousadia na aposta.

Então deveríamos desistir? Mesmo que você nunca tenha jogado pôquer, vale a pena fazer uma pausa e ponderar sobre como reagir.

A resposta é que, muito provavelmente, você *não* deveria desistir. Na realidade, enfrentando tantos jogadores, você deveria ficar feliz porque mais dinheiro vai para o montante.

A solução é resultado do teorema de Bayes. É verdade que “apostar tudo” é muito forte, transmitindo muito mais informação do que as opções anteriores de igualar as apostas. Porém, antes que o Advogado decidisse apostar tudo, teríamos atribuído uma probabilidade muito baixa — talvez de 1% — à chance de suas cartas serem o sete e o seis de paus, uma *única* mão em meio a uma miríade de combinações. A menos que estejamos muito confiantes de que 7♣ 6♣ formam a *única* mão que permitiria esse gesto, desistir pode ser um grande erro. Nossa mão precisa ser boa em apenas 35% das vezes para tornar correta, em termos matemáticos, a opção de igualar a aposta.

Na verdade, existem algumas alternativas para a mão do Advogado. Ele pode ter um conjunto de três ou de cinco, que ainda perde para nosso conjunto de oitos. É plausível que tenha formado dois pares, com uma mão como K♥ 5♥. Alguns teriam jogado dessa maneira tendo um par de

ases. Em *seu* modelo bayesiano a respeito de *nossa* mão, seria razoável que o Advogado concluísse que mãos como a dele são melhores do que as nossas, mesmo que não sejam — boas o suficiente para apostar tudo — e se dispusesse, assim, a tentar ganhar muito dinheiro com elas.

Além da sequência, algumas outras mãos seriam capazes de nos vencer. Se o Advogado, durante todo o tempo, estivesse adotando o *slowplay* para seu conjunto de nozes ou de reis, ele agora ficará com nosso dinheiro. Essa hipótese é contrabalançada pela possibilidade de um completo blefe. Se o Advogado não conseguiu completar um *flush draw*, o único modo como poderá ganhar o montante é recorrendo a um blefe.

Como disse Arthur Conan Doyle, “depois de eliminarmos o impossível, deverá sobrar, não importa quão improvável, a verdade”. Há bom senso nessa lógica, mas temos muita dificuldade para distinguir o impossível daquilo que é bastante improvável e, às vezes, metemo-nos em encrenca ao tentarmos fazer uma distinção muito rigorosa. *Todas* as mãos do oponente são, de algum modo, muito improváveis nessa etapa: essa foi uma mão incomum. Trata-se de pesar improbabilidades, num cálculo que se opõe à hipótese de que o Advogado tenha exatamente 7♣ 6♣. Se processarmos as possibilidades num computador, ele poderá pensar que existe algo como dois terços de chance de que ainda contemos com a melhor mão. (ver Figura 10.5).

FIGURA 10.5: POSSÍVEIS COMBINAÇÕES DA MÃO DO Oponente NO RIVER

Tipo de mão	Exemplo de mão	Probabilidade prévia antes de apostar tudo	Probabilidade posterior depois de apostar tudo
Sequência	7♣ 6♣	1%	16%
Conjunto de Ks ou 9s	9♦ 9♠	2%	17%
Conjunto de 5s	5♥ 5♣	2%	19%

ou 3s			
<i>Dois pares</i>	$K\heartsuit 5\heartsuit$	3%	20%
Um par, Ks ou melhor	$A\spadesuit A\diamondsuit$	44%	15%
<i>Um par, 8s até Qs₅</i>	$8\heartsuit 7\heartsuit$	35%	4%
Nenhum par (puro blefe)	$7\spadesuit 2\heartsuit$	13%	9%

Na prática, os jogadores de pôquer podem avaliar de modos muito diferentes as probabilidades para suas mãos. É provável que jogadores habilidosos se saiam melhor do que 99,9% da população ao formularem boas estimativas probabilísticas, boas condições de incerteza. Na verdade, não conheço um único jogo de exercício intelectual que aprimore melhor essas habilidades. No entanto, quando postei essa mão no Two Plus Two, um fórum on-line para jogadores profissionais, as estimativas variaram entre afirmações de que era quase certo contarmos com a melhor mão e de que era quase certo que seríamos vencidos.⁶ Minha opinião é que essas duas estimativas pecam pelo excesso de autoconfiança. Não deveríamos agir como se *nada* soubéssemos a respeito da mão do oponente, porém, de modo geral, nossos erros de previsão decorrem de acharmos que há mais certeza no mundo do que de fato existe. Nesse caso, formular uma estimativa *exata* sobre a mão do oponente implicaria desistir enquanto uma estimativa mais completa das probabilidades — associada aos favoráveis acréscimos feitos ao montante — sugere que deveríamos igualar sua aposta.

A mão de pôquer de Schrödinger

Se essa mão aparecesse num torneio televisionado pela ESPN, que mostrasse ao espectador as cartas de cada jogador, a análise por parte dos comentaristas poderia ser diferente. Talvez estimassem que a desistência era o passo óbvio a ser dado se soubessem que o oponente contava com 7♣ 6♣. Num universo paralelo em que as cartas fossem as mesmas, mas o oponente tivesse a combinação 3♥ 3♠, eles nos diriam o quanto deveríamos estar empolgados por ter mais dinheiro no montante.

Num jogo televisionado em 2009, dois jogadores de nível internacional, Tom Dwan e Phil Ivey, disputaram um montante que chegou a mais de 1 milhão de dólares.⁷ Na rodada, Ivey conseguiu uma carta milagrosa no *turn*, formando uma sequência que culminava com um cinco. Porém, a mesma carta deu a Dwan uma sequência^{LXXVII} que culminava com um sete, a única mão melhor do que aquela. “Se alguém é capaz de escapar dessa situação, esse alguém é Phil Ivey”, disse um locutor, dando a entender que, desistindo, ele demonstraria um talento superior no pôquer. Na realidade, desistir teria sido uma péssima opção. Considerando o que Ivey sabia naquele momento, somado à agressividade com que jogavam, ele deveria esperar contar com a melhor mão em pelo menos 90% das vezes. Se Ivey *não tivesse perdido* todas as fichas com aquela mão, teria jogado mal.

Ainda que a cobertura televisiva tenha proporcionado um grande estímulo para o jogo, ela dá a muitos espectadores casuais impressões equivocadas a respeito da maneira certa de jogar, concentrando-se demais nos resultados e não o bastante no processo correto para a tomada de decisões.

“Não é muito comum que você possa estreitar as possíveis combinações de cartas mantidas por alguém”, disse-me Dwan. “É muito menos frequente do que a maioria dos profissionais e dos programas de TV dá a entender.”

Tornando-nos imprevisíveis

Dwan já foi mais conhecido por seu apelido virtual “durrrr”, escolhido por ele ao concluir que isso faria os outros jogadores perderem o controle ao serem derrotados. Dwan depositou 50 dólares no site Full Tilt Poker aos dezessete anos, deixando a universidade Boston College, mais tarde, para jogar em tempo integral.⁸ Ele viveu uma ascensão até se tornar o predador máximo da cadeia alimentar do pôquer on-line.⁹ Milhões de dólares fluíam em sua direção a cada mês; ele perdeu algumas vezes, mas a maioria das partidas acabou em vitória.¹⁰

Na época em que falei com ele, em 2012, Dwan era considerado por muitos um dos melhores jogadores de hold'em sem limite.¹¹ Ele goza da reputação de ser criativo, agressivo e — acima de tudo — corajoso. Em 2009, desafiou qualquer jogador, exceto seu amigo próximo Phil Galfond, a enfrentá-lo numa partida a dois, oferecendo uma boa vantagem. Três jogadores fortes aceitaram o desafio. Dois foram derrotados por Dwan.

E, no entanto, apesar de todo esse arrojo — Dwan é uma pessoa discreta¹² —, sua abordagem a respeito do pôquer, e do mundo em geral, é bastante probabilística. Ele tira proveito do excesso de autoconfiança dos oponentes. “Na maior parte das áreas, é importante que trabalhemos com probabilidades em vez de recorrermos a apenas um sim ou um não”, disse-me ele. “Trata-se de um grande erro que as pessoas cometem em muitas áreas, seja ao tentar formar uma união fiscal, pagar as compras ou esperar que não sejam demitidas.”

Dwan procura tirar partido dessas tendências ao obscurecer seu jogo. Se a habilidade técnica mais importante no jogo é aprender a prever a abrangência das possíveis mãos de seu oponente, a segunda coisa mais importante é tornar seu próprio jogo imprevisível. “Quanto melhor o jogador, menos certeza temos sobre suas cartas, seus objetivos e suas ações”, diz Dwan. “E eles serão mais capazes de manipular esses fatores para tirar vantagem de suas avaliações.”

Jamais serei um jogador como Dwan, mas tirei vantagem dessas informações durante o tempo em que vivi como profissional do pôquer. Nos jogos on-line de estilo mais suave de meados dos anos 2000, pude ganhar dinheiro jogando de maneira conservadora, no chamado *tight poker*, porém logo descobri que com um estilo mais agressivo poderia conseguir ainda mais. A ideia era encontrar os pontos fracos de meus oponentes quando tentassem estimar as possibilidades de minhas mãos.

Quando aumentamos nossa aposta antes do *flop*, por exemplo, os oponentes costumam acreditar que temos cartas grandes, como ases, reis e damas. Às vezes, é claro, você terá mãos como essas. Porém, eu também aumentaria a aposta se tivesse a suposta mão do Advogado, com cartas pequenas como 7♣ 6♣. Descobri que, quando cartas altas apareciam entre as comunitárias, como um ás ou um rei, o oponente muitas vezes achava que elas me serviriam e desistia. Se aparecessem cartas menores, eu faria, muitas vezes, um par ou algum *draw*. Às vezes, eu chegava até a fazer mãos que pareciam improváveis, como uma sequência a partir daquelas cartas, o que poderia fazer meus oponentes tomarem as decisões erradas. Uma coisa interessante a respeito do pôquer é que os melhores e os piores jogadores agem de modo bastante aleatório, ainda que por razões diferentes.^{LXXVIII} Assim, você pode enganar os adversários, que acreditarão que você é um jogador fraco, mesmo que possa limpar a mesa.

Com o tempo, alguns oponentes perceberam meu estilo mais agressivo, o que não foi tão ruim. Significava que tinham mais chance de igualar ou cobrir a aposta quando eu dispunha de uma mão “previsível”, como um par de reis, tornando-as mais lucrativas para mim.

Na verdade, blefar e adotar um jogo agressivo não é apenas um luxo no pôquer, mas uma necessidade — de outro modo, seu jogo será previsível demais. Jogos de pôquer tornaram-se *extremamente* agressivos desde que parei de jogar com regularidade, há cerca de cinco anos, e tanto a teoria dos jogos¹³ quanto as simulações de computador¹⁴ sugerem que essa é a

abordagem mais vantajosa. Despejar um dilúvio de possibilidades sobre seu oponente é a melhor maneira de complicar seus cálculos.

Às vezes, podemos identificar situações em que as estimativas intuitivas de seus oponentes são grosseiras demais. Sempre que um jogador pensa que seu oponente *nunca* jogará certa mão de determinada maneira — *nunca* blefará em determinada situação, por exemplo —, existe a possibilidade de explorá-lo ao confundir seu senso do que é improvável ou impossível.

“Fiz muitas coisas que eu sabia que não eram excelentes, mas que, durante um bom período, me permitiram ganhar muito dinheiro”, contou-me Dwan. “Só nos últimos anos as pessoas começaram, por fim, a compreender e a jogar melhor.”

O principal jogo de Dwan, o hold'em sem limite, é bastante fértil para uma estratégia como essa porque existe potencial de controlar, por meio do peso das apostas, o montante de dinheiro em jogo a cada decisão. O valor envolvido em algumas escolhas feitas por Dwan não passa de 100 dólares, enquanto outras podem chegar a 10 mil, 100 mil dólares, ou mais. Tome mais algumas decisões corretas em relação a montantes com 1 milhão de dólares e a soma coletiva daquilo que você faz com 100 dólares por vez quase não terá importância.

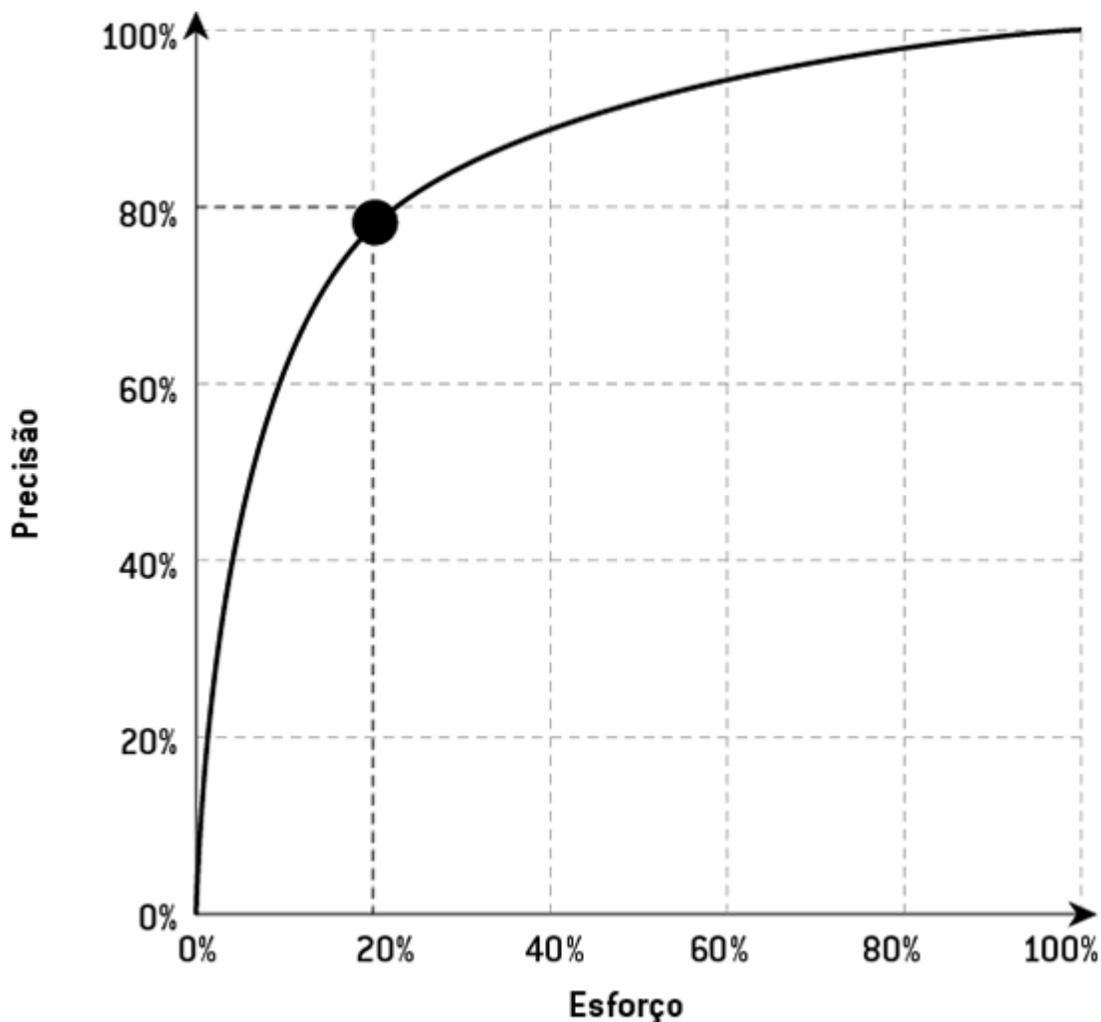
Quanto a mim, jogava, na maioria das vezes, hold'em com limite, no qual o aumento da aposta está fixado a cada rodada. (Até pouco tempo, essa era a modalidade mais popular fora dos torneios; há cerca de dez anos, era frequente não haver mais do que dois ou três jogos sem limite em curso em qualquer ponto dos Estados Unidos.)¹⁵ O pôquer com limite proporciona menos oportunidades para a criatividade. Ainda assim, até que a prática entrasse em compasso com a teoria, tive dois anos muito bem-sucedidos explorando essa abordagem agressiva. Em 2004 e em 2005, mantive uma renda de seis dígitos, chegando a somar 400 mil dólares em lucros no jogo.

A curva de aprendizado da previsão

A diferença entre Dwan e eu é que ele se mostra disposto a enfrentar qualquer jogador por qualquer aposta, a qualquer momento, enquanto eu me situava apenas na classe média alta do pôquer e precisava estar numa partida que incluísse alguns maus jogadores para que pudesse ser um favorito a fim de fazer algum dinheiro. Por sorte, durante os anos de *boom* do pôquer existiam muitos maus jogadores — aquilo que adeptos costumam chamar de “peixes”.

Existe certa curva de aprendizado que se aplica ao pôquer e à maioria das outras atividades que envolvem algum tipo de previsão. Seu aspecto mais importante é tratar-se de uma curva: o progresso que fazemos não é linear. Costuma, ao contrário, apresentar a seguinte aparência (ver Figura 10.6), que chamo de princípio de Pareto para previsão.

FIGURA 10.6: O PRINCÍPIO DE PARETO PARA PREVISÃO



O que vemos é um gráfico cujos eixos são *esforço* e *precisão*. Poderíamos dar-lhes nomes diferentes — por exemplo, *experiência* e *habilidade* —, mas a mesma ideia permanece válida. Por esforço ou experiência, quero dizer a quantidade de dinheiro, tempo ou pensamento crítico que estejamos dispostos a investir num problema envolvendo uma previsão. Por exatidão ou habilidade, entendo quão confiáveis as previsões se revelarão no mundo real.

O nome tem origem na conhecida máxima do mundo dos negócios chamada princípio de Pareto, ou regra 80/20 (por exemplo, 80% de seus lucros são proporcionados por 20% de seus clientes).¹⁶ Do modo como

aplico o princípio aqui, ele implica o fato de que se acertarmos algumas coisas básicas garantiremos grande parte de nosso sucesso. No pôquer, por exemplo, aprender a desistir quando tiver suas piores mãos, a apostar quando tiver suas melhores mãos e a fazer algum esforço para prever o jogo de seu oponente já garantirá uma diminuição substancial em suas perdas. Se você se dispuser a isso, estará tomando a mesma decisão que os melhores jogadores de pôquer, como Dwan, em talvez 80% das ocasiões — mesmo dedicando apenas 20% da quantidade de tempo que ele empregou para estudar o jogo.

Essa relação permanece válida em muitas outras disciplinas nas quais a previsão é fundamental. Geralmente, a primeira parcela de 20% se apoia em ter os dados, a tecnologia e os incentivos certos. É preciso contar com alguma informação — em termos ideais, é melhor ter mais do que menos — e ter certeza de que ela passou por algum controle de qualidade. Você deve estar familiarizado, de certa forma, com as ferramentas de seu ofício ou campo de atividade — contar com tecnologia de ponta é bom, porém é mais importante saber usar aquilo de que dispõe. Você deve se preocupar com o nível de precisão — com sua capacidade de chegar à realidade objetiva — e não em fazer a previsão mais agradável ou conveniente ou aquela que o levará à televisão.

Então, você poderá avançar a alguns passos intermediários, desenvolvendo normas básicas (heurísticas) baseadas na experiência e no bom senso e algum processo sistemático para formular uma previsão em vez de recorrer a uma abordagem casual.

Essas coisas não são *fáceis* — muita gente erra ao tentar colocá-las em prática —, mas também não são *difíceis*, e, ao fazê-las, você pode formular previsões 80% tão confiáveis quanto aquelas feitas pelo maior especialista mundial em previsões.

Contudo, o que importa, algumas vezes, não é tanto quão boas são suas previsões no sentido absoluto do termo, mas *quão boas são em relação à concorrência*. No pôquer, podemos tomar 95% de nossas decisões de forma

correta e, ainda assim, ficarmos sem um tostão numa mesa cheia de jogadores que fazem a coisa certa em 99% das vezes. Da mesma forma, vencer no mercado de valores exige que nossas previsões superem os prognósticos de equipes de investidores que se montam em ternos caros, estão munidas de MBAs das melhores universidades americanas, têm renda anual de sete dígitos e dispõem de programas de computação de última geração.

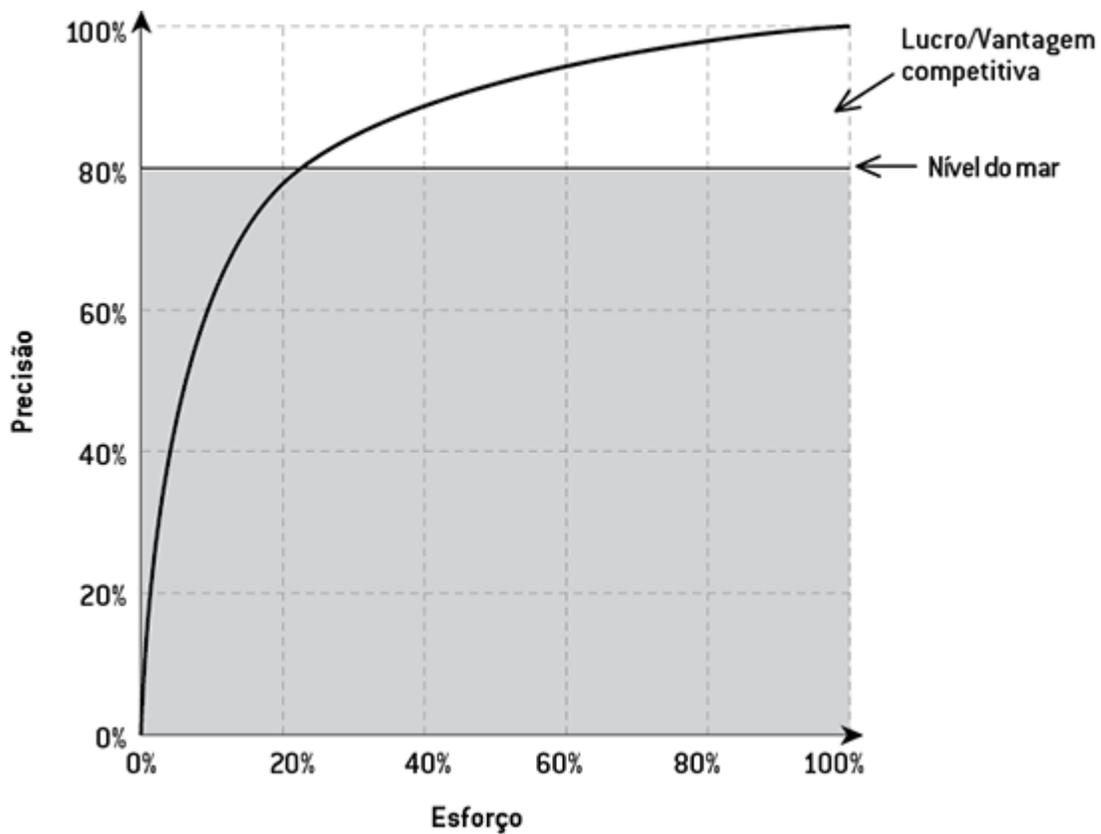
Nesses casos, vencer a competição pode exigir um *enorme* esforço extra. Logo, você vai descobrir que contará com um retorno cada vez menor. A experiência que adquirir, os macetes que incorporar à sua estratégia e as variáveis que adicionar ao seu modelo de previsão farão uma diferença apenas marginal. Quanto às regras básicas que você desenvolveu, será preciso aprender as exceções.

No entanto, quando impera uma alta competitividade em determinado campo, apenas por meio desse esforço meticuloso para ir além de um limite é possível ganhar algum dinheiro. Há um “nível do mar” estabelecido pela concorrência, e seu lucro será como a ponta de um iceberg: uma pequena lasca de vantagem competitiva flutuando pouco acima da superfície, ocultando, porém, o esforço realizado para dar-lhe sustentação.

Procurei evitar esses tipos de áreas. Em vez disso, tive sorte suficiente para tirar vantagem de campos em que o nível do mar era baixo e em que acertar nas questões básicas contou muito para obter sucesso. O beisebol, na era pré-*Moneyball*, costumava ser assim. Billy Beane soube tirar o máximo proveito de reconhecer algumas coisas simples, como o fato de que a frequência com que um rebatedor alcança uma base é um melhor indicador de seu desempenho ofensivo do que sua média de rebatidas. Hoje em dia, quase todo mundo compreende essa ideia. No campo da política, se existissem dezenas de clones do site FiveThirtyEight, eu só esperaria contar, na melhor das hipóteses, com uma pequenina vantagem. Porém, muitas vezes estou “competindo” com analistas políticos, como

aqueles que aparecem no programa de TV *The McLaughlin Group*, que, na verdade, sequer estão tentando fazer previsões precisas. O pôquer também era assim em meados da década de 2000. O contínuo afluxo de novos e inexperientes jogadores, que pensavam ter aprendido o jogo assistindo a partidas pela TV, manteve baixo o nível do mar.

FIGURA 10.7: O PRINCÍPIO DE PARETO PARA PREVISÃO EM AMBIENTES COMPETITIVOS



Se você dispõe de uma capacidade de análise bastante desenvolvida, que pode ser aplicada a um grande número de campos, é muito aconselhável ponderar sobre a força da concorrência que precisará enfrentar. Muitas vezes, é possível obter lucro sendo muito bom em fazer previsões em campos em que a concorrência se vê limitada a poucos incentivos, maus hábitos ou adesão cega à tradição — ou quando você conta com melhores dados ou tecnologia do que eles. É *muito* mais difícil ser *muito* bom em

campos em que todos os outros estão fazendo as coisas básicas de forma correta — e você pode se enganar ao pensar que conta com uma vantagem grande.

Em geral, a sociedade precisa fazer um esforço extra para realizar previsões, mesmo que isso exija um bocado de trabalho árduo e poucas recompensas imediatas, ou precisa ter mais consciência de que as estimativas que fazemos exigem que se abra mão de uma coisa em troca de outra. Porém, se sua abordagem para uma previsão se dá mais como uma proposta de negócios, suas chances serão maiores se você for o peixe grande num lago pequeno.

A lógica econômica da bolha do pôquer

O princípio de Pareto para previsão diz que os piores previsores — aqueles que não acertam sequer 20% de suas previsões — são ruins num grau muito maior do que são bons os melhores previsores. Dito de outra maneira, previsores comuns se situam, em média, mais perto do topo do que da base. Tenho certeza de que eu perderia toneladas de dinheiro se jogasse contra Dwan. Porém, jogaria com o maior prazer se tivesse garantida uma partida, valendo a mesma coisa, contra uma pessoa escolhida por mim ao acaso, na rua, sobre quem esperaria recuperar todas as minhas perdas e ainda embolsar mais.

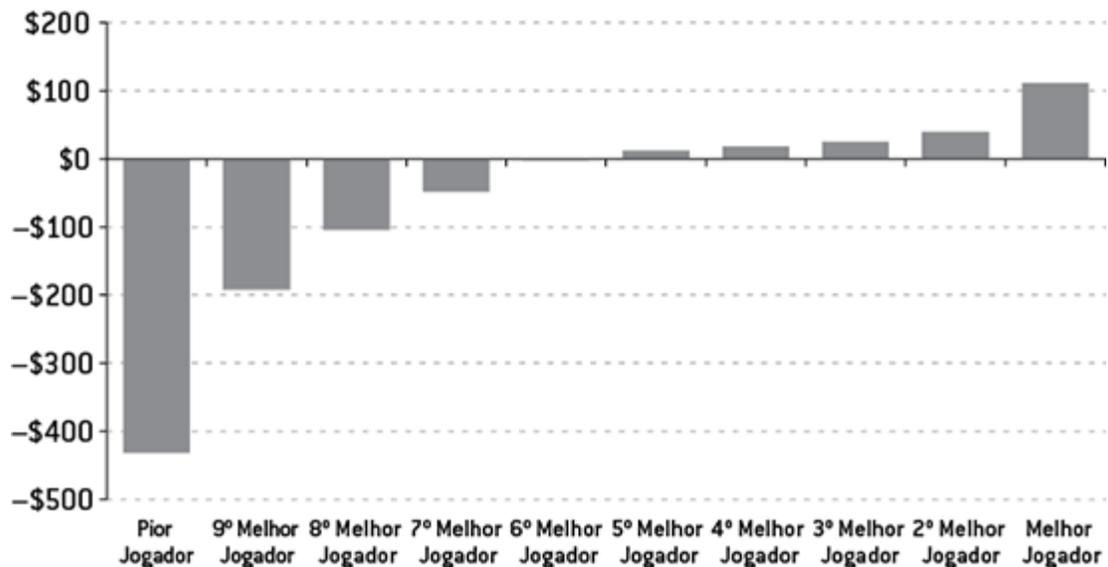
Podemos testar essa hipótese empiricamente examinando as estatísticas a respeito de jogadores de pôquer. Avaliei os dados obtidos em um site, que consistiam numa amostra colhida, de modo aleatório, entre jogadores de hold'em sem limite em determinado período de 2008 e 2009. Essas estatísticas me disseram quanto dinheiro eles haviam ganhado ou perdido em cada mão em relação às suas apostas.¹⁷

Como perdas e ganhos obtidos num curto intervalo estão em grande medida sujeitos à sorte, recorri a um procedimento estatístico¹⁸ para calcular, a longo prazo, a capacidade de obter lucro. Ordenei os jogadores,

então, pelo seu nível de competência e os dividi em dez quadrantes de igual tamanho. O quadrante superior — consistindo nos 10% que representam os jogadores mais bem-sucedidos^{LXXIX} — corresponde ao melhor jogador numa típica mesa composta por dez pessoas.¹⁹ Os 10% inferiores, por outro lado, são os maiores peixes.

A Figura 10.8A representa minha estimativa sobre quão competentes são os jogadores em cada quadrante, cuja habilidade é aferida pela quantia ganha ou perdida em cem mãos de hold'em sem limite com apostas às cegas iniciais de 5 ou 10 dólares, ou seja, a primeira aposta é feita antes da distribuição das cartas. Os números incluem tanto o dinheiro ganho e perdido para outros jogadores quanto a quantia perdida para o cassino, que retém uma pequena porcentagem de cada montante ou cobra uma taxa por hora por hospedar o jogo.²⁰

FIGURA 10.8A: ESTIMATIVA DO DINHEIRO GANHO OU PERDIDO EM CEM MÃOS NUM JOGO DE HOLD'EM SEM LIMITE, COM APOSTAS DE 5 A 10 DÓLARES



Estimei que o melhor jogador na mesa num desses jogos consegue, em média, um lucro de cerca de 110 dólares, em cerca de cem mãos a longo prazo. Trata-se de um salário razoável num cassino on-line, em que as

mãos são jogadas com rapidez e é possível chegar a esse número em uma ou duas horas.^{LXXX} A perspectiva é menos atraente num cassino convencional, em que se precisaria de quatro horas para travar o mesmo número de *mãos*, representando um ganho de 25 ou 30 dólares por hora.

Contudo, a conclusão mais importante é que os piores jogadores à mesa perdem dinheiro com *muito mais* rapidez do que os melhores jogadores conseguem ganhar. Por exemplo, calculei que o pior jogador numa partida — o maior peixe — estava perdendo a um ritmo de mais de 400 dólares por cada cem mãos. Ele é tão ruim que se encontraria em melhor situação se desistisse de todas as rodadas, o que lhe custaria apenas 150 dólares por cada cem mãos.

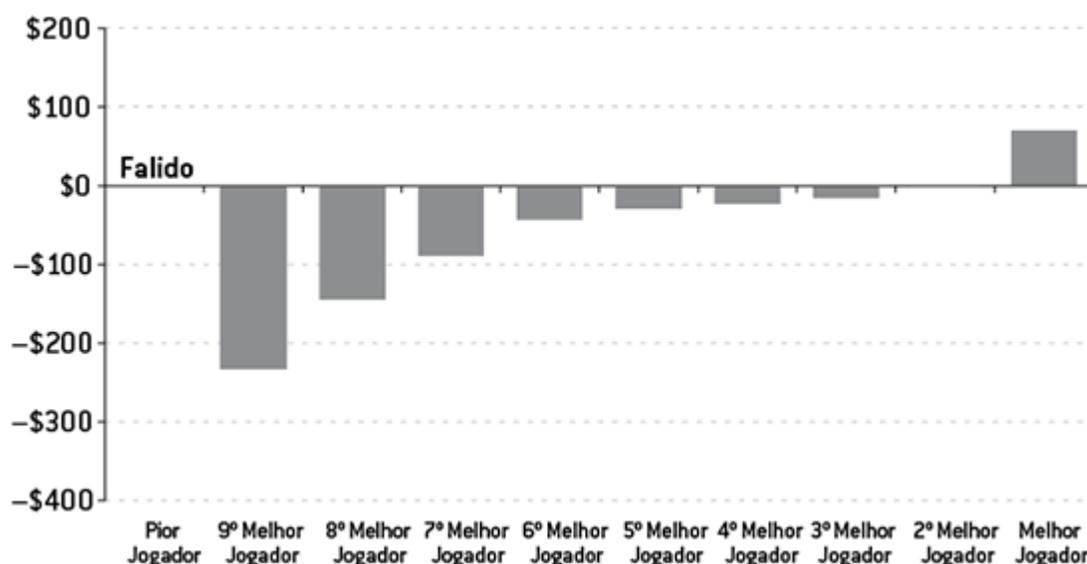
Vemos aqui um eco estatístico da regra 80/20: existe uma diferença muito maior entre os piores jogadores e aqueles medianos do que entre os medianos e os melhores. Estes fazem apenas algumas coisas diferentes entre si, enquanto aqueles na parte inferior da curva sequer compreendem os pontos básicos, desviando-se bastante da melhor estratégia.

No clássico filme *Cartas na mesa*,²¹ o personagem interpretado por Matt Damon alerta-nos de que somos o otário na mesa se não conseguirmos identificá-lo na primeira meia hora. Não acho que seja sempre verdade: talvez não haja um otário na partida. No entanto, afirmo, de forma enfática, que você não deveria estar em um jogo em que não consiga detectar um ou dois maus jogadores. No pôquer, a linha que separa sucesso e fracasso é muito tênue, e um único peixe pode fazer a diferença.

No último jogo que descrevi, um único peixe alimentava um monte de bocas famintas. Sua presença valia cerca de 40 dólares por cada cem mãos aos outros jogadores, subsídio suficiente para que metade ganhasse dinheiro mesmo depois da comissão cobrada pela casa. O pôquer obedece à teoria da riqueza que diz que o dinheiro flui dos mais pobres para os mais ricos: os piores jogadores perdem dinheiro com rapidez suficiente para sustentar uma classe média de certa forma grande de jogadores que mantêm equilibrados perdas e ganhos.

Porém, o que acontece quando o peixe — o otário — quebra e sai, como se esperaria que fizesse alguém que está perdendo dinheiro nesse ritmo? Vários jogadores que vêm obtendo ganhos discretos passam a sofrer perdas discretas (ver Figura 10.8B). Na realidade, *apenas* o melhor jogador na mesa ainda estará ganhando algum dinheiro durante um longo período de tempo. Mesmo assim, menos do que antes.

FIGURA 10.8B: ESTIMATIVA DO DINHEIRO GANHO OU PERDIDO EM CEM MÃOS DE HOLD'EM SEM LIMITE, COM APOSTAS A 5 OU 10 DÓLARES, DEPOIS QUE O PEIXE FALIU



Além disso, o peixe a sair da mesa pode provocar um efeito cascata sobre os outros jogadores. Aquele que era o segundo pior transforma-se no otário e passa a perder dinheiro num ritmo ainda mais intenso, de modo que ele também pode desistir, tornando ainda mais difícil a situação dos remanescentes. Todo o equilíbrio do ecossistema pode ficar ameaçado.

De fato, como jogos de pôquer se sustentam se o risco de falência dos piores jogadores representa uma ameaça constante? Às vezes, existem peixes cujos bolsos parecem não ter fundo: segundo o PokerKingBlog.com, Guy Laliberté, diretor-executivo do Cirque du Soleil, teria perdido 17 milhões de dólares em partidas de pôquer on-line em 2008,²² nas quais, ao

que parece, houve apostas altas contra oponentes como Dwan. Seja qual for a cifra em jogo, Laliberté é um bilionário e se dedicava ao jogo pelo desafio intelectual. Para ele, a quantia pouco significava, sendo o equivalente a um americano médio perder algumas centenas de dólares num jogo de blackjack.

Com muito mais frequência, a resposta está no fato de que não existe um único “peixe” que perde dinheiro constantemente, mas um fluxo constante que se reveza no barril, perdendo algumas centenas ou alguns milhares de dólares antes de desistirem. Num cassino convencional como o Bellagio, esses jogadores podem vir da mesa de dados ou de uma boate ou estar animados após uma sequência de vitórias em outra modalidade ou em jogos com apostas menores.

No ambiente do pôquer on-line, a população de peixes era mais irregular e dependia da regulamentação existente em diferentes países, da quantidade de publicidade feita pelos sites e até mesmo da época do ano.²³ Durante os anos de *boom* do pôquer, contudo, o universo dos jogadores se expandia com tanta rapidez que existia sempre uma abundância de peixes.

Essa situação estava prestes a mudar.

A explosão da bolha do pôquer

Em outubro de 2006, o Congresso americano, composto por maioria republicana já em fim de mandato, esperando ganhar votos para as eleições intercalares junto a eleitores sensíveis à defesa dos “valores”,²⁴ porém mobilizados por temas mais prementes, aprovou uma lei um tanto ambígua: a lei relativa ao jogo ilegal na internet, conhecida pela sigla UIGEA. A rigor, a nova lei não proibia o pôquer on-line. O que fazia era escolher como alvo as empresas terceirizadas que facilitavam o fluxo de dinheiro nos sites. Você pode, é claro, jogar pôquer, afirmava a lei, mas sem fichas. Enquanto isso, o Departamento de Justiça dos Estados Unidos atacava empresas que ofereciam jogos de apostas on-line aos seus cidadãos.

David Carruthers, diretor-executivo de um site conhecido como BetOnSports PLC, que é hospedado fora dos Estados Unidos, foi preso ao fazer uma escala em Dallas durante uma viagem entre a Grã-Bretanha e a Costa Rica. Outras pessoas logo seriam indiciadas.

Todos esses fatores apavoraram muitos jogadores de pôquer on-line e muitos empresários que o promoviam. O Party Poker — na época, o maior site de pôquer — deixou os americanos sem jogos duas semanas após a aprovação da UIGEA; suas ações caíram 65% em 24 horas.²⁵ Outras empresas permaneceram no negócio, desenvolvendo artifícios para contornar a nova lei, mas ficara mais difícil colocar seu dinheiro ali e mais arriscado conseguir tirá-lo.

Eu havia ganhado a maior parte de meu dinheiro no Party Poker, que recorria a uma publicidade com ótima visibilidade e era conhecido pela grande incidência de peixes. Durante o período de duas semanas após anunciar seu fim, quando manteve os jogos em funcionamento para o público americano, as partidas estiveram mais cheias de peixes do que nunca, exibindo uma mentalidade típica de *O senhor das moscas*. Nesse período, tive alguns de meus dias mais lucrativos como jogador de pôquer.

No entanto, assim que o Party Poker expulsou usuários americanos, me transferi para sites em que a disputa era mais acirrada, como PokerStars, e descobri que eu não estava mais ganhando. Na realidade, estava perdendo, e muito: cerca de 75 mil dólares durante os últimos meses de 2006, a maior parte numa pavorosa noite. Joguei durante os primeiros meses do ano seguinte e continuei a perder — cerca de mais 60 mil dólares. A essa altura, já não estava confiante de que conseguiria levar a melhor, então saquei o resto de meu dinheiro e caí fora.

Minha conclusão foi que o universo dos apostadores havia mudado de modo drástico. Muitos jogadores profissionais, confiando no pôquer para garantir sua renda, persistiram, apesar das dificuldades, porém a maior parte dos amadores retirou seus fundos ou faliu. A frágil economia do pôquer foi virada de cabeça para baixo — sem aqueles jogadores fracos

para estimular o jogo, o nível do mar subiu e alguns tubarões transformaram-se em otários.²⁶

Mesmo antes que a nova lei fosse aprovada, a qualidade de meu jogo começara a se deteriorar ou, pelo menos, não melhorava. Eu havia batido contra uma parede, jogando de forma nada criativa e pouco inspirada. Quando jogava, eu combinava a característica mais perigosa do jogador profissional — a ideia de que está fadado a ganhar dinheiro — aos maus hábitos do amador, em atividade até tarde, às vezes depois de sair com amigos.

Reavaliando aquele período, vejo que as coisas deram bastante certo para mim. O tempo que tive à minha disposição — e meu crescente interesse pelo processo político após a aprovação da UIGEA — levou ao desenvolvimento do site FiveThirtyEight. E, embora não tenha sido divertido perder um terço do que ganhei, foi melhor do que perder tudo. Alguns não tiveram tanta sorte. Em 2011, indiciamentos promovidos pelo Departamento de Justiça dos Estados Unidos, na chamada Sexta-Feira Negra, levaram ao fechamento definitivo de muitos sites dedicados ao pôquer on-line,²⁷ e alguns se revelaram falidos, não permitindo que os clientes sacassem o dinheiro acumulado em suas contas.

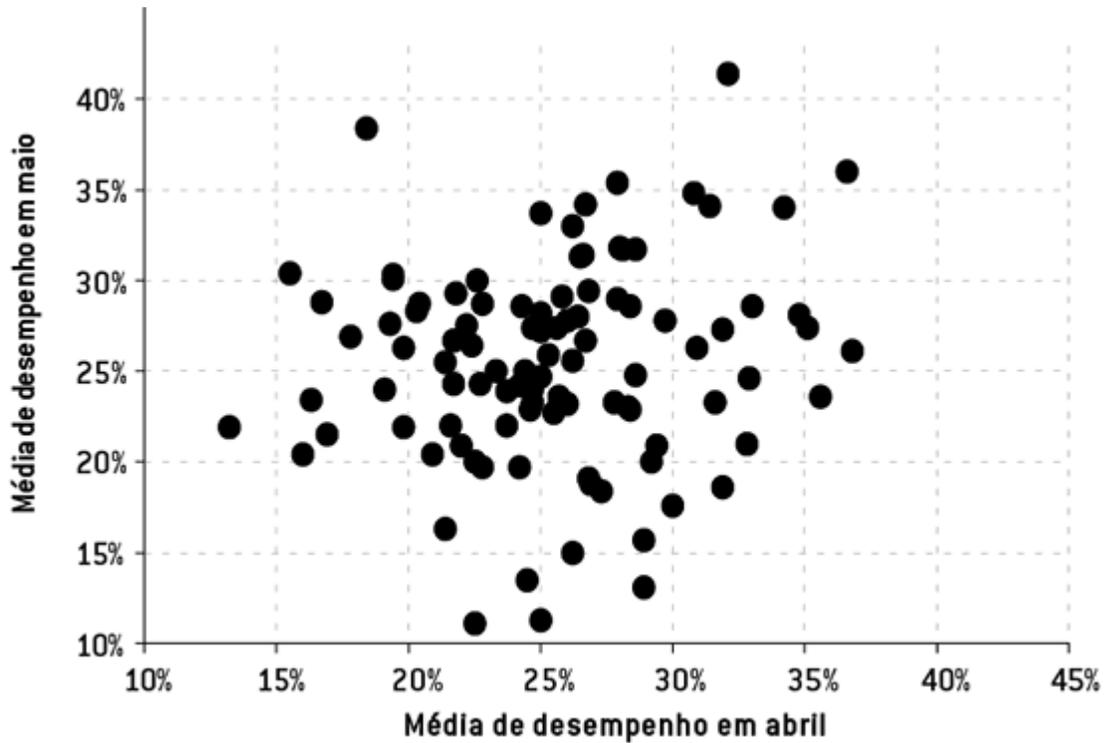
Às vezes, imagino o que teria acontecido se eu continuasse a jogar. Por ser tão volátil, o pôquer permite que um vencedor, teoricamente, experimente uma sequência de perdas capaz de persistir por meses ou mesmo um ano inteiro. Por outro lado, é possível que um perdedor obtenha uma longa sequência de vitórias antes que se dê conta de que não é tão bom assim.

Sorte *versus* habilidade

Sorte e habilidade são muitas vezes retratadas como polos opostos, mas a relação entre elas é um pouco mais complicada.

Poucos entre nós duvidariam, por exemplo, que os jogadores das ligas profissionais de beisebol são atletas altamente habilidosos. Não é fácil rebater, com um pedaço de madeira, uma bola arremessada a 160 quilômetros por hora, e alguns humanos têm esse talento um pouco mais aprimorado. Porém, a sorte *também* é muito importante no beisebol: você pode bater na bola com toda a força possível e, ainda assim, ela ser apanhada pelo *second baseman*. É preciso muito tempo para que essas diferenças entre habilidades se tornem óbvias; mesmo alguns meses de dados acumulados não são o bastante. Na Figura 10.9, marquei as médias de desempenho em rebatidas alcançadas pelos jogadores da Liga Americana em abril e em maio de 2011.²⁸ Parece não haver correlação entre as duas coisas. (Um jogador chamado Brendan Ryan, por exemplo, acertou em média 18,4% em abril, mas 38,4% em maio.) E, ainda assim, sabemos, ao olhar as estatísticas de um longo período — o que jogadores de beisebol fazem ao longo de temporadas inteiras ou de suas carreiras —, que a habilidade demonstrada ao rebater varia substancialmente entre os atletas.²⁹

FIGURA 10.9: MÉDIA DE DESEMPENHO EM REBATIDAS DE JOGADORES DA LIGA AMERICANA EM ABRIL E MAIO DE 2011



Nesse aspecto, o pôquer é bastante semelhante ao beisebol. Ele envolve, em grande medida, sorte e habilidade. Seu oposto seria algo como o jogo da velha (ver Figura 10.10). Não há qualquer elemento de sorte nesse jogo, que também não exige muita habilidade. Um aluno precoce do ensino médio poderia se sair tão bem quanto Bill Gates.

FIGURA 10.10: MATRIZ DE HABILIDADE *VERSUS* SORTE

	Pouca sorte	Muita sorte
Pouca habilidade	Jogo da velha	Roleta
Muita habilidade	Xadrez	Pôquer

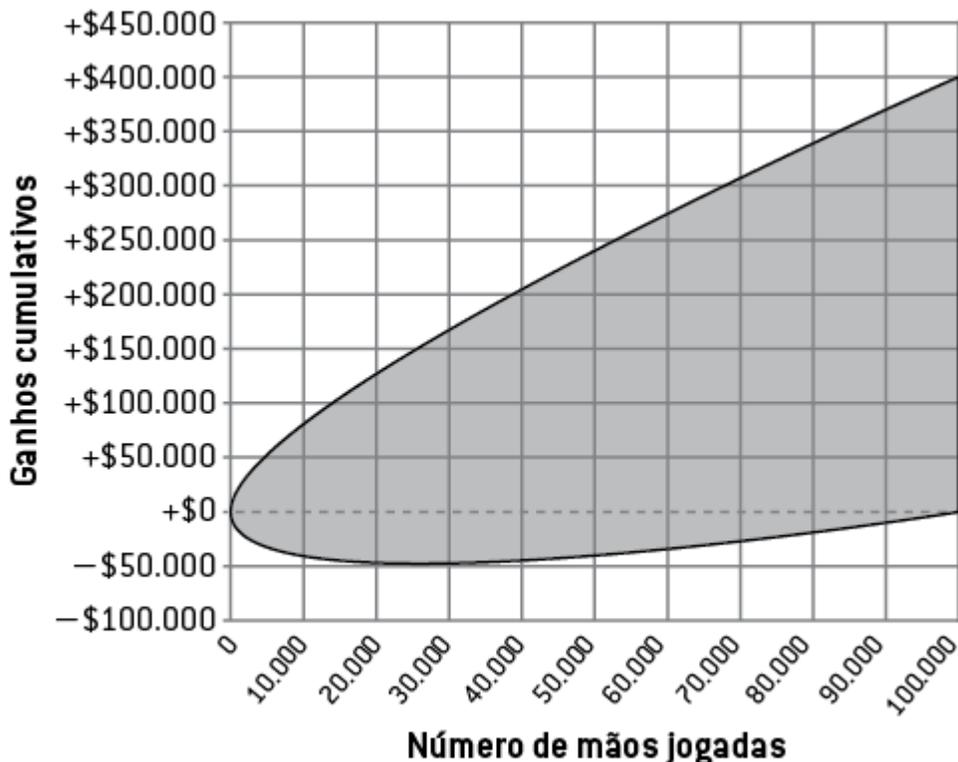
Mesmo assim, pode se passar muito tempo até que jogadores de pôquer se deem conta de quão bons realmente são. O elemento sorte é poderoso particularmente na modalidade hold'em com limite, jogo em que me

especializei. A estratégia correta, nesse caso, implica lutar com empenho por montantes, e permanecer em tantas mãos até o final significa que você dependerá, numa grande medida, da sorte que tiver ao receber suas cartas. Alguém que jogue muito bem numa partida em que as apostas aumentam em 100 e 200 dólares pode fazer até 200 dólares em cada cem mãos jogadas. No entanto, é provável que a volatilidade em seus resultados — medida por uma estatística chamada desvio-padrão — seja dezesseis vezes maior ou cerca de 3.200 dólares para cada cem mãos.³⁰

Isso significa que, mesmo depois de dezenas de milhares de mãos serem jogadas, um bom jogador pode terminar atrás e um mau jogador, à frente. Na Figura 10.11, estabeleci um modelo de lucros e perdas em potencial para um jogador com base nas estatísticas que descrevi. As faixas mostram uma plausível abrangência de perdas e ganhos, o suficiente para cobrir 95% de todos os casos possíveis. Depois de jogar sessenta mil mãos — todas de que conseguiria participar se jogasse quarenta horas por semana num cassino durante um ano inteiro —, o jogador poderia ganhar 275 mil dólares ou perder 35 mil dólares. Resumindo, ele poderia trabalhar todos os dias e, ainda assim, perder dinheiro. É por esse motivo que dizem, às vezes, que jogar pôquer é um jeito difícil para levar uma vida fácil.

É claro que, se pudesse saber que seria um vencedor no curso de um longo período, esse jogador teria motivo para persistir apesar das perdas sofridas. Na verdade, não existe um modo seguro de saber. A maneira apropriada para um jogador calcular suas chances de ser um vencedor consiste em aplicar as estatísticas bayesianas,³¹ nas quais reexaminará sua crença sobre quão bom é com base em seus resultados e expectativas prévias.

FIGURA 10.11: PROPORÇÃO PLAUSÍVEL DE GANHOS PARA UM JOGADOR HABILIDOSO DE HOLD'EM COM LIMITE EM JOGOS, A 100 OU 200 DÓLARES



Se o jogador for sincero consigo mesmo, deve assumir uma atitude um tanto cética em relação ao seu próprio sucesso, mesmo que, a princípio, esteja ganhando. Sua crença prévia deveria considerar que um jogador de pôquer mediano, por definição, perde dinheiro, uma vez que a casa fica com parte do dinheiro de cada jogo sob a forma de comissão enquanto o restante é distribuído entre os jogadores.³² O método bayesiano descrito no livro *The Mathematics of Poker* [A matemática do pôquer], de Keith Devlin, por exemplo, sugere que um jogador que ganhe 30 mil dólares em suas primeiras dez mil mãos num jogo de hold'em com limite, a 100 ou 200 dólares, tem, ainda assim, *maior probabilidade de ser* um perdedor a longo prazo.

Nossas ilusões sobre o pôquer

A maior parte dos jogadores, como você pode concluir, não é tão franca consigo mesma. Na época em que eu vivia na bolha do pôquer, certamente não me comportava assim. Ao contrário, muitos partem da premissa de que são jogadores vencedores até a verdade desabar sobre suas cabeças.

“O pôquer se resume a pessoas que pensam que são as favoritas, quando não são”, disse-me Dwan. “No pôquer, elas podem se deixar levar por grandes ilusões.”

Darse Billings, jogador e criador de um programa de computador que enfrentou, com sucesso,³³ alguns dos melhores jogadores de hold'em com limite, [LXXXI](#) coloca as coisas de modo ainda mais seco.

“Não conheço outro jogo em que as pessoas se mostrem mais convencidas, certas de que podem jogar como magos, mas que na verdade jogam muito mal”, disse-me ele. “Isso acontece, em essência, porque elas não sabem nada e pensam ser dotadas de algum dom divino quando, na realidade, não são nada disso. Se programas de computador se alimentassem da arrogância humana, comeriam como reis no pôquer.”

É claro que essa característica não se manifesta apenas nesse caso. Como veremos no Capítulo 11, a mesma crítica pode ser aplicada, em grande medida, a muitos corretores de Wall Street, crentes que podem superar índices como o S&P 500 quando, na maioria das vezes, não podem. Falando em termos mais gerais, o excesso de autoconfiança é um grande problema em qualquer campo que envolva previsão.

O pôquer não é um jogo semelhante à roleta, cujos resultados são determinados apenas pela sorte e na qual ninguém ganharia dinheiro jogando um número infinito de vezes. Tampouco os jogadores de pôquer são parecidos com aqueles que jogam roleta: na realidade, é provável que se assemelhem mais a investidores. De acordo com um estudo realizado entre jogadores de pôquer on-line, 52% contam com pelo menos algum

tipo de diploma³⁴ — índice duas vezes maior do que o encontrado na população dos Estados Unidos como um todo e quatro vezes maior do que a média registrada entre apostadores de loteria.³⁵ A maior parte dos jogadores de pôquer é inteligente o bastante para saber que alguns *realmente* ganham dinheiro ao longo de um período extenso — e é isso o que pode metê-los numa encrenca.

Por que damos *tilt*

Tommy Angelo perseguiu o sonho do pôquer antes que fosse uma moda. Em 1990, aos 32 anos, abandonou o emprego como baterista e pianista numa banda de country-rock para se dedicar em tempo integral.³⁶

“Fiquei obcecado”, contou-me Angelo quando conversamos em 2012. “Adorei a ideia de ser um jogador profissional na primeira vez que ouvi essas palavras. A coisa toda parecia tão fantástica, e ainda por cima eu não precisava ter um emprego. É como passar a perna no sistema, ganhando todo o seu dinheiro usando apenas sua inteligência. Não conseguia imaginar nada mais fascinante.”

Porém, Angelo, como todos os jogadores de pôquer, passou por altos e baixos — não apenas quanto aos resultados como em relação à qualidade de seu jogo. Quando estava em sua melhor forma, era muito bom. Mas nem sempre jogava bem, e, com grande frequência, perdia o controle.

“Eu entrava em *tilt* com muita facilidade”, refletiu em seu livro *Elements of Poker* [Princípios básicos do pôquer], referindo-se a um estilo de jogo agressivo demais suscitado por uma perda de perspectiva.³⁷ “Eu conhecia todas as modalidades. Podia entrar em *tilt* por irritação, por conter minha raiva durante longos períodos, por relaxar demais, preocupar-me demais, por ser agressivo ou passivo demais, por apostar muito alto, por jogar durante períodos muito longos, por jogar cansado ou chateado, por excesso de autoestima, por me sentir injustiçado ou frustrado, por desleixo ao jogar, por me deixar levar por um sentimento de vingança, por ter dinheiro de

menos, por ter dinheiro demais, por vergonha, por distração, por medo, por inveja, porque ‘essa é a pior pizza que já comi na vida’, porque ‘acabei de acreditar num blefe’ e, é claro, os clássicos: ‘eu tenho de recuperar minhas perdas’ e ‘já que estou aqui, por que não perder esse dinheiro?’, também conhecido como ‘que vá tudo pro inferno!’.”

Angelo compreendeu que, a despeito de toda a sua habilidade, os surtos periódicos de descontrole o impediam de ganhar mais do que pequenas quantias. Como vimos, é mais fácil perder dinheiro no pôquer quando se joga mal do que ganhá-lo jogando bem. Além disso, é pequena a vantagem desfrutada mesmo por um jogador que se revele vencedor a longo prazo. É bastante plausível que alguém que jogue como um campeão internacional durante 90% das rodadas perca dinheiro no cômputo geral se ceder ao descontrole nas ocasiões restantes.

Angelo entendeu a gravidade de seus problemas quando estava na casa dos quarenta anos, ao escrever sobre o jogo e treinar outros jogadores. Ele é, por natureza, uma pessoa sensível, e o que começava como sessões de discussão sobre estratégias terminava, com frequência, em sessões de terapia.

“Eu estava treinando pessoas muito diferente e com muitos problemas diferentes relacionados ao pôquer”, contou-me ele. “Era muito fácil identificar os problemas nas outras pessoas. Eu dizia a mim mesmo: aí está um cara tão esperto quanto eu. E tenho *certeza* de que ele se ilude quanto à sua competência. E sei que, se todos se iludem, o mesmo deve acontecer comigo.”

Todos os jogadores de pôquer dão *tilt* em alguma medida, acredita Angelo. “Se alguém aparece na minha frente e diz ‘eu não perco o controle’, minha mente registra: ‘Aí está outra manifestação de ilusão por parte de mais um ser humano iludido.’ Acontece o tempo inteiro.”

Na época em que jogava, eu sofria meus próprios *tilts*. Não era “o cara que sai quebrando tudo pela sala”. Nem virava um maníaco enlouquecido, apostando em qualquer mão (ainda que minha melhor mão fosse bastante

ousada). Às vezes, jogava até de maneira mais contida. Contudo, eu agiria de modo burocrático, sem pensar, durante longos períodos e, às vezes, noite adentro — simplesmente igualava as apostas e torcia para que o pote fosse empurrado em minha direção. No fundo, eu havia desistido de ganhar.

Compreendo agora (não tenho certeza de que acontecia isso enquanto jogava) quais fatores deflagravam meus *tilts*; o mais importante era a sensação de que o sucesso me era *devido*. Não me importava tanto em não receber muitas cartas boas e precisar desistir de muitas rodadas — isso, percebia, era parte da variação estatística do jogo. Porém, pensar que estava jogando bem — digamos, por exemplo, detectando um blefe do oponente — e ser derrotado por uma carta milagrosa no *river* fazia com que eu entrasse em *tilt*. Eu achava que merecia levar o pote, mas ele ficava com o dinheiro.

Ao entrar em *tilt*, eu podia fazer com que as coisas recuperassem um equilíbrio perverso, jogando mal o suficiente para *merecer* perder. O motivo fundamental para um *tilt* em jogadores de pôquer é esse equilíbrio apresentar, com tanta frequência, uma distorção: em termos de curto prazo, e muitas vezes a médio prazo, os resultados obtidos por um jogador não se mostram tão relacionados à sua habilidade. E não ajuda que os jogadores tenham uma ideia pouco realista a respeito do nível de sua competência, como tantas vezes acontece. “Tendemos a nos agarrar a dados que confirmam nossa teoria”, disse-me Angelo. “E a teoria costuma ser: ‘Sou melhor do que eles.’”

Pensar além dos resultados

A sociedade americana é muito voltada para resultados. Se alguém é rico, famoso ou bonito, tende-se a pensar que *merecem* ser assim. Na realidade, esses fatores muitas vezes reforçam a si mesmos: ganhar dinheiro atrai mais oportunidades para ganhar dinheiro, ser famoso proporciona a alguém

novas maneiras para aumentar ainda mais sua celebridade, e padrões de beleza podem mudar segundo a aparência de uma estrela de Hollywood.

Não pretendo fazer aqui uma afirmação de natureza política, como um argumento a favor (ou contra) a maior distribuição de riqueza ou coisa parecida. Do ponto de vista empírico, contudo, o sucesso é determinado por alguma combinação de trabalho árduo, talento natural, oportunidades e ambiente em torno de determinada pessoa — em outras palavras, alguma mistura de ruído e sinal. Nos Estados Unidos, tende-se a enfatizar o componente do sinal — exceto, talvez, ao tratar de limitações pessoais, que os americanos se inclinam a atribuir à má sorte. Podem aferir o sucesso dos vizinhos pelo tamanho de suas casas, mas não sabem tanto a respeito dos obstáculos que foram superados para chegar lá.

Quando lidamos com previsões, *realmente* nos concentramos em resultados. O investidor que indica o fundo do poço do mercado financeiro é saudado como um gênio, mesmo contando com um modelo estatístico defeituoso que, por sorte, acertou. O administrador que constrói um time campeão do World Series é considerado melhor do que seus colegas, mesmo que, ao examinar suas ações, vejamos que o time teve sucesso apesar de suas decisões, e não por causa delas. E é esse o caso no que diz respeito ao pôquer. Chris Moneymaker não seria notícia se o gancho usado pelo marketing fosse “eis aqui um jogador medíocre que, por sorte, recebeu as cartas certas”.

Algumas vezes, ao avaliar o papel desempenhado pela sorte, vamos longe demais na direção oposta ao sermos condescendentes com previsões ruins, alegando que não tiveram sorte. As agências de classificação de risco recorreram a essa desculpa quando sua incompetência ajudou a deflagrar um colapso financeiro. Porém, da mesma forma que percebemos mais sinais do que existem ao fazermos uma previsão, tendemos a atribuir às previsões bem-sucedidas mais competência do que merecem quando as reavaliamos *a posteriori*.

Parte da solução está em sermos mais rigorosos ao avaliar previsões. Para saber até que ponto determinada previsão foi formulada com competência pode-se, muitas vezes, recorrer a métodos empíricos; a visão a longo prazo é alcançada com mais rapidez em certos campos do que em outros. Porém, outra parte da solução — e muitas vezes a *única* quando os dados apresentam muitos ruídos — é centrar-se mais no processo do que nos resultados. Se a amostragem de previsões está cheia de ruídos para determinar se seu previsor é bom, podemos nos perguntar se ele está adotando as atitudes e aptidões que, a longo prazo, acreditamos estarem relacionadas a previsões bem-sucedidas. (Em certo sentido, estaremos prevendo em que medida suas previsões serão boas.)

Jogadores de pôquer tendem a compreender essa ideia melhor do que outras pessoas, até porque, em geral, experimentam altos e baixos de maneira muito visceral. Um jogador habituado a apostas altas, como Dwan, pode vivenciar tanta volatilidade numa única sessão quanto um investidor experimentaria ao longo de uma vida inteira na bolsa de valores. Jogue bem e ganhe; jogue bem e perca; jogue mal e perca; jogue mal e ganhe: todos os jogadores de pôquer já passaram por essas condições tantas vezes que conhecem a diferença entre processo e resultados.

Se conversarmos com os melhores jogadores, veremos que não consideram que seu sucesso está garantido, concentrando-se, na maior medida possível, em seu autoaprimoramento. “Qualquer um que acredite ser bom o bastante para ter resolvido a questão do pôquer está se preparando para um grande fracasso”, disse-me Dwan.

Angelo procura acelerar esse processo com seus clientes. “Estamos sempre em meio a essa nuvem de ruídos”, disse ele. “Com frequência, não enxergamos bem o que está acontecendo.” Os métodos de Angelo são bastante variados e, às vezes, nada convencionais: ele é um adepto da meditação, por exemplo. Nem todos os seus clientes meditam, mas a noção geral por trás da ideia é aumentar seu nível de consciência,

estimulando-os a distinguir os fatores que estão ou não sob seu controle. [LXXXII](#)

Ao jogarmos pôquer, controlamos nosso processo de tomada de decisão, mas não as cartas que aparecerão. Deveríamos nos sentir satisfeitos se detectamos o blefe de um adversário que, de qualquer modo, tenha a sorte de receber a carta certa e ganhar, porque jogamos da melhor maneira possível. Ironicamente, ao ficarmos *menos* focados em nossos resultados, eles podem acabar melhorando.

Ainda assim, somos criaturas imperfeitas, vivendo num mundo repleto de incertezas. Se previrmos que dá errado, nunca saberemos se foi nossa culpa ou não, se nosso modelo tem uma falha ou se apenas tivemos azar. A estimativa mais próxima de uma solução é alcançarmos uma condição de equanimidade entre ruído e sinal, reconhecendo que ambos são partes irredutíveis de nosso universo e nos dedicarmos a apreciar cada um pelo que é.

[LXXII](#) Desde que venceu o World Series, Moneymaker ganhou “apenas” cerca de 110 mil dólares por ano em torneios, incluindo o custo considerável das taxas de inscrição dos campeonatos.

[LXXIII](#) Checar (*check*): Manter a aposta mínima feita anteriormente. Chamar (*call*): Igualar uma aposta. (N. do T.)

[LXXIV](#) As pequenas quantias de 5 e 10 dólares se referem às apostas obrigatórias, chamadas **blind bets**, que ocorrem em rodízio em torno da mesa. A expressão “**sem limite**” se refere ao fato de que jogadores podem apostar qualquer quantia que não ultrapasse o montante de fichas à sua frente, em qualquer rodada de apostas. Contudo, a aposta numa partida de hold'em é limitada à quantia de que dispõe o jogador com menos fichas no início da rodada. Se você começar com 500 dólares em fichas e estiver enfrentando Bill Gates, que conta com 500 milhões de dólares, você estará arriscando, no máximo, 500 dólares; quaisquer apostas que Gates fizer acima dessa quantia não serão consideradas válidas. De modo que ele não pode forçá-lo a colocar na mesa mais 449.999.500 dólares em fichas só para cobrir um blefe dele.

[LXXV](#) Por vezes, para enganar os adversários, um jogador pode igualar uma aposta em vez de aumentá-la quando tem nas mãos um par de ases.

[LXXVI](#) Mão incompleta, que precisa de uma ou mais cartas para formar um jogo. *Flush draw* e *straight draw* são, respectivamente, um *flush* ou uma sequência a serem completados. (N. do T.)

[LXXVII](#) A mão de Ivey era A♣ 2♦, enquanto a de Dwan era 7♥ 6♥. O *flop* era J♣ 3♦ 5♠, e o *turn*, 4♥, deixando ao primeiro uma sequência que culminava com um cinco e ao segundo uma sequência que culminava com um sete.

[LXXVIII](#) Enquanto os melhores jogadores inserem um elemento aleatório em seu jogo para que os oponentes tenham mais dificuldade em ler suas mãos, os piores jogam de modo aleatório simplesmente porque não sabem o que fazer.

[LXXIX](#) Minha análise levou em conta o número de mãos empunhadas por cada jogador. No pôquer, uma proporção muito grande de mãos cabe a uma porcentagem muito pequena do número total de jogadores, aqueles que atuam todos os dias em vez de uma vez por mês ou por ano. Na realidade, o ambiente do pôquer on-line é uma versão exacerbada da regra do 80-20: cerca de 80% das mãos registradas no banco de dados foram jogadas por apenas 2% do total de jogadores. Como é muito mais provável encontrar alguém desse grupo de 2%, um escolhido ao acaso entre todos aqueles que jogaram mesmo uma única mão, a análise transmitiria uma impressão não realista da economia de uma mesa de pôquer se não fosse conduzida dessa maneira.

[LXXX](#) Jogadores on-line muitas vezes participam de mais de uma partida ao mesmo tempo, o que multiplica ainda mais o índice de seus ganhos. Isso é fisicamente impossível (ou pelo menos não é permitido) num cassino convencional.

[LXXXI](#) Apesar de programas de computador como o criado por Billings serem muito bons em hold'em com limite, não têm o mesmo sucesso na modalidade mais exigente que é o hold'em sem limite.

[LXXXII](#) A meditação ajuda nesse sentido, em parte, ao encorajar as pessoas a se concentrarem na postura e na respiração — ações que estão sob nosso controle, mas às quais não damos atenção.

SE NÃO PUDER VENCÊ-LOS...

Em 2009, um ano depois de uma crise financeira destruir a economia global, os investidores americanos negociaram 8 milhões de dólares a cada *segundo* que a Bolsa de Valores de Nova York esteve aberta. Ao longo de um dia normal, o volume aumentava para 185 bilhões, quase o equivalente às economias anuais de Nigéria, Filipinas ou Irlanda. Durante todo o ano, foram negociados mais de 46 *trilhões de dólares*¹ em ações: quatro vezes mais do que a soma do faturamento de todas as empresas que constam da lista Fortune 500.²

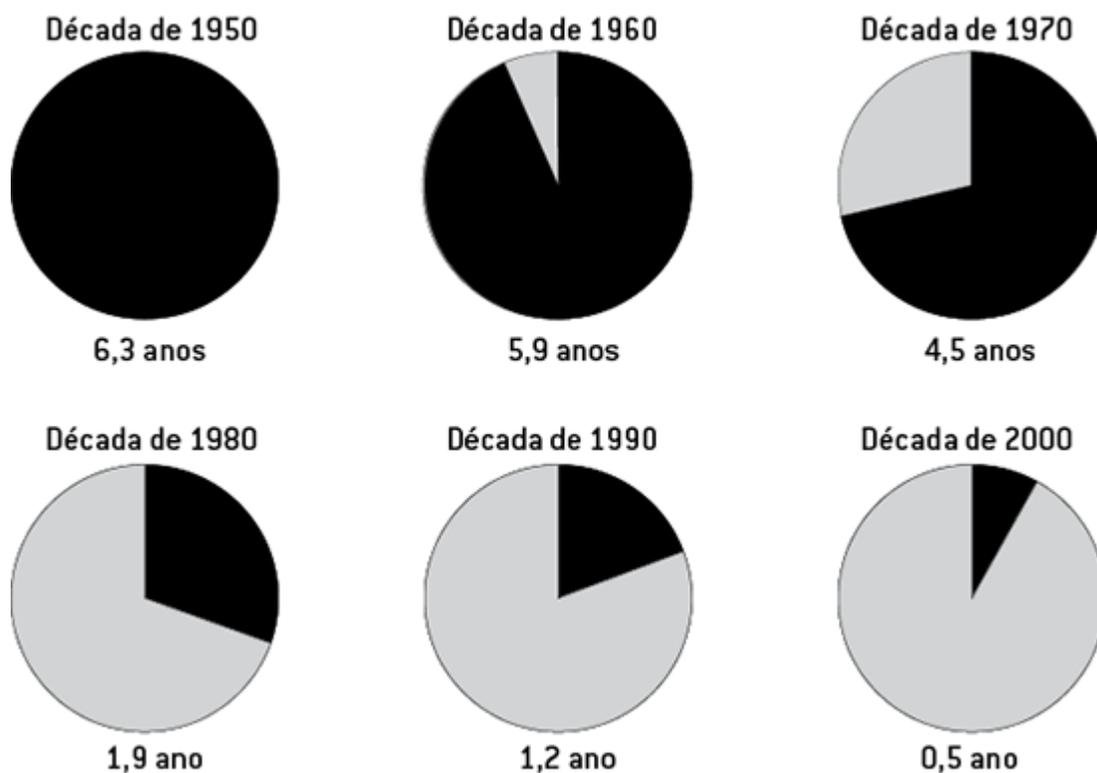
Essa furiosa velocidade das negociações é, de certa forma, algo novo. Na década de 1950, ações ordinárias eram mantidas, em média, durante cerca de seis anos antes de serem negociadas — prática coerente com a noção de que são um investimento de longo prazo. Na década de 2000, a velocidade aumentou cerca de doze vezes: agora, as mesmas ações eram negociadas apenas seis *meses* depois da compra.³ A tendência apresenta poucos sinais de redução: o volume de trocas no mercado de ações está duplicando a cada quatro ou cinco anos. Com o advento das negociações em alta frequência, algumas ações são compradas e vendidas em um milésimo de segundo nova-iorquino.⁴

Nas aulas de introdução à economia, ensinam-nos que negociações são racionais apenas quando ambas as partes saem ganhando. Um bom time

de beisebol com dois bons *shortstops*, mas sem rebatedores, negocia um atleta com um time que tem vários bons rebatedores mas um *shortstop* com rendimento de apenas 19%. Ou um investidor prestes a se aposentar tira seu dinheiro do mercado, vendendo suas ações para alguém que está começando a engatinhar no universo financeiro.

No entanto, uma parte muito pequena das negociações que ocorrem em Wall Street hoje está de acordo com essa visão, enquanto a maioria reflete verdadeiras diferenças de opinião — previsões contrastantes — sobre o retorno de uma ação.^{LXXXIII} Nunca tantas previsões foram feitas de forma tão rápida e com tanto em jogo.

FIGURA 11.1: TEMPO MÉDIO EM QUE AÇÕES ORDINÁRIAS AMERICANAS ERAM MANTIDAS



Os motivos para que ocorram tantas negociações estão entre os maiores mistérios do campo das finanças.⁵ Cada vez mais, as pessoas parecem acreditar que são capazes de ver além da sabedoria coletiva do mercado.

Estarão sendo racionais? E, se não, podemos esperar que o mercado estabeleça um preço racional?

Uma viagem à Bayeslândia

Se seguirmos a orientação do teorema de Bayes, como recomenda este livro, veremos o futuro de acordo com uma série de crenças ou previsões probabilísticas. Quais eram as chances de Barack Obama ser reeleito? De Lindsay Lohan ser presa mais uma vez? De descobrirmos provas da existência de vida em outro planeta? De Rafael Nadal ser campeão em Wimbledon? Alguns bayesianos afirmam⁶ que a maneira mais sensata de pensar sobre essas probabilidades é em termos de apostas. Se levássemos a ideia ao extremo, andaríamos, na Bayeslândia, com placas penduradas ao pescoço, anunciando nossas apostas:

FIGURA 11.2: PLACAS DA BAYESLÂNDIA

PREÇOS DE HOJE	
• REELEIÇÃO DE OBAMA	55%
• PRISÃO DE LOHAN	99%
• QUEBRA DA BOLSA	10%
• VIDA EM MARTE	2%
• VITÓRIA DE NADAL EM WIMBLEDON	30%

Na Bayeslândia, duas pessoas que se encontram e descobrem que fizeram previsões diferentes são obrigadas a escolher uma das duas opções: chegar a um consenso e revisar suas previsões de modo que se tornem equivalentes ou fazer apostas diferentes. Se minha placa diz que Nadal tem 30% de chance de ser campeão em Wimbledon e sua placa indica que

as chances são de 50%, podemos revisar nossas estimativas para 40%. Mas não precisamos nos ater ao meio-termo: se você estiver mais por dentro das fofocas sobre Lindsay Lohan, talvez eu me renda e admita que sua previsão é melhor, adotando-a, assim, como minha própria crença. De qualquer forma, sempre teremos o mesmo número em mente — e, espera-se, uma probabilidade mais precisa sobre um evento do mundo real.

Em alguns casos, porém, não chegaremos a um consenso. Precisaremos, então, apostar em previsões diferentes. Na Bayeslândia, é *obrigatório* escolher uma das duas opções: chegar a um consenso ou apostar. [LXXXIV](#) Caso contrário, um bayesiano achará que você não é racional. Se, depois de nossa conversa, você ainda acreditar que sua previsão é melhor, aposte nela, pois você poderá ganhar dinheiro. Se você não ganhar, é porque deveria ter adotado minha previsão.

É claro que todo esse processo seria ineficiente. Precisaríamos ter previsões de milhares de eventos e manter a contabilidade dos milhares de apostas existentes em determinado momento. No mundo real, é essa a função que os mercados desempenham. Eles nos permitem fazer transações a um preço fixo, acordado por consenso, em vez de fazermos trocas ou apostarmos em tudo.⁷

A mão invisível de Bayes

Na verdade, o capitalismo de livre mercado e o teorema de Bayes originam-se na mesma tradição intelectual. Adam Smith e Thomas Bayes foram contemporâneos, estudaram na Escócia e foram influenciados pelo filósofo David Hume. A “mão invisível” sugerida por Smith pode ser considerada um processo bayesiano no qual os preços são atualizados em resposta às mudanças na oferta e na procura, chegando, em algum momento, a um equilíbrio. Ou então o raciocínio bayesiano pode ser considerado uma “mão invisível” por meio da qual atualizamos e aperfeiçoamos nossas crenças à medida que discutimos ideias, apostando

de vez em quando, se não conseguimos chegar a um acordo. Ambos os processos buscam um consenso e tiram proveito da sabedoria coletiva.

Talvez, então, os mercados sejam uma boa maneira de fazer previsões. O mercado de ações é isso: uma série de previsões sobre os ganhos e dividendos futuros de uma empresa.⁸ Acredito que seja uma noção *bastante* correta na maior parte do tempo. Defendo o uso de mercados de apostas para prever variáveis econômicas como o PIB, por exemplo. Espera-se que esses mercados melhorem as previsões pelo simples motivo de que nos forcem a pagar pelo que acreditamos e, assim, criam uma motivação para que nossas previsões sejam precisas.

Outro ponto de vista, a hipótese da eficiência dos mercados, enfatiza muito mais esse ponto e sustenta ser *impossível*, sob certas condições, fazer previsões que vençam o mercado. Essa visão, que foi ortodoxa para departamentos de economia durante muitas décadas, tornou-se impopular devido às recentes bolhas e quebras, algumas das quais pareceram previsíveis depois que aconteceram. Porém, a teoria é mais robusta do que se imagina.

A principal premissa deste livro diz que, para chegarmos a previsões mais precisas, devemos aceitar a falibilidade de nosso discernimento. Se os mercados são reflexos de nosso discernimento coletivo, são também falíveis. Na verdade, um mercado que faça previsões perfeitas é uma impossibilidade lógica.

Justin Wolfers, o policial do mercado de previsões

Se existisse uma Bayeslândia, Justin Wolfers — um estudioso de fala rápida e rabo de cavalo, que está entre os melhores economistas jovens dos Estados Unidos — seria o delegado da polícia, aplicando multas sempre que encontrasse alguém que se recusasse a apostar em suas previsões. Wolfers me desafiou a pagar um jantar se eu estivesse enganado quando escrevi em meu blog que acreditava que Rick Santorum sairia vencedor da

convenção republicana em Iowa, contrariando o mercado de previsões Intrade (e meu próprio modelo), que ainda apresentava Mitt Romney à frente. Nesse caso, eu estava disposto a manter minha aposta, que se mostrou certa quando Santorum ganhou por apenas algumas dezenas de votos depois de uma recontagem que durou semanas.^{LXXXV} Mas houve ocasiões em que estive menos disposto a aceitar os desafios de Wolfers. Supondo que você seja um apostador como eu, quão boa é uma previsão em que você não quer envolver dinheiro?

Wolfers nasceu na Austrália, onde, para ganhar a vida durante a faculdade, analisou números para uma casa de apostas em Sydney.⁹ Hoje, mora na Filadélfia, leciona na Wharton School e escreve para o blog Freakonomics. O encontro aconteceu em sua casa; ele foi um anfitrião excepcional, pedindo sanduíches no Sarcone's para o grupo — eu, minha assistente de pesquisa Arikia Millikan e um de seus alunos mais talentosos, David Rothschild. Mas ele estava apenas me bajulando para, depois, me criticar.

Wolfers e Rothschild estudavam o comportamento de mercados de previsões como o Intrade, uma espécie de Bayeslândia onde negociadores compram e vendem ações de previsões de notícias para o mundo real — desde quem vai ganhar o Oscar por melhor filme até as chances de um ataque aéreo israelense ao Irã. Acontecimentos políticos são assuntos populares em apostas. Uma ação, por exemplo, poderia representar a possibilidade de Hillary Clinton vencer a indicação à presidência dos Estados Unidos pelo Partido Democrata em 2008. A ação paga um dividendo de 100 dólares se a proposta se concretizar, mas não paga se não acontecer. No entanto, os negociadores podem trocar suas ações o quanto quiserem até que o resultado seja divulgado. Seu preço de mercado, portanto, representa um consenso a respeito da probabilidade de um resultado. (Em determinado mercado,¹⁰ ações de Clinton caíram para 18 dólares quando ela perdeu a disputa nas convenções partidárias em Iowa, chegaram a 66 dólares quando venceu as primárias em New Hampshire e

voltaram, aos poucos, a valer quase nada quando Obama sobreviveu à campanha e ela, não.) Mercados como esse têm uma longa tradição na política, remontando pelo menos às eleições presidenciais de 1892, quando ações que apostavam em Grover Cleveland ou em Benjamin Harrison eram negociadas a apenas alguns passos da bolsa de valores americana.¹¹

“Converse com Nate sobre o artigo em que fez as comparações”, disse Wolfers a Rothschild ainda no começo do almoço, com um sorriso malicioso.

“Escrevi um artigo para um periódico acadêmico analisando pesquisas de opinião imparciais na internet e mostrando que eram comparáveis aos mercados de previsões em 2008”, disse Rothschild.

“Você está sendo educado demais”, interrompeu Wolfers. “Era *Intrade versus Nate*.”

“E o *Intrade* venceu”, acrescentou Rothschild.

O artigo, publicado na *Public Opinion Quarterly*,¹² comparava as previsões que fiz no blog *FiveThirtyEight* durante o ciclo de eleições de 2008 com as sugestões do *Intrade*. E concluiu que, embora minhas previsões fossem boas, as outras eram melhores.

As vantagens (e limitações) das previsões em grupo

Tenho alguns problemas em relação à metodologia desse trabalho. As previsões do *Intrade* só venceram porque Wolfers e Rothschild fizeram alguns ajustes pós-fato; caso contrário, o *FiveThirtyEight* teria vencido.¹³ E, o que talvez seja ainda mais importante, uma nova previsão do blog mudava, muitas vezes, o preço do *Intrade*, sugerindo que seus apostadores estavam, até certo ponto, pegando carona em nossas previsões.

Entretanto, há fortes indícios empíricos e teóricos de que agregar previsões diferentes é vantajoso. Em várias disciplinas, da macroeconomia às pesquisas políticas, utilizar uma média de todas as previsões no lugar da

sugestão de apenas uma pessoa reduz os erros,¹⁴ muitas vezes em cerca de 15% ou 20%.

Porém, antes que você comece a fazer médias com todo mundo, é necessário entender três coisas. Em primeiro lugar, embora a previsão agregada seja sempre, em essência, melhor do que a típica sugestão individual, isso não quer dizer que seja *boa*. Por exemplo, previsões agregadas macroeconômicas são primitivas demais para sugerirem recessões com mais do que alguns meses de antecedência. No entanto, são melhores do que as previsões individuais de economistas.

Em segundo lugar, indícios robustos indicam que esse princípio da sabedoria coletiva vale quando as previsões são feitas de maneira *independente* antes de formarem uma média. Num verdadeiro mercado de apostas (inclusive na bolsa de valores), as pessoas podem reagir — e, de fato, reagem — ao comportamento dos outros. Sob essas condições, quando as pessoas começam a se comportar de maneira mais dinâmica, o comportamento dos grupos se torna mais complexo.

Em terceiro lugar, embora seja melhor do que a típica sugestão individual, a previsão agregada nem sempre será melhor do que *a melhor* previsão individual. Talvez alguma empresa de pesquisa de opinião, por exemplo, tenha enquetes tão precisas a ponto de ser melhor utilizar somente suas sondagens do que as diluir com resultados de pesquisas menos exatas.

No entanto, quando essa propriedade foi estudada no longo prazo, revelou-se que, muitas vezes, a previsão agregada superou até mesmo a melhor previsão individual. Um estudo da pesquisa Blue Chip Economic Survey, por exemplo, revelou que a previsão agregada foi superior, ao longo de muitos anos, às previsões realizadas por *qualquer um* entre todos os setenta economistas que compunham o painel.¹⁵ Outra pesquisa realizada por Wolfers, com foco nos jogos de futebol americano da principal liga dos Estados Unidos, revelou que o consenso entre as previsões produzidas por mercados de apostas era melhor do que cerca de

99,5% das sugestões feitas por delimitadores individuais.¹⁶ Com certeza, trata-se de uma verdade nas enquetes políticas; modelos que tratam qualquer enquete como o Santo Graal têm maior propensão a cometer erros constrangedores.¹⁷ Reduzir o erro em 15% ou 20% ao combinar previsões pode não parecer tão impressionante, mas é muito difícil superar esse resultado num mercado competitivo.

Sendo assim, respondi a Wolfers e a Rothschild que estava pronto para aceitar o princípio subjacente à sua conclusão, senão todos os detalhes. Afinal, os apostadores do Intrade podem utilizar as previsões do FiveThirtyEight para fazer suas próprias, assim como qualquer outra informação que considerem relevante (como as sugestões divulgadas por nossos concorrentes, algumas também muito boas). É óbvio que os apostadores podem interpretar essa informação de maneira parcial e entrar em apuros, mas não se pode dizer que as previsões do FiveThirtyEight — ou quaisquer outras — sejam impecáveis.

Wolfers pareceu decepcionado diante de minha disposição em ceder. Se eu não tinha certeza de que poderia derrotar o Intrade, por que não me unir a eles e adotar suas previsões como minhas?

“Na verdade, estou surpreso com sua reação”, disse-me ele. “Se algo pode derrotá-lo e, de fato, derrota, qual é o sentido do que você faz?”

Por um lado, considero o ato de fazer previsões algo interessante pelo ponto de vista intelectual — e elas me ajudam a aumentar o tráfego do meu blog.

Além disso, embora eu aceite as vantagens teóricas dos mercados de previsões, não sei se ambientes de apostas políticas como o Intrade são tão bons assim hoje, considerando que o padrão da concorrência é muito baixo. O Intrade está se tornando mais popular, mas ainda é pequeno se comparado ao mercado de ações ou a Las Vegas. Nas semanas que antecederam as eleições primárias da Super Terça-Feira, em março de 2012, por exemplo, foi negociado cerca de 1,6 milhão de dólares em ações no Intrade;¹⁸ por outro lado, 8 milhões de dólares são negociados na Bolsa

de Valores de Nova York num único *segundo*. O maior lucro obtido por um negociador em apostas relativas à Super Terça-Feira foi de cerca de 9 mil dólares, o que não é suficiente para ganhar a vida, muito menos para ficar rico. Enquanto isso, o Intrade encontra-se numa zona nebulosa em termos jurídicos, e a maior parte das pessoas que aposta na política americana é da Europa ou de outros países. Houve também alguns casos de manipulação do mercado^{LXXXVI} ¹⁹ ou de clara fixação irracional de preços.²⁰ Além disso, esses mercados não tiveram muito sucesso em agregar informações que valham a pena em situações em que são raras, como, por exemplo, os resultados dos casos julgados pela Suprema Corte dos Estados Unidos, em que as sugestões se baseiam nas pistas nebulosas que a justiça fornece ao público.

O FiveThirtyEight e outros previsores políticos conseguiriam derrotar o Intrade se essa fosse uma ação legal nos Estados Unidos e se seus volumes de negociações fossem de uma ou duas ordens de magnitude maiores? Acredito que seria difícil. E conseguem fazer isso agora? Minha suposição²¹ é que alguns ainda conseguem, basta selecionar com cuidado nossas apostas.²²

No entanto, muitas pessoas inteligentes erraram bastante quando acreditaram que poderiam derrotar o mercado.

A origem da hipótese da eficiência dos mercados

Em 1959, um estudante de vinte anos chamado Eugene Fama, entediado com o currículo da Universidade Tufts, que incluía línguas românicas e Voltaire, começou a trabalhar para um professor que tinha um serviço de previsões para o mercado de ações.²³ A atividade era perfeita para ele: Fama era um competidor feroz, fora o primeiro de sua família a chegar à faculdade e era um atleta destacado na escola de ensino médio Malden Catholic, em Boston, apesar de seu 1,72 metro. No trabalho, analisava minuciosamente dados antigos sobre a rentabilidade no mercado de ações

no passado, em busca de qualquer coisa que pudesse oferecer uma vantagem ao investidor, identificando, com frequência, padrões estatísticos que sugeriam um ambiente bastante previsível e uma fortuna em potencial a quem o explorasse. O professor quase sempre reagia com ceticismo, aconselhando Fama a ver como as estratégias funcionariam no mundo real antes de investir. Quase sempre fracassavam.

Frustrado e fascinado pela experiência, Fama abandonou seus planos de tornar-se professor de ensino médio e matriculou-se em economia na Universidade de Chicago, onde, em 1965, conseguiu publicar sua tese de doutorado. O artigo tinha algo parecido com o trabalho pioneiro de Bill James sobre estatísticas no beisebol, publicado durante a década de 1980, baseando-se numa mistura de estatística e sarcasmo para afirmar que boa parte da sabedoria convencional sobre como se comportam as ações era pura conversa-fiada. Estudando o retorno de dezenas de fundos mútuos num período de dez anos, entre 1950 e 1960, Fama descobriu que aqueles com bom desempenho num ano não tinham maior probabilidade de derrotar seus concorrentes no ano seguinte.²⁴ Embora Fama não tenha sido capaz de vencer o mercado, ninguém mais conseguiria:

Um bom analista é aquele cujos rendimentos (...) são *constantemente* superiores aos ganhos do mercado. Constância é a palavra fundamental aqui, pois em qualquer breve período (...) algumas pessoas terão um desempenho muito melhor ou pior do que o mercado.

Infelizmente, por esse critério, esse autor não pode ser considerado um bom analista, mas (...) outras instituições testadas pelo mercado também não se qualificam assim.²⁵

Embora, mais tarde, fosse citado mais de quatro mil vezes,²⁶ o artigo, a princípio, recebeu tanta atenção quanto a maioria das publicações de alunos de pós-graduação da Universidade de Chicago.²⁷ Contudo, havia preparado o terreno para a hipótese da eficiência dos mercados. Seu

argumento principal é que a movimentação do mercado é imprevisível em qualquer sentido significativo. É inevitável que alguns investidores tenham um desempenho melhor do que outros em períodos curtos — assim como é inevitável que alguns jogadores ganhem na roleta, numa noite qualquer em Las Vegas. Porém, argumentou Fama, eles não eram capazes de fazer previsões boas o suficiente para derrotar o mercado no longo prazo.

O desempenho no passado não é indício de resultados no futuro

Muitas vezes, não valorizamos as limitações impostas por amostragens pequenas e confundimos sorte e habilidade ao analisar o sucesso das previsões de alguém. Vez por outra, o inverso pode ser verdade, como, por exemplo, quando examinamos as médias de rebatidas de jogadores de beisebol em intervalos curtos: há habilidade ali, talvez até bastante, mas ela é abafada pelo ruído.

No mercado de ações, os dados sobre o desempenho de negociadores individuais são tão confusos que é difícil dizer se são bons ou ruins. A frase “o desempenho no passado não é indício de resultados no futuro” aparece em folhetos de fundos mútuos por uma razão.

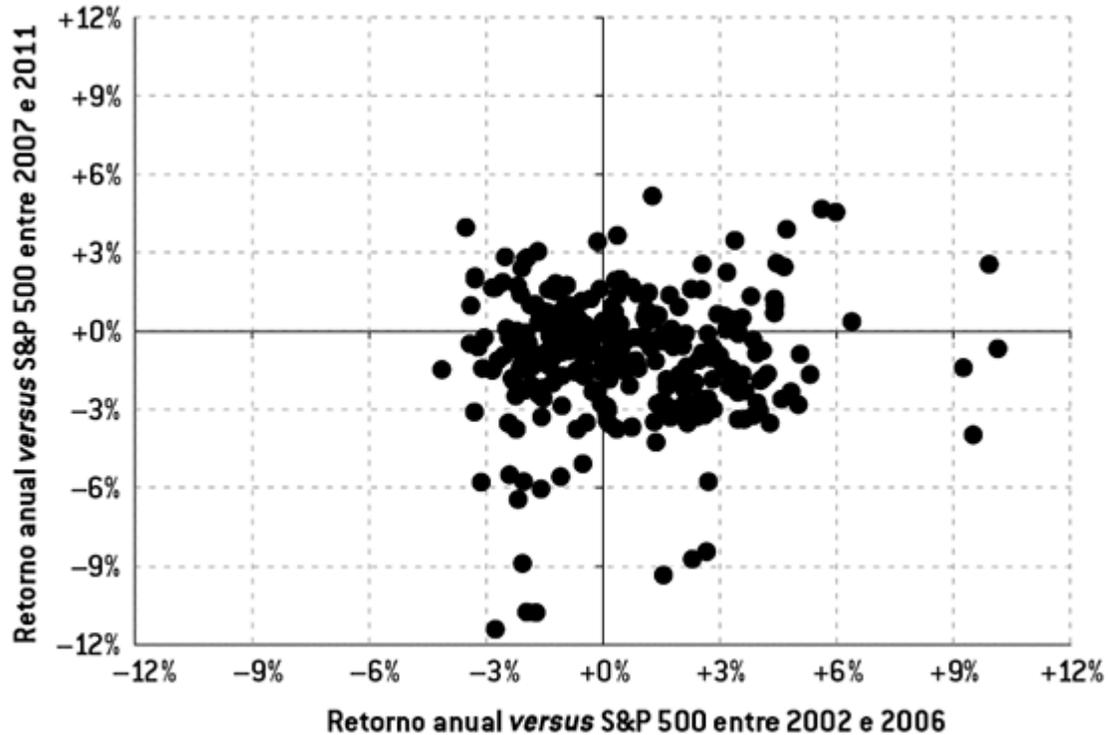
Suponhamos que, em 2007, você desejou investir num fundo mútuo que se concentrasse em ações americanas de grande valor de mercado, como aquelas que compõem os índices Dow Jones ou S&P 500. Você visitou o E*Trade, ou alguma outra empresa que ofereça serviços para finanças, que mostrava centenas de escolhas e todos os tipos de informações sobre elas, como o retorno médio que alcançaram nos cinco últimos anos. Com certeza, seria melhor investir num fundo como o EVTMX (Eaton Vance Dividend Builder A), que derrotara o mercado em quase 10% todos os anos entre 2002 e 2006? Ou, se quisesse ousar mais um pouco, o JSVAX (Janus Contrarian T), que havia investido em algumas ações impopulares, mas superou o mercado em 9% em todos esses anos?

Na verdade, não teria feito diferença. Quando analisei o desempenho desses fundos mútuos nesses anos e comparei-os aos seus resultados nos cinco anos seguintes, de 2007 a 2011, percebi que não havia correlação entre eles. O EVTMX, fundo de melhor desempenho entre 2002 e 2006, encontrou-se apenas na média nos cinco anos seguintes. E o JSVAX, de alto desempenho, terminou 3% *pior* do que a média do mercado por ano. Como descobriu Fama, não havia qualquer constância no desempenho de um fundo, mesmo em períodos de cinco anos. Outros estudos identificaram correlações muito modestas na atuação de fundos mútuos de um ano para outro,²⁸ mas é tão difícil analisá-los (ver Figura 11.3)²⁹ que é melhor escolher aquele com as taxas de administração mais baratas — ou evitá-los por completo e investir no mercado por conta própria.

O tormento do grafista

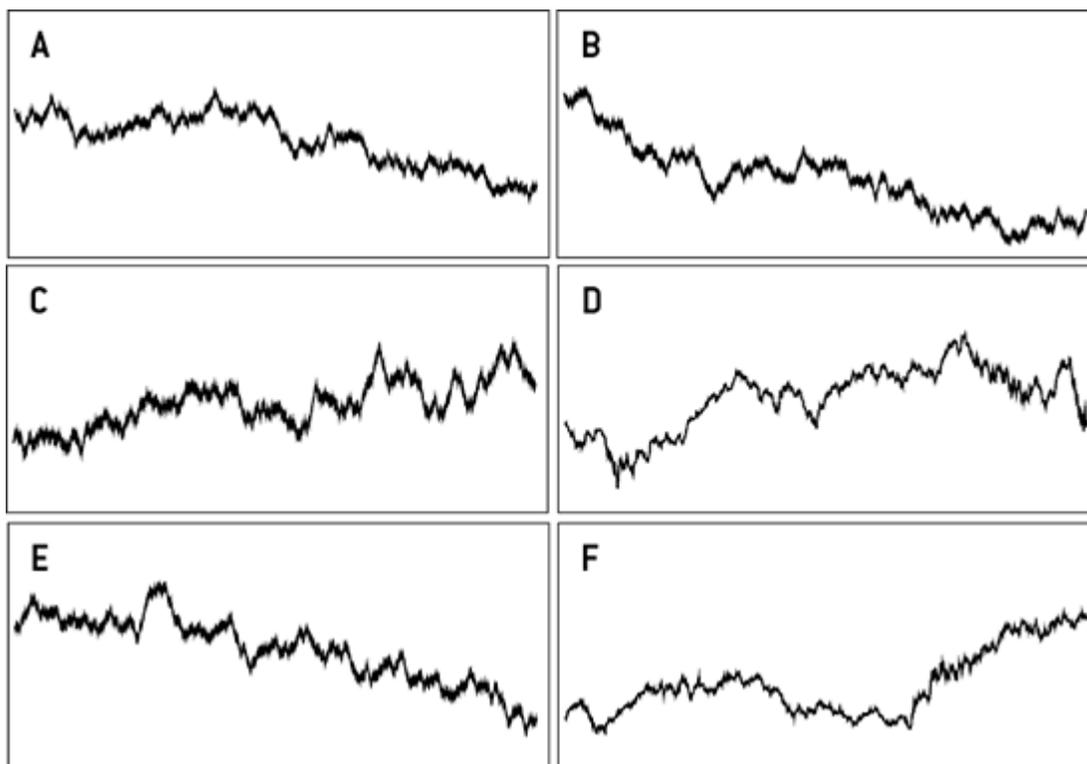
Fama reservou suas críticas mais duras, entretanto, para quem ele denominava “grafistas” — pessoas que se afirmam capazes de prever a direção do preço das ações (como Fama havia tentado e fracassado) com base em padrões estatísticos anteriores (principalmente em gráficos), sem se preocupar se a empresa teve lucro ou prejuízo ou se vendia aviões ou hambúrgueres. (O termo mais civilizado para essa atividade é *análise técnica*.)

FIGURA 11.3: DESEMPENHO INCONSTANTE DE FUNDOS MÚTUOS



Talvez devêssemos nos solidarizar com o pobre grafista: nem sempre é tão fácil distinguir ruído e sinal. Na Figura 11.4, apresento uma série de seis gráficos do mercado de ações. Quatro são falsos e foram gerados por meu computador quando o instruí a jogar cara ou coroa^{LXXXVII} (ou escolher uma série aleatória de algarismos um e zero). Os outros dois gráficos são verdadeiros e representam a oscilação real do Dow Jones nos primeiros mil dias de negociações das décadas de 1970 e 1980. Você saberia diferenciá-los? Não é tão fácil. (A resposta está na seção Notas.)³⁰ Investidores estavam analisando oscilações de preços parecidas com essas ações e confundindo ruído e sinal.

FIGURA 11.4: GRÁFICOS DE CAMINHOS ALEATÓRIOS E REAIS PARA O MERCADO DE AÇÕES



Três formas da hipótese da eficiência dos mercados

Depois de analisar muitos desses tipos de dados, Fama refinou sua hipótese de modo a incluir três casos distintos,³¹ cada um com uma afirmação mais ousada sobre a previsibilidade dos mercados.

Em primeiro lugar, há a **forma fraca** da hipótese da eficiência dos mercados, que alega que os preços das ações não podem ser previstos com base somente na análise de padrões estatísticos anteriores. Em outras palavras, as técnicas dos grafistas estão fadadas ao fracasso.

A **forma semiforte** da hipótese da eficiência dos mercados dá um passo adiante e argumenta que a análise fundamentalista — ou seja, estudar as informações disponíveis ao público nos relatórios financeiros de uma empresa, seu modelo de negócios, condições macroeconômicas e assim por diante — também está fadada ao fracasso e tampouco proporcionará retornos que vençam o mercado de forma constante.

Por fim, há a **forma forte** da hipótese da eficiência dos mercados, a qual alega que mesmo informações privadas — segredos privilegiados — serão incorporadas aos preços de mercado e não proporcionarão retorno acima da média. Essa versão da hipótese é mais vista como um extremo lógico da teoria, não sendo levada ao pé da letra pela maioria dos defensores de mercados eficientes (inclusive Fama).³² Ao contrário, há indícios bastante inequívocos de que pessoas com acesso a informações privilegiadas conseguem retornos acima da média. Um exemplo preocupante são os lobistas do Congresso americano que não raro têm acesso a informações privilegiadas sobre uma empresa e são capazes de influenciar seu destino por meio da legislação; essas mesmas empresas obtêm, *por ano*, lucros entre 5% e 10% acima da média do mercado,³³ uma taxa extraordinária que causaria rubor em Bernie Madoff.

As discussões sobre as formas fraca e semiforte da hipótese têm sido, talvez, os temas mais comentados nas ciências sociais. Todos os anos, são publicados quase novecentos artigos acadêmicos sobre o assunto,³⁴ que é discutido em quase todos os periódicos sobre finanças,³⁵ talvez com a mesma frequência com que a teoria da evolução é discutida em publicações sobre biologia.³⁶

A hipótese da eficiência dos mercados às vezes é confundida com uma desculpa para os excessos cometidos em Wall Street; independentemente do que estejam fazendo, a hipótese parece afirmar que pelo menos estão agindo de forma racional. Alguns defensores da hipótese podem interpretá-la dessa maneira, mas, segundo a formulação original da teoria, a ideia é o oposto: o mercado de ações é bastante *imprevisível*. Quando algo é imprevisível, nem seu cabeleireiro nem seu gerente de investimentos, que ganha 2 milhões de dólares por ano, conseguirá superar isso de forma constante.

No entanto, por mais forte que alegue ser, a teoria tem algumas qualificações — a mais importante diz respeito ao *retorno ajustado ao risco*.

Suponhamos que você siga uma estratégia de investimento em que existe 10% de chance de falir a cada ano. Tal estratégia é bastante tola: se você a seguisse durante vinte anos, seu dinheiro teria apenas 12% de chance de sobreviver para contar a história. Porém, para ser ousado a esse ponto, você merece um lucro adicional. Todas as versões da hipótese da eficiência dos mercados permitem que os investidores obtenham um retorno acima da média desde que proporcional aos riscos adicionais que assumirem.

Outra qualificação importante é que os lucros são medidos depois de descontado o custo de transação de cada ação, mesmo que, em geral, sejam baixos — talvez 0,25% do valor negociado.³⁷ Ainda assim, podem se acumular conforme você negocia e ser devastadores para um negociador hiperativo, o que dá à hipótese da eficiência dos mercados uma espécie de zona de proteção. Algumas estratégias de investimento poderiam ser um pouquinho rentáveis num mundo em que as negociações fossem gratuitas, mas, no mundo real, um negociador precisa ter um lucro grande o suficiente para arcar com essa despesa adicional, mais ou menos como um jogador de pôquer precisa ganhar o jogo por uma margem ampla o suficiente para cobrir a aposta da casa.

Um teste estatístico da hipótese da eficiência dos mercados

Os adversários dessa hipótese têm duas boas maneiras para tentar refutá-la: demonstrar que alguns investidores estão derrotando o mercado de ações com frequência ou ilustrar a previsibilidade dos retornos.

Um modo simples de refutar a hipótese seria demonstrar uma correlação entre o preço das ações de um dia para o outro. Se o mercado de ações subir na terça-feira, terá ainda maior propensão a alta na quarta-feira? Se a resposta for afirmativa, um investidor poderia se beneficiar com uma simples estratégia de comprar ações sempre que o mercado estiver em alta e vendê-las (talvez a descoberto) quando o mercado estiver em baixa.

Dependendo de quão altos sejam os custos de transação, o investidor poderia derrotar o mercado dessa maneira.

Suponhamos uma análise dos preços de fechamento diário do Dow Jones nos dez anos entre 1966 e 1975 — a década seguinte à publicação da tese de Fama. Durante esse período, o Dow seguiu a mesma direção dia após dia — um ganho seguido por um ganho ou uma perda seguida por outra — em 58% do tempo, mudando em apenas 42% das ocasiões. Isso não parece e não é aleatório: um teste estatístico padrão³⁸ teria alegado apenas cerca de uma possibilidade em sete quintilhões (7.000.000.000.000.000) de ser um resultado casual.

Contudo, importância estatística nem sempre significa importância prática: um investidor não poderia lucrar com essa tendência.

Suponhamos que um investidor tenha observado esse padrão durante dez anos e decidido, na manhã de 2 de janeiro de 1976, investir 10 mil dólares num fundo de índice³⁹ que acompanhava o Dow Jones. Ele não faria isso como um investidor passivo, mas segundo o que chamou de estratégia Manic Momentum, tirando todo o seu dinheiro sempre que o mercado de ações caísse ao longo do dia, evitando o que previa ser outra queda no dia seguinte. Manteria, então, seu dinheiro longe do mercado até constatar uma alta, quando reinvestiria todo o dinheiro. Ele seguiria essa estratégia durante dez anos, até o último dia de negociações de 1985, quando sacaria todas as posses, com a certeza de que obteria lucros enormes.

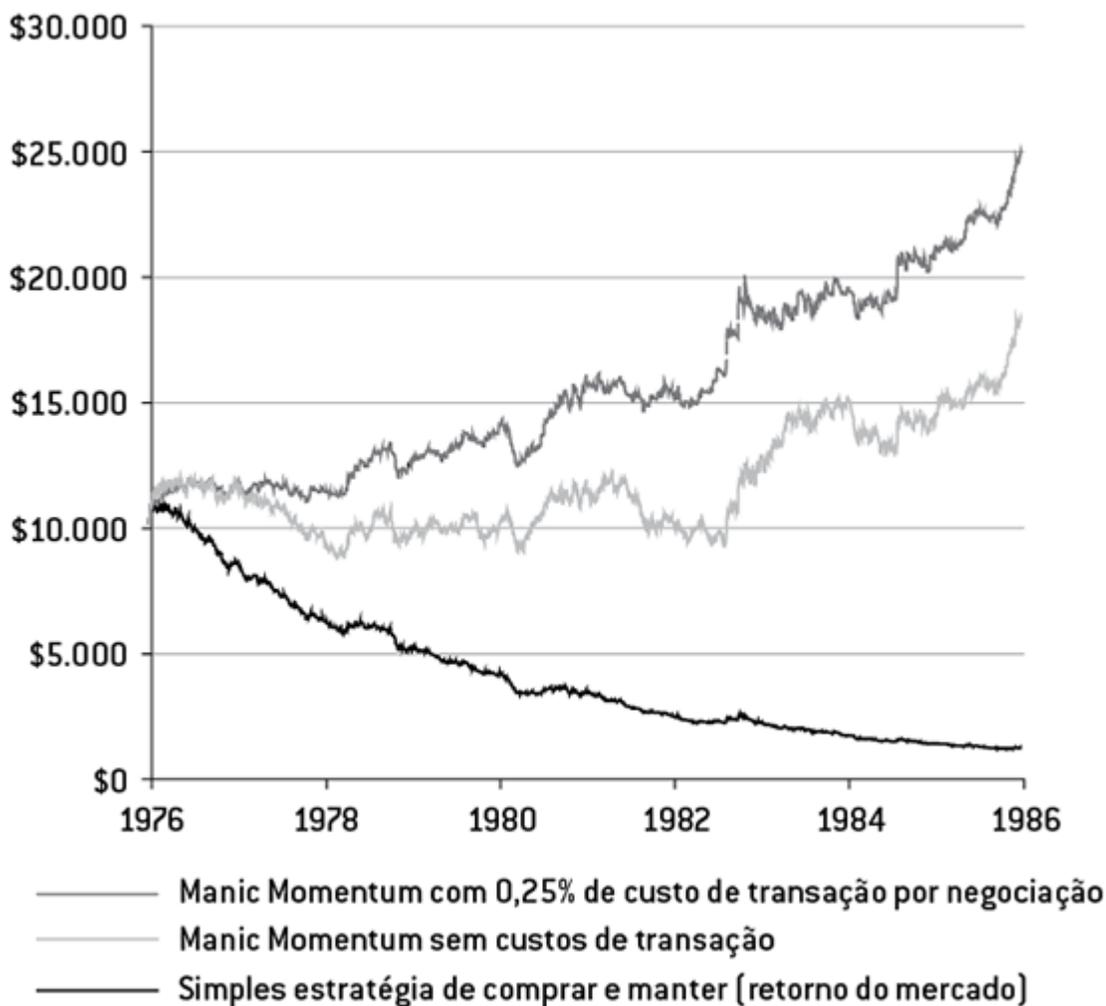
Quanto esse investidor teria ao final de dez anos? Se ignorarmos dividendos, inflação e custos de transação, seu investimento de 10 mil dólares em 1976 valeria cerca de 25 mil dólares dez anos depois, utilizando o método Manic Momentum. Por outro lado, um investidor que adotasse uma estratégia simples, comprando 10 mil dólares em ações em 2 de janeiro de 1976 e mantendo-as durante dez anos, sem fazer mudanças nesse ínterim, teria apenas cerca de 18 mil dólares ao final do período. O Manic Momentum parece ter funcionado! Nosso investidor, utilizando

uma estratégia básica, que explora uma simples relação estatística entre preços de mercado anteriores, derrotou o mercado, refutando, ao que parece, a hipótese da eficiência dos mercados.

Contudo, há um problema. Nós ignoramos os custos de transação desse investidor, o que faz uma diferença enorme. Suponhamos que o investidor tenha seguido a estratégia Manic Momentum, mas que pagou uma comissão de 0,25% à corretora sempre que desaplicou e reaplicou o dinheiro. Como a estratégia requer compra ou venda de ações centenas de vezes, esses pequenos custos irão dilapidá-lo até a morte. Se contarmos seus custos de transação, o investimento de 10 mil dólares valerá apenas cerca de 1.100 dólares dez anos depois, exterminando não apenas o lucro, mas quase todo o dinheiro investido. Nesse caso, há apenas pouca previsibilidade no retorno do mercado de ações, mas não o suficiente para lucrar, portanto a hipótese da eficiência dos mercados não é violada.

O outro problema é que, desde então, o padrão se inverteu. Durante a década de 2000, a direção do mercado de ações *mudou* de um dia para outro em cerca de 54% das ocasiões, representando o oposto do padrão vigente nas décadas anteriores. Se o investidor seguisse sua estratégia Manic Momentum durante dez anos, desde janeiro de 2000, seu investimento de 10 mil dólares seria reduzido para 4 mil dólares *antes* mesmo da dedução dos custos de transação.⁴⁰ Se os considerarmos, o investidor teria apenas 141 dólares ao final da década, tendo perdido quase 99% de seu capital.

FIGURA 11.5: VALOR DAS AÇÕES COM E SEM OS CUSTOS DE TRANSAÇÃO



Em outras palavras, não tente fazer isso em casa. Estratégias como essa parecem um jogo de pedra, papel e tesoura de alto risco,^{LXXXVIII} na melhor das hipóteses, e os elevados custos de transação vão privá-lo de qualquer lucro e extrair boa parte de seu capital. Como descobriram Fama e seu professor, estratégias que parecem boas demais para ser verdade no mercado de ações geralmente são boas mesmo. Tal qual os padrões históricos sobre a frequência de terremotos, os dados do mercado de ações parecem viver numa espécie de purgatório onde nada é muito aleatório nem muito previsível. Aqui, no entanto, os problemas são agravados porque, em última análise, os dados do mercado de ações não descrevem

um fenômeno natural, e sim ações coletivas de seres humanos. Se você detectar um padrão, em especial se parecer óbvio, é provável que outros investidores também o tenham descoberto e que o sinal comece a agir contra si ou até mesmo a se inverter.

Os mercados eficientes encontram a exuberância irracional

Um desafio mais significativo à teoria está no aumento *constante* do preço das ações, como ocorreu com empresas de tecnologia no final da década de 1990 e no começo da década de 2000. Do final de 1998 ao início de 2000, o índice composto da Nasdaq mais do que triplicou em valor antes que todos esses ganhos (e alguns outros) fossem eliminados nos dois anos seguintes.

Alguns preços listados na Nasdaq pareciam ser irracionais. Em determinado momento, durante a explosão das empresas pontocom, seu valor de mercado representava cerca de 35% do valor de todas as ações nos Estados Unidos,⁴¹ sugerindo que logo viriam a representar mais de um terço dos lucros do setor privado. É interessante que a tecnologia, em si, tenha superado nossas expectativas em alguns aspectos. Você consegue imaginar o que uma investidora teria feito, no ano de 2000, se você mostrasse a ela um iPad? E lhe dissesse que, dentro de dez anos, ela poderia utilizá-lo para navegar na internet dentro de um avião, voando a mais de dez mil metros sobre o Missouri, e para fazer uma ligação por Skype^{LXXXIX} para sua família em Hong Kong? Ela lançaria as ações da Apple ao infinito.

No entanto, dez anos depois, em 2010, as empresas de tecnologia representavam apenas cerca de 7% da atividade econômica.⁴² Para cada Apple, houve dezenas de empresas, como a Pets.com, que faliram. Os investidores se comportavam como se todas as empresas pontocom fossem vencedoras, como se não precisassem concorrer entre si, levando a um pressuposto irrealista sobre os possíveis lucros disponíveis na indústria.

FIGURA 11.6: ÍNDICE COMPOSTO DA NASDAQ ENTRE 1990 E 2004



Ainda assim, alguns defensores da hipótese da eficiência dos mercados resistiram à noção de bolhas. Fama, durante uma conversa muito amigável, recuou quando mencionei a palavra que começa com “b”. “Esse termo perdeu o significado”, disse ele, com firmeza. “Uma bolha tem um fim previsível. Se você não souber que está numa bolha, não se trata de uma bolha.”

Para que uma bolha viole a hipótese da eficiência dos mercados, é necessário ser previsível em tempo real. Alguns investidores precisam identificá-la enquanto está acontecendo e explorá-la para obter lucros.

É claro que é muito mais fácil identificar uma bolha com o benefício da análise retrospectiva, mas não parece tão desafiador fazer isso com antecedência, como fizeram diversos economistas durante a bolha imobiliária. Analisar os períodos em que o mercado de ações subiu a um ritmo muito mais rápido do que a média pode proporcionar dicas sobre possíveis bolhas. Das oito vezes em que o S&P 500 dobrou sobre sua média dos cinco anos anteriores,⁴³ houve, em cinco casos, uma quebra grave e notória, como a Grande Depressão, o estouro das empresas pontocom ou a Segunda-Feira Negra de 1987.⁴⁴

Robert J. Shiller, economista de Yale cujo trabalho presciente sobre a bolha imobiliária foi discutido no Capítulo 1, propõe um método mais preciso e sofisticado para a detecção de bolhas. Shiller é mais conhecido pelo livro *Exuberância irracional*. Publicado logo depois do máximo alcançado pela Nasdaq durante a bolha das empresas pontocom, o livro serviu como antídoto para outros, como *Dow 36.000*, *Dow 40.000* e *Dow 100.000*,⁴⁵ que prometiam que os preços continuariam a subir, em vez de alertar os investidores de que o valor das ações estava muito inflado.

Em teoria, o valor de uma ação baseia-se na previsão dos futuros lucros e dividendos de uma empresa. Embora seja difícil prevê-los, é possível analisar o que a empresa fez no passado recente (a fórmula de Shiller utiliza os últimos dez anos como referência) e comparar o valor das ações. Esse cálculo — conhecido como P/L, relação entre o preço da ação e os lucros da empresa (preço-lucro), baseado na relação entre o preço das ações e os lucros da empresa — gravita em torno de uma ordem de quinze no longo prazo, o que quer dizer que o preço de mercado por ação é, geralmente, quinze vezes maior do que os lucros anuais da empresa.

Há exceções em ações individuais, às vezes justificadas. Uma empresa pertencente a um setor emergente (digamos, o Facebook) pode esperar lucrar mais nos anos futuros do que nos anos passados. Portanto, merece um P/L maior do que uma empresa de um setor em declínio (digamos, a Blockbuster). Shiller, no entanto, calculou o P/L de todas as empresas incluídas no S&P 500. Teoricamente, os resultados altos das empresas de setores emergentes deveriam ser compensados por aqueles pertencentes a setores em declínio, mantendo constante, ao longo do tempo, o P/L do mercado.

Porém, Shiller descobriu que não era o que acontecia. Em vários momentos, o P/L de todas as empresas relacionadas no S&P 500 variou de cinco (em 1921) a 44 (em 2000, quando Shiller publicou seu livro). O autor descobriu que essas anomalias tinham consequências aparentemente previsíveis. Quando o valor era dez, o que significa que as ações estavam

baratas em comparação aos lucros, elas produziram um retorno real⁴⁶ de cerca de 9% ao ano — ou seja, um investimento de 10 mil dólares valeria 22 mil dólares depois de dez anos. Por outro lado, quando o P/L era 25, o mesmo investimento valeria apenas cerca de 12 mil dólares no mesmo período. E quando o P/L é *muito* alto, acima de trinta — como foi em 1929 e 2000 —, o retorno esperado é negativo.

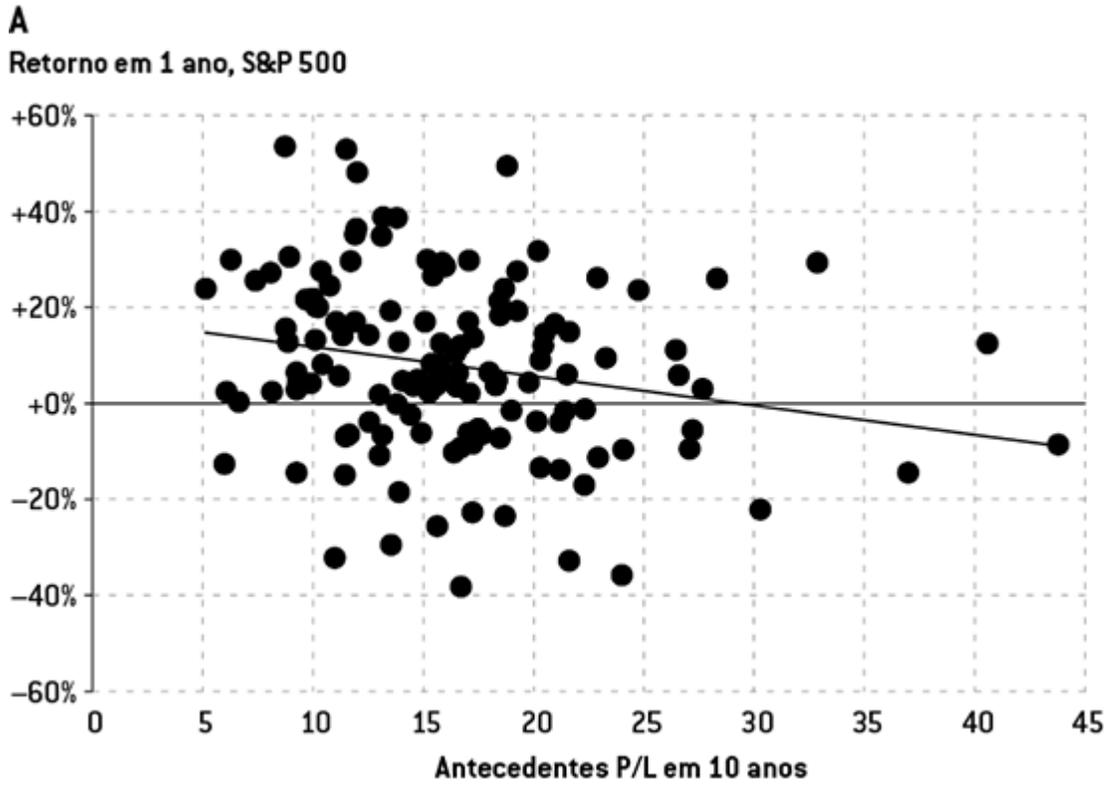
Não seria muito fácil lucrar dentro desses padrões de preços, a não ser que você fosse muito paciente. Eles são significativos apenas no longo prazo, não indicando nada sobre o comportamento do mercado no mês ou no ano seguinte. E seu poder de previsão é limitado até mesmo em análises envolvendo vários anos de antecedência. Alan Greenspan utilizou a expressão “exuberância irracional” pela primeira vez em dezembro de 1996 para descrever ações do setor de tecnologia,⁴⁷ num momento em que o P/L do S&P 500 era 28 — não muito longe do recorde anterior, em 1929, antes da Terça-Feira Negra e da Depressão, quando chegou a 33. A Nasdaq era ainda mais valorizada. Contudo, o auge da bolha só ocorreria três anos mais tarde. Um investidor com perfeita presciência que houvesse comprado a Nasdaq no dia em que Greenspan fez seu discurso poderia ter quase quadruplicado seu dinheiro se vendesse tudo no momento certo. No entanto, esses valores de P/L só permitem que os investidores façam previsões confiáveis para horizontes de tempo de dez ou vinte anos.

Há poucas certezas sobre o mercado de ações,^{XC} e até esse padrão pode refletir algumas combinações de sinal e ruído.⁴⁸ Entretanto, as descobertas de Shiller são sustentadas por teoria e indícios empíricos fortes, já que seu foco no P/L está associado aos fundamentos da formação do valor das ações, tornando mais provável que evidenciem algo real.

Como, então, o preço das ações pode ser tão previsível a longo prazo e tão imprevisível a curto prazo? A resposta está em como os corretores de ações se comportam sob as pressões competitivas que enfrentam tanto de seus concorrentes quanto de seus chefes.

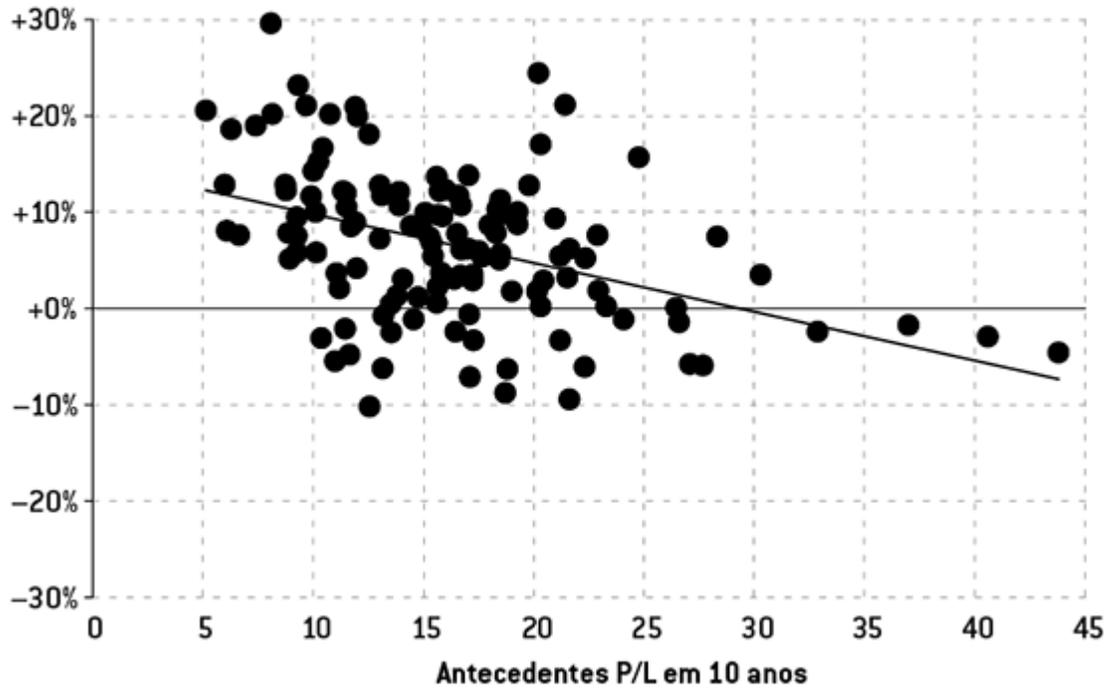
Grande parte do apelo teórico da hipótese da eficiência dos mercados está em que os erros nos preços das ações (como as crenças bayesianas) se corrigirão. Suponhamos que você tenha observado que o preço das ações da MGM Resorts International, uma grande empresa de jogos, sobe 10% todas as sextas-feiras, talvez porque os operadores estejam, de modo subconsciente, ansiosos para aumentar seus lucros em Atlantic City durante o fim de semana. Na manhã de determinada sexta-feira, as ações valiam 100 dólares, assim espera-se que subam para 110 dólares ao final do dia. O que você deveria fazer? Comprar as ações, é claro, com a esperança de obter lucro rápido. Mas o preço sobe quando você compra a ação. Uma negociação de grande volume⁴⁹ pode fazer o preço subir de 100 para 102 dólares. Ainda é um negócio lucrativo, então você compra mais ações, e o preço sobe para 104 dólares. Você continua comprando até que a ação atinja seu preço justo de 110 dólares e não haja lucros. Mas veja o que aconteceu: ao detectar essa anomalia no preço, você conseguiu eliminá-la.

FIGURA 11.7: P/L ANTECEDENTE E A RENTABILIDADE DO MERCADO DE AÇÕES



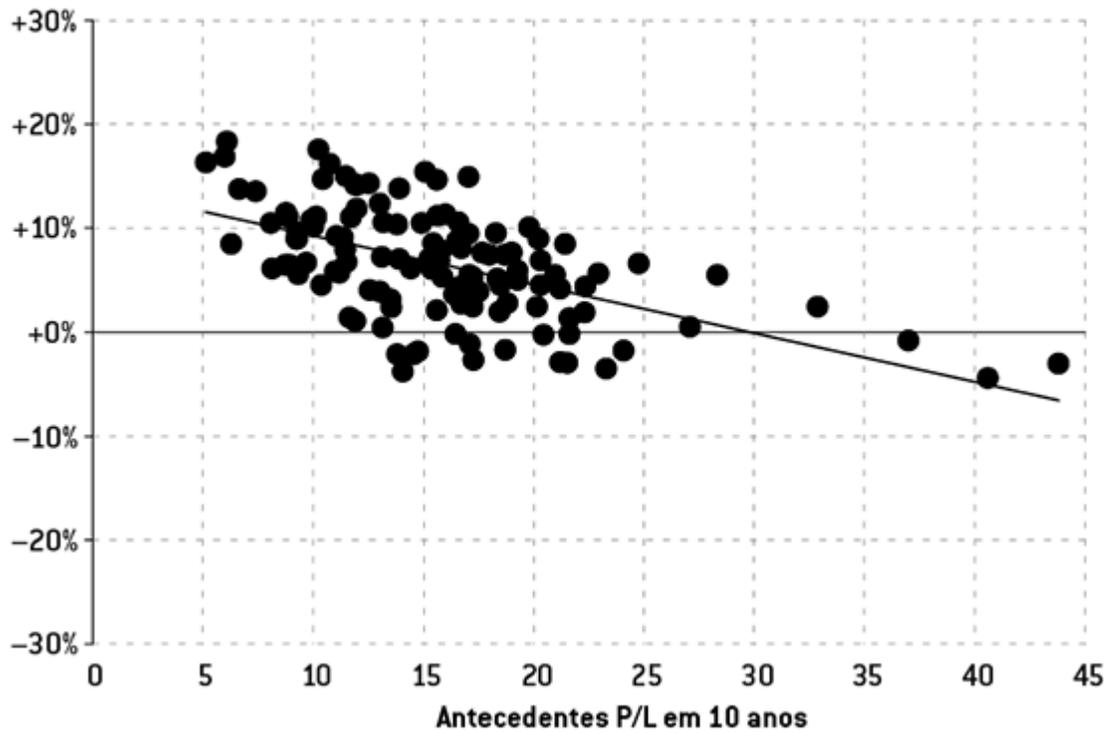
B

Retorno médio em 5 anos, S&P 500



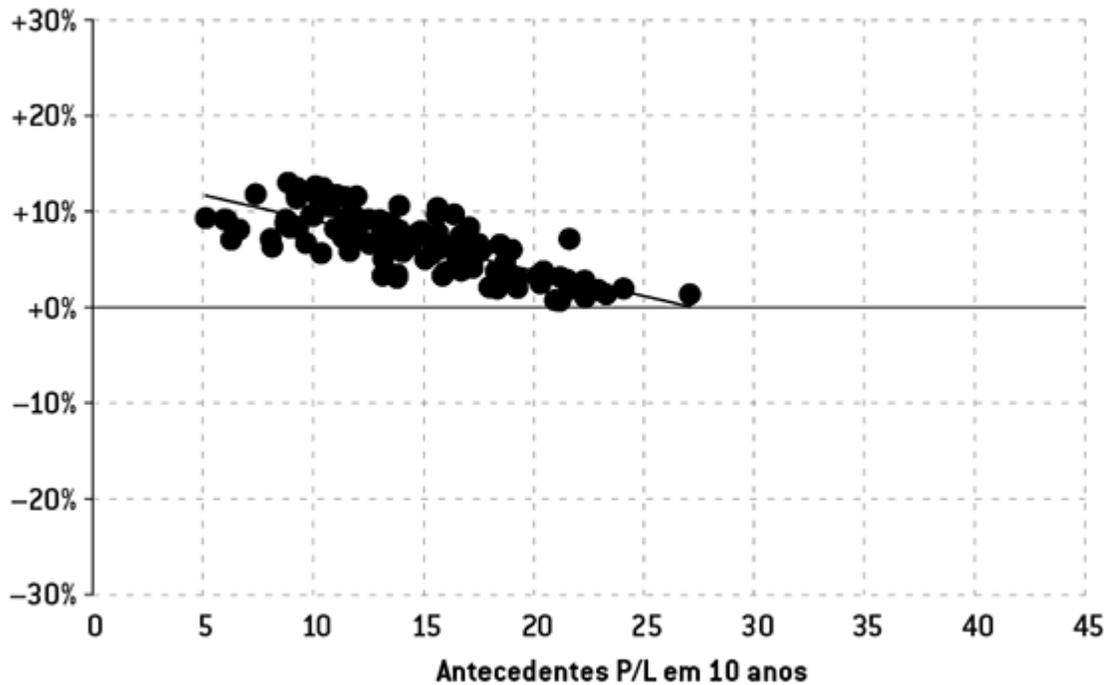
C

Retorno médio em 20 anos, S&P 500



D

Retorno médio em 10 anos, S&P 500



No mundo real, os padrões estão longe de ser tão óbvios. Existem milhões de operadores lá fora, inclusive centenas de analistas que se concentram no setor de jogos. Qual é a probabilidade de você ter sido o único a perceber que essa ação sobe 10% às sextas-feiras? Ao contrário, você, em geral, lutará pelos restos: um padrão estatístico que pode ou não ser significativo, que pode ou não se manter no futuro, que pode ou não ser lucrativo o suficiente para cobrir seus custos de transação e pelo qual você precisará competir com outros investidores. Entretanto, toda essa competição significa que o mercado se ajustará com rapidez aos grandes erros de precificação e que os pequenos erros podem não ser dignos de preocupação. Pelo menos é o que diz a teoria.

Porém, o foco da maioria dos operadores, *em especial* aqueles mais ativos, é o curto prazo. Elas aproveitam qualquer oportunidade de lucro que envolva um dia, um mês ou talvez um ano, mas podem não se importar muito com o que acontecerá em prazos mais longos. Pode, ainda,

haver alguma previsibilidade, mas explorá-la não faz parte de suas atribuições.

O estouro da boiada

Henry Blodget chamou a atenção dos Estados Unidos pela primeira vez em 1998. Depois de alguns anos sinuosos dividindo-se entre suas atividades como jornalista *freelancer* e professor de inglês no Japão,⁵⁰ ele optou por analisar ações da internet para a empresa CIBC Oppenheimer. Conforme aumentava a atenção dada a essas ações, as análises de Blodget também se destacavam, e, em dezembro de 1998, ele expressou, numa advertência audaciosa,⁵¹ que as ações da Amazon.com, que então valiam 243 dólares, chegariam a 400 dólares em um ano. Na verdade, as ações romperam essa barreira apenas *duas semanas* depois.⁵²

Tal era a euforia do momento que essa pode ter sido uma profecia autorrealizável: as ações da Amazon saltaram quase 25%⁵³ após algumas horas, com base na recomendação de Blodget. A advertência ajudou a catapultá-lo à fama, dando-lhe um emprego multimilionário como analista na empresa Merrill Lynch. Blodget tem um talento especial⁵⁴ para destilar o espírito do mercado em frases coerentes. “Os investidores estão comprando uma visão específica do futuro”, disse ele sobre as ações da internet em 1998.⁵⁵ Sua habilidade com as palavras e sua reputação fizeram com que se tornasse onipresente na televisão e no rádio.

A advertência de Blodget sobre a Amazon ainda parece muito correta: as ações que ele recomendou em 1998, a um preço de 243 dólares, teriam sido negociadas a 1.300 dólares em 2011, se medidas na mesma escala.⁵⁶ Ele encorajou os investidores a pagarem o valor, concentrando-se em líderes do setor como Amazon, Yahoo! e eBay, observando que a maioria das empresas menores “se fundiriam, iriam à falência ou desapareceriam sem chamar atenção”.⁵⁷ Em comunicados privados, ele destruía pequenas empresas — como LifeMinders, Inc., 24/7 Media e InfoSpace — que

tinham estratégias dúbias de negócios. Todas se tornaram inúteis e perderam de 95% a 100% de seu valor.

O grande problema foi recomendar ao público ações de empresas como a LifeMinders, mesmo criticando essas empresas em particular, mantendo as recomendações de compra e defendendo a negociação na TV. Além disso, as discrepâncias pareciam favorecer empresas com as quais a Merrill Lynch tinha negócios bancários.⁵⁸ Mais tarde, acusado de fraude pela SEC,⁵⁹ Blodget questionou alguns detalhes do caso, mas foi obrigado a aceitar uma multa de 4 milhões de dólares⁶⁰ e foi banido do mercado de ações pelo resto da vida.

Blodget sabe que o que disser sobre o mercado financeiro será encarado com ceticismo; o artigo que escreveu para a revista *Slate*, sobre o julgamento de Martha Stewart, tinha, em anexo, uma declaração contendo 1.021 palavras.⁶¹ No entanto, ele teve tempo para digerir o trabalho de economistas como Fama e Shiller e compará-lo à sua experiência como profissional de Wall Street com acesso a informações privilegiadas. Ele também iniciou uma nova carreira como jornalista e é o novo CEO do império na blogosfera Business Insider. Tudo isso lhe proporcionou uma perspectiva mais madura, talvez até um pouco cansada, da vida de analistas e de operadores do mercado de ações.

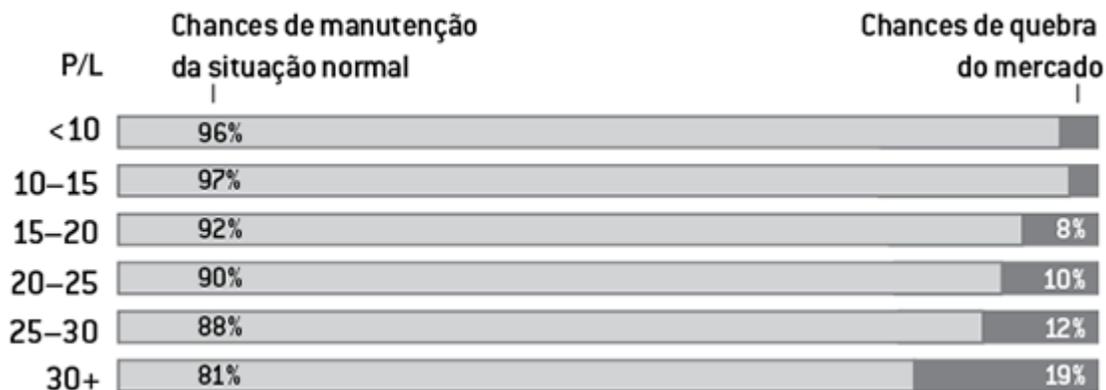
“Se conversar com muitos gerentes de investimento”, disse-me ele, “você verá que, na realidade, todos eles estão pensando sobre a semana que vem ou talvez sobre o próximo mês ou os próximos 45 dias. Não existe um horizonte de tempo: o que importa é o que você está fazendo *agora* em relação aos seus concorrentes. Você, na verdade, só tem noventa dias para estar certo, e, se estiver errado, seus clientes começarão a demiti-lo. Você passará vergonha diante da mídia, e seu desempenho vai despencar. Os fundamentos não o ajudarão.”

Imagine o que aconteceria se um operador da bolsa de valores lesse o livro escrito por Shiller e aceitasse sua premissa básica de que o P/L sinaliza um mercado sobrevalorizado. No entanto, o operador só se

importa com os noventa dias seguintes. Ao longo da história, mesmo quando o P/L estava acima de trinta — o que significa que a avaliação do mercado era o dobro do que costuma ser —, as chances de uma quebra⁶² em noventa dias eram de apenas cerca de 4%.

Se o operador tivesse um chefe bastante paciente e enxergasse um ano à frente, descobriria que as chances de uma quebra subiriam para cerca de 19% (ver Figura 11.8). Essas são mais ou menos as chances de perder num jogo de roleta-russa. O operador sabe que não poderá jogar muitas vezes antes de se dar mal. Mas terá alguma alternativa?

FIGURA 11.8: POSSIBILIDADES HISTÓRICAS DE QUEBRA DO MERCADO DE AÇÕES EM UM ANO



Esse operador precisa tomar uma decisão: comprar ou vender. E haverá ou não uma quebra no mercado. Portanto, existem quatro cenários básicos a serem considerados. No primeiro, existem dois casos nos quais ele fez a aposta certa:

- **O operador compra e o mercado sobe:** Nesse caso, nada mudou. Todos ficam felizes quando o mercado de ações gera lucro. O operador ganha um bônus de seis dígitos e compra um carro novo.
- **O operador vende e o mercado quebra:** Se o operador prever uma quebra que venha a ocorrer, ele vai parecer um gênio. Há uma possibilidade de conseguir um emprego melhor — como

sócio num fundo de *hedge*, por exemplo. Ainda assim, quando o mercado quebra e o capital é curto, nem sempre há uma demanda pelos gênios. É mais provável que sua previsão se traduza em maior exposição na mídia, num artigo favorável no *Wall Street Journal*, numa proposta para escrever um livro, em alguns convites para conferências interessantes e assim por diante.

Qual cenário você prefere? Depende de sua personalidade. O primeiro resultado é ótimo para alguém que gosta da vida no mercado financeiro e de acompanhar o comportamento coletivo; o segundo, para um iconoclasta. Talvez não seja coincidência que muitos investidores de sucesso perfilados em *A jogada do século*, de Michael Lewis, que ganharam dinheiro apostando contra títulos lastreados em hipotecas e contra outros investimentos no final da década de 2000, fossem desajustados sociais de uma maneira ou outra.

Agora, imaginemos o que acontecerá se o operador *errar* a aposta. Essa escolha é muito mais clara.

- **O operador compra, mas o mercado quebra.** Isso não é divertido: ele perdeu muito dinheiro para a empresa e não haverá bônus nem carro novo. Porém, como continua sendo parte da boiada, a maioria de seus colegas terá cometido o mesmo erro. Após as três últimas grandes quebras em Wall Street, a quantidade de empregos em corretoras diminuiu cerca de 20%.⁶³ Portanto, o operador terá 80% de chance de manter o emprego e ficar bem — o carro novo pode esperar até a próxima tendência de alta do mercado.
- **O operador vende, mas o mercado sobe.** Este cenário, porém, representa um desastre. Não só o operador terá se saído muito pior do que seus colegas como isso acontecerá após se arriscar e gritar que eles eram tolos. É muito provável que seja demitido. E ele não será benquisto, portanto suas perspectivas

de emprego serão fracas. Seu potencial de ganhos na carreira será reduzido de forma drástica.

Se eu fosse esse operador, não apostaria na venda diante de uma possibilidade de 20% de quebra do mercado. Nem diante de uma possibilidade de 50%. Eu esperaria a quebra ser uma quase certeza para me preparar para me arriscar e desejaria que todos afundassem comigo.

De fato, as grandes corretoras tendem a evitar ir contra a maré, só descartando uma ação depois que seus problemas se tornam óbvios.⁶⁴ Em outubro de 2001, quinze dos dezessete analistas que seguiram a Enron ainda emitiam uma recomendação de “compra” ou “forte compra” das ações,⁶⁵ embora houvessem perdido 50% de seu valor em meio ao escândalo contábil que a empresa vivia. Mesmo que saibam que a festa está chegando ao fim, o maior interesse dessas empresas pode ser prolongá-la o máximo que puderem. “Acreditávamos que havia tempo, mas era tarde demais”, disse o gerente de fundo de *hedge* Stanley Druckenmiller ao *New York Times*⁶⁶ em abril de 2000, depois de seu fundo Quantum perder 22% de seu valor em apenas alguns meses. Druckenmiller sabia que as ações das empresas de tecnologia estavam supervalorizadas e propensas a cair, mas não esperava que a conta chegasse tão cedo.

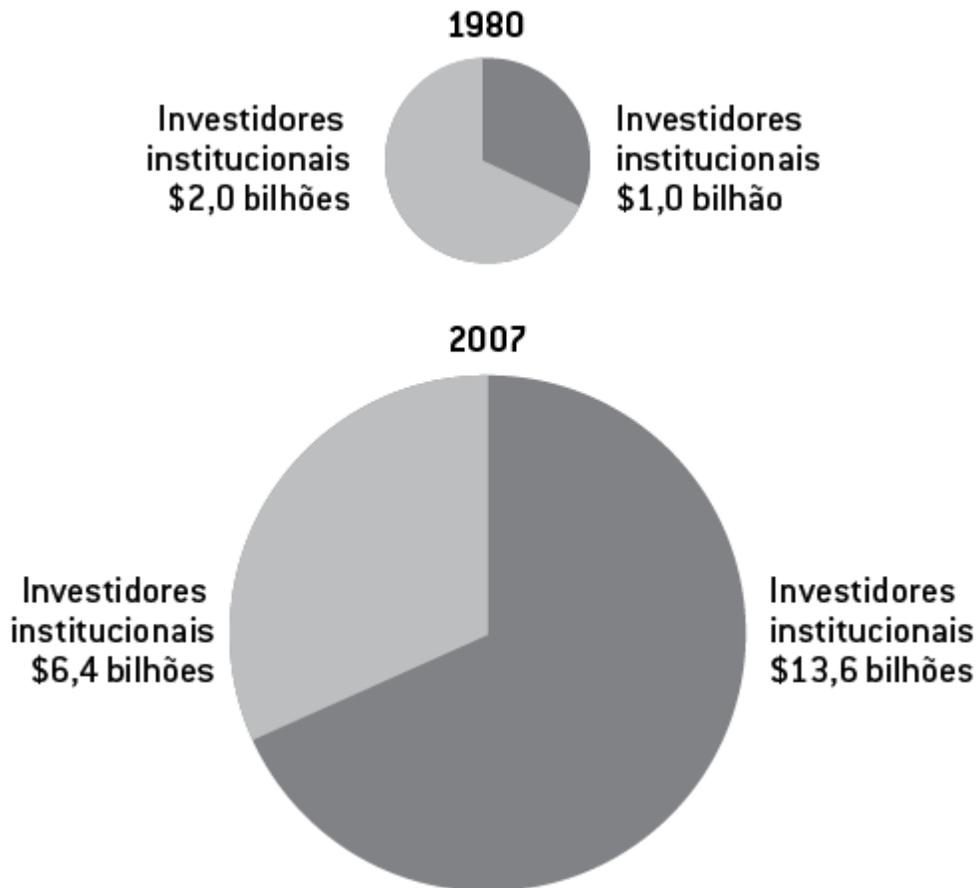
No mercado de ações atual, a maior parte das negociações é feita com o dinheiro de terceiros (no caso de Druckenmiller, com o dinheiro de George Soros). As décadas de 1990 e 2000 são vistas, às vezes, como a era do *day trader*, mas os ativos de investidores institucionais, como fundos mútuos, de *hedge* e de pensão cresceram a um ritmo muito mais rápido (ver Figura 11.9). Quando Fama esboçou sua tese, na década de 1960, apenas cerca de 15% das ações eram mantidas por instituições, não por indivíduos.⁶⁷ Em 2007, esse percentual subiu para 68%.^{68, 69}

Essas estatísticas representam uma possível complicação para a hipótese da eficiência dos mercados: quando não é seu dinheiro em jogo, suas motivações podem mudar. Em certas circunstâncias, pode ser bastante racional para os operadores assumir posições que causem prejuízo às suas

empresas e aos seus investidores se puderem permanecer com a boiada e reduzir suas chances de demissão.⁷⁰ Significativos indícios teóricos e empíricos⁷¹ sustentam a existência de tal comportamento entre investidores de fundos mútuos e outros investidores institucionais.⁷² “Bolhas se formam”, disse-me Blodget, “porque interessa a todos manter os mercados em alta”.

Tudo o que descrevi aqui poderia ser um comportamento racional para estreatantes no mercado. É quase como se os investidores estivessem reagindo de forma *hiper*-racional aos incentivos da carreira, mas sem sempre procurando maximizar os lucros de suas empresas. Um conceito de economia é que o mercado, como um todo, pode ter um desempenho racional mesmo que muitos de seus participantes sejam irracionais, mas um comportamento irracional pode surgir porque os indivíduos estão reagindo de acordo com suas motivações. Desde que a maioria dos operadores seja julgada com base no desempenho em curto prazo, são possíveis — e até inevitáveis — bolhas que envolvem grandes desvios dos preços das ações em relação ao seu valor no longo prazo.

FIGURA 11.9: PARTICIPAÇÃO TOTAL DE INVESTIDORES INDIVIDUAIS E INSTITUCIONAIS NOS ESTADOS UNIDOS (AJUSTADA PELA INFLAÇÃO)⁷³



Por que nos juntamos em rebanhos

Seguir o grupo pode ser resultado de razões psicológicas mais profundas. Na maior parte das vezes em que tomamos uma decisão importante na vida, queremos a opinião da família, de vizinhos, de colegas e de amigos — até mesmo de nossos concorrentes, se quiserem opinar.

Se eu tiver uma previsão que diz que Rafael Nadal tem 30% de chance de ser campeão em Wimbledon, mas ouvir de todos os fãs de tênis que eu encontrar que as chances são de 50%, precisarei estar muito seguro para manter minha opinião original. A menos que eu tenha alguma informação particular ou esteja convencido de que passei bem mais tempo do que eles analisando o problema, é muito provável que minha visão iconoclasta gere

prejuízo. A heurística “siga a maré, em especial quando você não sabe o que fazer” costuma funcionar muito bem.

No entanto, às vezes confiamos demais em nossos vizinhos — tal qual nos comerciais antidrogas “Just Say No” exibidos na década de 1980, fazemos algo porque “todos estão fazendo também”. Em vez de nossos erros se anularem, que é a ideia por trás da sabedoria coletiva,⁷⁴ eles se reforçam numa descontrolada espiral. Um cego guia os cegos e todos caem do penhasco. Esse fenômeno é raro, mas pode ser bastante desastroso.

Às vezes, podemos inferir que um vizinho mais confiante deve ser melhor previsor e seguir seus passos — sem ter certeza de que ele sabe o que está fazendo. Em 2008, por razões que ainda não estão muito claras, um operador trapaceiro do Intrade comprou grandes volumes de ações de John McCain no meio da noite, quando ninguém poderia saber o que estava acontecendo, desvalorizando volumes enormes de ações de Barack Obama.⁷⁵ As anomalias foram corrigidas, mas levou algum tempo — em geral de quatro a seis horas — para que os preços se recuperassem, retornando aos valores anteriores. Muitos operadores estavam convencidos de que o trapaceiro sabia algo que eles não sabiam — teria alguma informação privilegiada sobre um escândalo iminente?

Isso é seguir o rebanho. E há indícios de que a prática é cada vez mais comum nos mercados. As correlações entre a movimentação dos preços de diferentes ações e ativos estão cada vez mais nítidas,⁷⁶ sugerindo que todos estão investindo em um pouco de cada coisa e tentando explorar muitas estratégias semelhantes. Trata-se de mais um risco da era da informação: compartilhamos tantos dados que nossa independência se reduz. Em vez de buscá-la, procuramos pessoas que pensem como nós e nos gabamos de quantos “amigos” e “seguidores” temos.

No mercado, os preços podem seguir o exemplo dos piores investidores. Eles são responsáveis pela maior parte das negociações.

O excesso de confiança e a maldição do vencedor

Uma experiência comum em salas de aula de economia, utilizada quando o professor precisa de um dinheiro a mais para o almoço, é realizar um leilão em que os alunos tentam adivinhar a quantidade de moedas de 1 centavo colocadas numa jarra.⁷⁷ O autor do lance mais alto paga ao professor e ganha as moedas (ou uma quantidade equivalente de dinheiro em papel-moeda, se ele não quiser os trocados). Quase sempre, o ganhador acredita que pagou demais. Embora alguns lances sejam baixos demais e outros sejam justos, quem mais superestimar o valor das moedas na jarra será obrigado a pagar por elas; o pior previsor leva o “prêmio”. Essa é “a maldição do vencedor”.

O mercado de ações tem algumas dessas propriedades. De vez em quando, o operador mais disposto a comprar uma ação será aquele que tiver um insight sobre uma empresa, mas, em geral, os operadores são medianos e utilizam boa parte dos mesmos dados. Se decidirem que uma ação está subvalorizada, mesmo que seus colegas discordem, essa ideia será resultado, na maior parte das vezes, de excesso de confiança em sua capacidade de previsão e de confusão entre ruído e sinal.

Há motivos para desconfiarmos de que, entre os diversos vieses cognitivos que acometem os investidores, o excesso de confiança é o mais pernicioso. Talvez a principal descoberta da economia comportamental seja que, em geral, sofremos um excesso de confiança quando fazemos previsões. No mercado de ações não é diferente: um levantamento realizado pela Universidade de Duke, junto a diretores-financeiros,⁷⁸ que poderíamos imaginar como investidores sofisticados, revelou que eles superestimam de modo radical sua capacidade de prever o preço do índice S&P 500. Eles são, com frequência, surpreendidos por grandes movimentações nos preços das ações, apesar do longo histórico de comportamento errático do mercado de ações no curto prazo.

O economista Terrance Odean, da Universidade da Califórnia em Berkeley, desenvolveu um modelo no qual os operadores tinham somente este defeito: excesso de confiança ao estimar o valor de sua informação. Nos demais aspectos, eram racionais.⁷⁹ Odean descobriu que o excesso de confiança era suficiente para perturbar um mercado que, de outro modo, seria racional. Mercados com operadores confiantes demais produzem volumes de negociação muito altos, aumento da volatilidade, correlações estranhas no preço diário das ações e retornos abaixo da média para operadores ativos — tudo o que observamos no mundo real.

Por que é difícil acabar com as bolhas

Contudo, se a tendência do mercado é gerar uma bolha, a hipótese da sua eficiência insinua que alguns operadores deveriam agir para impedi-lo, na expectativa de obter lucros enormes ao vender essas ações a descoberto. Em algum momento, a teoria estará certa: todas as bolhas estouram. Mas podem levar muito tempo.

A maneira certa para apostar contra uma ação supervalorizada é vendê-la a descoberto: você pega ações emprestadas no preço atual, com a promessa de devolvê-las em determinado momento com base em seu valor futuro. Se o valor da ação cair, você vai ganhar dinheiro. O problema é o valor da ação subir; nesse caso, você deverá mais dinheiro do que pegou emprestado. Digamos, por exemplo, que você pegou emprestadas quinhentas ações da empresa InfoSpace em 2 de março de 1999, quando custavam 27 dólares, com a promessa de devolvê-las um ano depois. A transação teria custado cerca de 13.400 dólares. Porém, um ano depois, uma ação da InfoSpace era negociada a 482 dólares, o que significa que você seria obrigado a devolver cerca de 240 mil dólares — quase *vinte vezes* o valor de seu investimento. Embora essa aposta pudesse se mostrar brilhante no fim das contas — cada ação da InfoSpace seria, mais tarde, negociada a 1,40 dólar —, você teria uma perda pesada e sua capacidade

de fazer investimentos futuros seria bastante prejudicada. De fato, as perdas por vender uma ação a descoberto são, em teoria, *ilimitadas*.

Na prática, o investidor que emprestar as ações pode pedi-las a qualquer momento, como fará se acreditar que você representa um risco de crédito, o que significa que ele pode sair a qualquer momento em que estiver à frente — um problema enorme, uma vez que ações supervalorizadas muitas vezes se tornam ainda mais supervalorizadas antes de voltarem a ter preços mais justos. Além disso, já que o investidor que emprestou as ações sabe que você pode precisar raspar suas economias para pagá-lo, ele cobrará uma taxa de juros exorbitante pelo privilégio. Bolhas podem levar meses para sumir. Como disse John Maynard Keynes: “O mercado pode se manter irracional por mais tempo do que você pode se manter solvente.”

O preço não está correto

Em outros momentos, os investidores podem não ter a oportunidade de vender ações a descoberto. Um exemplo um pouco infame, documentado por Richard Thaler e Owen Lamont, economistas da Universidade de Chicago,⁸⁰ explora a ocasião em que a empresa 3Com livrou-se das ações de sua subsidiária de telefonia móvel, Palm, com uma oferta de ações em separado. A empresa, porém, manteve a maior parte das ações para si, portanto um negociador poderia investir na Palm ao comprar uma ação da 3Com. Em particular, os acionistas tinham a garantia de receber três ações da Palm para cada duas ações da 3Com que tivessem, o que parecia sugerir que aquelas poderiam ser negociadas a um máximo absoluto de dois terços do valor das ações da 3Com.

No entanto, as ações da Palm eram atraentes, enquanto as ações da 3Com, embora os lucros da empresa fossem consistentes, tinham má reputação. Em vez de valerem menos, as ações da Palm foram negociadas a um preço *mais alto* durante muitos meses. Isso deveria ter permitido a um investidor, independentemente do que ele pensasse sobre a Palm e a

3Com, obter um lucro garantido ao comprar ações da 3Com e vender ações da Palm a descoberto. No papel, tratava-se de uma oportunidade de arbitragem quase sem riscos,⁸¹ o equivalente a trocar mil dólares por 600 libras esterlinas no aeroporto de Heathrow, em Londres, sabendo que você pode trocar 600 libras esterlinas por 1.500 dólares quando chegar em Nova York.

Porém, vender as ações da Palm a descoberto demonstrou-se bastante difícil. Poucos proprietários estavam dispostos a emprestar suas ações, e passaram a esperar um valor maior para fazê-lo: uma taxa de juros muito acima de 100% ao ano.⁸² Esse padrão foi comum durante a bolha da internet:⁸³ vender a descoberto as ações da internet era caro demais, quando não impossível.

Encontrei-me com Thaler depois de discursarmos numa conferência em Las Vegas, onde jantamos sushis supervalorizados e observamos o movimento. Thaler, embora seja amigo e colega de Fama, está na vanguarda de uma disciplina chamada economia comportamental, uma pedra no sapato da hipótese da eficiência dos mercados, que aponta todas as maneiras pelas quais os operadores do mundo real não se comportam tão bem quanto no modelo.

“A hipótese da eficiência dos mercados tem dois componentes”, disse-me Thaler entre pedaços de *toro*. “Chamo um de ‘Não existe almoço grátis’, que acontece quando você não consegue derrotar o mercado. Eugene Fama e eu concordamos, em geral, a respeito desse componente. A parte sobre a qual ele não gosta de falar é o componente ‘O preço está correto’.”

Há indícios que podemos considerar fortes para o que Thaler chama de “Não existe almoço grátis” — é difícil (embora não impossível) que qualquer investidor derrote o mercado no longo prazo. Pode ser desafiador explorar oportunidades que parecem atraentes na teoria devido a custos de transação, riscos e outras restrições à negociação. Padrões estatísticos que eram confiáveis podem se mostrar efêmeros após descobertos pelos investidores.

O segundo argumento da hipótese da eficiência dos mercados, ao qual Thaler se refere como o componente “O preço está correto”, é mais dúbio. Exemplos como a discrepância nos preços das ações da Palm e da 3Com poderiam não existir se o preço estivesse correto. Você tem um mesmo produto (o valor de um interesse por ações da Palm) sendo negociado a dois preços diferentes e muito divergentes: pelo menos um *precisa* estar errado.

Há assimetrias no mercado: é muito mais fácil detectar bolhas do que as estourar. Sendo assim, o ultimato com o qual lidamos na Bayeslândia — se você acredita numa eventual quebra do mercado, por que não está disposto a apostar nela? — nem sempre acontece no mundo real, onde há restrições às negociações e restrições de capital.

Ruído no mercado financeiro

Existe uma espécie de simbiose entre operadores irracionais e habilidosos — assim como bons jogadores de pôquer precisam de alguns peixes na mesa para que o jogo seja lucrativo. Na literatura financeira, operadores irracionais são conhecidos como “operadores de ruído”. Como escreveu o economista Fisher Black num ensaio de 1986 chamado apenas “Noise” [Ruído]:

O ruído possibilita a negociação nos mercados financeiros e, dessa forma, permite-nos observar preços de ativos, mas também torna os mercados um tanto ou quanto ineficientes (...) Em geral, o ruído dificulta muito o teste de teorias práticas e acadêmicas sobre o funcionamento dos mercados financeiro e econômico. Somos forçados a agir no escuro.⁸⁴

Se não existissem operadores de ruído no mercado, todos apostariam com base em informações reais, em sinais. Os preços seriam quase sempre racionais, e o mercado, eficiente.

Porém, se você acredita que um mercado é eficiente o bastante para você não conseguir derrotá-lo e obter lucros, seria irracional fazer qualquer negociação. Na verdade, a hipótese da eficiência dos mercados é autodestrutiva. Se todos os investidores acreditassem na teoria de que não conseguirão ganhar dinheiro com as negociações, já que o mercado de ações é imbatível, ninguém negociaria e, portanto, não existiria mercado.

O paradoxo me faz lembrar uma antiga piada entre economistas. Um economista vê uma nota de 100 dólares caída na rua e tenta pegá-la. “Nem se dê ao trabalho”, diz outro economista. “Se fosse uma nota de 100 dólares, alguém já teria levado.” Se todos pensassem assim, ninguém se preocuparia em pegar notas de 100 dólares caídas na rua até que um jovem ingênuo, que nunca estudou economia, comece a catá-las pela cidade, descobrindo, então, que são frequentes e comprando um carro novo.

A solução mais viável para o paradoxo, identificada há muitos anos por Joseph Stiglitz, economista ganhador do Prêmio Nobel, e por seu colega Sanford Grossman,⁸⁵ é permitir que *alguns* investidores lucrem *um pouco*: apenas o suficiente para compensá-los pelo esforço que fizeram. Na verdade, não seria algo tão difícil no mundo real. Embora possa parecer questionável que analistas de valores mobiliários em Wall Street sejam recompensados com 75 bilhões de dólares por ano, essa cifra é pequena em comparação aos quase *17 trilhões de dólares* negociados⁸⁶ na Bolsa de Valores de Nova York. Contanto que derrotem o mercado em 0,5% de suas negociações, esses funcionários irão gerar uma receita positiva para suas empresas.

O equilíbrio proposto por Stiglitz é apenas um no qual *alguns* lucros mínimos estão disponíveis para *alguns* investidores. A hipótese da eficiência dos mercados não pode ser verdade em termos literais. Embora alguns estudos (como o que fiz sobre fundos mútuos da E*Trade) pareçam proporcionar indícios para a visão de Fama de que nenhum investidor consegue derrotar o mercado, outros são mais confusos,⁸⁷ e alguns⁸⁸ mostram indícios bastante tangíveis de habilidades de negociação e de

lucros em excesso. É provável que não sejam os fundos mútuos que estão derrotando Wall Street: eles seguem uma estratégia convencional demais e afundam ou nadam juntos. Porém, é muito provável que alguns fundos de *hedge* (não a maioria) derrotem o mercado⁸⁹ e quase certo que algumas mesas particulares de negociação em empresas de elite, como Goldman Sachs, também façam isso. Também parece haver claros indícios de habilidades entre operadores de opções,⁹⁰ pessoas que apostam em estimativas probabilísticas sobre a variação no preço de uma ação.^{XCI} E, embora a maioria dos investidores individuais no varejo cometa erros comuns, como negociar com muita frequência e se sair *pior* do que a média, é provável que exista um grupo seletivo de pessoas que supere essa dinâmica.⁹¹

Compre caro, venda barato

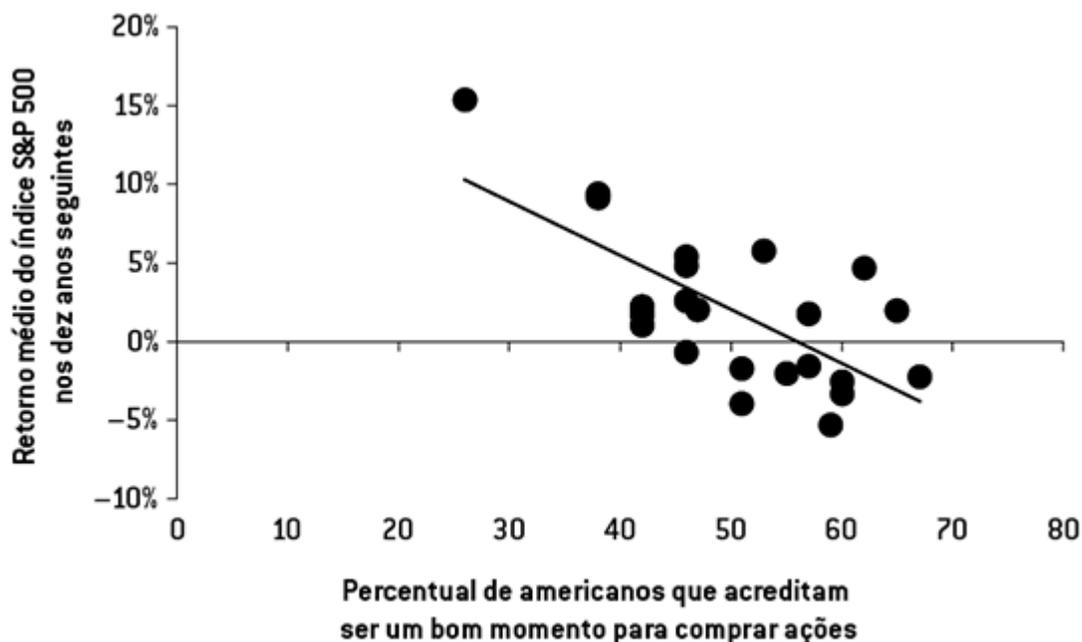
Você não deve correr para se tornar um operador de opções. Como aconselha o lendário investidor Benjamin Graham, um pouco de conhecimento pode ser perigoso no mercado de ações.⁹² Afinal, *qualquer investidor pode sair-se tão bem quanto o investidor médio quase sem esforço*. Tudo o que ele precisa fazer é comprar um fundo de índice que acompanhe a média do índice S&P 500.⁹³ Ao fazer a comparação, estará muito perto de reproduzir o portfólio de quase qualquer outro operador, desde pessoas com MBA por Harvard a operadores levados por ruídos, passando pelo gerente do fundo de *hedge* de George Soros. É preciso ser muito bom — ou despreocupado — para recusar essa proposta. No mercado de ações, a concorrência é acirrada. O operador médio, sobretudo no mercado atual, em que as negociações são dominadas por investidores institucionais, será uma pessoa com amplas qualificações, QI alto e experiência razoável.

“Todos pensam que têm um gerente de fundo mútuo superesperto”, disse Henry Blodget. “Ele estudou em Harvard e trabalha nesse ramo há 25

anos. Como poderia não ser esperto o suficiente para derrotar o mercado?” A resposta é: “Porque existem nove milhões de pessoas como ele por aí, e todos com um orçamento de 50 milhões de dólares e computadores agrupados, lado a lado, na Bolsa de Valores de Nova York. Como seria possível superá-los?”

Na prática, a maioria dos investidores comuns não é boa nesse quesito. O Instituto Gallup e outras organizações de pesquisa de opinião fazem pesquisas periódicas com americanos⁹⁴ para saber se acreditam que seja um bom momento para comprar ações. Há uma forte relação histórica entre esses números e o desempenho no mercado de ações, mas ela ocorre na direção *oposta* do que ditaria a estratégia de bom investimento. Os americanos tendem a acreditar que é bom comprar ações quando o P/L está inflado e as ações, supervalorizadas. O número mais alto que o Instituto Gallup já registrou em suas pesquisas ocorreu em janeiro de 2000, quando 67% dos americanos acreditavam ser um bom momento para investir. Apenas dois meses mais tarde, a Nasdaq e outros índices de ações começaram a quebrar. Por outro lado, apenas 26% dos americanos acreditavam que fevereiro de 1990 fosse um bom momento para comprar ações, mas o valor do S&P 500 quase quadruplicou durante os dez anos seguintes (ver Figura 11.10).

FIGURA 11.10: OPINIÃO PÚBLICA SOBRE AÇÕES E RENTABILIDADE ANUAL EM DEZ ANOS



A maioria de nós precisa lutar contra esses instintos. “Os investidores precisam aprender a fazer o inverso do que manda seu mecanismo de sobrevivência”, disse Blodget. “Quando o mercado quebra, devemos nos animar e investir. Não é hora de se assustar e tirar o dinheiro. Ao contrário, vemos que quanto mais o mercado cai, mais dinheiro sai. Investidores comuns são varridos porque fazem, muitas vezes, o que não devem.”

De acordo com Blodget, esses erros podem ser bastante custosos. Suponhamos que você tenha investido 10 mil dólares no índice S&P 500 em 1970, com planos de retirar o dinheiro quarenta anos depois, em 2009, quando se aposentasse. Houve vários altos e baixos durante esse período, mas, se você manteve seu investimento apesar das circunstâncias, lucrou 63 mil dólares ao se aposentar, já ajustados pela inflação e sem contar a aplicação original.⁹⁵ Se, ao contrário, você “optou pela segurança” e tirou seu dinheiro do mercado sempre que ele caiu mais do que 25% em comparação ao ápice anterior, esperando que recuperasse até 90% de sua alta anterior antes de reinvestir, teve apenas 18 mil dólares de lucro — um parco retorno de 2,6% ao ano.⁹⁶ Infelizmente, muitos investidores se

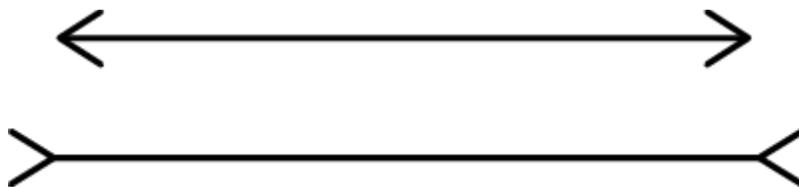
comportam assim. E pior: tendem a fazer investimentos iniciais em momentos em que o mercado está supervalorizado e, nesse caso, podem ter dificuldades para ter qualquer bom retorno a longo prazo.

Da próxima vez que o mercado estiver numa bolha, você verá sinais, como luzes piscando num cassino, atraindo-o cada vez mais: o painel eletrônico da emissora de TV CNBC cheio de setas verdes, manchetes do *Wall Street Journal* sobre o recorde de rentabilidade, comerciais de corretoras on-line nos quais uma fortuna parece estar a apenas um clique. Evitar comprar ações durante uma bolha — ou vendê-las durante o pânico — requer um esforço intencional e consciente. Você precisa ter presença de espírito para ignorar esse apelo. Caso contrário, *cometerá* os mesmos erros que os outros.

Daniel Kahneman compara esse problema à famosa ilusão de ótica de Müller-Lyer, que envolve dois conjuntos de setas (ver Figura 11.11) com o mesmo comprimento. Num caso, as extremidades das setas apontam para fora, parecendo indicar expansão e potencial ilimitado. No outro caso, apontam para dentro, parecendo contidas e restritas. O primeiro caso é análogo ao modo como os investidores veem o mercado de ações quando a rentabilidade aumenta; o segundo caso mostra como o veem depois de uma quebra.

“Não há como se controlar e não ter essa ilusão”, disse-me Kahneman. “Uma seta vai parecer maior do que a outra. Mas você pode treinar seu olhar para reconhecer que esse padrão provoca uma ilusão e que, nessa situação, não se pode confiar em impressões e é melhor usar uma régua.”

FIGURA 11.11: ILUSÃO DE MÜLLER-LYER



Os outros 10%

Os atalhos cognitivos que nossa mente utiliza — nossa heurística — são o que causa problema aos investidores. A ideia de que algo que sobe continuará subindo não poderia ser mais instintiva, mas está errada, em todos os sentidos, quando se trata do mercado de ações.

Nossos instintos relacionados ao coletivo podem ser um problema ainda mais importante. Muitas vezes, será correto seguir a maré ou, pelo menos, prestar atenção a ela. Se você viajar para uma cidade desconhecida e tiver de escolher um restaurante para jantar, é provável que opte por aquele com mais movimento e mais parecido com aquilo que você encontra em sua cidade. Porém, de vez em quando o tiro sairá pela culatra e você acabará numa armadilha para turistas.

De maneira análoga, convém prestar alguma atenção àquilo que nossos vizinhos na Bayeslândia acreditam e ajustar nossas crenças de acordo, em vez de adotar a noção teimosa e tantas vezes implausível de que sabemos mais do que todos.

Presto muita atenção ao consenso — àquilo que um mercado como o Intrade diz — quando faço uma previsão. Nunca existe um acordo absoluto. Contudo, quanto mais me afastar do consenso, mais fortes meus indícios precisam ser para que eu chegue à conclusão de que vejo as coisas da maneira certa e de que todos os outros estão errados. Acredito que essa atitude funciona muito bem na maior parte do tempo. Ela sugere que, embora você possa, em certas ocasiões, derrotar mercados, não é algo com que se deve contar todos os dias; esse é um sinal claro de excesso de confiança.

No entanto, existem casos excepcionais. Fisher Black estimou que os mercados são racionais durante 90% do tempo. Nas outras ocasiões, os operadores de ruído são dominantes — e podem tornar as coisas bastante caóticas.⁹⁷ Uma maneira de ver isso é notar que os mercados estão, em

geral, *muito* certos, mas às vezes estão *muito* errados. Por falar nisso, essa é outra razão que dificulta o surgimento de bolhas no mundo real.

Pode haver uma oportunidade excelente para vender a descoberto em uma bolha ou compra no pânico a cada quinze ou vinte anos, quando surgem na sua classe de ativos, mas é muito difícil construir uma carreira estável com base nessas circunstâncias, sem fazer qualquer coisa durante anos a fio.

O mercado de duas faixas

Alguns teóricos propuseram que analisássemos o mercado de ações como se fosse dois processos em um.⁹⁸ Existe a faixa dos sinais, o mercado de ações característico da década de 1950 sobre o qual lemos nos livros. Esse é o mercado que prevalece no longo prazo, em que os investidores fazem poucas negociações e os preços estão associados a fatores fundamentais, características que os ajudam a planejar sua aposentadoria e que ajudam as empresas a se capitalizarem.

E existe a faixa de alta velocidade dos ruídos, cheia de negociações feitas no calor do momento, feedbacks positivos, motivações distorcidas e comportamentos que seguem a boiada. Normalmente, trata-se apenas de um jogo de pedra, papel e tesoura que não traz qualquer bem à economia como um todo, mas que talvez não provoque dano. Trata-se apenas de um bando de operadores suados transferindo dinheiro.

No entanto, essas faixas correm ao longo da mesma estrada, como se uma cidade decidisse realizar uma corrida de Fórmula 1, mas, por algum descuido burocrático, se esquecesse de bloquear uma pista ao tráfego normal. Às vezes, como durante uma crise financeira, por exemplo, há um grande acidente e investidores regulares são atropelados.

Esse tipo de dualidade, que o físico Didier Sornette chama de “a luta entre ordem e desordem”,⁹⁹ é comum em sistemas complexos, governados pela interação de várias partes, que podem, ao mesmo tempo, parecer

muito previsíveis e muito imprevisíveis. Terremotos são muito bem descritos por algumas leis simples (temos uma ideia muito boa sobre a frequência, a longo prazo, de um terremoto de magnitude 6,5 em Los Angeles). No entanto, eles são, em essência, imprevisíveis de um dia para outro. Outra característica desses sistemas é serem submetidos, de tempos em tempos, a fases de mudanças violentas e não lineares,^{XCII} indo da ordem ao caos e vice-versa. Para Sornette e outros que têm visões bastante matemáticas sobre o mercado, a presença de bolhas periódicas parece mais ou menos inevitável, sendo uma propriedade intrínseca do sistema. Sou parcial em relação a essa perspectiva. Tenho sobre os mercados (e sobre o capitalismo de livre mercado, de modo geral) a mesma atitude que Winston Churchill tinha sobre a democracia:¹⁰⁰ acredito que seja o pior sistema econômico já inventado, com exceção de todos os outros. Os mercados fazem um bom trabalho na maior parte do tempo, mas não acredito que, algum dia, nos livraremos das bolhas.

Mas se não conseguirmos evitar o comportamento de rebanho, que causa bolhas, podemos pelo menos ter a esperança de detectar essa atitude? Digamos que você aceite a premissa de que o mercado se comporta de maneira irracional durante 10% do tempo, sugerida por Black. Como saber se estamos nesse período? Só assim podemos ter esperança de lucrar com as bolhas. Ou, de maneira menos egoísta, criar pousos suaves que diminuam a necessidade de recorrer ao contribuinte.

Detectar bolhas não parece tão impossível. Não acredito que chegaremos a 100%, nem mesmo a 50%, mas acho que podemos chegar a algum lugar. Algumas bolhas ocorridas nos últimos anos, em especial a bolha imobiliária, foram detectadas por um número enorme de pessoas com bastante antecedência. E testes como o índice P/L, formulado por Shiller, têm sido indicadores bastante confiáveis de bolhas no passado.

Poderíamos tentar legislar o problema ao nosso modo, mas essa tarefa pode ser complicada.

Se fosse possível recorrer a uma regulamentação superior em alguns casos, as restrições às vendas a descoberto — que dificultam o surgimento das bolhas — seriam, com grande probabilidade, contraproducentes.

Está claro, porém, que nunca detectaremos uma bolha se partirmos do pressuposto de que os mercados são infalíveis e de que os preços estão sempre corretos. Os mercados encobrem alguns dos nossos defeitos e equilibram algumas das nossas falhas. E não é fácil prever seu comportamento. Porém, às vezes, o preço está errado.

[LXXXIII](#) Parte se deve ao que se denomina *market making*, ou seja, quando algumas corretoras, tal qual uma 7-Eleven, mantêm estoque alto e estão abertas a negociações quando ninguém mais está, na esperança de ganhar alguns trocados.

[LXXXIV](#) Podemos imaginar que um pequeno fator de correção seria permitido se nossas estimativas fossem próximas, mas não iguais, uma vez que existe certa inconveniência associada ao ato de apostar.

[LXXXV](#) Estive com Santorum para escrever uma matéria para o *New York Times* sobre a disputa na recontagem de votos em Iowa depois que o primeiro resultado mostrara Romney à frente. Santorum lembrou-se de minha aposta e afirmou, em tom de brincadeira, que eu havia ido atrás dele por causa disso. Talvez ela tenha, de fato, servido como uma motivação a mais.

[LXXXVI](#) Como o Intrade recebe uma quantidade crescente de atenção por parte da mídia, e é muito barato apostar, ele pode atuar como um meio de publicidade barata para uma campanha eleitoral.

[LXXXVII](#) Reproduzi aqui o famoso experimento de Burton Malkiel, economista de Princeton que fez seus alunos jogarem cara ou coroa para gerar gráficos aleatórios e, em seguida, mostrou os resultados a um analista técnico, que insistiu que ele não perdesse tempo e comprasse as ações.

[LXXXVIII](#) No jogo, a estratégia de equilíbrio é fazer escolhas aleatórias entre pedra, papel e tesoura; garante-se assim, no longo prazo, que você não perca. Porém, também não

garante vitória. Não importa por quanto tempo jogue, o retorno esperado dessa estratégia é zero. Se acreditar que seu adversário está se comportando de maneira previsível, você pode, é claro, desviar-se dessa estratégia e tentar adivinhar seus movimentos. Talvez, como Bart Simpson, seu adversário sempre opte por pedra. Nesse caso, você deveria optar sempre por papel. O problema é que, ao tentar adivinhar a jogada de seu adversário, sua estratégia se tornará previsível. Quando Bart se der conta de que você está optando por papel, poderá derrotá-lo sempre que quiser, optando por tesoura. Boa parte das negociações técnicas do mercado de ações obedece a esse tipo de dinâmica de gato e rato, em que os negociadores tentam adivinhar o movimento de outros agentes. No entanto, os padrões que utilizam para negociar podem dissipar-se ou até inverter-se quando outros investidores os descobrirem. O resultado é muito dinheiro repassado de negociador para negociador, mas uma pilha que aos poucos diminuiu, conforme é consumida pelos custos de transação.

[LXXXIX](#) Embora seja tecnologicamente viável a equipe de bordo não vai gostar da ideia.

[XC](#) Tomemos como exemplo a tão citada estatística de que o mercado de ações rende 7% ao ano, após descontados dividendos e inflação, numa média histórica. Dados confiáveis do mercado de ações remontam a mais ou menos 120 anos — não são tantos assim para quem pretende analisar o longo prazo. Testes estatísticos sugerem que o verdadeiro retorno de longo prazo — o que podemos esperar dos *próximos* 120 anos — pode girar entre 3% e 10%, em vez de 7%. A resposta para aquilo que os economistas chamam de *equity premium puzzle* — o mistério do diferencial ajustado para o risco entre a rentabilidade de títulos do Tesouro e de ações — pode se resumir ao fato de que a rentabilidade das ações foi anômala no século XX e que a verdadeira rentabilidade no longo prazo não chega a 7%.

[XCI](#) Esse dado não é surpreendente, considerando o quanto a maioria das pessoas — inclusive entre nós, que vivemos de investimentos — é incapaz de estimar probabilidades. Os poucos e bons podem colocar as coisas em ordem. No entanto, a maior parte dos operadores de opções tem um retorno ruim, e essa, em geral, é uma atividade muito arriscada.

[XCII](#) Conforme Nassim Nicholas Taleb detalhou em *A lógica do cisne negro* e Fama discutiu em sua tese, a oscilação do preço das ações não segue uma suave curva de distribuição em forma de sino. Ao contrário, a movimentação do preço das ações caracteriza-se por oscilações muito ocasionais e muito amplas para cima ou para baixo. A distribuição de quebras do mercado também pode ser bem modelada por uma distribuição de lei de potência, função que também governa a frequência de terremotos.

UM CLIMA DE SAUDÁVEL CETICISMO

Vinte e três de junho de 1988 foi um dia muito quente em Capitol Hill. Na tarde anterior, os termômetros tinham registrado 38 graus Celsius no aeroporto de Washington: era a primeira vez, em décadas, que a temperatura chegava a esse nível no início do verão.¹ James Hansen, climatologista da Nasa, limpou o suor da testa — o ar-condicionado quebrado causava desconforto^{XCIII} na sala de audiência do Comitê de Energia do Senado — e disse que o povo dos Estados Unidos devia se preparar para situações semelhantes.

O efeito estufa havia muito se tornara uma teoria aceita; era a causa, diziam os cientistas, do aquecimento do planeta.² Entretanto, pela primeira vez, explicou Hansen, o fenômeno produzia um sinal inconfundível sob a forma de um recorde no termômetro: a temperatura do planeta aumentou, desde a década de 1950, cerca de 0,4 grau Celsius, e esse fenômeno não decorria das variações naturais. “A probabilidade de um aquecimento de tal magnitude ocorrer por acaso é de cerca de 1%”, declarou Hansen ao Congresso americano. “Sendo assim, podemos afirmar com 99% de certeza que a tendência de aquecimento durante esse período é real.”³

Hansen previu ondas de calor mais frequentes em Washington e em cidades como Omaha — para ele, a mudança era “significativa o suficiente para ser notada pelas pessoas de modo geral”. Os modelos ainda precisavam ser aperfeiçoados, aconselhou, mas tanto a tendência de elevação da temperatura quanto suas causas estavam claras. “Chega de tapar o sol com a peneira”, disse Hansen. “Há indícios bastante fortes de que o efeito estufa chegou para ficar.”⁴ —

Passados quase 25 anos desde a audiência de Hansen, é hora de destinarmos ao aquecimento global as perguntas que estamos fazendo em outros campos de conhecimento aqui apresentados. Até que ponto as previsões acertaram ou erraram? O que é consenso entre os cientistas, e quais são os pontos mais controvertidos? Qual é o grau de incerteza nas previsões, e como devemos reagir? É mesmo possível criar bons modelos para algo tão complexo quanto o sistema climático? Os cientistas especializados estão propensos a sofrer com os mesmos problemas, como o excesso de confiança, que acometem os previsores de outras áreas? Até que ponto motivações políticas e outras iniciativas perversas minam a busca pela verdade científica? O raciocínio bayesiano pode ajudar a nortear essa discussão?

Neste capítulo, analisaremos os indícios e articularemos o que pode ser considerado um ceticismo *saudável* a respeito das previsões climáticas. Como veremos, essa descrença não se assemelha ao tipo comum em blogs ou em argumentos políticos sobre o aquecimento global.

O ruído e o sinal

Muitos exemplos apresentados aqui dizem respeito a casos em que os previsores se enganaram ao correlacionar causalidade e ruído ao sinal. Até 1997, era comum que correlacionassem o vencedor do Super Bowl ao comportamento do mercado de ações no ano seguinte. No entanto, não havia mecanismo causal crível por trás dessa ideia, e, se você fizesse seus

investimentos com base nessa relação, poderia acabar sem a roupa do corpo. O indicador do Super Bowl era um falso-positivo.

O inverso também pode ser verdadeiro. O ruído presente nos dados pode obscurecer o sinal mesmo quando não há dúvidas sobre a existência do sinal. Vejamos uma relação que poucos questionariam: quanto maior a quantidade de calorias ingeridas, maior a probabilidade de uma pessoa engordar. Mas será que tal consequência se manifesta com clareza nos registros estatísticos?

Estão disponíveis ao público, na internet, estimativas sobre os índices de obesidade e o consumo calórico diário em 84 países.⁵ Vista dessa forma, a associação parece tênue. O consumo diário na Coreia do Sul, onde a dieta é rica em carne, chega a cerca de 3.070 calorias por pessoa, um pouco acima da média mundial. No entanto, o índice de obesidade no país é de apenas 3%. Os habitantes de Nauru, uma pequena ilha no Pacífico, consomem uma quantidade parecida de calorias diárias,⁶ mas 79% de sua população é obesa. Ao expor os dados dos 84 países (ver Figura 12.1), parece haver indícios restritos para uma associação entre obesidade e consumo calórico; pelos testes padrão, tal relação não seria qualificada como “estatisticamente significativa”.^{XCV}

Existem, é claro, muitos fatores ocultos associados a essa relação. Habitantes de determinados países têm uma genética mais favorável à perda de peso ou melhores hábitos no que diz respeito à prática de exercícios. E os dados são brutos, pois é complicado estimar quantas calorias um adulto consome por dia.⁷ Um pesquisador que interprete esses indícios estatísticos ao pé da letra pode rejeitar, de forma incorreta, a associação entre consumo calórico e obesidade, o que é um falso-negativo.

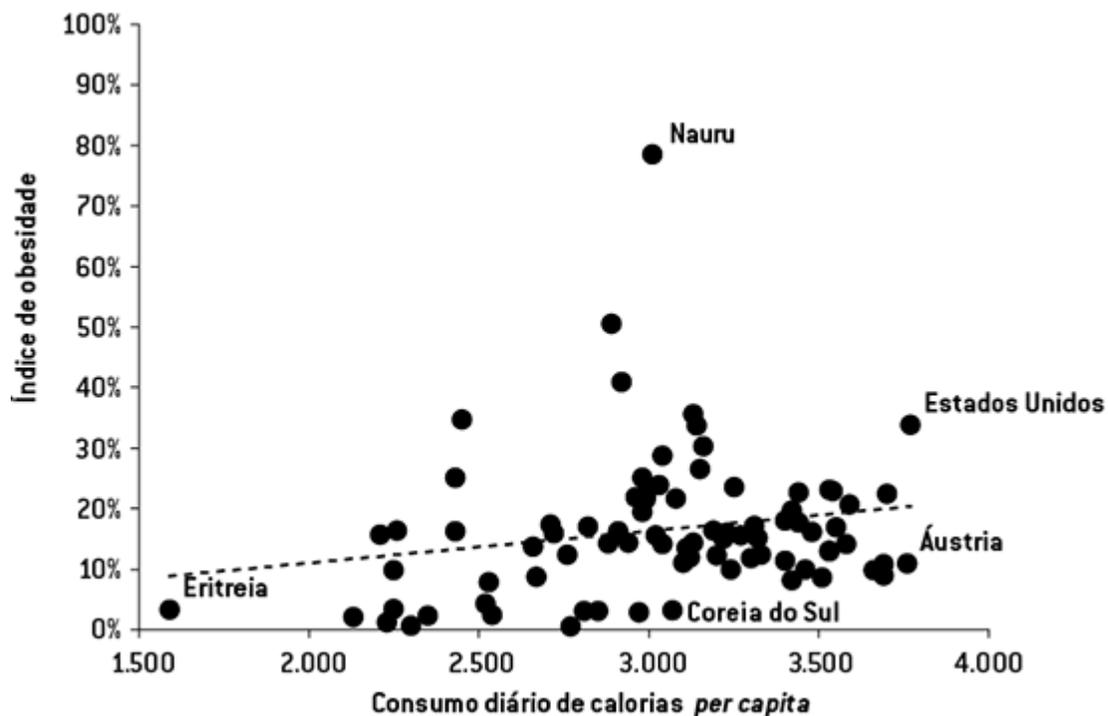
Seria ótimo se pudéssemos apenas alimentar com dados um modelo estatístico, realizar os devidos cálculos e partir do pressuposto de que conseguiremos obter assim uma boa representação do mundo real. Em certas condições, especialmente em campos ricos em dados como o beisebol, tal pressuposto está próximo da verdade. Em muitos outros casos,

a incapacidade de refletir com cautela sobre a causalidade pode levar a um beco sem saída.

Teríamos todas as razões para duvidar das alegações sobre o aquecimento global, se estivesse fundamentado na causalidade. O clima mundial passa por diversas fases, quentes e frias, com duração de anos, décadas ou séculos. Esses ciclos antecedem bastante o surgimento da civilização industrial.

No entanto, as previsões são bem mais robustas quando fundamentadas na sólida compreensão das causas básicas subjacentes a um fenômeno. Hoje, conhecemos bem a causa do aquecimento global: o efeito estufa.

FIGURA 12.1: CONSUMO DE CALORIAS E ÍNDICE DE OBESIDADE EM 84 PAÍSES



O efeito estufa chegou para ficar

Em 1990, dois anos depois da audiência de Hansen, o IPCC, órgão da ONU para mudanças climáticas, divulgou seu primeiro relatório de avaliação. Produzido ao longo de vários anos por centenas de cientistas do

mundo inteiro, o relatório apresentava uma enorme quantidade de detalhes sobre as possíveis mudanças nas temperaturas e nos ecossistemas, propondo uma variedade de estratégias destinadas a mitigar tais efeitos.

Entretanto, os cientistas classificaram apenas dois achados como absolutamente certos. Ambos não se baseavam em modelos complexos nem faziam previsões climáticas muito específicas. Ao contrário, foram construídos sobre uma ciência simples, conhecida havia mais de 150 anos e pouco discutida mesmo entre aqueles que se consideram céticos em relação ao clima. Essas descobertas ainda são as conclusões científicas mais importantes sobre a mudança climática.

A primeira conclusão era que o efeito estufa existe:

Existe um efeito estufa natural, que mantém a Terra mais quente do que seria em outras circunstâncias.⁸

Efeito estufa é um processo em que determinados gases atmosféricos — especialmente vapor d'água, dióxido de carbono (CO₂), metano e ozônio — absorvem a energia solar refletida pela superfície da Terra. Se não fosse por esse processo, 30%⁹ da energia do Sol seria refletida e voltaria ao espaço sob a forma de raios infravermelhos. Com isso, a temperatura do planeta seria muito mais baixa: em média, dezoito graus Celsius negativos,¹⁰ a mesma registrada num dia quente em Marte.¹¹

Por outro lado, se esses gases se tornarem mais abundantes na atmosfera, uma fração maior da energia do Sol será capturada, rebatendo na superfície e elevando a temperatura da Terra. Em Vênus, cuja atmosfera é muito mais espessa, consistindo quase que por completo em dióxido de carbono, a temperatura média é de 460 graus Celsius.¹² Parte desse calor é resultado da proximidade do planeta em relação ao Sol, mas grande parte deve-se ao efeito estufa.¹³

Não existe um cenário, no futuro próximo, no qual o clima da Terra possa se assemelhar ao encontrado em Vênus. No entanto, é sensível, de

certa forma, às mudanças na composição da atmosfera — e a civilização humana prospera numa faixa estrita de temperaturas. A capital mais fria do mundo é Ulan Bator, na Mongólia, onde a temperatura média durante o ano é de um grau Celsius negativo;¹⁴ é provável que a capital mais quente seja a Cidade do Kuwait, cuja temperatura gira em torno de 27 graus Celsius.¹⁵ As temperaturas podem ser mais altas ou baixas durante o inverno ou o verão em áreas pouco povoadas,¹⁶ mas, numa escala interplanetária, os extremos de temperatura são modestos. Em Mercúrio, por outro lado, existindo pouca atmosfera para protegê-lo, as temperaturas variam entre duzentos graus Celsius negativos e quatrocentos graus Celsius positivos ao longo de um único dia.¹⁷

A segunda conclusão do IPCC foi uma previsão elementar baseada no efeito estufa: à medida que a concentração de gases responsáveis pelo fenômeno aumentar, a intensidade do efeito e as temperaturas globais também sofrerão elevações.

As emissões resultantes de atividades humanas estão atuando nesse sentido e aumentando, de forma substancial, as concentrações atmosféricas de dióxido de carbono, metanol, clorofluorcarbonos (CFCs) e óxido nitroso. Tais aumentos intensificarão o efeito estufa, provocando o aquecimento adicional da superfície da Terra. O vapor d'água, principal gás de efeito estufa, se elevará em resposta ao aquecimento global, intensificando-o ainda mais.

O achado do IPCC implica diversas alegações, que merecem e serão examinadas, uma a uma, a seguir.

Primeiro, alega-se que as concentrações atmosféricas dos gases de efeito estufa, como o CO₂, crescem em consequência da atividade humana. Trata-se de uma questão de simples observação. O CO₂ é um subproduto de muitos processos industriais, em particular do uso de combustíveis fósseis.¹⁸ Como permanece durante muito tempo na atmosfera, suas concentrações estão aumentando: de cerca de 315 ppm (partes por milhão)

em 1959 — quando os níveis da substância começaram a ser monitorados pelo observatório Mauna Loa, no Havaí, para cerca de 390 ppm em 2011.¹⁹

A alegação de que “tais aumentos intensificarão o efeito estufa, provocando um aquecimento adicional da superfície da Terra”, é, em essência, apenas uma reafirmação da primeira conclusão de que o fenômeno existe, expressa sob a forma de uma previsão fundamentada em reações químicas simples identificadas em experimentos laboratoriais realizados muitos anos atrás. A hipótese foi proposta pelo físico francês Joseph Fourier, em 1824, e é amplamente aceita sua comprovação pelo físico irlandês John Tyndall, em 1859,²⁰ ano em que Charles Darwin publicou *A origem das espécies*.

A terceira afirmação — de que o vapor d’água aumentará junto com a elevação dos níveis de gases como o CO₂, ampliando o efeito estufa — é um pouco mais audaciosa. É o vapor d’água, não o CO₂, o elemento que mais contribui para o efeito estufa.²¹ Se houvesse apenas uma elevação nos níveis de CO₂, o aquecimento não seria tanto quanto o observado até o momento nem tanto quanto o previsto pelos cientistas. Entretanto, um princípio termodinâmico básico, conhecido como relação de Clausius-Clapeyron, proposto e comprovado no século XIX, sustenta que a atmosfera pode reter maior quantidade de vapor d’água em temperaturas mais elevadas. Assim, à medida que a concentração de CO₂ e de outros gases responsáveis por um efeito estufa de longa duração aumentar e aquecer a atmosfera, a quantidade de vapor d’água também aumentará, multiplicando os efeitos do CO₂ e intensificando o fenômeno.

Não é uma coisa de outro mundo

Os cientistas exigem inúmeras provas para concluir que uma hipótese é inquestionável. A proposta relacionada aos gases de efeito estufa alcançou esse feito, levando o relatório original do IPCC a ser selecionado entre

centenas de descobertas como a única coisa de que os cientistas tinham certeza. A ciência por trás do efeito estufa é simples o suficiente para ter sido compreendida entre meados e final do século XIX, época em que a lâmpada incandescente, o telefone e o automóvel foram inventados — e não a bomba atômica, o iPhone ou as naves espaciais. O efeito estufa não é uma coisa de outro mundo.

Na realidade, previsões de que a atividade industrial provocaria aquecimento global haviam sido feitas muito antes — já em 1897,²² pelo químico suíço Svante Arrhenius, e em vários outros momentos,²³ antes que o sinal de aviso produzido pelo efeito estufa se tornasse claro o suficiente para ser diferenciado de suas causas naturais.

Hoje, esse termo é quase exótico. Em meados da década de 1980, a expressão *greenhouse effect* [efeito estufa] era cinco vezes mais comum em livros em inglês²⁴ do que *global warming* [aquecimento global], mas o uso do termo teve seu ápice no início da década de 1990 e, desde então, vem diminuindo. Hoje, o termo *global warming* é usado seis vezes mais, e *climate change* [mudança climática], mais abrangente, dez vezes mais.²⁵

Essa alteração se deveu, em grande parte, aos climatologistas,²⁶ que tentavam expandir as implicações prenunciativas da teoria. No entanto, a recusa em falar sobre as causas da mudança — o efeito estufa — gera, de forma previsível, crenças infundadas a seu respeito.^{XCV}

Em janeiro de 2012, por exemplo, o *Wall Street Journal* publicou um editorial²⁷ intitulado “No Need to Panic About Global Warming” [Não é preciso pânico por causa do aquecimento global], assinado por um grupo de dezesseis cientistas e advogados que poderiam ser considerados céticos em relação ao fenômeno. Acompanhava o editorial um vídeo produzido pelo próprio jornal, cuja chamada dizia:

Um grande número de cientistas não acredita que o dióxido de carbono esteja causando o aquecimento global.

Na verdade, pouquíssimos cientistas duvidam do aquecimento global, e quase não existe dúvida de que os gases de efeito estufa sejam a causa. Entre os adeptos da teoria estava o professor de física William Happer, de Princeton, coautor do editorial e entrevistado para o vídeo. “A maior parte das pessoas, como eu, acredita que as emissões industriais causam aquecimento”, afirmou após dois minutos de vídeo. Happer discorda de algumas previsões a respeito dos efeitos do aquecimento global, mas não da causa por trás do fenômeno.

Não quero sugerir que se deva aceitar uma teoria se existem indícios contraditórios. Teorias são testadas por meio de suas previsões, e os climatologistas acertaram em alguns aspectos e erraram em outros. Os dados sobre as temperaturas estão repletos de ruídos. Uma tendência ao aquecimento pode validar a hipótese do efeito estufa *ou* ser causada por fatores cíclicos. Sua suspensão pode minar a teoria *ou* representar um caso no qual o ruído nos dados ocultou o sinal.

Porém, mesmo que você acredite, segundo o raciocínio bayesiano, que quase todas as hipóteses científicas devem ser examinadas de maneira probabilística, deveríamos ter mais confiança numa hipótese fundamentada por relações causais fortes e claras. Indícios recém-descobertos, que parecem militar contra a teoria, devem reduzir nossa estimativa de sua probabilidade, mas ser ponderados no contexto de outras coisas que conhecemos (ou pensamos conhecer) sobre o planeta e seu clima.

O ceticismo saudável precisa avançar sobre essas bases. Precisa ponderar a força dos novos indícios em relação à teoria em vez de esquadrihar fatos e teorias em busca de conveniência ideológica e de argumentação, como ocorre quando os debates se tornam partidários e politizados.

Três tipos de ceticismo em relação ao clima

É difícil imaginar época e lugar piores para realizar uma conferência global sobre o clima quanto Copenhague em dezembro, como fez a ONU em 2009. Durante o solstício de inverno na cidade, os dias são curtos e escuros — no máximo quatro horas de luz do sol por dia —, e as temperaturas, frias, com o vento soprando de Øresund, estreito que separa Dinamarca e Suécia.

E, o que é pior, a cerveja é cara: os altos impostos sobre o álcool e sobre quase tudo na Dinamarca ajudam a financiar uma infraestrutura de tecnologia verde que causa inveja ao resto do mundo. O país não consome mais energia hoje do que fazia no final da década de 1960,²⁸ em parte por ter preocupações ecológicas e em parte devido ao seu baixo crescimento populacional. (Para efeito de comparação, o consumo de energia nos Estados Unidos quase dobrou durante o mesmo período.)²⁹ A mensagem implícita parecia dizer que um futuro com eficiência energética poderia ser frio, escuro e caro.

Não é surpreendente, portanto, que o humor no Bella Center, em Copenhague, passasse longe do ceticismo, aproximando-se muito mais do cinismo. Eu, de forma um tanto ingênua, tinha ido à conferência em busca de um rigoroso debate científico sobre o aquecimento global. O que encontrei, na realidade, foram política e diferenças inconciliáveis.

Representantes de Tuvalu, pequena ilha do Pacífico que estaria entre os lugares mais vulneráveis à elevação dos níveis do mar, vagavam pelos corredores, protestando contra o que consideravam ser metas inadequadas de redução da emissão de gases causadores do efeito estufa. Enquanto isso, os países responsáveis pela vasta maioria das emissões estavam longe de chegar a um acordo.

O presidente Barack Obama chegara à conferência com as mãos vazias depois de queimar grande parte de seu capital político num projeto de reforma do sistema de saúde e num pacote de estímulo à economia. Países

como China, Índia e Brasil, que, por uma questão de geografia, estão mais vulneráveis do que os Estados Unidos aos impactos da mudança climática — mas que relutam em adotar compromissos que possam atrapalhar seu crescimento econômico —, não sabiam que posição tomar. A Rússia, com seu clima frio e abundantes combustíveis fósseis, era uma incógnita. O Canadá, também frio e com recursos energéticos abundantes, era outra incógnita, sendo pouco provável que sugerisse qualquer acordo que os Estados Unidos não tivessem força de vontade para promulgar.³⁰ Os países mais ricos da Europa, junto com Austrália, Japão e muitos dos países mais pobres da África e do Pacífico, manifestavam algo que se assemelhava a uma coalizão.³¹ Porém, o aquecimento global continua sendo um problema; mesmo que as políticas sejam locais, a ciência não é. O CO₂ circula com rapidez em volta do planeta: emissões de um caminhão a diesel em Qingdao afetarão, em algum momento, o clima em Quito. Portanto, para serem colocadas em prática, as metas de redução de emissões exigem quase uma unanimidade, e não meras coalizões. Ao que parecia, o acordo ainda demoraria anos ou décadas.

Consegui conversar com alguns cientistas presentes à conferência, entre eles Richard Rood, estudioso da Carolina do Norte, de fala mansa, que liderara equipes de cientistas na Nasa e que ministra um curso sobre políticas climáticas a alunos da Universidade de Michigan.

“Na Nasa, percebi, por fim, que a definição de ciência complexa é usar física simples para resolver problemas difíceis”, disse-me Rood. “A parte científica é, de certa forma, simples. As outras partes — como desenvolver políticas ou como reagir em relação à saúde pública — são problemas difíceis, pois não possuem um mecanismo definido de causa e efeito.”

Durante nossa conversa, éramos interrompidos por anúncios emitidos através dos alto-falantes do Bella Center. “Não se chegou a um consenso. Assim, está suspenso da pauta”, dizia uma voz feminina com sotaque francês, esforçando-se para falar em inglês. Rood, porém, articulou os três tipos de ceticismo que dominam o debate sobre o futuro do clima.

Um tipo de ceticismo é proveniente de interesses pessoais. Somente em 2011, o setor de combustíveis fósseis investiu quase 300 milhões de dólares em lobby (quase o dobro do que haviam investido apenas cinco anos antes).³² [XCVI](#) Alguns cientistas com quem conversei mais tarde usaram uma linguagem conspiratória para descrever suas atividades. Mas não há motivos para alegar a existência de uma conspiração quando basta uma explicação fundamentada no interesse pessoal e racional: em termos financeiros, é vantajoso para essas empresas preservar sua posição no *status quo*, e elas têm o direito de fazer isso segundo os princípios da Primeira Emenda da Constituição dos Estados Unidos. No entanto, o que dizem não deve ser confundido com uma tentativa de realizar previsões precisas.

Um segundo ceticismo enquadra-se na categoria da contrariedade. Em qualquer discussão polêmica, algumas pessoas considerarão vantajoso alinhar-se à maioria, mas haverá um grupo, menos numeroso, que discordará e se sentirá perseguido, o que pode se aplicar, em especial, a uma área como a ciência climática, na qual os dados são ruidosos e é difícil vivenciar previsões de maneira visceral. Talvez essa situação seja ainda mais comum nos Estados Unidos, país onde é admirável que as pessoas mantenham opiniões independentes. “Se examinarmos o clima, o ozônio ou o tabagismo, veremos que há sempre uma comunidade de pessoas céticas em relação aos resultados demonstrados pela ciência”, disse Rood.

Mais importante, há o ceticismo científico. “Você vai ver que há grupos na comunidade científica com preocupações válidas a respeito de um ou outro aspecto”, disse Rood. “Em algum momento, se quisermos mesmo avançar, precisaremos respeitar alguns de seus pontos de vista.”

Crítica de um previsor sobre as previsões de aquecimento global

Na ciência climática, esse ceticismo saudável concentra-se, em geral, na confiabilidade dos modelos de computador usados para prever o

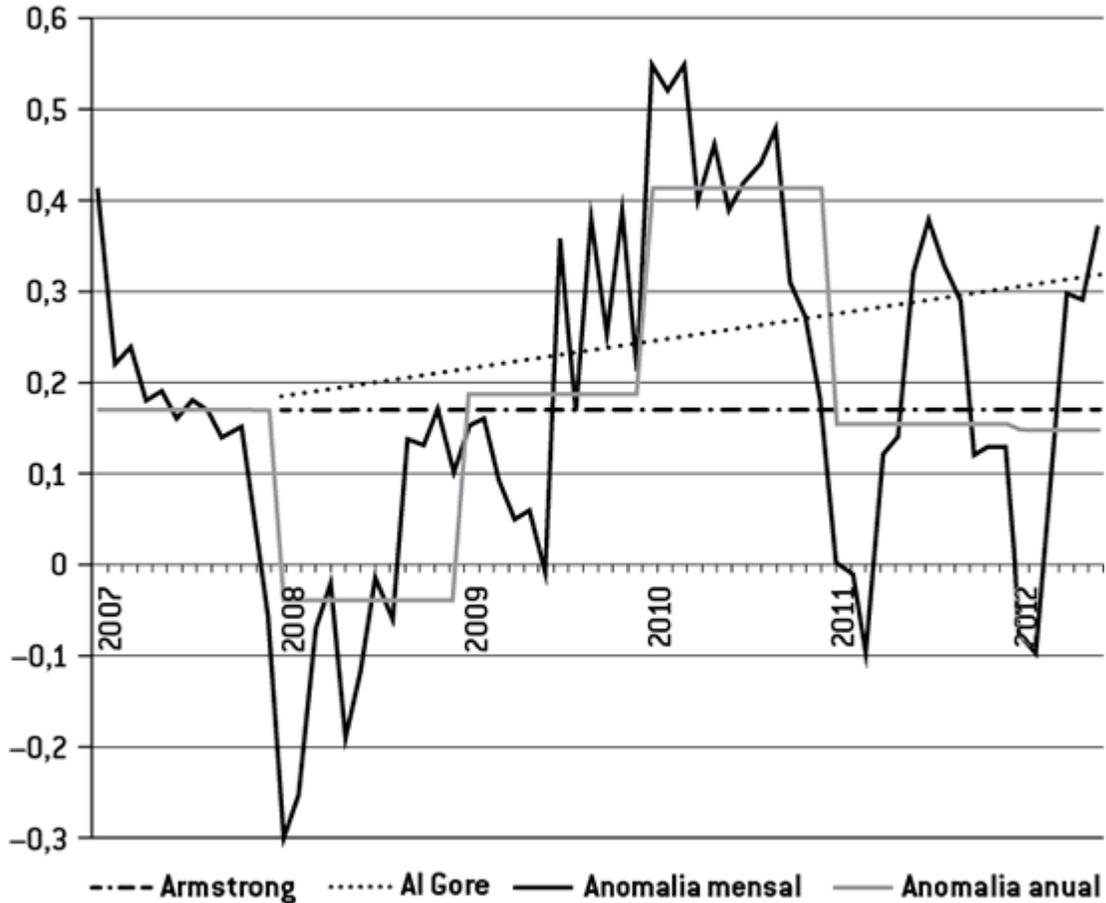
comportamento do clima. Scott Armstrong, professor na Wharton School, da Universidade da Pensilvânia, é um entre eles, como parte de um grupo reduzido de pessoas que dedicaram a vida a estudar as previsões. Seu livro, *Principles of Forecasting* [Princípios da previsão], deveria ser uma referência para qualquer um que se interesse pelo assunto. Encontrei-me com Armstrong em sua sala no Huntsman Hall, na Filadélfia. Ele tem 74 anos, usa cavanhaque e parece ser uns quinze anos mais jovem.

Em 2007, Armstrong propôs uma aposta a Al Gore, postulando que aquilo que chama de previsão de “mudança zero” — as temperaturas globais permaneceriam nos níveis vigentes em 2007 — superaria as expectativas do IPCC, segundo as quais o aquecimento aumentaria. Gore nunca aceitou a aposta, mas Armstrong publicou os resultados. A aposta valeria a cada mês: a previsão que estivesse mais próxima das temperaturas reais naquele período venceria a rodada. Até janeiro de 2012, a hipótese de mudança zero havia predominado sobre a previsão do IPCC — de aquecimento lento, porém constante — em 29 dos 47 meses.³³

Armstrong afirma que não duvida da ciência por trás do efeito estufa em si. “Houve, de fato, um pequeno aquecimento”, disse-me, “mas ninguém está dizendo que isso não aconteceu ao longo dos últimos 150 anos.”

Entretanto, Armstrong discorda da ampla visão quanto ao aquecimento global.^{XCVII} Em 2007, mais ou menos na época da aposta, ele e seu colega Kesten Green submeteram as previsões sobre o aquecimento global a uma “auditoria”.³⁴ A ideia era ver até que ponto essas previsões, em especial aquelas produzidas pelo IPCC, eram fiéis aos seus princípios.

FIGURA 12.2: APOSTA ENTRE ARMSTRONG E GORE



O artigo resultante alegava que as previsões do IPCC eram inadequadas e sugeria que não cumpriram 72 entre os 89 princípios de previsão. Ocorre que 89 princípios³⁵ é um pouco demais.³⁶ No entanto, a maioria dos princípios de Armstrong é um bom conjunto de regras gerais para os previsores e, quando aplicada às previsões sobre o aquecimento global, pode ser simplificada no que, na verdade, é uma crítica em três vertentes.

- Primeiro, Armstrong e Green alegam que *um acordo entre os previsores não está relacionado à exatidão*, e pode refletir tendenciosidades tanto quanto tudo o mais. “Ninguém vota”, disse-me Armstrong. “Não é assim que a ciência avança.”
- Em seguida, eles afirmam que *a complexidade do problema do aquecimento global* transforma a previsão numa busca inútil.

“Nunca houve um caso em que as pessoas conseguiram fazer modelos econométricos ou qualquer outro modelo complexo funcionar quando existem inúmeras variáveis e grande quantidade de incerteza”, afirma Armstrong. “Quanto mais complexo o modelo, pior é a previsão.”

- Por fim, Armstrong e Green escrevem que as previsões *não dão conta da incerteza intrínseca ao problema em questão*. Em outras palavras, as previsões podem sofrer com um excesso de confiança.

Complexidade, incerteza e o valor (ou sua falta) de visões de consenso são os temas centrais deste livro. Cada um merece ser analisado em detalhes.

Todos os climatologistas concordam com algumas descobertas

Há uma obsessão pouco saudável em torno do termo *consenso* e de sua aplicação ao aquecimento global. Algumas pessoas discordam, com orgulho, do que veem como consenso e se rotulam como hereges.³⁷ Outras, porém, buscam o apoio dos números, recorrendo, às vezes, a técnicas dúbias como petições on-line para demonstrar o grau de dúvida existente a respeito da teoria.^{XCVIII} Enquanto isso, sempre que discorda de uma descoberta em relação ao aquecimento global, um cientista pode alegar que não há consenso a respeito da teoria.

Muitos desses debates são motivados por uma compreensão equivocada do termo. Em seu uso formal, consenso não é sinônimo de unanimidade — tampouco de chegar à maioria. Ao contrário, consenso conota *um amplo acordo* depois de um *processo de deliberação* em que a maior parte dos membros de um grupo se une em torno de determinada ideia ou alternativa. (Por exemplo: “Chegamos a um consenso sobre pedir comida chinesa para o almoço, mas Horácio resolveu pedir pizza.”)

Um processo baseado no consenso muitas vezes representa uma *alternativa* à votação. Às vezes, quando um partido político americano está tentando escolher um candidato para indicar à presidência, algum candidato tem um desempenho tão bom nos primeiros estados a votar, como Iowa e New Hampshire, que todos os outros desistem. Muito embora o candidato não tenha conquistado a indicação em termos matemáticos, talvez os votos de outros estados não sejam significativos se ele se demonstrar aceitável para as coalizões mais importantes do partido. Tal candidato pode ser descrito como vencedor da indicação por consenso.

Na ciência, pelo menos na ciência ideal, existe esse tipo de processo deliberativo. Artigos são publicados, e conferências, realizadas. Hipóteses são testadas, e descobertas, discutidas — e algumas sobrevivem ao escrutínio melhor do que outras.

O IPCC é, em potencial, um exemplo muito bom de um processo de consenso. Seus relatórios demoram anos para serem concluídos, e todas as descobertas são submetidas a um detalhado — e, às vezes, um tanto ou quanto bizantino e burocrático — processo de revisão. “Por convenção, é preciso abordar toda e qualquer observação de revisão”, disse-me Rood. “Se seu primo bêbado fizer uma observação, ela precisa ser abordada.”

A extensão em que se pode esperar que um processo como o realizado pelo IPCC produza previsões melhores, porém, é mais discutível. É quase certo que exista algum valor na ideia de que diferentes membros de um grupo podem aprender uns com os outros, mas essa noção introduz a possibilidade de mentalidade de grupo e a prática de seguir a maré. Alguns membros de um grupo podem ser mais influentes por causa de seu carisma ou status, não por terem a melhor ideia. Estudos empíricos de previsões baseadas em consenso encontraram resultados mistos, em contraste com um processo no qual indivíduos de um grupo submetem previsões independentes, que são agregadas ou das quais se extrai uma média, o que quase sempre melhora a exatidão prenunciativa.^{[38](#)}

O IPCC pode reduzir a independência dos previsores. Embora existam cerca de vinte modelos climáticos sendo usados em suas previsões, eles utilizam muitos dos mesmos pressupostos e partem do mesmo código de computador, e o grau de sobreposição é significativo o bastante para que representem o equivalente a cinco ou seis modelos independentes.³⁹ E, apesar do número de modelos existentes, o IPCC escolhe apenas uma previsão, endossada pelo grupo inteiro.

Climatologistas são céticos em relação aos modelos de computador

“É fundamental a diversidade de modelos”, disse-me Kerry Emanuel, meteorologista do MIT e um dos mais famosos teóricos sobre furacões. “Não é bom colocar todos os ovos na mesma cesta.”

Um motivo que torna isso tão importante, segundo Emanuel, é que, além dos diferentes pressupostos, esses modelos também contêm *bugs* diferentes. “É um assunto que não agrada a ninguém”, disse ele. “Modelos diferentes têm erros de codificação diferentes. Não podemos pressupor que não haja erro algum num modelo com milhões e milhões de linhas de código e milhões de instruções.”

Se você está acostumado a pensar na discussão sobre aquecimento global como uma série de argumentos entre “céticos” e “crentes”, poderia presumir que esse ponto de vista emana de um cientista cético. Na verdade, embora Emanuel se intitule conservador e republicano⁴⁰ — uma atitude corajosa dentro do MIT —, é provável que ele próprio não se veja como cético em relação ao aquecimento global. Ao contrário, tem posição de destaque no meio acadêmico, tendo inclusive sido eleito para a Academia de Ciências dos Estados Unidos. Seu livro publicado em 2006⁴¹ apresentou uma visão “consensual” (além de bastante séria e bem escrita) sobre a ciência climática.

Na realidade, as preocupações de Emanuel são bastante comuns no meio científico: climatologistas concordam muito mais com algumas

partes do debate do que com outras. Um levantamento entre eles, realizado em 2008,⁴² revelou que quase todos (94%) concordavam que está acontecendo uma mudança climática, sendo que 84% estavam convencidos de que resulta da atividade humana. No entanto, houve muito menos acordo quanto à precisão dos modelos climáticos feitos em computador. Os cientistas tinham visões conflitantes quanto à sua capacidade de prever as temperaturas globais e, em geral, eram céticos sobre conseguirem determinar outros possíveis efeitos da mudança climática. Apenas 19%, por exemplo, acreditavam que os modelos faziam um bom trabalho ao prever os níveis do mar daqui a cinquenta anos.

Resultados como esses são desafiadores para qualquer um com uma visão caricaturesca da ciência climática. Eles devem combater a noção de que cientistas estão aplicando modelos insensatos para realizar previsões fantásticas sobre o clima; ao contrário, eles têm tantas dúvidas sobre os modelos quanto muitos de seus críticos.⁴³ No entanto, representações cinematográficas da questão climática, como o documentário *Uma verdade inconveniente*, de Al Gore, são, às vezes, menos cautelosas, retratando um urso-polar que luta para sobreviver no Ártico ou o sul da Flórida e a parte baixa de Manhattan debaixo d'água.⁴⁴ Filmes como esses nem sempre são uma boa representação do consenso científico. As questões que os cientistas discutem são muito mais banais: por exemplo, como desenvolver um código para computador que faça uma boa representação de uma nuvem?

Climatologia e complexidade

Muitas vezes, há conflitos entre profissionais da previsão do tempo e climatologistas;⁴⁵ um grande número de meteorologistas tem, de maneira implícita ou explícita, uma atitude crítica em relação à climatologia.

Os meteorologistas esforçaram-se durante décadas para melhorar suas previsões e, até hoje, recebem e-mails zangados quando erram. Prever

como estará o clima daqui a 24 horas já é um desafio e tanto; como os responsáveis pelas previsões, que aplicam técnicas análogas, podem esperar prever como será o clima daqui a décadas?

Parte da distinção, como no caso do termo *consenso*, é de ordem semântica. *Clima* refere-se aos equilíbrios que o planeta alcança em longos prazos; *tempo* (estado climático) descreve desvios de curto prazo em relação a ele.⁴⁶ Os profissionais especializados em previsões climáticas não tentam prever se vai chover em Tulsa em 22 de novembro de 2062, embora possam estar interessados em saber se vai chover mais do que a média em todo o hemisfério norte.

Os meteorologistas, porém, precisam lidar com a questão da complexidade:^{XCIX} a teoria do caos se desenvolveu com base em tentativas frustradas de fazer previsões. Os climatologistas também precisam lidar com a questão da complexidade: as nuvens, por exemplo, são fenômenos de pequena escala que exigem enorme capacidade de processamento computacional para serem modelados com exatidão, mas que podem ter efeitos profundos sobre as variações de feedback, situações intrínsecas às previsões climáticas.⁴⁷

A ironia está no fato de que a previsão do tempo é uma das histórias de sucesso deste livro. Com muito esforço, e ajuda da capacidade computacional associada ao discernimento humano, as previsões do tempo ficaram muito melhores do que eram há uma ou duas décadas. Considerando que previsores da maior parte das áreas estão propensos a sofrer com um excesso de confiança, é admirável constatar que os meteorologistas são críticos em relação a si mesmos e aos seus colegas, mas as melhorias que conseguiram fazer refutam a ideia de que é inútil progredir diante da complexidade.

As melhorias nas previsões do tempo resultam de duas características. Primeiro, os meteorologistas recebem muitos feedbacks — as previsões são diárias, uma verificação da realidade que ajuda a mantê-las bem calibradas. Essa vantagem não existe para outros previsores do clima e é uma das

melhores razões para o ceticismo em relação ao seu trabalho, uma vez que atuam em escalas que abrangem até oitenta ou cem anos de antecedência.

Os meteorologistas também se beneficiam, entretanto, de uma sólida compreensão da física envolvida no sistema climático, que é governado por leis consideradas simples e observáveis. Os previsores do clima podem desfrutar da mesma vantagem. Podemos observar nuvens e ter uma boa noção sobre como se comportam; o desafio consiste em traduzi-las em linguagem matemática.

Um exemplo favorável está no sucesso em prever as trajetórias de algumas nuvens grandes e importantes, que formam furacões. Encontrar a sala de Emanuel no MIT, designada 54-1814, é um desafio e tanto (tive a ajuda de um excepcional faxineiro, que pode muito bem ter sido a inspiração para *Gênio indomável*), porém dali tem-se uma bela vista do rio Charles. Era fácil imaginar um furacão a distância: ele viria na direção de Cambridge ou rumaria para o Atlântico Norte?

Emanuel articulou uma distinção entre dois tipos de previsão de furacões. O primeiro é apenas estatístico. “Você tem um longo registro dos fenômenos pelos quais se interessa. E de elementos previsores confiáveis, como o vento no fluxo de grande escala da atmosfera ou a temperatura do oceano, você é quem sabe”, disse ele. “E, sem recorrer a conceitos profundos da física, usa estatísticas para relacionar o que está tentando prever a esses previsores.”

Imagine que um furacão esteja se aproximando do golfo do México. Você poderia montar um banco de dados com base em furacões passados, analisar a velocidade do vento, latitude, longitude, temperatura do oceano e assim por diante, e identificar os eventos mais semelhantes a essa nova tempestade. Como os outros furacões se comportaram? Que fração atingiu partes mais populosas, como Nova Orleans, e que fração se dissipou? Você não precisaria de amplos conhecimentos meteorológicos para realizar tal previsão, usando apenas um bom banco de dados.

Técnicas como essas podem proporcionar previsões toscas, mas usáveis. Na verdade, até uns trinta anos atrás, o serviço meteorológico utilizava modelos estatísticos para prever a trajetória de furacões.

Tais métodos, entretanto, são sujeitos a retornos declinantes. Furacões não são raros nos Estados Unidos, mas tempestades severas atingem o país em média uma vez por ano. Sempre que existe um grande número de variáveis aplicadas a um fenômeno de rara ocorrência, corre-se o risco de sobreajustar o modelo e tomar como sinal os ruídos de dados do passado.

Há uma alternativa, porém, quando temos algum conhecimento da estrutura por trás do sistema. Esse segundo modelo simula a mecânica física de certa parte do universo. Sua construção exige muito mais trabalho do que o método estatístico e requer uma compreensão mais sólida das causas básicas do fenômeno, mas pode gerar resultados mais precisos. Modelos como esse já são usados para prever a trajetória de furacões com alto grau de sucesso. Como relatei no Capítulo 4, a precisão das projeções sobre a trajetória dos furacões quase triplicou desde a década de 1980, e a trajetória do furacão Katrina, próximo a Nova Orleans, foi identificada com mais de 48 horas de antecedência⁴⁸ (embora nem todos tenham dado ouvidos à previsão). Sistemas estatísticos são usados hoje como pouco mais do que um parâmetro para medir essas previsões mais precisas.

Uma abordagem mais profunda à previsão

As críticas de Armstrong e Green sobre as previsões climáticas originam-se no estudo empírico de disciplinas como economia, nas quais são poucos os modelos físicos disponíveis⁴⁹ e em que as relações causais não são bem entendidas. Abordagens muito ambiciosas não raro falharam nessas áreas, por isso Armstrong e Green inferem que falharão também na previsão climática.

O objetivo de qualquer modelo previsor é capturar *a maior quantidade possível de sinais e a menor quantidade possível de ruídos*. Nem sempre é

fácil chegar ao equilíbrio, e nossa capacidade de obter êxito será ditada pela força da teoria e pela qualidade e quantidade de dados. Nas previsões econômicas, os dados são insuficientes, e a teoria, fraca, daí o argumento de Armstrong de que “quanto mais complexo o modelo, pior é a previsão”.

Na previsão do clima, a situação é mais obscura: a teoria sobre o efeito estufa é forte, o que pode sustentar modelos mais complicados. No entanto, os dados sobre a temperatura estão repletos de ruídos, o que depõe contra eles. Qual ponto tem mais força? Podemos abordar essa questão empiricamente, avaliando o sucesso e o fracasso de diferentes abordagens prenunciativas na climatologia. O que importa, como sempre, é como as previsões se saem no mundo real.

Eu aconselharia uma dose de cautela ao tentar reduzir o processo de previsão a uma série de slogans. Noções heurísticas como a navalha de Occam (“se em tudo o mais forem idênticas as várias explicações de um fenômeno, a mais simples é a melhor”⁵⁰) são atraentes, mas é difícil aplicá-las. Vimos casos, como nos modelos SIR usados para prever surtos de doenças, nos quais os pressupostos de um modelo são simples e elegantes, mas ingênuos demais para produzir previsões muito qualificadas. Vimos também casos, como em relação aos terremotos, em que esquemas de previsão complexos e que, na teoria, parecem geniais são um tremendo fracasso na prática.

Uma repreensão como “quanto mais complexo o modelo, pior a previsão” é equivalente a dizer “não exagere no sal ao preparar uma receita”. Qual é o grau de complexidade — ou a quantidade de sal — inicial? Se quiser aperfeiçoar suas previsões, você terá de mergulhar no assunto e confiar em suas papilas gustativas.

Incerteza nas previsões climáticas

Conhecer as limitações de uma previsão constitui metade da batalha, e, nesse quesito, os profissionais ligados ao clima saem-se bem. Eles estão

conscientes da incerteza: variações dos termos *uncertain* [incerto] ou *uncertainty* [incerteza] foram usadas 159 vezes em apenas um dos três relatórios do IPCC publicados em 1990.⁵¹ E há toda uma nomenclatura desenvolvida pelos autores para transmitir o grau de acordo ou certeza a respeito de um achado. Por exemplo, quando usada num relatório do IPCC, a palavra *likely* [provável] implica ao menos 66% de chance de uma previsão se concretizar, enquanto a expressão *virtually certain* [quase certo] implica 99% de certeza ou mais.⁵²

No entanto, uma coisa é estar atento à incerteza; outra é estimá-la de modo adequado. Quando se trata de pesquisas eleitorais, por exemplo, podemos recorrer a um robusto banco de dados de indícios históricos: se um candidato está dez pontos à frente nas pesquisas, faltando apenas um mês para as eleições, com que frequência vencerá? Podemos analisar dezenas de eleições passadas para encontrar uma resposta a essa pergunta.

Os modelos que previsores do clima elaboram não podem recorrer a essa técnica. Existe apenas um planeta, e previsões sobre como o clima vai evoluir são feitas em intervalos que chegam a décadas no futuro. Embora os climatologistas possam pensar com toda a cautela sobre isso, *existe incerteza quanto ao grau de incerteza existente*. Problemas como esse se tornam um desafio para previsores de qualquer disciplina.

No entanto, é possível dividir a incerteza presente nas previsões climáticas em três partes. Encontrei-me com Gavin Schmidt, um londrino um tanto sarcástico, colega de Hansen na Nasa e coautor do blog RealClimate.org, num pub perto de seu escritório em Morningside Heights, Nova York.

Schmidt desenhou no guardanapo algo que se assemelha à Figura 12.3, ilustrando os três problemas enfrentados pelos cientistas. Esses diferentes tipos de incerteza se tornam, em certa medida, prevalentes no curso de uma previsão climática.

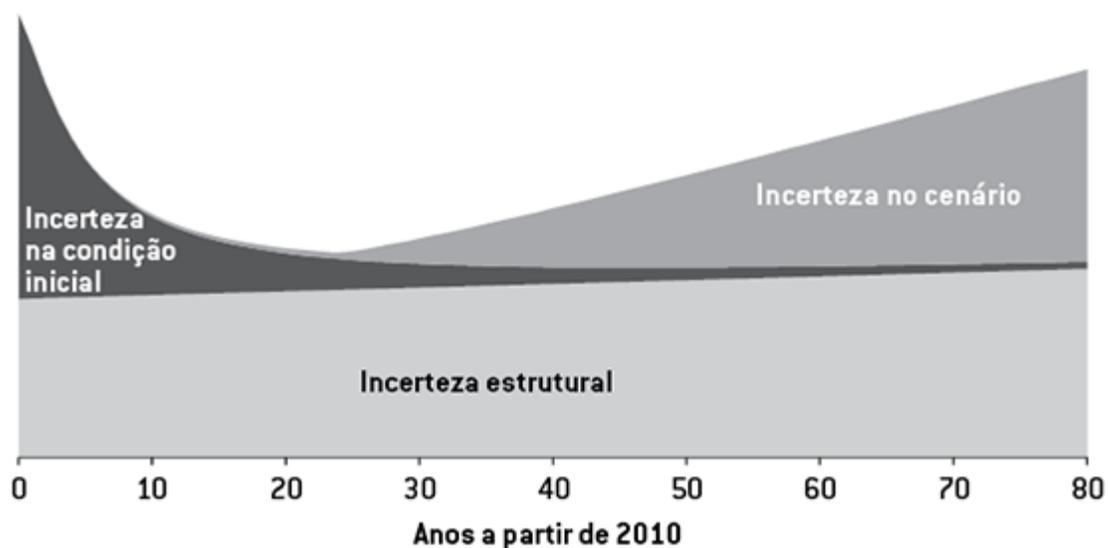
Primeiro, existe o que Schmidt chama de *incerteza na condição inicial*, ou fatores de curto prazo que impactam a maneira como vivenciamos o

clima e competem com o sinal do efeito estufa, fenômeno de longo prazo que pode ser obscurecido por todos os tipos de eventos de um dia para outro ou de um ano para outro.

A forma mais óbvia de incerteza na condição inicial é o estado climático; no que diz respeito a prever o clima, ele representa ruído, e não sinal. As atuais previsões do IPCC estimam que poderia haver uma elevação de dois graus Celsius na temperatura ao longo do próximo século, o que se traduz num aumento de apenas 0,2 grau Celsius por década ou 0,02 grau Celsius por ano. É difícil perceber esse sinal quando as temperaturas podem, sem dificuldade, variar em quinze graus Celsius do dia para a noite e, talvez, em trinta graus Celsius de uma estação para outra em latitudes temperadas.

De fato, poucos dias antes de meu encontro com Schmidt, em outubro de 2011, houve uma estranha tempestade de neve em Nova York e em outras regiões do nordeste dos Estados Unidos. A nevasca, que cobriu o Central Park com mais de três centímetros de neve, marcou um recorde para aquele mês na cidade⁵³ e foi mais intensa em Connecticut, Nova Jersey e Massachusetts, deixando milhões de habitantes às escuras.⁵⁴

FIGURA 12.3: REPRESENTAÇÃO DA INCERTEZA NAS PREVISÕES PARA O AQUECIMENTO GLOBAL

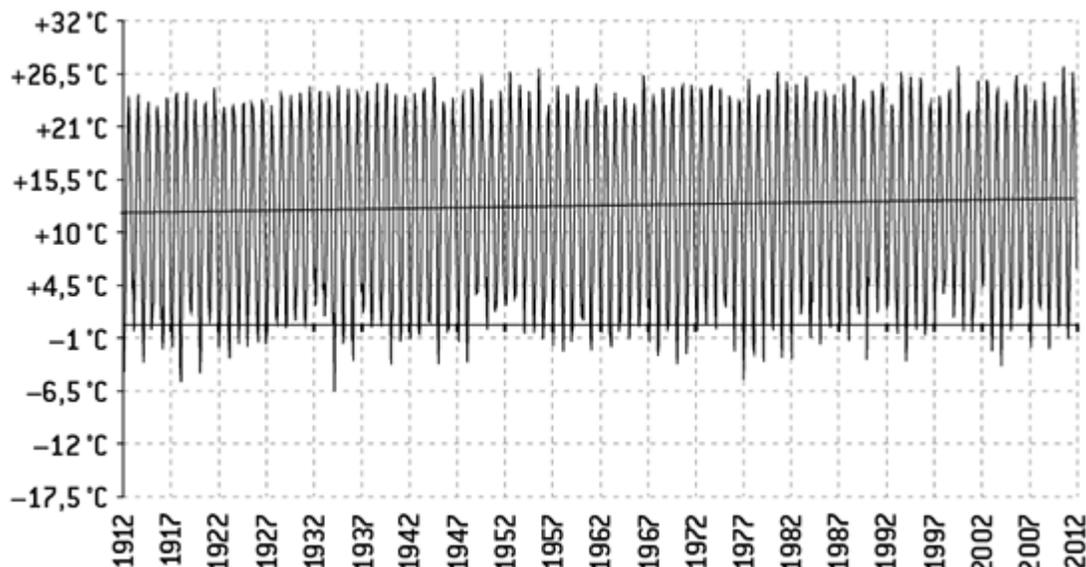


O Central Park tem um bom registro de temperaturas,⁵⁵ iniciado em 1869.⁵⁶ Na Figura 12.4, marquei as temperaturas médias mensais no parque entre 1912 a 2011. Você pode observar as diferentes estações; a temperatura flutua bastante (ainda que de forma previsível), variando um pouco mais em alguns anos do que em outros. Em comparação com o tempo, mal se nota um sinal climático. No entanto, ele existe: em média, as temperaturas aumentaram talvez dois graus Celsius ao longo desse período no Central Park.

Ocorrem também flutuações periódicas em períodos de um ano a uma década. Uma delas, que conhecemos como ciclo Osen (Oscilação Sul-El Niño), evolui em intervalos de cerca de três anos⁵⁷ e é instigada por mudanças de temperatura nas águas do Pacífico tropical. Nos anos em que o ciclo está a todo o vapor, faz mais calor em grande parte do hemisfério norte e é provável que ocorra uma redução da atividade de furacões no golfo do México.⁵⁸ Nos anos do ciclo La Niña, quando o Pacífico está mais frio, acontece o contrário. Fora isso, sabe-se pouco sobre o ciclo Osen.

O ciclo solar é outro processo de médio prazo. O Sol emite um pouco mais ou menos radiação ao longo de ciclos que duram, em média, onze anos. (Esse evento costuma ser medido por meio de manchas solares, cuja presença está relacionada a níveis mais elevados de atividade solar.) Entretanto, esses ciclos são irregulares: o ciclo solar 24, por exemplo, que deveria produzir atividade solar máxima (e, portanto, temperaturas mais elevadas) em 2012 ou 2013, atrasou um pouco.⁵⁹ Na verdade, o Sol pode se manter “adormecido” durante décadas; o chamado Mínimo de Maunder, período de cerca de setenta anos durante o final do século XVII e início do século XVIII, quando houve muito pouca atividade de manchas solares, pode ter provocado temperaturas mais frias na Europa e na América do Norte.⁶⁰

FIGURA 12.4: TEMPERATURAS MÉDIAS MENSAIS NO CENTRAL PARK ENTRE 1912 E 2011, EM °C



Por fim, ocorrem interrupções periódicas resultantes da atividade dos vulcões, que emitem enxofre — um gás de efeito antiestufa, que tende a resfriar o planeta. A erupção do monte Pinatubo, em 1991, reduziu em cerca de 0,2 grau Celsius a temperatura global por um período de dois anos, o equivalente a uma década de aquecimento provocado pelo efeito estufa.

Quanto maior o horizonte de tempo, menor a preocupação com esses três efeitos de médio prazo. Eles podem dominar o sinal emitido pelo efeito estufa ao longo de períodos de um ano a uma década, mas tendem a se neutralizar em intervalos mais longos.

Entretanto, aquilo que Schmidt chama de **incerteza no cenário** aumenta com o tempo e diz respeito ao nível de CO₂ e de outros gases de efeito estufa na atmosfera. Em intervalos de tempo mais próximos, a composição atmosférica é, de certa forma, previsível. O nível de atividade industrial é quase constante, mas o CO₂ circula com rapidez na atmosfera e continua nela durante um longo tempo. (Sua meia-vida química foi estimada em cerca de trinta anos.)⁶¹ Mesmo que os principais países

industrializados concordassem em diminuir substancial e imediatamente suas emissões de CO₂, seriam necessários anos para reduzir a taxa de crescimento desse gás na atmosfera e muito mais tempo para reverter a situação. “Nem eu nem você veremos um ano no qual as concentrações de dióxido de carbono terão diminuído”, disse Schmidt. “E tampouco seus filhos.”

Entretanto, o fato de que os modelos climáticos se baseiam em pressupostos específicos sobre a quantidade de CO₂ na atmosfera pode complicar de maneira significativa as previsões feitas para daqui a cinquenta ou cem anos e afetar aquelas a curto prazo, dependendo de como as decisões políticas e econômicas influenciarão as emissões de CO₂.

Por fim, existe uma **incerteza estrutural** nos modelos, que é o maior motivo de preocupação tanto para climatologistas quanto para seus críticos, e com razão, pois é mais difícil quantificá-la. Essa incerteza diz respeito à nossa capacidade de entender a dinâmica do sistema climático e até que ponto podemos representá-la de modo matemático. Se ela aumentar apenas um pouco ao longo do tempo, os erros num modelo de um sistema dinâmico como o clima podem se reforçar.

Juntos, disse-me Schmidt, esses três tipos de incerteza tendem a ser mínimos para um período de vinte a 25 anos à frente. É um intervalo curto o bastante para que conheçamos, com razoável certeza, a quantidade de CO₂ presente na atmosfera — mas longo o bastante para que os efeitos do ciclo Osen, dos vulcões e do ciclo solar se equilibrem.

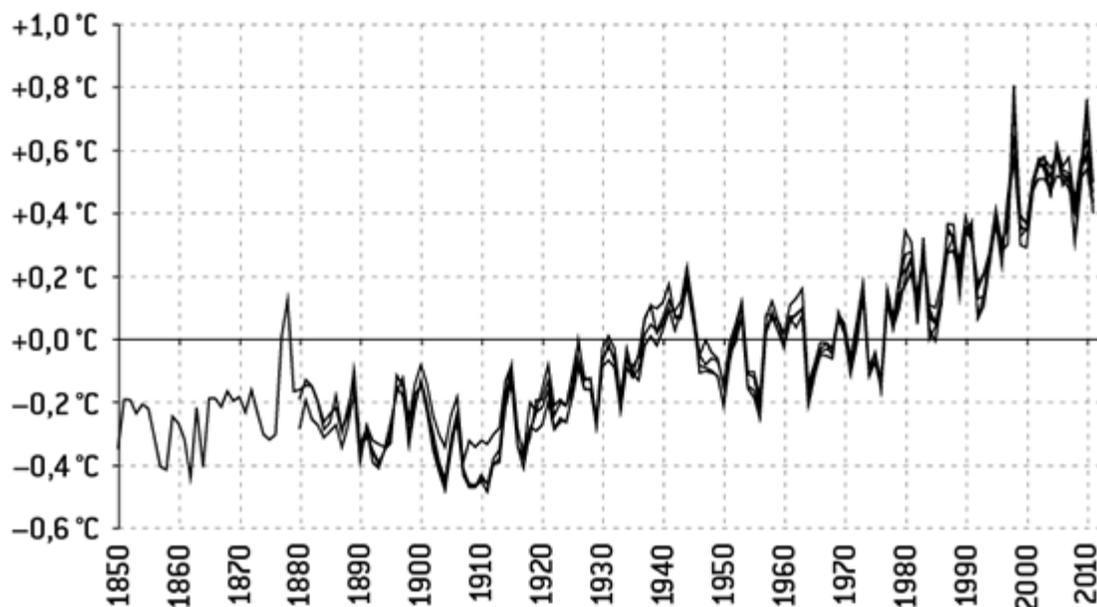
A propósito, o primeiro relatório do IPCC, publicado em 1990, enquadra-se nesse ponto ideal, assim como as previsões ideais feitas por James Hansen na década de 1980. Em outras palavras, está na hora de analisarmos a exatidão das previsões. Quão boas foram?

Uma observação sobre recordes de temperatura

Para medir a exatidão de um prognóstico, é preciso ter um parâmetro — e os climatologistas têm poucas escolhas nesse sentido. São quatro as principais organizações que desenvolvem estimativas para as temperaturas globais com base em leituras de termômetros em estações em terra e mar ao redor do planeta. Elas são a Nasa⁶² (que mantém o registro de temperatura GISS),⁶³ a Agência de Oceanos e Atmosfera dos Estados Unidos (NOAA, que gerencia o Serviço de Meteorologia dos Estados Unidos)⁶⁴ e serviços meteorológicos do Reino Unido⁶⁵ e do Japão.⁶⁶

Há menos tempo, surgiram as observações por satélite, sendo mais usados os registros da Universidade de Alabama, em Huntsville, e da empresa privada Remote Sensing Systems.⁶⁷ Os satélites utilizados para esses registros não medem a temperatura, mas a inferem medindo a radiação de micro-ondas. Contudo, as estimativas feitas por satélites na atmosfera inferior⁶⁸ proporcionam uma boa medida das temperaturas na superfície do planeta.⁶⁹

FIGURA 12.5: ANOMALIA NA TEMPERATURA GLOBAL EM RELAÇÃO AOS NÍVEIS DE REFERÊNCIA DE 1951-1980: SEIS RECORDES



Os registros de temperatura também diferem em tempo de atividade; os registros mais antigos são observações feitas pelo Met Office, do Reino Unido, que remontam a 1850; os registros de satélite são os mais recentes, iniciados em 1979. E são medidos em relação a diferentes parâmetros: os registros da Nasa/GISS baseiam-se nas temperaturas médias entre 1951 e 1980, por exemplo, enquanto a NOAA faz medições que consideram a temperatura ao longo do século XX. Mas é fácil corrigi-los,⁷⁰ e o objetivo de cada sistema é medir o quanto as temperaturas estão variando, e não as temperaturas absolutas.

Volto a afirmar que a diferença entre os vários registros é modesta⁷¹ (ver Figura 12.5). Todos os seis mostram que 1998 e 2010 estiveram entre os três anos mais quentes já registrados e que existe uma nítida tendência ao aquecimento no longo prazo, especialmente desde a década de 1950, quando as concentrações atmosféricas de CO₂ começaram a aumentar em ritmo mais acelerado. Para fins de avaliação das previsões climáticas, usei uma média dos seis registros de temperatura.

As previsões de James Hansen

Um artigo publicado por Hansen e outros seis cientistas no prestigioso periódico *Science*, em 1981, foi uma das primeiras abordagens sobre a previsão do aumento da temperatura.⁷² Essas previsões, com base em estimativas estatísticas simples dos efeitos do CO₂ e de outros gases atmosféricos, e não num sofisticado modelo de simulação, saíram-se muito bem. Na verdade, subestimaram sutilmente o nível de aquecimento global observado ao longo de 2011.⁷³

Hansen ficou mais conhecido, contudo, quando apresentou suas pesquisas ao Congresso americano, em 1988, e por um artigo relacionado, publicado no *Journal of Geophysical Research*, em 1988.⁷⁴ Esse conjunto de previsões baseava-se, de fato, num modelo tridimensional da atmosfera.

Hansen disse ao Congresso que o estado de Washington teria, com cada vez mais frequência, “verões quentes”. No artigo, definiu como “verão quente” aquele no qual as temperaturas médias ficariam no terço superior dos índices registrados nos verões mais quentes entre 1950 e 1980. Disse também que, até a década de 1990, Washington poderia esperar essas temperaturas altas em 50% ou 70% do tempo, quase o dobro de seu parâmetro de referência, que era de 33%.

Na verdade, a previsão de Hansen demonstrou-se muito presciente para Washington. Na década de 1990, seis verões⁷⁵ foram qualificados como quentes (ver Figura 12.6), sendo bastante fiéis à sua previsão. O mesmo quadro persistiu na década de 2000, e em 2012 Washington viveu uma onda de calor recorde.

FIGURA 12.6: VERÕES QUENTES

VALOR DE REFERÊNCIA: 33%

PREVISÃO DE HANSEN (EM 1988): 55% A 70% DO TEMPO NA DÉCADA DE 1990

Cidade	Limite	1990-1999	2000-2001	1990-2011
<i>Washington, DC</i>	30,1 °C	60%	58%	59%
<i>Omaha, NE</i>	30,1 °C	10%	42%	27%
<i>Nova York</i>	27,4 °C	80%	75%	77%
<i>Memphis</i>	31,8 °C	50%	67%	59%
Média		50%	61%	56%

No artigo, Hansen também fez previsões para outras três cidades: Omaha, Memphis e Nova York. Os resultados foram ainda mais mistos e ilustram a variabilidade regional do clima. Apenas um verão em Omaha, em toda a década de 1990, qualificou-se como “quente” pelos padrões de Hansen, bem abaixo da taxa média histórica de 33%. Contudo, oito verões

em Nova York foram qualificados assim segundo observações realizadas no aeroporto LaGuardia.

De modo geral, as previsões para as quatro cidades foram boas, porém mais próximas da extremidade inferior da faixa de Hansen. É mais difícil avaliar suas previsões para a temperatura global, pois articulam uma variedade de cenários que partem de diferentes pressupostos, mas também foram um pouco altas.⁷⁶ Mesmo o cenário mais conservador superestimou o aquecimento vivenciado ao longo de 2011.

As previsões do IPCC lançadas em 1990

Como primeiro esforço para previsões de consenso internacional, o trabalho do IPCC recebeu uma quantidade de atenção alta. Tais previsões eram menos específicas do que aquelas feitas por Hansen, mas, quando entraram em detalhes, tenderam a acertar mais. Por exemplo, previram que a superfície da Terra se aqueceria mais rápido do que a água, especialmente no inverno, e que haveria um aumento substancial na temperatura do Ártico e em outras latitudes setentrionais. As duas previsões revelaram-se corretas.

A principal previsão, porém, foi sobre a elevação da temperatura global, aspecto em que o IPCC deixou bastante a desejar.

Ao contrário de Hansen, o IPCC trabalhou com uma série de resultados possíveis. No extremo superior da faixa, sugeriu um aumento catastrófico da temperatura, de cinco graus Celsius, ao longo dos próximos cem anos. No extremo inferior, um aumento mais modesto, de dois graus Celsius por século; um aumento de três graus Celsius representava o caso mais provável.⁷⁷

Na realidade, a atual elevação da temperatura segue um ritmo mais lento desde a publicação do relatório (ver Figura 12.7). As temperaturas aumentaram em média 0,015 grau Celsius anuais desde a época em que os dados foram divulgados até 2011 ou a uma taxa de 1,4 grau Celsius por

século. É mais ou menos a metade do cenário mais provável segundo o IPCC, que sugeria um aquecimento de três graus Celsius por século, e um pouco menor do que a extremidade inferior da faixa. A previsão de 1990 também superestimou a elevação dos níveis do mar.⁷⁸

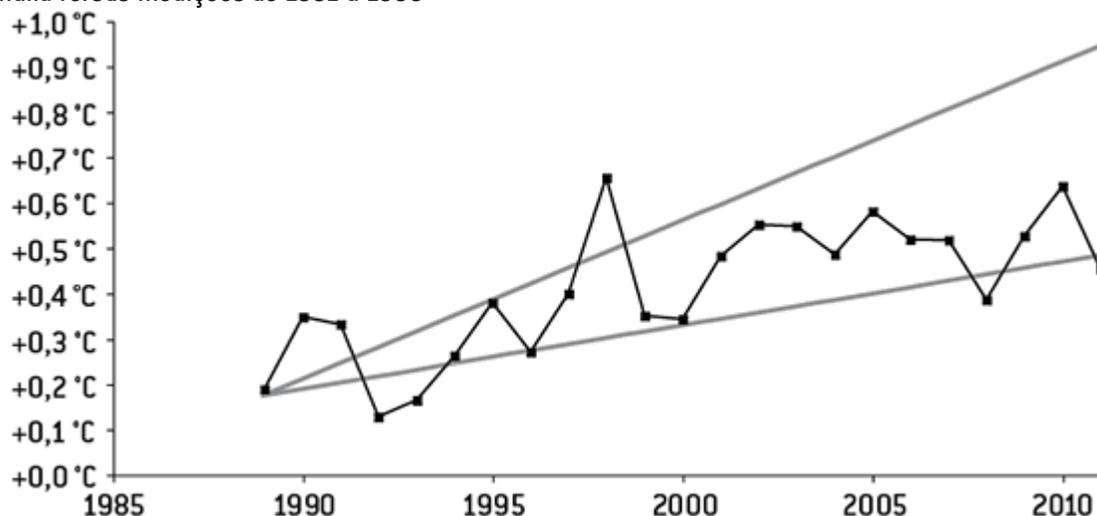
Trata-se de um golpe para as previsões do IPCC, embora devamos considerar uma importante qualificação.

As previsões do IPCC foram elaboradas num cenário em que a atividade industrial manteria sua tendência e em que se pressupunha um fracasso total das tentativas de mitigar as emissões de carbono.⁷⁹ Esse ambiente implicava que a quantidade de CO₂ atmosférico aumentaria para cerca de quatrocentas ppm até 2010.⁸⁰ De fato, empreenderam-se alguns esforços limitados para reduzir as emissões de carbono, em especial na União Europeia,⁸¹ e a projeção tornou-se, de alguma forma, pessimista demais; os níveis de CO₂ haviam se elevado para cerca de 390 ppm em 2010.⁸² Em outras palavras, o erro refletia, em parte, a incerteza presente no cenário — que diz mais respeito a questões políticas e econômicas do que científicas — e os pressupostos pessimistas do IPCC sobre os esforços para a mitigação das emissões de carbono.^C

Entretanto, o IPCC reconheceu, mais tarde, que suas previsões haviam sido agressivas demais. Quando sua próxima previsão foi divulgada, em 1995, a faixa associada ao cenário no qual as tendências do momento seriam mantidas estava revisada para baixo: o aquecimento caíra a uma taxa de cerca de 1,8 grau Celsius por ano.⁸³ Essa versão das previsões saiu-se bem em relação à tendência real da temperatura.⁸⁴ Entretanto, trata-se de uma mudança um pouco dramática. É certo corrigir uma previsão quando acreditamos que podemos estar errados, em vez de persistirmos numa mortal luta quixotesca para defendê-la. Porém, nesse caso, há evidências das incertezas inerentes à previsão do clima.

FIGURA 12.7: TEMPERATURAS GLOBAIS ANUAIS ENTRE 1990 E 2011 VERSUS PREVISÕES DO IPCC EM 1990

Anomalia versus medições de 1951 a 1980



A pontuação que se atribui a essas tentativas iniciais de previsão poderia depender, de modo geral, da parte da curva sob avaliação. O erro da previsão feita em 1990 pelo IPCC pode ser explicado, em parte, pela incerteza no cenário. Porém, essa defesa seria mais convincente se eles não tivessem modificado sua opinião apenas cinco anos depois. Por outro lado, as previsões realizadas em 1995 acertaram, e as poucas previsões específicas que não a elevação da temperatura global (como a redução do gelo no Ártico)⁸⁵ saíram-se bastante bem. Para quem tem os previsores em alta conta, o IPCC poderia merecer uma nota baixa, mas não baixa demais. No entanto, para quem entende que a história da previsão está repleta de fracassos, a tentativa parece mais aceitável.

A incerteza nas previsões não precisa ser uma razão para não agir — o economista William Nordhaus, de Yale, argumentou que são as incertezas nas previsões climáticas que levam à ação,⁸⁶ uma vez que um cenário de alto aquecimento poderia ser bastante ruim. Enquanto isso, o governo dos Estados Unidos investe centenas de bilhões de dólares em programas de estímulo à economia ou inicia guerras no Oriente Médio com base em previsões muito mais especulativas do que é pertinente na climatologia.⁸⁷

As lições do “resfriamento global”

Ainda assim, os cientistas colocam sua credibilidade em jogo sempre que fazem uma previsão climática. E, ao contrário de outros campos nos quais previsões ruins são logo esquecidas, os erros relacionados ao clima são lembrados durante décadas.

Uma alegação comum entre os críticos é que já houve previsões para um resfriamento global e uma possível nova era do gelo. De fato, alguns artigos publicados na década de 1970 projetavam uma tendência de resfriamento. Tais textos baseavam-se numa teoria de que a tendência de resfriamento produzida pelas emissões de enxofre contrabalançaria o possível aquecimento produzido pelas emissões de carbono.

Essas previsões foram refutadas pela maior parte da literatura científica.⁸⁸ No entanto, a mídia não fez o mesmo. Uma matéria publicada numa edição da revista *Newsweek* em 1975 postulou que os rios Tâmis e Hudson poderiam congelar, afirmando que ocorreria um “declínio drástico” na produção de alimentos⁸⁹ — conclusões tiradas pelo autor da matéria, não pelos cientistas por ele entrevistados.

Se a mídia pode estabelecer falsas equivalências entre “céticos” e “crentes” no debate sobre a ciência climática, também pode, por vezes, escolher as alegações mais bizarras, mesmo quando foram repudiadas pela comunidade científica.

“A questão é que muitas pessoas falam como se tivessem visto os dados. Garanto que ninguém viu qualquer dado”, disse Schmidt depois da tempestade de neve que afetou Nova York em outubro de 2011, relatada em diversos veículos como uma prova contra, ou a favor, do aquecimento global.

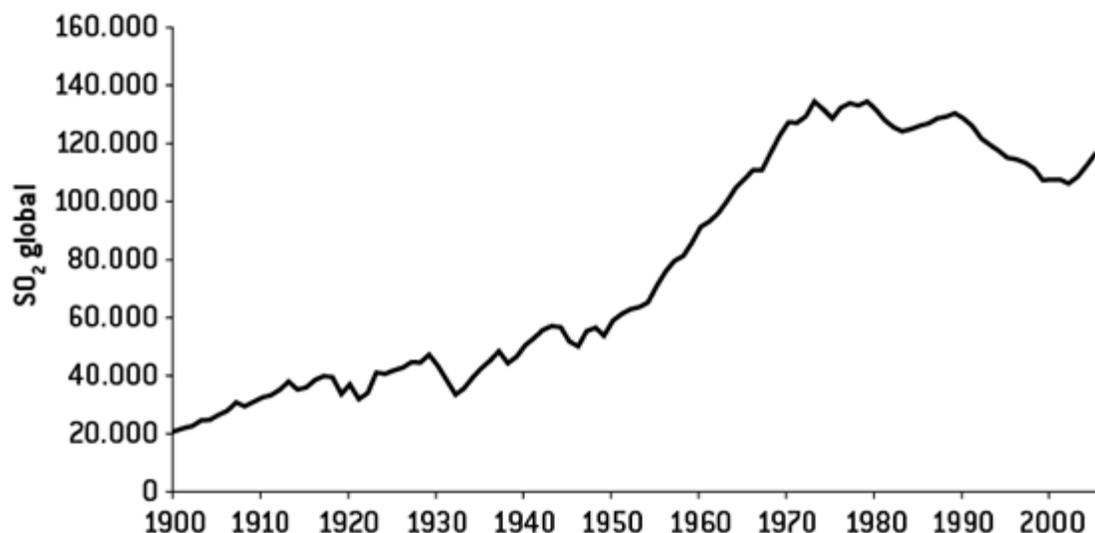
Schmidt recebeu inúmeras ligações de repórteres que queriam entender a relação entre a nevasca em Nova York e o aquecimento global. Ele respondeu que não sabia ao certo; os modelos não se aprofundavam nesse tipo de detalhe. Alguns colegas, porém, foram menos cautelosos, e, quanto

mais dramáticas eram suas alegações, maior era a probabilidade de aparecerem nos jornais.

A questão das emissões de enxofre, base para as previsões de resfriamento global na década de 1970, pode ajudar a explicar por que a previsão de 1990 errou e por que o painel reduziu acintosamente, em 1995, sua faixa de previsões para a temperatura. A erupção do monte Pinatubo, em 1991, lançou enxofre na atmosfera, cujos efeitos foram coerentes com o que diziam os modelos climáticos.⁹⁰ Entretanto, enfatizou-se que as interações entre diferentes gases de efeito estufa podem impor enormes desafios à modelagem e introduzir erros no sistema.

Emissões de enxofre relacionadas à ação do homem chegaram ao seu pico no início da década de 1970⁹¹ (ver Figura 12.8), antes que políticas como o Clean Air Act [Lei Antipoluição], promulgado pelo presidente Nixon em 1970 para combater a chuva ácida e a poluição atmosférica, fossem responsáveis, ao menos em parte, por diminuí-las. Parte da tendência de aquecimento durante as décadas de 1980 e 1990 refletiu essa queda, uma vez que as emissões de SO_2 combatem o efeito estufa.

FIGURA 12.8: EMISSÕES DE ENXOFRE ANUAIS GLOBAIS ENTRE 1900 E 2005



Entretanto, as emissões de enxofre voltaram a aumentar desde 2000, em grande parte como resultado da crescente atividade industrial na China,⁹² que possui escassa regulamentação ambiental e inúmeras usinas de energia movidas a carvão. Embora a contribuição negativa das emissões de enxofre não seja tão forte quanto a contribuição positiva do carbono — ou essas teorias de resfriamento global poderiam ter se comprovado! —, esse fator pode ter funcionado como uma espécie de freio para o aquecimento.

Uma simples previsão do tempo

Bem, suponhamos que você tenha bons motivos para ser cético em relação a uma previsão — por exemplo, porque alega ter resultados precisos ao estudar um processo tão complexo quanto o clima ou porque seriam necessários anos para verificar sua exatidão.

Às vezes, previsores inexperientes cometem o erro de presumir que podem ignorar alguma coisa cuja modelagem é difícil. Os bons previsores sempre têm um plano B — um caso de referência ao qual podem recorrer quando têm bons motivos para acreditar que há falhas em seu modelo. (Numa eleição presidencial, o plano B pode ser a previsão de vitória do favorito — o que será um pouco melhor do que escolher um candidato qualquer.)

Qual é o ponto de referência no caso do clima? Se as previsões de aquecimento global são criticadas por sua complexidade irrealista, a alternativa seria uma previsão fundamentada em fortes pressupostos teóricos, mas menos sofisticada.

Suponhamos, por exemplo, que você tentou fazer uma previsão do clima baseada num modelo estatístico bastante simples, que analisou apenas os níveis de CO₂ e as temperaturas e formulou uma previsão a partir dessas variáveis, ignorando o índice de enxofre, ciclo Osen, manchas solares e tudo o mais. Tal modelo não exigiu um supercomputador; o resultado

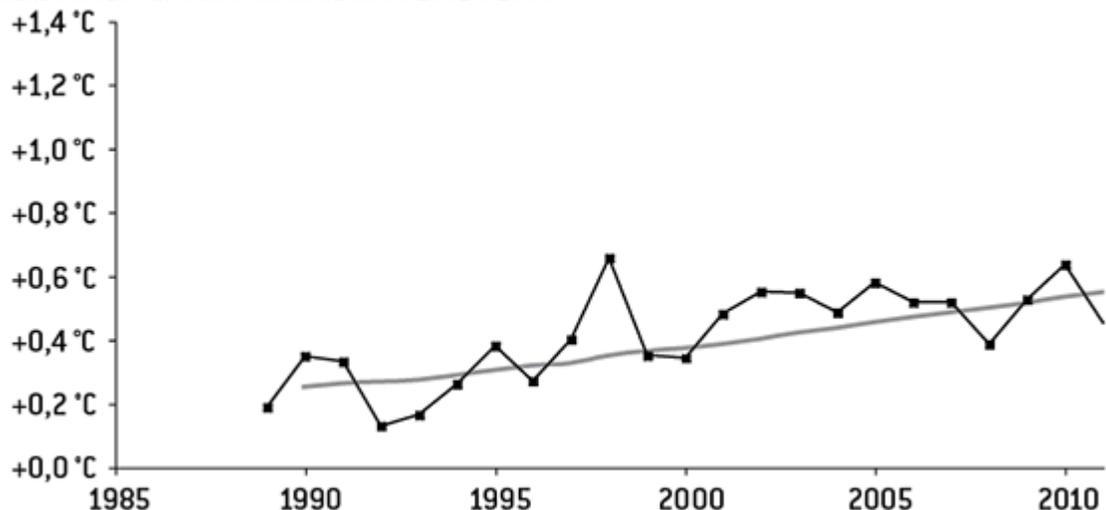
pôde ser calculado em alguns microssegundos num laptop. Qual foi o grau de exatidão dessa previsão?

Na verdade, ela pode ser bastante precisa — até bem melhor do que a previsão do IPCC. Se você inseriu o registro de temperaturas entre 1850 e 1989 numa simples equação de regressão linear, junto com o nível de CO₂ medido nos núcleos de gelo da Antártida⁹³ e no observatório Mauna Loa, no Havaí, o modelo previu um aumento da temperatura global a uma taxa de 1,5 grau Celsius por século desde 1990 até hoje, em concordância com o número real (ver Figura 12.8).

Outra técnica, apenas um pouco mais complicada, envolveria usar estimativas sobre a relação geral entre CO₂ e temperaturas, disponíveis na época. A moeda comum em qualquer previsão de aquecimento global é um valor que representa o efeito da duplicação dos níveis de CO₂ na atmosfera sobre a temperatura. Há muito existe um consenso com relação a esse valor.⁹⁴ De previsões feitas pelo engenheiro britânico G. S. Callendar, em 1938,⁹⁵ que se baseavam em equações químicas simples, às geradas pelos supercomputadores atuais, as estimativas giram em torno⁹⁶ de um e três graus Celsius de aquecimento em decorrência da duplicação da emissão de CO₂.

FIGURA 12.9: TEMPERATURAS GLOBAIS REAIS: 1990 A 2011 VERSUS PREVISÃO FEITA POR UMA EQUAÇÃO DE REGRESSÃO LINEAR

Anomalia versus valor de referência entre 1951 e 1980



Considerando a atual taxa de aumento no CO₂ atmosférico, essa simples conversão implicaria uma elevação da temperatura a uma taxa entre 1,1 e 1,7 grau Celsius por século desde 1990 aos dias de hoje. O ritmo real de aquecimento — de 0,015 grau Celsius por ano ou 1,5 grau Celsius por século — encaixa-se, sem problemas, dentro desse intervalo.

As previsões de James Hansen feitas em 1981 e baseadas numa abordagem muito semelhante saíram-se um pouco melhor ao estipular temperaturas atuais do que suas sugestões de 1988, que se baseavam em modelos simulados do clima.

As críticas de Armstrong e de Green sobre a complexidade do modelo, portanto, parecem bastante adequadas aqui, mas o sucesso dos métodos de previsão mais básicos sugere que elas podem ter vencido a batalha, não a guerra. Ele faz boas perguntas sobre a complexidade do modelo e considera que o fato de as versões simples se saírem bem na previsão do clima é um indício a favor da sua defesa. Entretanto, como os métodos menos sofisticados previram com precisão um aumento de temperatura alinhado à elevação nos níveis de CO₂, são também indícios a favor da hipótese do efeito estufa.

A previsão de Armstrong relativa à mudança zero, por outro lado, deixou sem resposta algumas perguntas científicas básicas e usou como referência

temperaturas de 2007, ano que não foi tão quente, mas que teve temperaturas mais altas do que todos os anos do século XX, exceto um. Existe uma hipótese plausível que explique por que 2007 foi mais quente do que 1987, 1947 ou 1907 — além das grandes mudanças na composição atmosférica? Uma das contribuições mais tangíveis dos modelos climáticos é o fato de considerarem impossível representar o clima *atual*, a não ser que partam de uma concentração atmosférica mais elevada de CO₂ e de outros gases causadores do efeito estufa.⁹⁷

Armstrong disse-me que fez a previsão de mudança zero porque não acreditava haver bons antecedentes bayesianos para qualquer pressuposto alternativo; a previsão, segundo ele, tem sido um bom plano B em outras áreas que estuda. O argumento seria mais persuasivo se ele aplicasse à previsão do clima o rigor que aplicou a outras áreas. No entanto, Armstrong disse a um conselho formado por parlamentares, em 2011, que,⁹⁸ “na realidade, tento não aprender muito sobre mudança climática. Sou o cara da previsão”.

Este livro aconselha cautela diante de profissionais de previsão que afirmam que a ciência não é muito importante para seu trabalho ou diante de cientistas que afirmam que a previsão não é muito importante para seu trabalho! As atividades estão relacionadas de modo íntimo e essencial. São como cozinheiros que afirmam não se importarem com a comida. O que distingue a ciência, e o que torna uma previsão científica, é a preocupação com o mundo objetivo. As previsões falham quando nossa preocupação estende-se apenas ao método, à máxima ou ao modelo.

Uma verdade inconveniente sobre os registros de temperatura

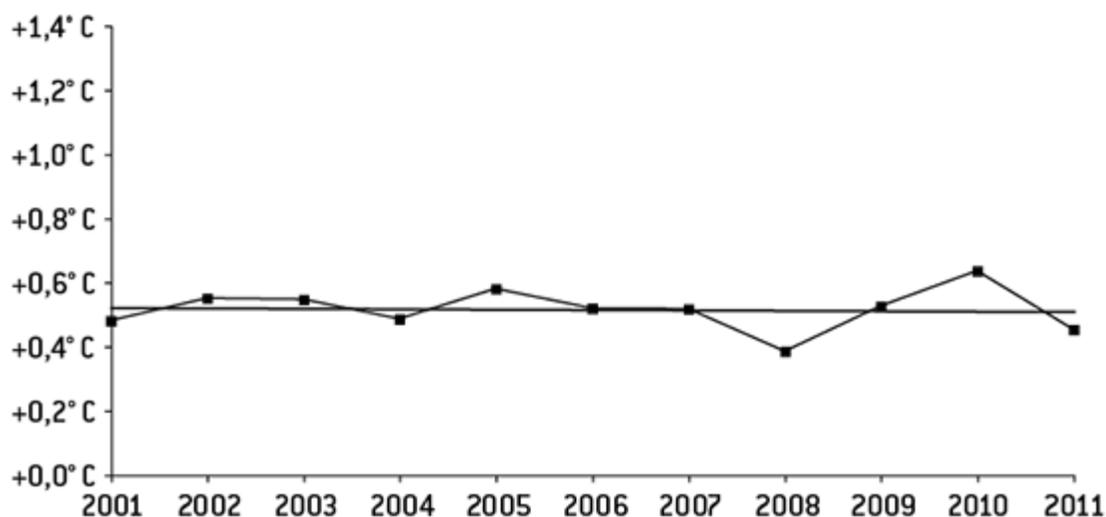
Porém, se a crítica feita por Armstrong é tão infundada, o que podemos dizer sobre a aposta feita com Al Gore? A previsão não errou; ao contrário, acertou em grande parte. Como Armstrong fez a aposta em 2007, as temperaturas variaram bastante de mês para mês, mas não se detectou um

padrão consistente; 2011, por exemplo, foi um ano um pouco mais fresco do que 2007.

E essas afirmações são verdadeiras há mais de quatro anos: um fato inconveniente é que as temperaturas globais não aumentaram na década entre 2001 e 2011 (ver Figura 12.10). Na verdade, até diminuíram, embora não possamos perceber.⁹⁹

Às vezes, esse tipo de enquadramento pode ser feito com má-fé. Por exemplo, se definirmos como ponto de partida o ano de 1998, que teve temperaturas recordes associadas ao ciclo Osen, será mais fácil identificar uma “tendência” ao resfriamento. Por outro lado, é muito provável que a “tendência” para a década entre 2008 e 2018, uma vez calculada, favoreça o aquecimento, pois 2008 foi um ano mais frio. Estatísticas como essas se assemelham à situação na qual o placar do estádio menciona, otimista, que o *shortstop* acertou oito em dezenove bolas contra arremessadores canhotos — ignorando que seu índice de rebatimento para a temporada seja de apenas 19%.¹⁰⁰

FIGURA 12.10: TEMPERATURAS GLOBAIS ENTRE 2001 E 2011
ANOMALIA VERSUS REFERÊNCIA ENTRE 1951 E 1980

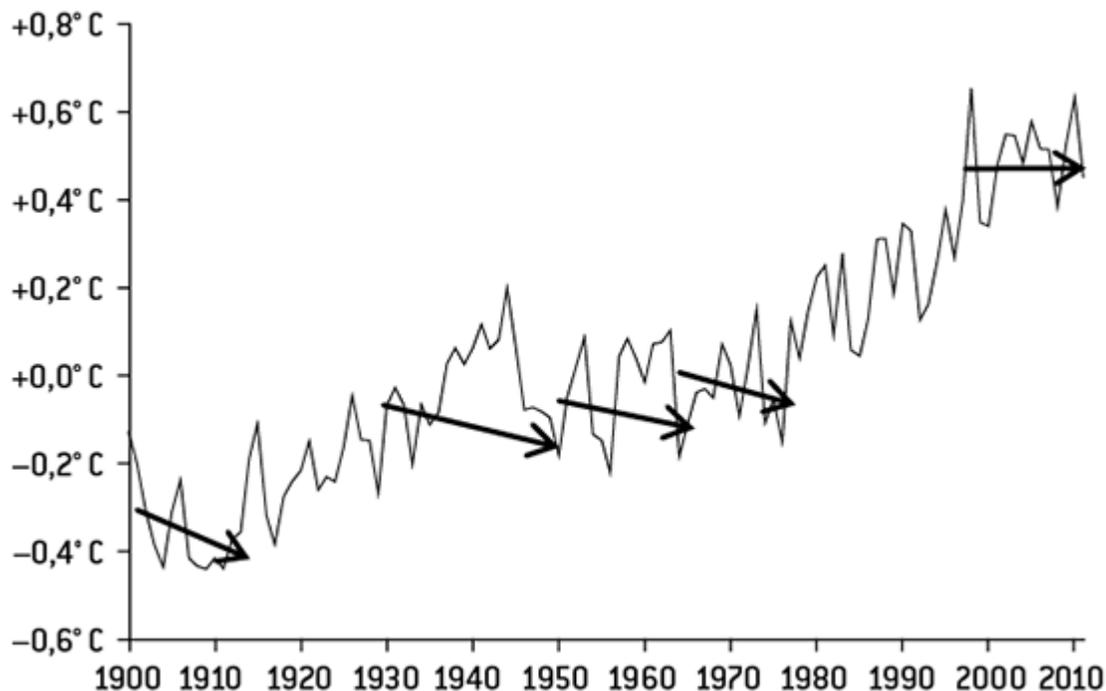


No entanto, o aquecimento global não ocorre em ritmo uniforme. Ao contrário, a elevação da temperatura caracteriza-se por um nítido aumento de curto prazo pontuado por períodos de tendências oblíquas ou negativas. Além da década entre 2001 e 2011, por exemplo, houve poucos sinais de aquecimento entre 1894 e 1913 ou 1937 e 1956 ou 1966 e 1977 (ver Figura 12.11), embora as concentrações de CO₂ estivessem aumentando. O problema assemelha-se à questão enfrentada por analistas financeiros, pois no longo prazo o mercado tende à alta, mas isso nada nos diz sobre seu comportamento no próximo dia, semana ou ano.

Poderíamos explicar parte das recentes tendências oblíquas recorrendo à ciência; o aumento das emissões de enxofre na China pode ter um papel mais importante, por exemplo. E poderíamos argumentar que, mesmo que não tenham aumentado entre 2001 e 2011, as temperaturas continuaram muito mais altas do que em qualquer década anterior.

Entretanto, este livro encoraja os leitores a analisarem com cautela o sinal e os ruídos e a favorecerem previsões que se expressem em termos percentuais ou probabilísticos, que são uma representação mais honesta dos limites de nossas habilidades. Uma previsão expressa com muita confiança diante de um problema complexo pode ser um sinal de que o responsável por ela não refletiu com cuidado sobre o problema, que sobreajustou seu modelo estatístico ou que está mais interessado em fama do que em chegar à verdade.

FIGURA 12.11: TEMPERATURAS GLOBAIS ENTRE 1900 E 2011, COM TENDÊNCIAS DE ESTABILIDADE E DECRESCENTES EM DESTAQUE



Armstrong e Schmidt não estavam dispostos a resguardar suas previsões sobre a tendência da temperatura. “Fizemos algumas simulações para o período entre 1850 e 2007”, disse Armstrong. “Quando examinamos cem anos à frente, ficou quase certo que eu ganharia a aposta.”¹⁰¹ Enquanto isso, Schmidt estava disposto a oferecer chances atraentes a qualquer um que apostasse contra sua posição de que as temperaturas continuariam subindo. “Eu poderia, com facilidade, dar a você as chances de a próxima década ser mais quente do que a atual”, disse-me ele. “Se você quer a probabilidade de cem para um, eu banco essa para você.”

Os métodos de previsão estatística que apresentei podem ser usados para resolver a controvérsia e sugerem que nem Armstrong nem Schmidt acertaram. Se medirmos a tendência da temperatura em cada década, veremos uma tendência ao aquecimento em 75% do tempo desde 1990 e uma tendência ao resfriamento nas ocasiões restantes. À medida que cresce a taxa de CO₂ atmosférico, criando um sinal mais forte de um efeito estufa,

períodos de temperaturas estáveis ou mais baixas se tornarão menos frequentes. No entanto, elas não são impossíveis, tampouco há chances de cem para um contra sua ocorrência. Ao contrário, de acordo com esse método e partindo do pressuposto de que os níveis de CO₂ vão aumentar no atual ritmo, de cerca de duas ppm por ano, a chance de não haver aquecimento ao longo de determinada década seria de cerca de 15%.^{[102](#)}

Mais uma razão pela qual é essencial estimar a incerteza

A incerteza constitui uma parte essencial e inegociável de todas as previsões. Como vimos, uma expressão honesta e precisa dela é o que pode, às vezes, salvar bens e vidas. Em outros casos, como na negociação de ações ou ao apostar num time da NBA, talvez você consiga se apoiar em sua capacidade de prever a incerteza.

Entretanto, há mais uma razão para quantificar, de forma cuidadosa e explícita, a incerteza: isso é essencial para o progresso científico, em especial segundo o teorema de Bayes.

Suponhamos que você tenha começado o ano de 2001 com uma forte crença na hipótese de que as emissões de carbono pelas indústrias continuariam a causar uma elevação da temperatura. (Na minha opinião, tal crença teria sido apropriada, devido ao nosso forte entendimento das causas do efeito estufa e dos indícios empíricos a seu favor.) Digamos que você tenha atribuído uma chance de 95% à hipótese do aquecimento global ser verdadeira.

Então, você observa novos indícios: ao longo da próxima década, de 2001 a 2011, as temperaturas globais não se elevam. Na verdade, chegam a cair, ainda que pouco. Pelo teorema de Bayes, você deveria revisar para menos a estimativa da probabilidade de aquecimento global: a questão é saber em quanto.

Se você tivesse chegado a uma estimativa adequada da incerteza presente nos padrões de temperatura no curto prazo, a revisão seria

bastante acentuada. Como descobrimos, há uma chance de 15% de não haver aquecimento ao longo de uma década, mesmo que essa hipótese seja verdadeira, por causa da variabilidade climática. Por outro lado, se as mudanças de temperaturas forem aleatórias e imprevisíveis, haverá 50% de chance de uma década com queda da temperatura, uma vez que as variações para cima ou para baixo são igualmente prováveis. Segundo o teorema de Bayes (ver Figura 12.12), uma década de aquecimento zero faria você revisar para baixo, de 95% para 85%, sua estimativa da probabilidade de aquecimento global.

FIGURA 12.12: TEOREMA DE BAYES: EXEMPLO DO AQUECIMENTO GLOBAL

PROBABILIDADE ANTERIOR		
Estimativa inicial da probabilidade de elevação das temperaturas globais	x	95%
OCORRE UM NOVO EVENTO: AQUECIMENTO ZERO EM DEZ ANOS		
Probabilidade de aquecimento zero se a hipótese do aquecimento global for verdadeira	y	15%
Probabilidade de aquecimento zero em dez anos se a hipótese do aquecimento global for falsa	z	50%
PROBABILIDADE POSTERIOR		
Estimativa revisada de probabilidade de que esteja ocorrendo o aquecimento global, considerando-se o aumento zero na temperatura em dez anos	$\frac{xy}{xy + z(1 - x)}$	85%

Por outro lado, se você afirmasse existir apenas 1% de chance de as temperaturas não se elevarem ao longo da década, sua teoria estaria em situação muito pior, porque você alegou que esse era um teste mais definitivo. De acordo com o teorema de Bayes, a probabilidade que você atribuiria à hipótese do aquecimento global cairia para apenas 28%.

O mais poderoso indício contra nossa hipótese é levarmos adiante alegações confiantes que não se concretizam. Quando isso acontece, não podemos culpar ninguém por perder a fé em nossas previsões; as pessoas estão seguindo a lógica bayesiana.

Sendo assim, que motivações temos para fazer alegações mais confiantes, especialmente quando, na verdade, elas não têm o respaldo dos indícios estatísticos? As pessoas têm todos os tipos de razões para fazer isso. No debate sobre o clima, talvez seja porque essas alegações mais confiantes podem parecer mais persuasivas — e podem ser, se estiverem corretas. Atribuir todas as anomalias do tempo — que não as temperaturas mais elevadas que dão nome aos fenômenos do aquecimento — às mudanças climáticas causadas pela ação do homem é um jogo arriscado, mais enraizado na política do que na ciência. Existe pouco consenso em relação às maneiras como a mudança climática pode se manifestar, além do aumento da temperatura e a provável elevação dos níveis do mar. É óbvio que a afirmação de que qualquer nevasca é uma prova contra a teoria é igualmente ridícula.

“Estamos numa briga de rua com esse pessoal”

O dilema fundamental enfrentado pelos climatologistas é o aquecimento global ser um problema de longo prazo que pode exigir uma solução de curto prazo. Como o dióxido de carbono permanece na atmosfera por muito tempo, as decisões que tomamos a seu respeito afetarão a vida das futuras gerações.

Num mundo racional e benevolente, essa questão talvez não fosse tão preocupante. Porém, nossas instituições políticas e culturais não estão tão bem preparadas para lidar com esses problemas — não quando o Congresso dos Estados Unidos enfrenta uma reeleição a cada dois anos e quando as empresas estão sob pressão para alcançar suas metas financeiras trimestrais. Os cientistas reagiram a esse desafio de inúmeras maneiras;

alguns se envolveram mais no debate público, outros mantiveram distância.

Michael Mann, diretor do Centro de Geociência, na Universidade Estadual da Pensilvânia, esteve no centro de uma controvérsia. O acontecimento conhecido por “Climategate” foi a invasão, por hackers, de um servidor da Unidade de Pesquisa Climática (CRU) na Universidade de East Anglia,¹⁰³ que produz o registro de temperaturas usado pelo britânico Met Office. Os céticos alegaram que Mann e outros cientistas haviam conspirado para manipular o registro de temperatura da CRU.

Os cientistas foram inocentados da acusação por um painel de colegas,¹⁰⁴ e o registro de temperatura da CRU é bastante condizente com os outros,¹⁰⁵ ambos fatos pertinentes, mas Mann e outros cientistas que tiveram seus e-mails invadidos demonstraram nítida preocupação sobre como a ciência seria percebida. Mann tem grande prazer em falar sobre o assunto. Encontrei-me com ele durante uma tarde fria de outono, na Universidade da Pensilvânia, ocasião em que conversamos por quase duas horas.

Mann é muito criterioso em relação à ciência por trás do aquecimento global. Como a maior parte dos climatologistas, tem poucas dúvidas a respeito da teoria por trás dos mecanismos que causam a mudança climática, mas tem uma visão cética a respeito das previsões geradas por modelos climáticos.

“Qualquer avaliação honesta do universo da ciência vai reconhecer que entendemos algumas coisas muito bem e outras mais ou menos”, disse-me ele. “Mas existem coisas incertas e coisas sobre as quais não temos a menor ideia.”

“Para mim, uma das infelizes consequências dessa conversa pública de má-fé é desperdiçarmos nosso tempo discutindo uma proposição aceita dentro da comunidade científica quando poderíamos ter uma discussão de boa-fé sobre as incertezas.”

Porém, Mann, que escreve no blog RealClimate.org, ao lado de Schmidt, viu-se envolvido numa guerra de trincheiras contra grupos como o Instituto Heartland. “Estamos numa ‘briga de rua’ com esse pessoal”, disse ele, referindo-se a um editorial¹⁰⁶ da revista *Nature* que empregou a expressão. A longo prazo, o objetivo dessa briga de rua é persuadir o público e os formuladores de políticas sobre a urgência (ou sua ausência) de ações para combater a mudança climática. Numa sociedade acostumada a previsores confiantes demais, que confundem a confiança que expressam numa previsão com sua veracidade, demonstrações de incerteza não são vistas por ninguém como uma estratégia vencedora.

“O traçado da linha precisa ser muito claro no que diz respeito às incertezas existentes, mas sem que nossas declarações sejam carregadas de dúvidas a ponto que ninguém dê ouvidos ao que estamos falando”, disse-me Mann. “Seria irresponsabilidade nossa, como comunidade, não nos manifestarmos. Existem pessoas que ficariam satisfeitas em preencher essa lacuna. E a preencheriam com desinformação.”

A diferença entre ciência e política

Na prática, a briga de rua de Mann ocorre entre sites que trabalham com “consenso”, como RealClimate.org, e sites “céticos”, como Watts Up With That,¹⁰⁷ e gira em torno de rixas cotidianas sobre artigos recém-publicados em periódicos, o padrão climático ou controvérsias políticas. Quase sempre, ambos os lados defendem outros sites, pertencentes ao seu círculo, e recusam-se a ceder terreno. Quando se toma uma posição, ela é definitiva.

Não quero sugerir que o território ocupado pelos dois lados seja simétrico. Na discussão política sobre o aquecimento global, a verdade parece estar, *principalmente*, num lado: é quase certo que o efeito estufa existe e que será exacerbado pelas emissões de CO₂ relacionadas à atividade humana, o que, com grande probabilidade, deixará o planeta

mais quente. Não sabemos ao certo quais serão seus impactos, mas as consequências tendem a ser desfavoráveis.¹⁰⁸

A mentalidade da briga de rua, porém, parece basear-se na noção de que estamos prestes a resolver nossos problemas políticos; bastaria, para isso, que mais pessoas pudessem ser persuadidas a respeito da ciência. Na verdade, é provável que estejamos a muitos anos de distância de uma solução. “Em certo momento, chego à conclusão de que precisaremos encontrar uma maneira de eliminar o carbono”, disse-me Richard Rood, em Copenhague, prevendo que seria quase impossível os 193 membros da Organização das Nações Unidas concordarem com termos aceitáveis.

Enquanto isso, a confiança do público estadunidense de que está ocorrendo um aquecimento global diminuiu um pouco ao longo dos últimos anos.¹⁰⁹ E, mesmo que houvesse um consenso completo sobre os efeitos da mudança climática, alguns países se sairiam melhor do que outros na concretização de seus planos para mitigar as emissões de carbono. “Temos, em alguns estados produtores de carvão, governadores democráticos progressistas”, disse-me a então governadora de Washington, Christine Gregoire. “E posso dizer a você que eles estão muito nervosos com tudo o que está acontecendo.”

Não sei como resolver esses problemas, que não são exclusivos ao debate sobre o clima,¹¹⁰ mas sei que existe uma diferença fundamental entre ciência e política. Na verdade, passei a vê-las, cada vez mais, como opostos.

Na ciência, o progresso é possível. Na verdade, se acreditarmos no teorema de Bayes, o progresso é inevitável à medida que previsões forem feitas e crenças, testadas e aperfeiçoadas.^{CI} A marcha rumo a ele nem sempre segue uma linha reta, e algumas teorias bem-vistas (até mesmo “consensuais”) provam-se erradas — de toda forma, a ciência tende a caminhar rumo à verdade.

Na política, por outro lado, parecemos cada vez mais distantes de um consenso. Nos Estados Unidos, a polarização entre os dois partidos, que havia diminuído entre o New Deal e a década de 1970, aumentou até

2011, chegando a ser a pior em pelo menos um século.¹¹¹ Os republicanos, em especial, afastaram-se da política de centro,¹¹² embora os democratas também o tenham feito, até certo ponto.

Na ciência, é raro vermos *todos* os dados apontarem para uma conclusão precisa. Os dados reais são ruidosos: mesmo que a teoria seja perfeita, a intensidade do sinal varia. E, segundo o teorema de Bayes, nenhuma teoria é perfeita. Ao contrário, trata-se de uma obra em andamento, sempre sujeita ao aperfeiçoamento e a testes. Nisso consiste o ceticismo científico.

Na política, não se espera que qualquer território seja cedido aos adversários. Algo inconveniente — e verdadeiro — dito por alguém é considerado uma gafe.¹¹³ Espera-se que os partidários demonstrem igual convicção a respeito de um conjunto de crenças numa gama de questões econômicas, sociais e de política externa que têm pouca relação intrínseca entre si. No que diz respeito a aproximações com o resto do mundo, as plataformas dos partidos Democrata e Republicano dos Estados Unidos são o mais toscas possível.

Como o debate pode continuar durante décadas, seria melhor os climatologistas abrirem mão da briga de rua e evitarem transpor a fronteira entre ciência e política. Na ciência, é mais provável que previsões dúbias sejam expostas — e que a verdade prevaleça. Na política, um domínio no qual a verdade não desfruta de um status privilegiado, todos são adivinhos.

Quanto aos Estados Unidos, a situação disfuncional de seu sistema político é a melhor razão para ser pessimista quanto ao futuro do país. Sua proeza científica e tecnológica, por outro lado, é a melhor razão para o otimismo americano. Trata-se de um povo criativo, que produz um número absurdo de patentes¹¹⁴ e que tem algumas das melhores universidades e instituições de pesquisa do mundo e empresas líderes de mercado em áreas que vão desde a indústria farmacêutica até a tecnologia da informação. Se eu pudesse escolher entre um torneio de ideias e uma queda de braço política, sei em que luta preferiria me envolver — especialmente se eu acreditasse ter uma previsão certa.

[XCIII](#) O senador americano Tim Wirth, do estado do Colorado, declarou mais tarde ao programa *Frontline*, da emissora PBS, que ele e seus colegas haviam deixado as janelas da sala de audiência abertas na noite anterior para impedir o funcionamento adequado do ar-condicionado.

[XCIV](#) Como discuti no Capítulo 6, o conceito de “significado estatístico” é, muitas vezes, problemático na prática. Entretanto, não existe, que eu saiba, uma comunidade “cética” em relação à obesidade e que cite estatísticas como essas para justificar uma dieta à base de sanduíches Big Mac e salgadinhos industrializados.

[XCV](#) Nesse sentido, a expressão *mudança climática* pode ser inferior a *aquecimento global*, que é mais específica, criando a impressão de que qualquer possível mudança em nosso meio — aquecimento ou resfriamento, mais precipitação ou menos — será condizente com a teoria. De fato, alguns fenômenos (como temperaturas mais baixas) contradiriam, na maior parte das circunstâncias, as previsões teóricas.

[XCVI](#) Há também o lobby estruturado sobre as energias alternativas, ainda que menor, investindo cerca de 30 milhões de dólares por ano.

[XCVII](#) Armstrong é um especialista do Instituto Heartland, laboratório de ideias conservadoras que se opõe aos esforços para reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

[XCVIII](#) Uma dessas petições, que teria sido assinada por quinze mil cientistas, revelou, mais tarde, nomes como Geri Halliwell, conhecida também como Ginger, do grupo Spice Girls, que, aparentemente, teria desistido de sua carreira como pop star para estudar microbiologia.

[XCIX](#) Neste capítulo, uso o termo *complexidade* como sinônimo de *complicado*. Existe também um domínio científico específico chamado teoria da complexidade, que alguns cientistas distinguem da teoria do caos. Exploramos essas interessantes ideias no Capítulo 5.

[C](#) Se reduzirmos as estimativas de aquecimento do IPCC para refletirem uma taxa de aumento de CO₂ inferior àquele que se presumiu, teremos uma projeção revisada de 1,4

a 3,6 graus Celsius por século. A taxa real, a um ritmo de 1,5 grau Celsius por século desde a publicação do relatório, enquadra-se nessa margem, ainda que por pouco.

[CI](#) Pode ser difícil medir o progresso científico, mas num domínio afim, o tecnológico, o número de patentes concedidas ainda aumenta a taxas exponenciais e representa quase o dobro dos registos existentes há apenas uma década.

O QUE OS OLHOS NÃO VEEM O CORAÇÃO SENTE

Franklin Delano Roosevelt disse que 7 de dezembro seria um dia de infâmia. O ataque a Pearl Harbor em 1941, primeira ofensiva estrangeira ao solo americano em mais de um século,¹ foi tão chocante para a psique do país quanto a destruição do World Trade Center sessenta anos depois, transformando um inimigo vagamente ameaçador situado no outro lado do planeta numa ameaça existencial aterrorizante e palpável. Entretanto, depois do ocorrido, o ataque a Pearl Harbor pareceu bastante previsível.

Muitos sinais sugeriam a possibilidade, talvez até a iminência do ataque. Em novembro e dezembro de 1941, as relações diplomáticas entre Estados Unidos e Japão encontravam-se em rápida deterioração. O desejo de expansão territorial japonês transformou a frota americana no Pacífico, que Roosevelt deslocara de San Diego para Pearl Harbor exatamente com a intenção de refrear essas ambições,² num alvo natural. Enquanto isso, a marinha japonesa modificava continuamente seus indicativos de chamada, um sinal de que suas intenções se tornavam mais hostis, e havia uma crescente movimentação de tropas e de navios de guerra japoneses na costa da China e no Sudeste Asiático.³

O sinal mais ameaçador foi o silêncio. Oficiais da inteligência americana haviam conseguido, com muita engenhosidade, quebrar o código PURPLE, usado pelo Japão para criptografar suas mensagens diplomáticas, permitindo a decodificação de cerca de 97% dessas comunicações.⁴ As tentativas de decifrar as transmissões militares japonesas foram menos bem-sucedidas. Entretanto, mesmo sem entendê-las, os Estados Unidos ouviam as mensagens e identificavam sua origem. O fluxo constante dos ruídos produzidos pela frota de porta-aviões japoneses que saía ao mar traía sua localização.

No entanto, a partir de meados de novembro, houve silêncio total no rádio; os Estados Unidos já não sabiam onde estavam os porta-aviões. Não havia satélites globais na década de 1940, apenas um tipo primitivo de radar. O custo de missões aéreas de reconhecimento sobre a amplidão do Pacífico era proibitivo, e elas eram realizadas de forma ocasional e a uma distância de apenas 800 a 950 quilômetros da base.⁵ As transmissões por rádio eram os melhores meios de detecção de mensagens, e, sem elas, uma frota inteira desses porta-aviões, cada um do tamanho de até seis campos de futebol, havia desaparecido.

Muitos agentes do serviço de inteligência dos Estados Unidos concluíram que os porta-aviões estavam perto do Japão, de onde poderiam utilizar meios de comunicação alternativos.⁶ A segunda possibilidade era que a frota tivesse se aventurado pelos confins do Pacífico, afastando-se das instalações navais americanas.⁷

Na verdade, a frota de porta-aviões estava a caminho do Havaí. Havia traçado um curso preciso; como um atacante que percebe furos na defesa do adversário, a frota japonesa se movimentava pelos pontos cegos da defesa americana. A princípio, os navios viajaram numa longa linha em direção leste-sudeste, passando a quase igual distância das estações navais dos Estados Unidos nas ilhas Midway e em Dutch Harbor, Alasca. Foi então que, em 4 de dezembro, depois de chegarem à longitude 165 Oeste, deram uma guinada abrupta de 45 graus em direção ao Havaí, onde, três

dias depois, iniciariam o ataque matinal que matou quase 2.400 soldados e afundou quatro encouraçados da marinha americana.

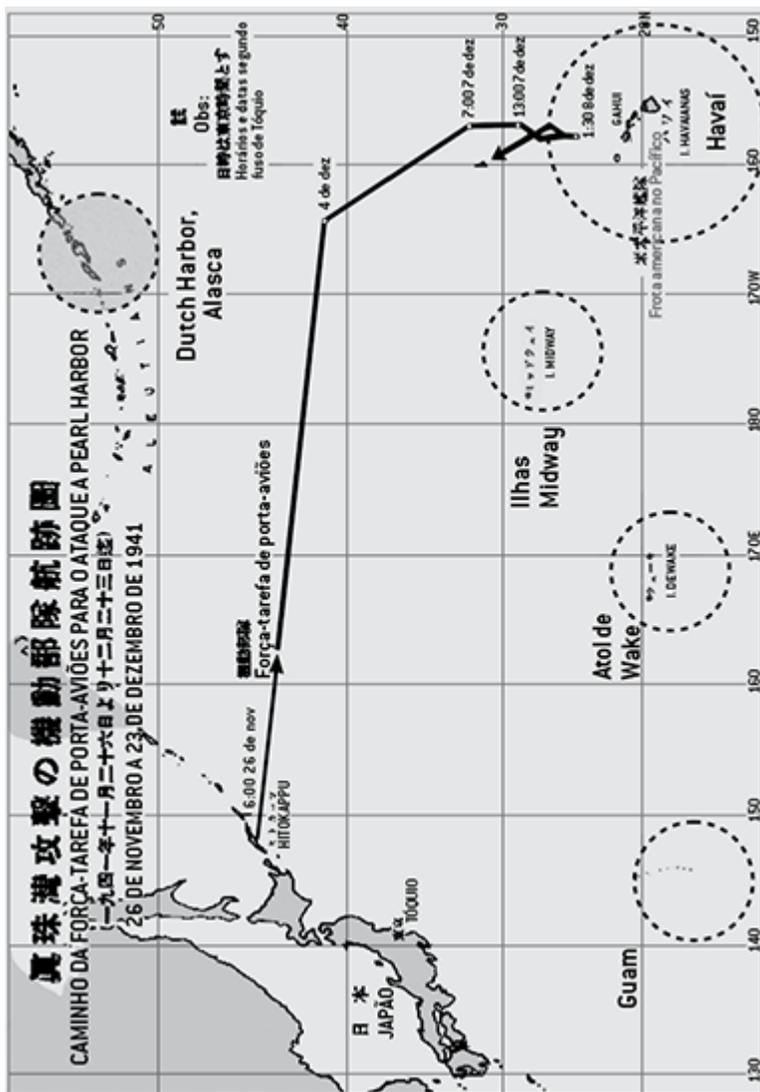
No dia seguinte, o Congresso dos Estados Unidos decidiu, por 470 votos a um, declarar guerra ao Japão e ingressar na Segunda Guerra Mundial.⁸

Sinais sem significado

Quando, em 11 de setembro de 2001, o voo 77 da American Airlines colidiu contra a fachada de calcário do Pentágono, matando 59 passageiros inocentes e 125 colegas de trabalho de Donald Rumsfeld, ele pensou em Pearl Harbor.⁹ Tinha oito anos em 7 de dezembro de 1941 e ouvia uma partida de seu adorado time Chicago Bears no rádio quando a transmissão foi interrompida por um boletim com a notícia do ataque-surpresa.¹⁰

Encontrei-me com Rumsfeld em março de 2012 em seu gabinete em Washington; eu havia sido avisado que as entrevistas com ele poderiam ser um sucesso ou um fracasso. Rumsfeld, com seu 1,70 de altura e quase oitenta anos, não tem uma estrutura física muito imponente, mas é intimidador em quase todos os outros aspectos. Natural de Evanston, Illinois, concluiu o ensino médio em uma escola pública e recebeu uma bolsa de estudos para estudar em Princeton, onde fez parte da equipe de luta greco-romana e escreveu seu trabalho de conclusão de curso sobre os poderes presidenciais antes de servir na marinha e, mais tarde, atuar no Congresso. As paredes do gabinete são adornadas com placas e recordações dos quatro governos de que participou; ele é o único americano da história a ocupar duas vezes o cargo de Secretário de Defesa, primeiro no governo Ford, de 1975 a 1977, e, 25 anos depois, no governo George W. Bush.

FIGURA 13.1: TRAJETO DA FROTA DE PORTA-AVIÕES JAPONESES RUMO A PEARL HARBOR



Mas Rumsfeld estava de bom humor, depois de examinar minuciosamente o resumo detalhado deste livro que eu havia apresentado a Keith Urbahn, seu jovem e competente chefe de gabinete.¹¹ Eu conhecia o interesse de Rumsfeld por Pearl Harbor. Ele me ofereceu uma xérox do prefácio de um livro notável de 1962 — *Pearl Harbor: Warning and Decision*, de Roberta Wohlstetter —, que enumerava as muitas razões pelas quais o ataque japonês foi uma surpresa para as autoridades militares e do serviço de inteligência americanos. Pior do que a falta de preparo foi o

fato de que nos considerávamos informados quando na verdade éramos ignorantes, e assim ficamos ainda mais vulneráveis.

“Pearl Harbor estava preparado para algo que na realidade não aconteceu”, disse Rumsfeld. “Prepararam-se para sabotagens porque havia muitos descendentes de japoneses morando no Havaí. Pensando em se proteger, reuniram todos os aviões em um mesmo lugar. Quando os bombardeiros chegaram, eles estavam extremamente vulneráveis e acabaram destruídos.”

Antes de Pearl Harbor, como Rumsfeld mencionou, os americanos tinham a teoria de que uma sabotagem — um ataque interno — seria a forma mais provável de ofensiva aos aviões e navios dos Estados Unidos. Essa preocupação era uma constante no Havaí.¹² Acreditava-se que os oitenta mil cidadãos japoneses que lá viviam poderiam atacar sem aviso não apenas bases militares, mas também estações de rádio, plantações de abacaxi ou fábricas de laticínios.^{CII} Todo e qualquer sinal era interpretado nesse contexto, tivesse lógica ou não, e foi para isso que os americanos se prepararam.¹³ Os aviões foram armazenados um ao lado do outro, assim como os navios, por acreditarem que seria mais fácil monitorar um alvo grande do que vários alvos pequenos.

Enquanto isso, pensou-se que, se o Japão parecia se mobilizar para um ataque, seria contra a Rússia ou, talvez, contra os territórios asiáticos dominados pelo Reino Unido, uma vez que esses dois países já estavam envolvidos na guerra. Por que os japoneses provocariam os Estados Unidos, um gigante adormecido? Ninguém percebeu que o Japão considerava inevitável o envolvimento americano na guerra¹⁴ e queria atacar enquanto o inimigo estivesse menos preparado, quando poderia causar um dano ainda maior à marinha. O governo imperial japonês não estava disposto a abandonar suas esperanças de expansão territorial. Os americanos não viram o conflito pelos olhos do inimigo.

Para Wohlstetter, um sinal é um indício que nos diz algo útil sobre as intenções do inimigo;¹⁵ este livro interpreta um sinal como uma indicação da verdade subjacente a um problema estatístico ou preditivo.^{CIII} A definição de *ruído* estabelecida por Wohlstetter também é um pouco diferente. Enquanto, em minha acepção, ruídos são padrões aleatórios que poderiam ser facilmente confundidos com sinais, para Wohlstetter trata-se de sons produzidos por sinais concorrentes.¹⁶ No campo da análise de inteligência, a ausência de sinais pode significar algo importante (a ausência de transmissões por rádio da frota japonesa de porta-aviões sinalizava seu redirecionamento ao Havaí) e a presença de sinais excessivos pode tornar bastante desafiador discernir seus significados. Eles podem afogar um ao outro em uma terrível cacofonia.

O grupo de diagramas a seguir consiste em uma série de dez sinais, cada qual governado por uma função matemática extremamente simples e disciplinada conhecida como onda senoidal. Na Figura 13.2A, um desses sinais foi posto em destaque. Depois da ocorrência de um ataque ou de algum outro erro de previsão, o mundo se apresentará dessa forma. Veremos o sinal: a sequência de documentos, o padrão, os precursores. Após os ataques a Pearl Harbor e os atentados de 11 de setembro, uma minoria significativa de americanos afirmou que os padrões eram *tão* claros que não havia como o governo *não* estar ciente dos atentados, e que, sendo assim, talvez fosse cúmplice do planejamento ou da execução.^{CIV}

FIGURA 13.2A: SINAIS CONCORRENTES E UM SINAL EM DESTAQUE

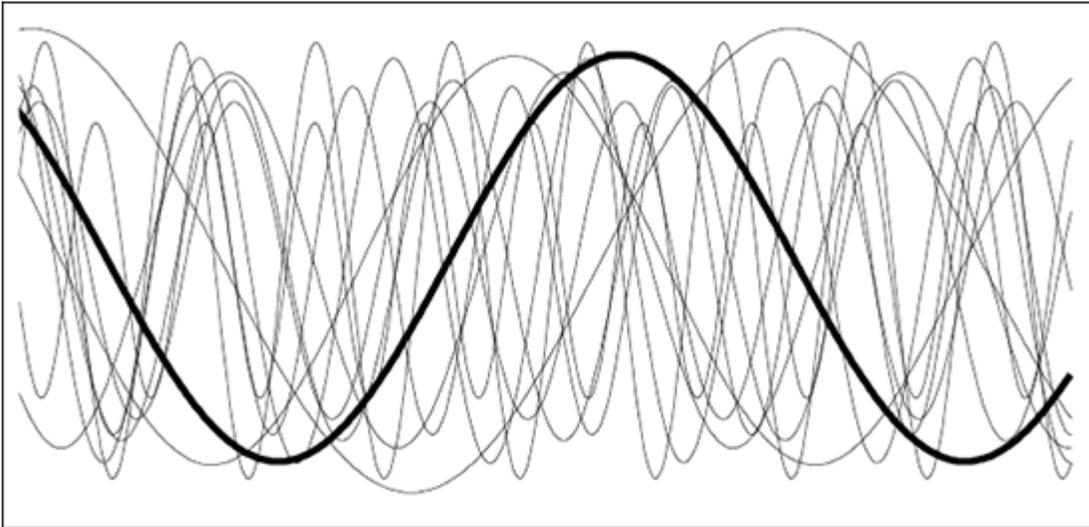
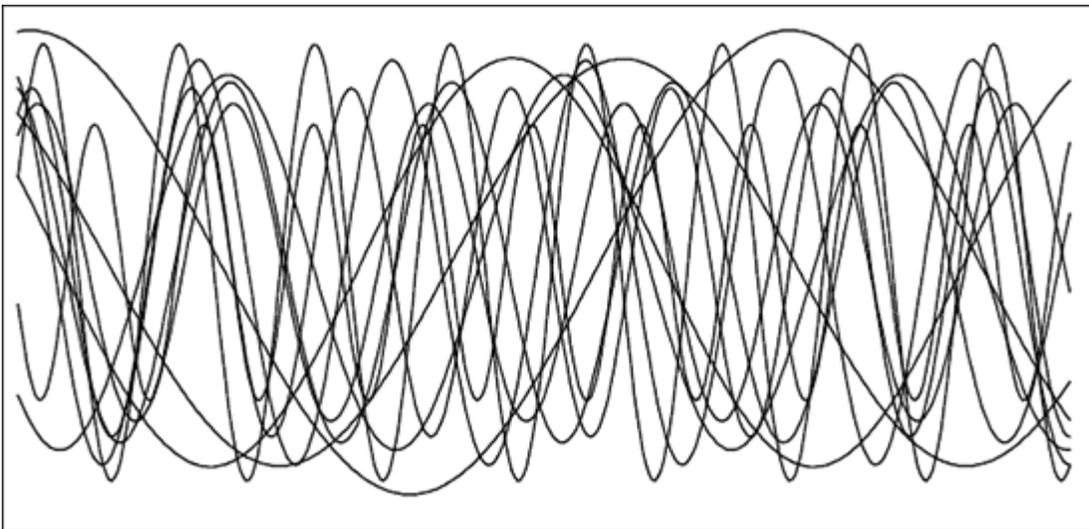


FIGURA 13.2B: SINAIS CONCORRENTES INDIFERENCIADOS



No entanto, não é assim que vemos o padrão antes do evento. Na verdade, ele se assemelha mais à Figura 13.2B: uma confusão de linhas. Conforme Wohlstetter:¹⁷

É muito mais fácil separar sinais relevantes e irrelevantes *depois* do evento, quando, obviamente, um sinal é sempre claro como água; hoje, podemos ver que havia sinais de um desastre iminente, pois o desastre aconteceu. Antes, porém, o evento é

obsuro e carregado de significados conflitantes. O sinal chega ao observador envolto em uma atmosfera de “ruído”, ou seja, na companhia de todos os tipos de informações inúteis e irrelevantes para a previsão de determinado desastre.

Nesses casos, o importante não é nossa capacidade de *detecção* do sinal: desde que tenhamos um nível básico de competência, teremos percebido muitos sinais antes que ocorra algo na escala de Pearl Harbor ou do 11 de Setembro. Os sinais relevantes estarão em algum arquivo ou num banco de dados de um computador. Mas haverá também inúmeros sinais irrelevantes. Precisamos de recursos para a *análise* de sinais que nos permitam distinguir os sinais pertinentes e a câmara de eco.

Em geral, teremos algumas visões nas quais os sinais são mais importantes e exigem nossa atenção. Até certo ponto, é bom e necessário ter essas visões. Mencionei os problemas que surgem quando consideramos dados fora de contexto. Em vez de realizar previsões úteis, entramos na onda dos padrões e logo não chegamos a lugar algum.

No entanto, o contexto que oferecemos pode ser tendencioso e tautológico. Shakespeare fez Cícero advertir Júlio César¹⁸ de que “os homens podem interpretar coisas a seu modo / Livres dos propósitos das coisas em si”. Podemos nos concentrar nos sinais que levam adiante nossa teoria preferida sobre o mundo ou podemos inferir um resultado mais otimista. Ou podemos simplesmente nos concentrar nos sinais que se ajustam ao protocolo burocrático, como a ideia de que a ameaça mais provável a Pearl Harbor era uma sabotagem, e não um ataque aéreo.

O desconhecido e o improvável

A parte favorita de Rumsfeld no livro de Wohlstetter é o prefácio, escrito pelo economista vencedor do prêmio Nobel Thomas Schelling, que foi fundamental para transpor o trabalho inicial de John Nash sobre a teoria dos jogos para o contexto da segurança nacional. Schelling escreve sobre nossa propensão a confundir o *desconhecido* com o *improvável*:

Nosso planejamento tem uma tendência a confundir o desconhecido com o improvável. O que não consideramos com seriedade parece estranho, o que parece estranho é tachado de improvável e o que é improvável não precisa ser considerado com seriedade.

Devido ao isolamento dos Estados Unidos em relação aos continentes europeu e asiático e ao relacionamento razoavelmente bom que o país manteve com as outras nações das Américas desde a promulgação da Doutrina Monroe, ataques estrangeiros ao solo americano foram raros. As exceções (11 de Setembro) e os casos por um fio (a crise dos mísseis de Cuba) afligiram bastante o país. Antes de Pearl Harbor, o último ataque estrangeiro a solo americano tinha ocorrido durante a Guerra de 1812.¹⁹ Os americanos não vivem entre ruínas de guerras do passado, como tem sido o caso dos povos europeus e asiáticos ao longo da história.

Entretanto, o território havaiano^{CV} ficava no meio do oceano Pacífico: Honolulu é mais perto de Tóquio (6.212 quilômetros) do que de Washington (7.765 quilômetros). Por sua posição geográfica e pela presença da frota naval americana, tornou-se um alvo óbvio para os japoneses. O desconhecimento de ataques domésticos deixou os americanos complacentes em relação à ameaça.

Talvez tenha acontecido uma dedução lógica mais ou menos assim:

1. Os Estados Unidos quase nunca são atacados.
2. O Havaí faz parte dos Estados Unidos.
3. Sendo assim, é improvável que o Havaí seja atacado.

Trata-se de um raciocínio profundamente falho. Como descrevi no Capítulo 1, nossas previsões costumam falhar quando nos aventuramos “fora da amostragem”. O fato de que os Estados Unidos quase nunca são atacados é uma observação empírica, não uma lei imutável. O fato de que o estado de Nebraska, por exemplo, nunca tinha sido atacado por uma potência estrangeira não pesou como evidência em relação à situação no

Havaí, dadas a posição geográfica peculiar do arquipélago no Pacífico e a precariedade da situação de guerra no local.

Entretanto, esse raciocínio falho teria envolvido pelo menos algum *raciocínio*. Se houvessem ponderado, talvez os Estados Unidos tivessem reconhecido a precariedade de seus pressupostos. Schelling sugere que os problemas são mais profundos. *Quando uma possibilidade nos é desconhecida, sequer pensamos sobre ela*. Na verdade, desenvolvemos uma espécie de cegueira mental em relação a ela. Na medicina, isso leva o nome de anosognosia:²⁰ parte da fisiologia da doença impede que o paciente a reconheça. É o que acontece com alguns pacientes de Alzheimer.

A versão preditiva dessa síndrome exige que façamos uma das coisas que mais contrariam nossa natureza: admitir o que não conhecemos.

Os atentados de 11 de setembro foram um desconhecido conhecido?

Há conhecidos conhecidos: coisas que sabemos que sabemos. Sabemos também que há desconhecidos conhecidos; ou seja, sabemos que existem coisas que não sabemos. Mas há os desconhecidos desconhecidos, as coisas que não sabemos que não sabemos.

Donald Rumsfeld²¹

A famosa declaração de Rumsfeld sobre os “desconhecidos desconhecidos”, formulada em uma coletiva de imprensa em 2002 em resposta à pergunta de um repórter sobre a presença de armas de destruição em massa no Iraque, é um corolário para a preocupação de Schelling sobre confundir o desconhecido com o improvável. Se nos fizermos uma pergunta e tivermos a resposta exata, trata-se de um conhecido conhecido. Se nos fizermos uma pergunta e não tivermos uma resposta muito precisa, trata-se de um desconhecido conhecido. O desconhecido desconhecido ocorre quando na realidade nem pensamos

em perguntar. “Existem lacunas em nosso conhecimento, mas são lacunas cuja existência desconhecemos”, escreveu Rumsfeld em suas memórias, em 2011.²²

O conceito do desconhecido desconhecido às vezes é interpretado de maneira equivocada. É comum vermos o termo ser empregado para se referir a uma ameaça relativamente específica (mas difícil de prever), como no exemplo a seguir:

A Nigéria é uma boa aposta para uma crise em um futuro não muito distante — um desconhecido desconhecido com profundas implicações para a segurança dos Estados Unidos e do mundo [grifo nosso].²³

Essa profecia sobre a ameaça terrorista imposta pela Nigéria foi bastante presciente (foi escrita em 2006, três anos antes de o nigeriano Umar Farouk Abdulmutallab tentar detonar explosivos escondidos em sua roupa de baixo a bordo de um voo de Amsterdã para Detroit). No entanto, a semântica está equivocada. Sempre que você consegue enumerar um elemento perigoso ou imprevisível, está expressando um desconhecido *conhecido*. Articular o que você não sabe é uma marca de progresso.

Como constatamos, poucas coisas enquadram-se perfeitamente nas categorias binárias de previsível e imprevisível. Mesmo que você não saiba prever algo com 100% de certeza, pode apresentar uma estimativa ou uma previsão da ameaça. Pode ser uma estimativa boa ou superficial, precisa ou imprecisa, inteligente ou idiota.^{CVI} Mas pelo menos você está alerta para o problema e poderá, em geral, chegar *a algum lugar*: não sabemos exatamente até que ponto a Nigéria pode ser uma ameaça terrorista aos Estados Unidos, por exemplo, mas é provável que seja uma ameaça maior do que Luxemburgo.

O problema aparece quando, frustrados diante da constatação de que nosso conhecimento do mundo é imperfeito, não fazemos previsão alguma. Um desconhecido desconhecido é uma contingência que *sequer*

consideramos. Temos algum bloqueio mental em relação a ela, ou nossa experiência não dá conta de imaginá-la; é como se ela nem existisse.

Isso impõe riscos especialmente graves quando consideramos os sinais emitidos por terroristas. Como no período que antecedeu ao ataque a Pearl Harbor, havia muitos sinais apontando para os ataques de 11 de setembro:

- Houve pelo menos uma dezena de advertências²⁴ sobre a possível utilização de aviões como armas, inclusive uma ameaça de 1994, vinda de terroristas argelinos, que lançariam um avião sequestrado contra a torre Eiffel, e um plano de 1998 em que um grupo ligado ao al-Qaeda lançaria um avião carregado de explosivos contra o World Trade Center.
- O World Trade Center já havia sido alvo de ataques terroristas antes. Os ataques a bomba, em 1993, liderados por Ramzi Yousef e outros conspiradores, todos treinados em campos da al-Qaeda no Afeganistão, tinham matado seis pessoas e objetivavam derrubar as Torres Gêmeas.²⁵
- Sabia-se que a al-Qaeda era uma organização terrorista muito perigosa e criativa. Tinha tendência a organizar ataques em grande escala, inclusive contra as embaixadas dos Estados Unidos no Quênia e na Tanzânia em 1998, que deixaram 224 mortos, e ao navio *USS Cole* no Iêmen em 2000.²⁶
- A Secretária de Estado Condoleezza Rice tinha sido advertida, em julho de 2001, sobre a intensificação das atividades da al-Qaeda — e também que o grupo estava transferindo seu interesse de alvos estrangeiros para os Estados Unidos.²⁷ “Pode ser meu sexto sentido”, teria dito o chefe da CIA, George Tenet, após receber essas informações, “mas sinto que vem coisa por aí. E das grandes”.²⁸
- Um fundamentalista islâmico chamado Zacarias Moussaoui havia sido preso em 16 de agosto de 2001, menos de um mês antes dos atentados, após uma notificação de comportamento

suspeito feita por um instrutor de uma escola de treinamento de voo em Minnesota.²⁹ Apesar de ter pouco mais de cinquenta horas de treinamento e nunca haver realizado um voo solo, Moussaoui pedira para treinar em um simulador do Boeing 747, uma solicitação incomum para alguém que não estava nem perto de tirar o brevê.³⁰

É muito mais fácil identificar a importância desses sinais após o fato; os órgãos de segurança dos Estados Unidos têm que esquadrihar literalmente dezenas ou até centenas de milhares de possíveis advertências³¹ para encontrar informações úteis. A maior parte não dá em nada.

Mesmo assim, o plano para os atentados de 11 de setembro eram muito ambiciosos — e os terroristas conseguiram colocá-lo em prática com relativamente poucos obstáculos. Dezenove terroristas burlaram o sistema de trânsito aéreo e sequestraram quatro aviões. Três atingiram seus alvos; o voo United 93 só não conseguiu devido à coragem excepcional dos passageiros a bordo, que invadiram a cabine do piloto ao descobrirem o que havia acontecido com os outros voos.^{CVII} Os Estados Unidos não só não detectaram o plano, mas parece que não chegaram nem perto disso.

O relatório da Comissão do 11 de Setembro identificou quatro tipos de falhas sistêmicas que contribuíram para a incapacidade americana de valorizar a importância dos sinais, inclusive nas categorias de políticas, recursos e gestão.³² A categoria mais importante foi imaginação.³³ Os sinais simplesmente não batiam com as hipóteses de comportamento terrorista que os americanos conheciam e entraram por um ouvido e saíram por outro sem que ninguém os registrasse.

O Comando de Defesa do Espaço Aéreo Norte-Americano (Norad) chegara a propor um jogo de guerra no qual um avião sequestrado era lançado contra o Pentágono. A ideia, porém, foi descartada por ser “irrealista demais”.³⁴ E, na improvável hipótese de que um atentado como esse ocorresse de fato, presumia-se que o avião viria do exterior, não de um

aeroporto do próprio país. (É irônico que tenha sido o erro oposto ao cometido antes de Pearl Harbor, quando a possibilidade de um ataque vindo do exterior foi descartada porque os planejadores estavam preocupados com ações de sabotagem.)

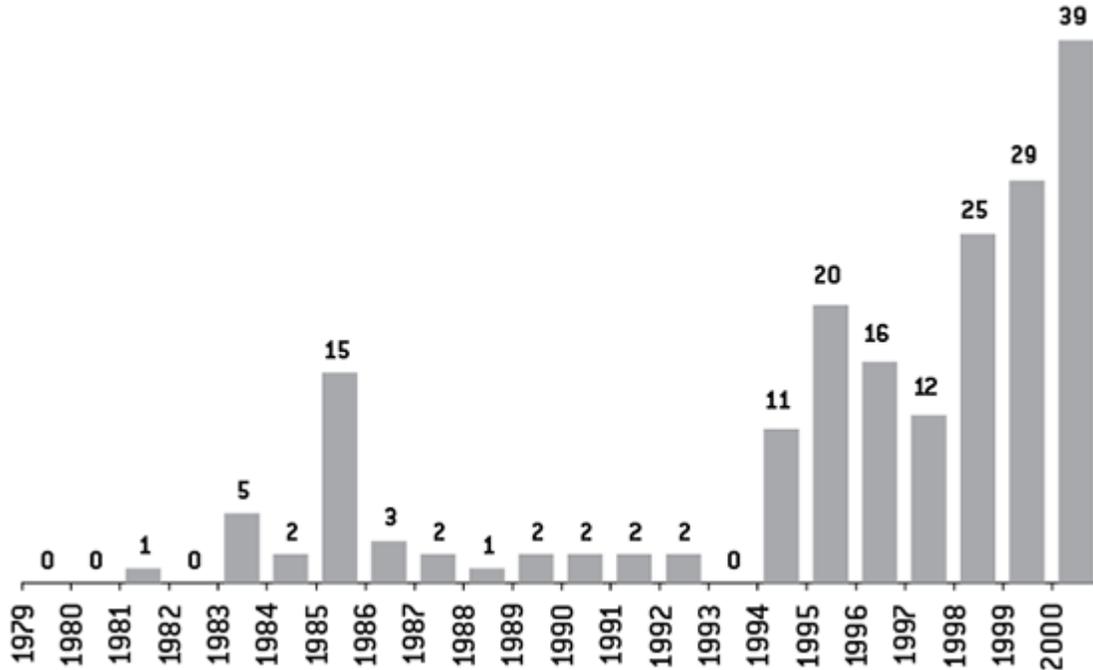
Também pode ter sido difícil imaginar a possibilidade de um ataque suicida. A política da Agência Nacional de Aviação dos Estados Unidos (FAA) baseava-se na ideia de que um sequestro geraria um tenso impasse e talvez um desvio para algum aeroporto exótico no Oriente Médio. Mas presumia-se que o terrorista não desejaria destruir o avião ou matar os passageiros, exceto como tática de negociação. Assim, as portas da cabine não eram trancadas; na prática, elas costumavam ficar destrancadas.³⁵

Entretanto, a história dos ataques suicidas era muito rica³⁶ — incluindo, é claro, pilotos camicases japoneses na Segunda Guerra Mundial.³⁷ Além disso, ataques suicidas haviam se tornado muito mais comuns nos anos imediatamente anteriores ao 11 de Setembro; um banco de dados dedicado a incidentes terroristas³⁸ documentou 39 ataques apenas em 2000, inclusive o ataque ao navio *USS Cole* no Iêmen, em comparação com os 31 ocorridos na década de 1980.

Entretanto, a Segunda Guerra Mundial era uma lembrança distante, e a maior parte dos ataques suicidas havia ocorrido no Oriente Médio ou em países do Terceiro Mundo. O atalho mental que Daniel Kahneman chama de heurística da disponibilidade³⁹ — em que tendemos a superestimar a probabilidade de eventos mais próximos de nós no tempo e no espaço e a subestimar as ocorrências mais distantes — pode ter anuviado o julgamento americano.

“Podemos prever, de forma razoável, o comportamento de pessoas que preferem não morrer”, disse-me Rumsfeld. “Mas, se estão satisfeitas em morrer ou se encaram a morte como um privilégio ou um modo de chegar ao seu objetivo, elas vão se comportar de maneira muito diferente.”

FIGURA 13.3: ATAQUES TERRORISTAS SUICIDAS ENTRE 1979 E 2000



A escala dos atentados de 11 de setembro

O plano para os atentados de 11 de setembro, portanto, não foi bem uma hipótese avaliada e rejeitada como algo improvável, mas uma que *nem chegou a ser considerada*. Era algo que os americanos definitivamente não conheciam. Rumsfeld sugeriu em seu livro de memórias que os atentados de 11 de setembro eram um desconhecido desconhecido.⁴⁰

“A CIA dirá que a ideia não lhes era totalmente estranha”, disse-me ele. “Mas grande parte do raciocínio aconteceu depois do ataque, em análises retrospectivas.”

“Acho que é justo dizer que a al-Qaeda era um conhecido desconhecido”, acrescentou Urbahn, chefe de gabinete de Rumsfeld. “Mas uma das questões que [Tenet] fala em seu livro é que a escala era muito diferente de qualquer outro ataque. O fato de que era... *enorme*.”

Realmente, a mera magnitude dos atentados de 11 de setembro — que mataram 2.977 pessoas inocentes — diferenciou-os de toda a experiência

americana com o terrorismo. Mesmo as pessoas mais preocupadas com o que a al-Qaeda estivesse planejando, como Tenet e Richard Clarke, o responsável pelo contraterrorismo no Conselho de Segurança Nacional dos Estados Unidos, tiveram dificuldade em conceber sua escala. As anotações que Clarke havia enviado a Condoleezza Rice, por exemplo, imploravam que ela imaginasse o que aconteceria se centenas de americanos morressem⁴¹ — não milhares, como aconteceu.

Antes do 11 de Setembro, o maior ataque terrorista em um país ocidental^{CVIII} — no qual um grupo extremista Sikh escondeu uma bomba em um voo da companhia Air India, de Délhi para Montreal, matando 329 passageiros — tivera apenas um décimo da letalidade. A destruição do prédio governamental Alfred P. Murrah em Oklahoma City pelo militante Timothy McVeigh em 1995, matando 168 pessoas, havia sido o maior ataque em solo americano.

Porém, os atentados terroristas de 11 de setembro não foram um ponto fora da curva. Embora os detalhes não tenham sido discernidos com antecedência — e embora talvez fosse muito difícil prevê-los —, havia motivos para acreditar que um ataque dessa escala era, de fato, possível.

A matemática do terrorismo: por que o 11 de Setembro não foi um ponto fora da curva?

Pensar sobre o terrorismo de maneira abstrata e matemática, como faremos a seguir, pode causar certo constrangimento. Com certeza, não substitui a análise de sinais realizada pelos serviços de inteligência, mas pode ajudar a identificar alguns pontos cegos e proporcionar melhores estimativas sobre o perigo geral imposto pelo terrorismo. Podemos compreender melhor o risco futuro se analisarmos os dados existentes.

Em 2008, recebi um convite para participar, como palestrante, de uma conferência organizada pelo Centro de Estudos Estratégicos e Internacionais (CSIS), um laboratório de ideias sobre política externa

situado em Washington. O momento não poderia ser pior — apenas quinze dias antes das eleições de 2008 —, mas disseram-me que os temas envolviam segurança nacional, e senti-me no dever de aceitar o convite.

A conferência reunia especialistas de diferentes áreas, na esperança de que uma sessão de *brainstorming* pudesse gerar ideias inovadoras sobre como prever e impedir atentados terroristas. Compunham o painel um executivo de marketing da Coca-Cola, um detetive da polícia de Nova York, um homem que criava algoritmos para o site de namoro eHarmony e eu. (Havia também diversos especialistas cujos trabalhos eram mais associados ao terrorismo: pessoas que trabalhavam para o Departamento de Estado, para o exército ou para fornecedores de material bélico localizados na região de Washington, DC.)

Fiz uma breve apresentação, descrevendo meu trabalho na previsão de resultados no beisebol e na política, e fui recebido com educação. E então chegou a hora das perguntas e respostas. Disseram-me: “Até aí tudo bem, Nate, mas como diabos isso se aplica ao terrorismo?” (Estou parafraseando a pergunta, mas foi algo parecido.)

Para ser sincero, é provável que os métodos que apresentei na conferência não fossem tão úteis para analistas da segurança nacional. Beisebol e política são áreas nas quais há riqueza de dados e que geram respostas satisfatórias. Milhares de jogos de beisebol acontecem todos os anos. As eleições são menos frequentes — e a previsão de seus resultados exige um pouco mais de cautela —, mas centenas de pesquisas de opinião são realizadas durante todas as campanhas presidenciais. Todos esses dados estão disponíveis ao público, de forma gratuita ou barata.

Com o terrorismo, aparentemente, não é assim. Os eventos que mais nos preocupam, como os atentados de 11 de setembro, são raros. Além disso, os grupos terroristas tentam ocultar suas intenções — a al-Qaeda é bastante eficaz nesse sentido. No domínio do terrorismo, assim como ocorreu antes de Pearl Harbor, a ausência de sinais às vezes é mais preocupante do que sua presença. Se a CIA consegue invadir um site de bate-papo na internet

supostamente usado por grupos radicais, pode encontrar muitas conversas casuais, quando organizações como a al-Qaeda estão apenas tentando encontrar seguidores novos e ingênuos. Mas, na fase de planejamento do ataque, quando o perigo é maior, as conversas costumam não ocorrer via internet.

No nível microscópico, portanto — de terroristas individuais ou de planos específicos —, é pouco provável que haja soluções mágicas para a prevenção de atentados. Ao contrário, o serviço de inteligência requer um cuidadoso escrutínio dos sinais aos quais me referi. Na conferência do CSIS, conversei com um especialista que me apresentou outra metáfora: “Detectar um plano terrorista é muito mais difícil do que encontrar agulha no palheiro”, disse ele. “É mais como encontrar uma agulha específica em um monte de agulhas.”

Alguns problemas bastante imprevisíveis quando considerados individualmente podem parecer mais ordenados se analisados com maior distanciamento. Perspectivas externas sobre as propriedades matemáticas do terrorismo se demonstraram mais úteis aqui.

Aaron Clauset, professor da Universidade do Colorado com formação em física e em ciências da computação, publicou artigos sobre a matemática de tudo, desde a evolução das baleias⁴² até a dinâmica de redes dos jogos de RPG.⁴³ Os serviços de inteligência têm uma reputação firme e antiga de preferir machos-alfa. Clauset, com trinta e poucos anos, cujo interesse por pesquisas católicas pode parecer bizarro, encontrou um misto de estímulo e resistência quando apresentou suas descobertas.

“Algumas pessoas dizem que é uma lufada de ar fresco”, disse-me Clauset ao telefone. “São poucas. A maior parte das pessoas diz: ‘Que estranho. Você vai usar matemática?’”

Mas a ideia de Clauset é bem simples, na verdade — ou pelo menos é o que parece, vista em retrospecto. Seu trabalho revelou que a matemática do terrorismo se assemelha à de outro domínio discutido neste livro: os terremotos.

Imaginemos que você viva em uma região de atividade sísmica, como a Califórnia. Durante algumas décadas, vivencia muitos terremotos de magnitude 4, alguns terremotos de magnitude 5 e apenas um punhado de terremotos de magnitude 6. Se sua casa estiver preparada para suportar um terremoto de magnitude 6, mas não de magnitude 7, você pode concluir que não tem com o que se preocupar?

Claro que não. Segundo a distribuição da lei de potência à qual terremotos obedecem, os tremores de magnitudes 5 e 6 seriam um sinal de que a ocorrência de terremotos de magnitude mais alta é possível — na verdade, é inevitável. O grande terremoto acabará ocorrendo. É melhor você se preparar.

Os atentados terroristas comportam-se mais ou menos da mesma maneira. Os atentados de Lockerbie e Oklahoma City foram o equivalente a terremotos de magnitude 7. Ainda que bastante destrutivos, também implicavam a possibilidade de algo muito pior — algo como os atentados de 11 de setembro, que poderiam ser considerados de magnitude 8. Não foram um ponto fora da curva, e sim parte de um padrão matemático mais amplo.

Definindo e medindo o terrorismo

Para analisar as estatísticas do terrorismo, precisamos antes definir exatamente o que é terrorismo. Isso pode ser um pouco capcioso. Vladimir Lênin dizia que “o propósito do terrorismo é aterrorizar”.⁴⁴ Tal declaração proporciona mais ideias do que pode parecer: os terroristas não querem apenas maximizar o número de vítimas; na verdade, querem maximizar a intensidade de medo que infligem a uma população, de modo a alterar seu comportamento de alguma maneira. Morte e destruição são apenas um meio para esse fim. “Você pode matar pessoas para chegar a esse fim”, disse-me Rumsfeld, “mas não é esse o objetivo do terrorismo”.

Entretanto, há uma ampla variedade de comportamentos violentos ao redor do mundo, por isso os acadêmicos buscaram uma definição um pouco mais precisa para distinguir o terrorismo. Uma definição, empregada por um banco de dados bastante difundido sobre incidentes terroristas,⁴⁵ diz que os atos terroristas precisam ser intencionais, implicar ameaça de violência ou violência real e ser realizados por “atores subnacionais” (ou seja, não diretamente pelos governos soberanos em si). Além disso, precisam ter um objetivo político, econômico, social ou religioso e envolver algum elemento de intimidação ou coação — cujo propósito é induzir o medo em um público além das vítimas imediatas.

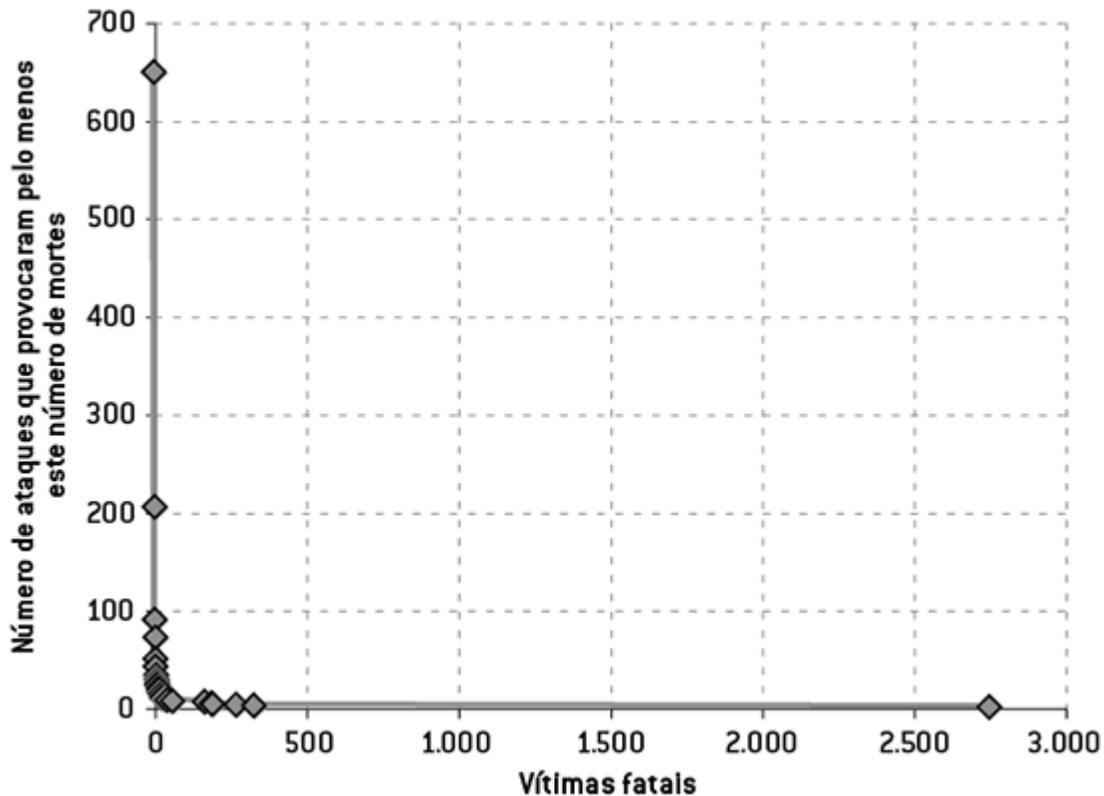
A forma de terrorismo que supre esses critérios da maneira mais explícita e que hoje é mais familiar aos americanos tem raízes relativamente modernas. O cientista político David C. Rapoport, da Universidade da Califórnia em Los Angeles, remonta seu surgimento a 1979⁴⁶ — ano da Revolução Iraniana — e relaciona-o ao extremismo religioso, particularmente entre grupos islâmicos. Essa onda de terrorismo é associada a um acentuado aumento no número de atentados contra países e interesses ocidentais; de 1979 a 2000, o número de atentados terroristas contra países da Otan quase triplicou.

A maior parte dos incidentes, porém, gerou poucas vítimas, ou nenhuma. Da Revolução Iraniana até 10 de setembro de 2001, houve mais de quatro mil tentativas ou atentados em países da Otan. Mas apenas sete provocaram mais da metade das vítimas. Os três maiores atentados — o desastre da Air India e os atentados de Lockerbie e de Oklahoma City — foram responsáveis por mais de 40% das vítimas fatais.

Esse padrão — um pequeno número de casos responsáveis por uma alta proporção do impacto total — é característico de uma distribuição da lei de potência, o mesmo padrão de distribuição seguido pelos terremotos. A conclusão de Clauset foi que os atentados terroristas também obedecem a uma distribuição da lei de potência.

Pensemos em um gráfico (Figura 13.4) apontando a frequência de atentados terroristas e o número de mortos. De início, ele não parece muito útil. Podemos ver claramente a relação da lei de potência: o número de atentados diminui bastante quanto maior for a frequência. Entretanto, essa queda é tão acentuada que parece obscurecer qualquer sinal significativo: vemos um grande número de atentados muito pequenos e um baixo número de atentados grandes, com aparentemente pouco espaço entre si. Os atentados de 11 de setembro parecem um ponto fora da curva.

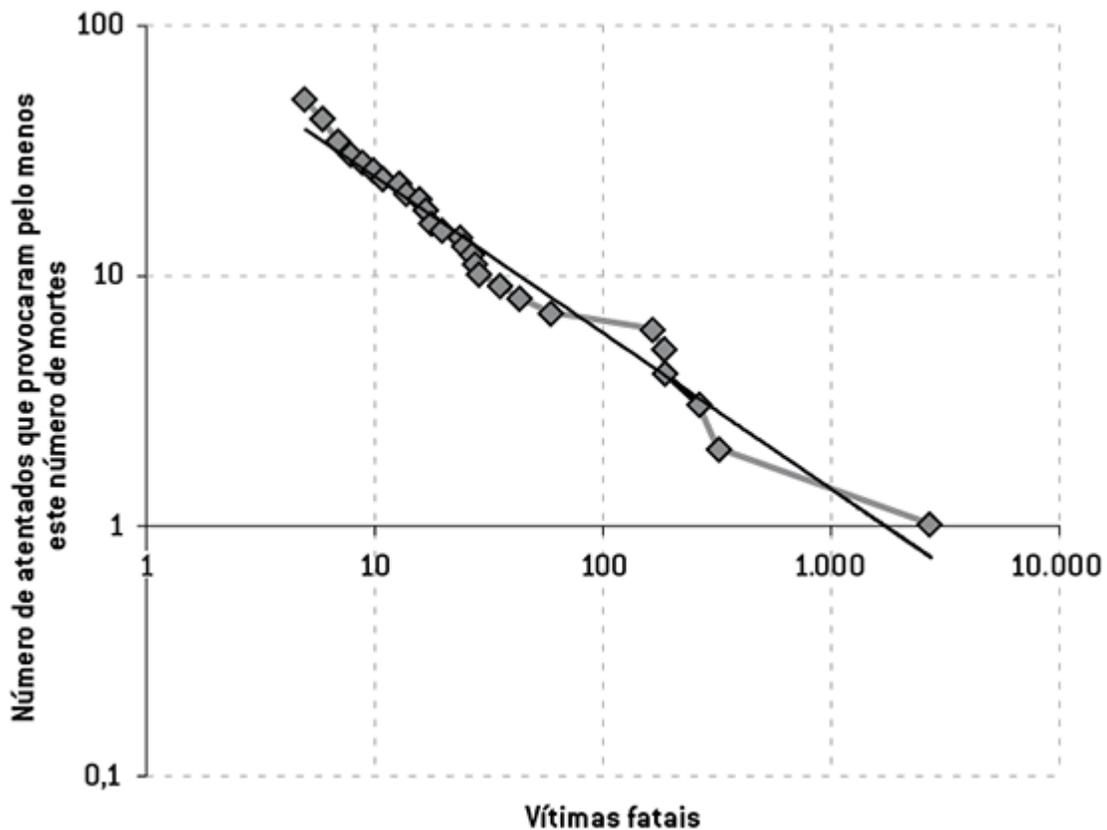
FIGURA 13.4: FREQUÊNCIA DOS ATENTADOS TERRORISTAS POR NÚMERO DE VÍTIMAS FATAIS EM PAÍSES DA OTAN ENTRE 1979 E 2009 (EM ESCALA LINEAR)



Entretanto, como no caso dos terremotos, é fácil compreender os dados quando estão em uma escala logarítmica (para ser mais específico, uma escala logarítmica dupla, na qual os eixos vertical e horizontal são logarítmicos, como na Figura 13.5). É importante enfatizar que somente

facilitei a visualização desses dados — as informações subjacentes continuam as mesmas. Mas o que antes parecia caótico e aleatório agora se revela bastante ordenado. Quando colocada em uma escala logarítmica dupla, a relação entre a frequência e a gravidade dos atentados terroristas parece formar, mais ou menos,⁴⁷ uma linha reta. Na verdade, essa é uma característica fundamental das relações da lei de potência: quando colocados em uma escala logarítmica dupla, os dados criam um padrão reto como uma seta.

FIGURA 13.5: FREQUÊNCIA DOS ATENTADOS TERRORISTAS POR NÚMERO DE VÍTIMAS FATAIS EM PAÍSES DA OTAN ENTRE 1979 E 2009 (EM ESCALA LOGARÍTMICA)

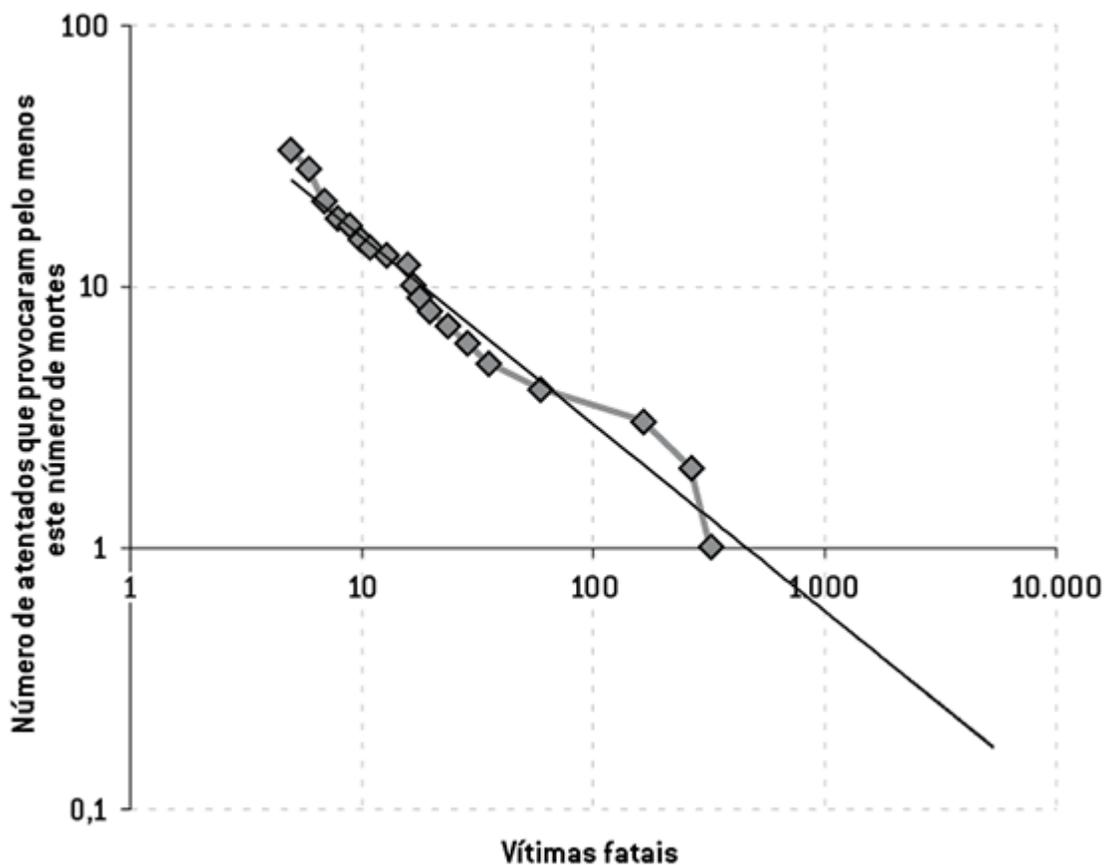


As leis de potência têm algumas propriedades importantes no que diz respeito a previsões sobre a escala de riscos futuros. Em particular, implicam que desastres muito piores do que o que a sociedade viveu

recentemente são possíveis, ainda que raros. Por exemplo, a lei de potência do terrorismo prevê que um país da Otan (não necessariamente os Estados Unidos) sofreria, ao longo do período de 31 anos entre 1979 e 2009, seis atentados terroristas com pelo menos cem vítimas fatais. (A previsão aproximou-se do número real: na verdade, houve sete atentados como esses durante o período.) Da mesma maneira, implica que um atentado com mil vítimas ocorreria cerca de uma vez a cada 22 anos. E sugere que algo na escala do 11 de Setembro,⁴⁸ que matou quase três mil pessoas, ocorreria uma vez a cada quarenta anos.

No entanto, não é tão importante descrever a história em termos estatísticos. Com certeza, é possível que um modelo estatístico dê conta de um evento como os atentados de 11 de setembro agora que ele ocorreu. Mas o que o método de Clauset diria sobre a possibilidade de um ataque semelhante *antes* que ele acontecesse?

FIGURA 13.6: FREQUÊNCIA DOS ATENTADOS TERRORISTAS POR NÚMERO DE VÍTIMAS FATAIS EM PAÍSES DA OTAN ENTRE 1º DE JANEIRO DE 1979 E 10 DE SETEMBRO DE 2001



O 11 de Setembro certamente modificou um pouco as probabilidades — da mesma maneira que o número de terremotos intensos nos últimos anos implica que eles são um pouco mais comuns do que poderíamos imaginar.⁴⁹ Entretanto, mesmo antes o método da lei de potência teria concluído que um atentado na escala do 11 de Setembro era uma nítida possibilidade. Se o processo da lei de potência for aplicado a dados coletados *antes* do evento — desde o início da moderna onda de terrorismo, em 1979, até 10 de setembro de 2001 —, teremos que um atentado nessa escala ocorreria aproximadamente uma vez a cada oitenta anos em um país da Otan, ou seja, uma vez em nosso tempo de vida.⁵⁰

Esse método nada nos diz de específico sobre exatamente *onde e quando* o atentado ocorreria. Trata-se de uma tendência de longo prazo, como a

tendência de terremotos na Califórnia. Porém, diferentemente de terremotos, atentados terroristas podem ser evitados — essa é uma importante característica para a hipótese de Clauset.

Esses dados sugerem que um atentado na escala do 11 de Setembro não teria sido *inimaginável*. A distribuição da lei de potência demonstra que é plausível que ocorram no futuro eventos em escalas muito maiores do que os do passado. Nossa falta de familiaridade com eles será um sinal bastante inadequado de sua probabilidade.

Terrorismo de magnitude 9

Entretanto, se os atentados de 11 de setembro equivalem a um terremoto de magnitude 8, o que dizer de algo ainda maior, equivalente a um terremoto de magnitude 9? O método de Clauset nos dá motivos para acreditar na possibilidade de atentados com até dezenas ou centenas de milhares de vítimas fatais. O mecanismo para um atentado dessa magnitude é desagradável, mas pode ser identificado com certa facilidade. É muito provável que envolva armas de destruição em massa, sobretudo armas nucleares.

Felizmente, o mundo não tem muita experiência com guerras nucleares. As bombas atômicas lançadas em Hiroshima e em Nagasaki, no Japão, em 1945, no final da Segunda Guerra Mundial, mataram aproximadamente duzentos mil pessoas.⁵¹ Segundo uma estimativa,⁵² uma arma com potência semelhante, detonada em um dos principais portos da cidade de Nova York, mataria uns 250 mil civis. Mas a tecnologia nuclear evoluiu desde então. Uma arma maior e mais moderna, se explodisse sobre o centro de Manhattan, poderia matar até um milhão de pessoas⁵³ e incinerar centenas de bilhões de dólares em imóveis. Atentados simultâneos em Nova York, Washington, Chicago e Los Angeles poderiam matar até quatro milhões de americanos, um objetivo declarado de Osama bin Laden.⁵⁴

Essas estimativas refletem — provavelmente — os piores cenários. Porém, como um ataque assim poderia ser centenas de vezes pior do que o 11 de Setembro, sua probabilidade vem sendo tópicos de intenso debate entre os agentes responsáveis pela segurança nacional dos Estados Unidos.

Uma das avaliações mais pessimistas vem de Graham Allison, professor de ciências políticas em Harvard que serviu tanto no governo Reagan quanto no de Clinton e cujos livros e artigos sobre a crise dos mísseis cubanos foram citados milhares de vezes por outros acadêmicos.⁵⁵ Assim, quando Allison tem algo a dizer, seus colegas escutam.

Ele chegou a uma assustadora conclusão em 2004: “A ocorrência de um atentado terrorista nos Estados Unidos na próxima década é mais provável do que improvável.”⁵⁶ Allison disse que sua previsão pressupunha que tudo continuasse “no atual caminho” — um contexto no qual existem perigosos grupos terroristas, material nuclear vulnerável em muitos lugares pelo mundo e falta de atenção ao problema por parte dos formuladores de políticas dos Estados Unidos.

Passaram-se mais de dez anos desde os atentados de 11 de setembro. Porém, quando falei com Allison em 2010, ele reafirmou a gravidade da ameaça. Na verdade, ele a toma de forma bastante literal. Liguei para Allison de minha mesa no escritório do *New York Times*, a uma quadra da Times Square.⁵⁷ Ele me disse que ficaria pelo menos um pouco nervoso na Times Square e que não tinha certeza de que estaria disposto a trabalhar lá todo dia.

A estimativa de probabilidade de Allison não é resultado de um modelo estatístico. É “a base sobre a qual [ele] faria apostas”.^{CIX} Por que ele vê tanto risco? “É uma imitação da velha versão de Sherlock Holmes de motivação, meios e oportunidade”, disse ele.

Para Allison, é fácil identificar a **motivação** dos terroristas. Osama bin Laden tinha dito que queria matar quatro milhões de americanos, número que provavelmente só poderia ser alcançado com um ataque nuclear. O *modus operandi* da al-Qaeda tem sido, segundo Allison, “espetacular” —

atentados ocasionais, mas impressionantes, que matam um grande número de pessoas inocentes. E a CIA havia detectado uma conversa da al-Qaeda sobre uma “Hiroshima americana” antes dos atentados de 11 de setembro.⁵⁸

Por **oportunidade**, Allison se refere à capacidade de grupos terroristas entrarem nos Estados Unidos com uma arma. Ele tem poucas dúvidas nesse sentido. “Como bandidos chegam às cidades americanas todos os dias?”, perguntou Allison. Os Estados Unidos têm mais de 3.700 portos e recebem mais de seis milhões de contêineres de carga por ano — mas apenas 2% são inspecionados por agentes alfandegários.⁵⁹ “Se você tiver alguma dúvida, eles sempre podem esconder armas em fardos de maconha”, disse Allison, em tom de brincadeira.

Portanto, sua teoria concentra-se mais nos **meios** — ou seja, na capacidade de um grupo terrorista de adquirir uma arma nuclear. Se quisermos reduzir o risco de uma versão nuclear dos atentados de 11 de setembro, a maneira certa seria controlar os meios.

Os especialistas acreditam que existem cerca de vinte mil ogivas nucleares no mundo⁶⁰ — em comparação com o pico de 65 mil na década de 1980. Teoricamente, uma ameaça pode vir de qualquer um dos nove países que possuem armas nucleares — até os Estados Unidos perderam de vista onze dessas armas nucleares ao longo da história⁶¹ —, e outros países podem estar tentando desenvolvê-las. Mas a preocupação de Allison provém basicamente de dois países com armas nucleares: Rússia e Paquistão.

Em sua opinião, o risco relacionado ao primeiro país diminuiu um pouco. Em parte por causa de programas bem-sucedidos como o patrocinado pelos senadores Sam Nunn e Richard Lugar, não existem armas nucleares ativas nos estados remotos da ex-União Soviética. Na Rússia, o número de armas nucleares caiu de trinta mil, em 1985, para onze mil.

Porém, se esse risco diminuiu, a ameaça imposta pelo Paquistão aumentou — talvez de modo acentuado. “Se você mapear a existência de armas de destruição em massa e do terrorismo, verá que todas as rotas se cruzam no Paquistão”, disse-me Allison.

Embora o país seja visto como aliado dos Estados Unidos, até a interpretação mais generosa dos fatos sugeriria que ele representa ao mesmo tempo um problema e uma solução no esforço para conter o terrorismo. A princípio, o Paquistão relutara em cooperar com os Estados Unidos depois dos atentados de 11 de setembro, e seu presidente alegou mais tarde que os Estados Unidos haviam recorrido a uma ameaça de bombardear o país e levá-lo “de volta à Idade da Pedra”.⁶² Osama Bin Laden passara seis anos⁶³ em Abbottabad, Paquistão, antes de ser morto. Enquanto isso, o Paquistão tem cerca de cem armas nucleares e está construindo, em ritmo acelerado, outras instalações nucleares.⁶⁴ O país hoje aparece em sétimo lugar no Índice Mundial de Instabilidade Política da revista *The Economist*, em posição bem mais elevada do que ocupou em seu passado recente,⁶⁵ o que significa que o risco de um golpe de Estado ou de uma revolução é bastante alto. Um novo regime poderia ser abertamente hostil aos Estados Unidos. E então poderiam existir todas as condições de que um terrorista precisaria para adquirir uma arma nuclear.

Devido à situação decadente do Paquistão, bem como à ameaça residual imposta por outros países, Allison disse que ainda pensava como em 2004 — ou seja, uma chance cada vez maior de um ataque nuclear aos Estados Unidos na próxima década, a não ser que haja alguma mudança de trajetória.

Allison também tem seus críticos, entre eles Michael Levi, que visitei em seu escritório no Conselho de Relações Internacionais em Nova York. Como Aaron Clauset, Levi tem uma formação excêntrica: estudou física teórica em Princeton e foi consultor técnico do popular programa de

televisão *24 Horas*, em que um grupo terrorista tentava detonar uma arma nuclear em Los Angeles.^{CX}

Levi acredita que existe algum risco de ataque. “Uma das primeiras coisas que fiz quando cheguei aqui foi traçar círculos em volta da Grand Central Station para ver como uma bomba de dez quilotons afetaria o meu apartamento.” Mas ele acredita que a estimativa de Allison é alta demais e questiona várias de suas premissas.

Em primeiro lugar, Levi acredita que Allison dá valor demais à motivação de grupos terroristas. Não que a al-Qaeda não deseje lançar Manhattan pelos ares, diz ele, mas grupos e indivíduos não se mobilizam para colocar em ação várias de suas aspirações por duvidarem de sua capacidade. Na visão de Levi, grupos terroristas valorizam muito a probabilidade de seus planos darem certo. Um atentado fracassado revelaria sua verdadeira identidade e chamaria a indesejada atenção do governo dos Estados Unidos e de outros países. Um atentado fracassado poderia também afetar a credibilidade do grupo tanto junto aos membros existentes quanto aos que poderiam ser recrutados. As organizações terroristas são fundamentalmente fracas e instáveis: como se supõe que também aconteça com novos restaurantes, 90% das iniciativas dão errado no primeiro ano.⁶⁶ Suas mensagens de recrutamento baseiam-se, em grande parte, em convencer seus membros de que são capazes de oferecer redenção contra injustiças percebidas.⁶⁷ A al-Qaeda, em particular, teve uma taxa de sucesso muito alta em seus atentados, inclusive no 11 de Setembro, algo que pode ajudar a explicar sua longevidade incomum. Entretanto, se for questionada a capacidade que um grupo terrorista tem de alcançar essa redenção, seus recrutas podem debandar.

Seria difícil realizar um ataque nuclear. Não que grupos terroristas sejam avessos a planejamentos complexos — a preparação para os atentados de 11 de setembro levou cinco anos. Porém, quanto mais complicado o plano, maior a necessidade de cooperação de um grande número de participantes, sendo que cada um pode desertar ou ser detectado pelas

autoridades de contraterrorismo. Um ataque nuclear também exigiria conhecimento técnico significativo e bastante especializado — muito mais do que quatro terroristas aprenderem a pilotar um 767. Para começo de conversa, existem poucos físicos nucleares e ainda menos indivíduos que se manteriam leais a um grupo terrorista.⁶⁸ “Se eles encontrarem um cara formado em engenharia para chefiar sua equipe nuclear, eu não esperaria que muita coisa saísse dali”, disse-me Levi.

Por fim, os objetivos dos terroristas nem sempre são matar o maior número possível de pessoas. Ao contrário, desejam infligir medo nas pessoas e alterar seu comportamento. Um ataque nuclear seria bastante aterrorizante, mas não necessariamente cem ou mil vezes mais aterrorizante do que o 11 de Setembro, embora pudesse causar muito mais vítimas fatais. Se a chance de sucesso for baixa, talvez não seja o meio mais eficaz para os terroristas alcançarem suas metas.

Outros agentes da segurança nacional dos Estados Unidos, como Rumsfeld, estão mais preocupados com um ataque biológico, que exigiria muito menos domínio especializado e poderia instilar a mesma intensidade de medo. Além disso, é um medo menos familiar aos americanos. Se o agente biológico for contagioso, como uma reintrodução do vírus da varíola, ele pode ser uma preocupação durante semanas ou meses; escolas, shoppings e fronteiras fechariam, e haveria quarentenas nos hospitais. Seria muito mais difícil conseguir a impressionante resiliência que Nova York demonstrou poucos dias depois do 11 de Setembro.

“Um ataque biológico é diferente. Não estamos à vontade com o assunto. As pessoas sabem o quanto armas nucleares são apavorantes”, disse Rumsfeld. “Algo que é contagioso e que pode ser transmitido de uma geração a outra e modificar os genes — o medo de uma arma biológica é bastante diferente do medo de uma arma nuclear ou química.”

É difícil imaginar o número de vítimas que um atentado biológico poderia causar — assim como é difícil prever (como vimos no Capítulo 7)

a disseminação de qualquer doença transmissível. Ainda assim, os piores cenários possíveis são, sem sombra de dúvida, bastante ruins. Uma simulação de 2001 chamada Dark Winter⁶⁹ concluiu que três milhões de americanos poderiam ser infectados com o vírus da varíola, com talvez um milhão de mortes, caso terroristas conseguissem espalhar o vírus simultaneamente em shoppings de Oklahoma City, Filadélfia e Atlanta.

Pensando grande sobre o terrorismo

O método de Clauset vê com agnosticismo os meios para a ocorrência de um atentado terrorista de magnitude 9, dizendo apenas que é possível. A julgar pelo número de vítimas fatais nos atentados entre 1979 e 2009, por exemplo, um modelo da lei de potência — como o de Clauset — também poderia implicar aproximadamente 10% de chance de um ataque que mataria pelo menos dez mil pessoas em um país da Otan ao longo da próxima década. Há 3% de chance de um atentado que mate cem mil pessoas e 0,6% de chance de um que mate um milhão de pessoas ou mais.

Essas estimativas precisam ser abordadas com cautela. Ainda existe uma incerteza considerável, em especial quanto ao potencial de eventos em grande escala, e versões ligeiramente distintas dessa técnica produzem respostas ligeiramente distintas. No entanto, existe mais uma comparação a ser feita entre terrorismo e terremotos.

A lei de Gutenberg-Richter dita que, no longo prazo, a frequência dos terremotos é reduzida cerca de dez vezes para cada aumento de um ponto em sua magnitude. No entanto, a energia liberada pelos terremotos aumenta de forma exponencial em função da magnitude. De modo mais específico, a liberação de energia de um terremoto aumenta cerca de 32 vezes para cada aumento de um ponto na magnitude. Sendo assim, um terremoto de magnitude 6 libera cerca de 32 vezes mais energia sísmica do que um terremoto de magnitude 5, enquanto um terremoto de magnitude 7 é quase mil vezes mais intenso.

O ritmo de aumento da energia liberada é muito maior do que o de redução da frequência. Se ocorrem dez terremotos de magnitude 6 para cada terremoto de magnitude 7, esse tremor ocasionará muito mais danos⁷⁰ do que a soma de todos os terremotos de magnitude 6. De fato, é muito pequeno o número de terremotos responsáveis por uma fração muito grande de toda a energia sísmica. Nos cem anos decorridos entre 1906 e 2005, por exemplo, apenas três grandes terremotos — no Chile, em 1960; no Alasca, em 1964; e em Sumatra, em 2004 — provocaram quase metade da liberação total de energia de todos os terremotos do mundo nesse período. Sendo assim, os sismólogos e os responsáveis pela elaboração de planos de contingência estão mais preocupados com os terremotos muito grandes. Um tremor mais modesto, no lugar errado e na hora errada, pode causar danos enormes (como o terremoto de magnitude 7 no Haiti, em 2010), mas, em geral, devemos nos preocupar com os terremotos de grande magnitude, muito embora sua ocorrência seja bastante rara.

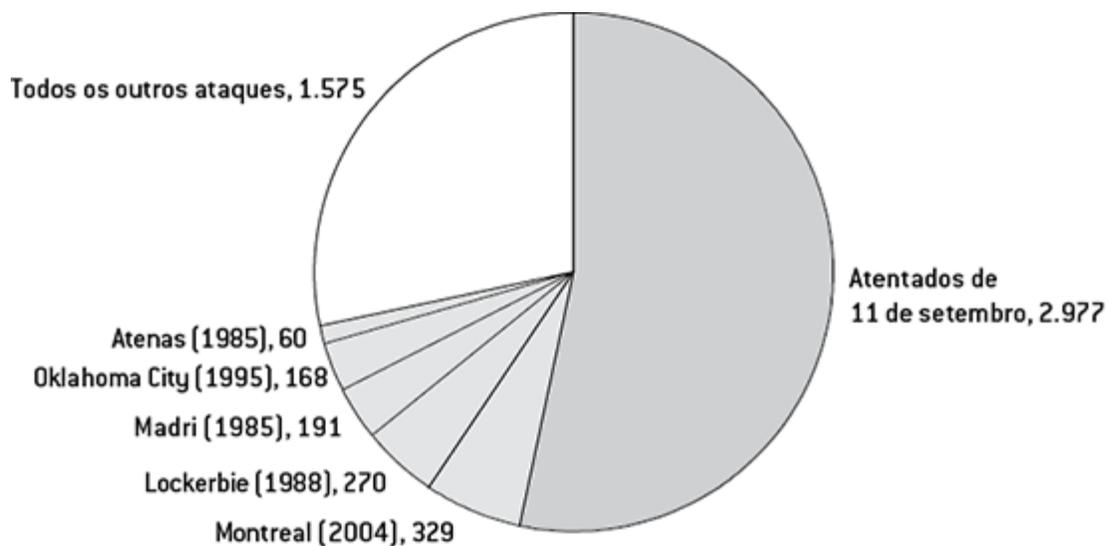
Considere novamente o caso dos atentados terroristas. Os eventos de 11 de setembro, por si sós, mataram mais pessoas — 2.977, sem contar os terroristas — do que todos os outros atentados em países da Otan no período de trinta anos entre 1979 e 2009 (ver Figura 13.7). Enquanto isso, um único ataque nuclear ou biológico poderia causar um número de vítimas muito maior do que os atentados de 11 de setembro.

Assim, mesmo que Levi tenha razão e que as chances de um ataque assim sejam extremamente baixas, ele representa a maior parte do risco. O método da lei de potência, por exemplo, estima que a chance de um incidente que matasse um milhão de pessoas — uma bomba atômica detonada na Times Square — é de cerca de uma em 1.600 por ano. Mas a morte de um milhão de pessoas a cada 1.600 anos representa 625 mortes por ano, muito mais do que a média de 180 pessoas mortas em atentados terroristas ocorridos nos países da Otan desde 1979. No que diz respeito ao terrorismo, é preciso pensar grande sobre a probabilidade de eventos de grande magnitude e em como poderíamos reduzi-la, mesmo que pouco.

Sinais que apontam para atentados desse porte, portanto, deveriam ter grau de prioridade estratégica muito mais alto.

Esse argumento matemático a favor da atenção a ameaças de grande escala bate de frente com os imperativos cotidianos das pessoas envolvidas com a segurança doméstica dos Estados Unidos. Em 1982, os cientistas sociais James Q. Wilson e George L. Kelling introduziram o que chamaram de teoria das “janelas quebradas” para a repressão a atividades criminosas.⁷¹ A ideia era que, concentrando-se em crimes de menor escala, como vandalismo e má conduta relacionada a drogas,⁷² a polícia poderia contribuir para um clima geral de legalidade e, assim, reprimir infrações mais graves. Os indícios empíricos quanto ao mérito dessa teoria são bastante mistos.^{73, 74}

FIGURA 13.7: NÚMERO DE VÍTIMAS FATAIS EM ATENTADOS TERRORISTAS EM PAÍSES DA OTAN ENTRE 1979 E 2009



No entanto, a teoria foi muito bem recebida pelos departamentos de polícia do país inteiro, pois reduziu o grau de dificuldade do trabalho deles e proporcionou metas muito mais atingíveis. É muito mais fácil prender um adolescente de dezesseis anos por fumar maconha do que resolver o roubo de um automóvel ou impedir um assassinato. Todos gostam de

morar em um bairro mais limpo e seguro, mas não está claro se a teoria das janelas quebradas é, de fato, válida.

Da mesma maneira, as exigências cada vez mais complexas para voos comerciais enquadram-se na categoria que o especialista em segurança Bruce Schneier chama de “teatro da segurança”,⁷⁵ funcionando mais como um espetáculo do que para impedir a ação de terroristas. Não é de modo algum irracional preocupar-se com a segurança dos aeroportos; aviões foram envolvidos em um grande número de atentados terroristas no passado, e o terrorismo pode ter algo de repetitivo.⁷⁶ Entretanto, mesmo considerando desastres que nada tiveram a ver com o terrorismo, apenas um passageiro em cada 25 milhões morreu em um voo comercial dentro dos Estados Unidos durante a década de 2000.⁷⁷ Mesmo que você faça vinte viagens de avião por ano, é duas vezes mais provável que seja atingido por um raio.

Por que terroristas não explodem shopping centers?

Em geral, esses esforços almejam enganar terroristas idiotas — e com certeza eles existem, como o terrorista que escondeu explosivos na cueca. Um terrorista inteligente, entretanto, provavelmente seria capaz de despistar esses esforços ou voltar sua atenção para alvos mais vulneráveis como trens e ônibus. Na verdade, ele não precisaria ir muito além do balcão de *check-in*, onde há muitas pessoas reunidas, mas pouca segurança. Os terroristas já descobriram isso; em 2011, um terrorista suicida matou 35 pessoas na área de desembarque internacional do aeroporto Domodedovo, em Moscou.⁷⁸

Nesse sentido, existe um número praticamente ilimitado de alvos pouco protegidos que nada têm a ver com o sistema de transporte. Por que terroristas não explodem um shopping center, por exemplo?

Talvez um dos motivos pelos quais não existem tantos atentados terroristas seja o fato de não haver tantos terroristas assim. É muito difícil

obter uma contagem, mas uma estimativa muito citada diz que, em seu auge, a al-Qaeda tinha apenas cerca de quinhentos a mil integrantes,⁷⁹ incluindo seguidores e aspirantes a terroristas, bem como pessoas envolvidas em todas as funções não violentas que esses grupos precisam desempenhar: algum mané precisa religar o servidor quando a rede da al-Qaeda cai. Kathleen Carley, da Universidade Carnegie Mellon, que estuda as redes sociais de organizações insurgentes, disse-me que, mesmo dentro do que consideramos um grupo extremista, talvez apenas 1% dos membros seja de verdadeiros extremistas. É muito mais fácil promover a *jihad* global como consultor de TI de Bin Laden do que entrar em um shopping center movimentado e detonar uma bomba amarrada ao próprio corpo.

Ainda assim, é preciso ter cuidado ao fazer esse tipo de pergunta — podemos, mais uma vez, estar confundindo o desconhecido com o improvável. O enigma sobre por que terroristas não explodem shopping centers pareceria ridículo para alguém em Israel, onde isso acontece o tempo todo.

A abordagem israelense à prevenção do terrorismo

Uma das críticas óbvias à hipótese da lei de potência de Clauset é que, ao contrário de eventos como terremotos, a intervenção humana pode deter o terrorismo.

As pesquisas de Clauset sugerem que a distribuição da lei de potência existe não apesar da competição entre forças terroristas e contraterroristas, mas talvez *por causa* dela. O padrão de pontos visto no gráfico é ditado pelas diferentes estratégias de contraterrorismo em cada país. Pode haver uma espécie de equilíbrio entre terroristas e a sociedade, entre liberdade e segurança, embora talvez varie em função do tempo e do espaço.⁸⁰ Querendo admitir ou não, precisamos sempre aceitar determinada quantidade de risco de terrorismo se quisermos viver em uma sociedade livre.

“Vai e volta”, disse Rumsfeld. “Provavelmente somos os mais vulneráveis ao terrorismo. Por sermos um povo livre. Porque faz parte da nossa natureza. Nossa expectativa é poder acordar, abrir a porta de casa, mandar os filhos para a escola e não ter que ficar vigiando a rua para ver se serão mortos em algum atentado ao virarem a esquina. Se alterarmos nosso comportamento como povo livre, eles terão vencido.”

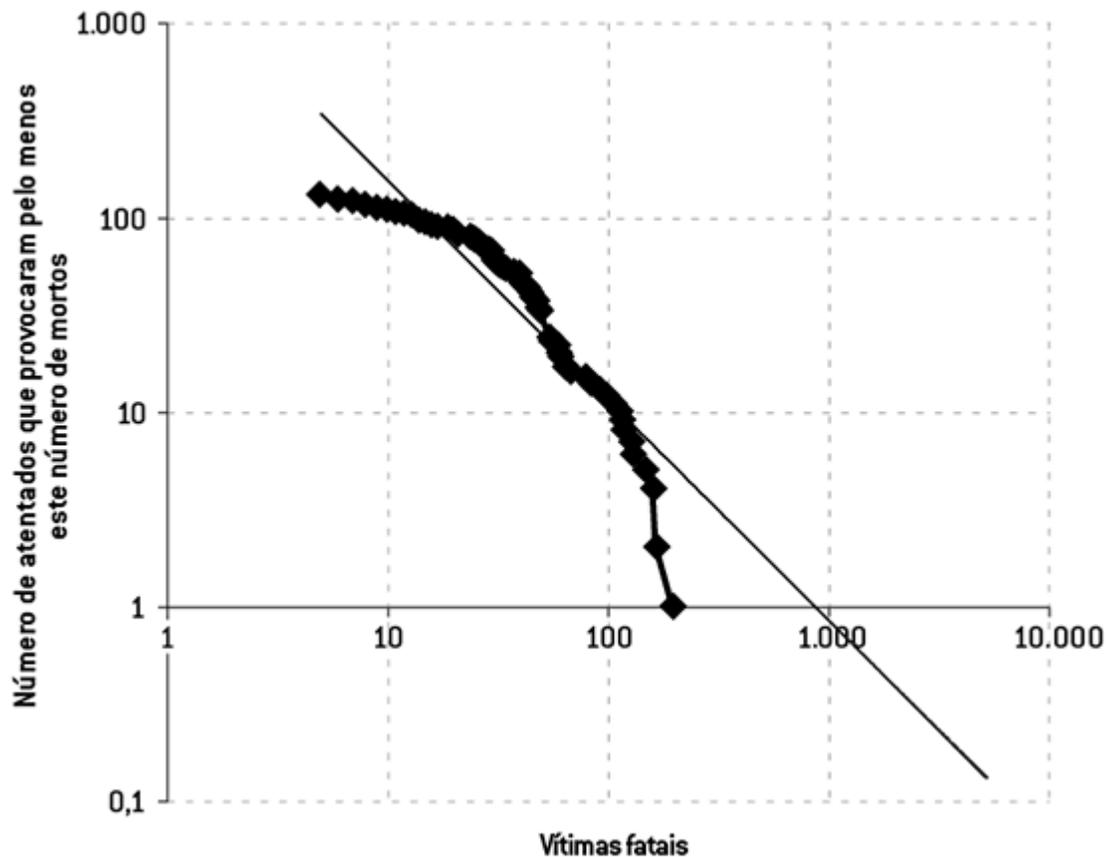
Embora seja um alvo mais frequente do que os Estados Unidos, Israel não vive com medo do terrorismo. Uma pesquisa realizada em 2012 com judeus de Israel revelou que apenas 16% descreveram o terrorismo como seu maior medo⁸¹ — mesmo percentual que afirmou se preocupar com o sistema educacional do país.

Nenhum político israelense admitiria que tolera o terrorismo em pequena escala, mas é basicamente isso o que o país faz. Ele tolera o terrorismo porque a alternativa — permitir que o medo paralise a população — é incapacitante e atende aos objetivos dos terroristas. Um elemento-chave da estratégia do país é tornar a vida o mais normal possível para as pessoas após a ocorrência de um ataque. Por exemplo, a polícia em geral tenta limpar o local de um atentado em, no máximo, quatro horas após a explosão de uma bomba,⁸² permitindo que as pessoas voltem ao trabalho ou às suas atividades de lazer. O terrorismo em pequena escala é tratado mais como crime do que como ameaça existencial.

O que Israel certamente não tolera é o potencial de terrorismo em grande escala (que seria mais provável, por exemplo, se um país vizinho adquirisse armas de destruição em massa). Há indícios de que sua abordagem é bem-sucedida: Israel é o único país que conseguiu impor uma trajetória descendente à curva de Clauset. Se colocarmos em um gráfico a quantidade de mortos em incidentes terroristas ocorridos em Israel, usando o método da lei de potência (Figura 13.8), veremos que o número de atentados terroristas de grande escala tem sido bem menor do que o previsto; desde 1979, nenhum incidente matou mais de duzentas

peças. Um gráfico da lei de potência tão diferente, no caso de Israel, é prova de que nossas escolhas estratégicas fazem diferença.

FIGURA 13.8: FREQUÊNCIA DOS ATENTADOS TERRORISTAS POR NÚMERO DE VÍTIMAS FATAIS EM ISRAEL ENTRE 1979 E 2009



Como ler sinais de terroristas

Independentemente das nossas escolhas estratégicas e das relações que estamos dispostos a aceitar entre segurança e liberdade, precisamos começar pelo sinal. Um bom trabalho de inteligência continua sendo nossa primeira linha de defesa contra atentados terroristas.

Um dos objetivos declarados da Guerra do Iraque era impedir o avanço dos programas de armas de destruição em massa. Obviamente, quase não havia armas de destruição em massa lá. Análises independentes sobre a

decisão de invasão ao Iraque concluíram, em geral, que o governo Bush não pressionou seus serviços de inteligência para fornecer informações falsas — na época, havia certo consenso em organizações como a CIA de que o Iraque desenvolvia programas de armas de destruição em massa⁸³ —, mas ofereceu distorções significativas ao público americano.⁸⁴

Embora essa análise tenha seu mérito, não sei se é possível estabelecer uma distinção tão nítida entre o que os membros do governo Bush disseram ao público, em que acreditavam e o que aprenderam com as autoridades dos serviços de inteligência. Como em outros tipos de previsão, é muito fácil ver o que queremos em meio à confusão dos dados. Sinais pouco confiáveis fornecidos por fontes como “Curveball” — um iraquiano chamado Rafid Ahmed Alwan al-Janabi que depois admitiu⁸⁵ ter fabricado provas sobre a existência de um programa de armas biológicas no Iraque com a esperança de incitar as potências ocidentais a depor Saddam Hussein — podiam ser interpretados de forma muito crédula em um ambiente em que se ansiava pela guerra.

Em uma partida de xadrez, como vimos no Capítulo 9, os seres humanos tendem a se concentrar em apenas uma ou duas possíveis jogadas em detrimento de outras que poderiam ser melhores. Os computadores, que examinam todas as possibilidades, estão menos propensos a esse tipo de erro e podem identificar, em segundos, movimentos que seriam considerados geniais se feitos por Bobby Fischer ou Garry Kasparov. Os computadores não avaliam cada jogada com a mesma profundidade, mas administram a relação de custo-benefício de uma maneira um pouco diferente de nós. Lançam uma rede ampla em vez de buscar uma solução perfeita.

Se esperarmos encontrar o mundo dividido em contornos deterministas do possível e do impossível, com pouco espaço no meio, teremos, no fim, previsões confiantes demais, de um lado, e desconhecidos desconhecidos de outro. Não somos tão bons em fazer previsões e precisamos diversificar

nossas apostas em vez de acreditar em apenas uma hipótese, como fizeram os porcos-espinhos de Phil Tetlock.

Talvez em nenhuma outra área essas habilidades sejam tão testadas quanto na segurança nacional. Como observa Bruce Schneier,⁸⁶ a essência de um problema relacionado à segurança está em nos definirmos por nosso elo mais fraco. Não adianta reforçar a porta de entrada da sua casa com fechadura de platina, seguranças armados e uma legião de pit bulls se a porta dos fundos for tão frágil que qualquer ladrão de galinhas pode invadir sem esforço. Essas ameaças são assimétricas; de nada valeu o poderio naval dos Estados Unidos no Pacífico quando a frota japonesa se esgueirou pelos pontos cegos de sua defesa e descobriu que a maior parte do arsenal americano estava convenientemente localizada em um único lugar, onde poderia ser atacada com facilidade. É por isso que eventos como Pearl Harbor e os atentados de 11 de setembro produzem tal dissonância cognitiva. Podemos prever onde nosso inimigo atacará: onde menos esperamos que ataquem.

É provável que parte do raciocínio que estimo neste livro seja útil no campo da análise da segurança nacional.⁸⁷ Por exemplo, a abordagem bayesiana ao pensamento probabilístico é mais compatível com a tomada de decisões sob grande incerteza, pois nos estimula a considerar ao mesmo tempo um grande número de hipóteses, pensar por meio de probabilidades e atualizá-las sempre que encontrarmos informações que podem ser mais ou menos coerentes com elas.

O mais perto que os Estados Unidos chegaram de pegar a al-Qaeda com a mão na massa antes dos atentados de 11 de setembro foi ao prender Zacarias Moussaoui, extremista islâmico com um interesse incomum em aprender a pilotar um 747. Havia explicações inocentes para seu comportamento? Suponho que ele talvez gostasse de pilotar e tivesse muito tempo livre. Mas se os Estados Unidos tivessem associado alguma possibilidade anterior, mesmo que remota, à hipótese de que “terroristas poderiam sequestrar aviões e jogá-los contra prédios”, sua estimativa desse

evento teria aumentado bastante assim que se soubesse essa informação. No entanto, os americanos não consideraram essa hipótese; era um desconhecido desconhecido. A Comissão do 11 de Setembro, que investigou o atentado, concluiu que “o sistema não estava direcionado para entender a possível importância dessa informação”, e, por isso, a prisão de Moussaoui pouco contribuiu para a capacidade americana de frustrar o plano do atentado.⁸⁸

Não quero sugerir que os serviços de inteligência entenderam tudo errado. Se por um lado alguém deva ser responsabilizado pela incapacidade de detectar os atentados de 11 de setembro, também se deve dar algum crédito aos governos Bush e Obama pela ausência de atentados desde então — algo que eu certamente não teria previsto onze anos atrás. Como um juiz em uma partida de beisebol, um analista de inteligência arrisca-se a levar a culpa quando algo sai errado, mas poucos notam quando faz bem seu trabalho. Não acho que essa área reflita um fracasso contínuo de previsão como penso que acontece em outros temas abordados neste livro; considerando-se os desafios que enfrenta, talvez seja uma das mais bem-sucedidas.

Mesmo assim, como a Comissão do 11 de Setembro deduziu, a fonte mais importante de fracasso na previsão dos atentados foi a falta de imaginação. Durante a realização de previsões, é preciso haver um equilíbrio entre curiosidade e ceticismo.⁸⁹ Eles podem ser compatíveis. Quanto maior a avidez ao analisar e testar nossas teorias, quanto antes reconhecermos que nosso conhecimento do mundo é incerto e que uma previsão perfeita é impossível, menos medo teremos de nossos fracassos e com mais liberdade nossas mentes fluirão. Sabendo mais sobre o que não sabemos, talvez consigamos fazer previsões mais corretas.

CII Embora o termo não fosse muito disseminado na época, as ameaças com as quais os planejadores se preocupavam talvez estivessem mais na linha do “terrorismo” atual.

[CIII](#) Escolhi o título deste livro antes de conhecer Wohlstetter, mas ela foi pioneira no uso da metáfora, cinquenta anos atrás.

[CIV](#) Pode-se considerar as teorias da conspiração como a forma mais preguiçosa da análise de sinais. Como diz o professor de Harvard H. L. “Skip” Gates: “As teorias da conspiração são um mecanismo irresistível para poupar trabalho diante da complexidade.”

[CV](#) O Havaí só se tornou um estado americano em 1959.

[CVI](#) Você pode até concluir que a melhor estimativa é que algo seja essencialmente aleatório: você tem certeza de que não tem certeza!

[CVII](#) O voo United 93 partiu do aeroporto de Newark às 8h42, com 41 minutos de atraso, chegando à altitude de cruzeiro assim que o segundo avião colidiu contra a torre sul do World Trade Center.

[CVIII](#) O maior ataque terrorista no mundo havia sido o incêndio criminoso do Cinema Rex, em Abadã, Irã, em 1978, que matou 422 pessoas.

[CIX](#) Observe que a afirmação “a base sobre a qual [ele] faria apostas” é essencialmente uma possibilidade prévia no modelo bayesiano.

[CX](#) O grupo foi impedido por Jack Bauer, é claro.

CONCLUSÃO

Um *shortstop* da MLB tem na manga algumas jogadas que sempre pode fazer, aquelas que nunca pode fazer e aquelas em que precisará mergulhar em busca da bola. O mergulho é a mais espetacular, a que mais chama nossa atenção, porém pode levar a uma visão míope quanto às habilidades do jogador.

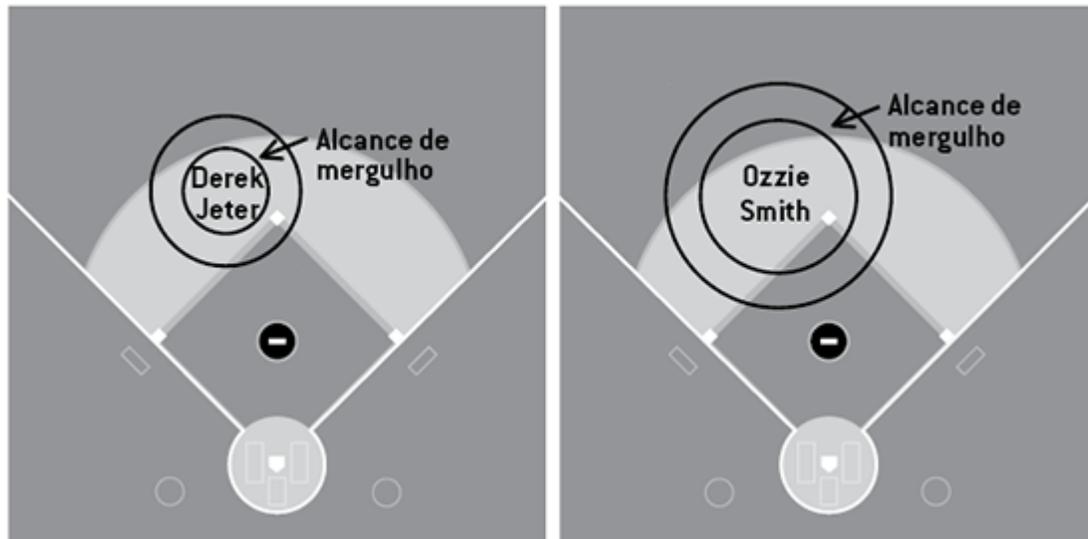
Derek Jeter, um *shortstop* lendário, era assunto frequente nas discussões durante a era *Moneyball*. As redes de transmissão e os olheiros notaram que Jeter parecia fazer um número alto de mergulhos e concluíram que, por isso, era um *shortstop* excepcional. Especialistas em estatística fizeram seus cálculos e detectaram uma falha nesse raciocínio.¹ Embora fosse um excelente atleta, Jeter demorava a pular e, então, mergulhava para compensar o tempo perdido. Na verdade, os números sugeriam que Jeter era um *shortstop* defensivo ruim, apesar de seus cinco prêmios Gold Glove. Um *shortstop* de defesa fantástico como Ozzie Smith teria realizado com facilidade as jogadas em que Jeter precisou mergulhar — talvez recebendo menos crédito ao fazê-las parecer rotineiras.

Independentemente das habilidades que possamos ter adquirido, sempre haverá tarefas que nos levarão ao limite. Se nos julgarmos por aquilo que temos mais dificuldade em fazer, podemos não dar valor às coisas que fazemos de maneira fácil e rotineira.

Uma das previsões mais corretas e espetaculares da história foi feita pelo astrônomo inglês Edmund Halley, que, em 1705, previu que um grande cometa retornaria à Terra em 1758. Muitos duvidaram de sua previsão, mas o evento ocorreu na época prevista.² Os cometas, que na antiguidade

eram vistos como augúrios imprevisíveis dos deuses,³ hoje são considerados misteriosamente previsíveis e regulares.

FIGURA C.1: ALCANCE DE MERGULHO DO *SHORTSTOP*



Os astrônomos preveem que o cometa Halley fará sua próxima aparição mais próxima à Terra em 28 de julho de 2061. Até lá, teremos adquirido conhecimento suficiente sobre muitos problemas do mundo natural que ainda desafiam nossa capacidade prenunciativa.

As leis da natureza não mudam tanto. Enquanto o repertório de conhecimento humano continuar a se expandir, como acontece desde a invenção do tipo móvel por Gutenberg, obteremos, aos poucos, uma melhor compreensão dos sinais da natureza e, quem sabe, até todos os seus segredos.

Entretanto, se a ciência e a tecnologia são as heroínas deste livro, existe, na era do Big Data, o risco de nos tornarmos otimistas demais quando às nossas possibilidades.

Não temos motivos para concluir que as questões humanas estão se tornando mais previsíveis. Talvez ocorra o contrário. As mesmas ciências que descobrem as leis da natureza tornam mais complexa a organização da

sociedade. A tecnologia está mudando completamente as maneiras como nos relacionamos uns com os outros. Por causa da internet, “o contexto como um todo, as equações e toda a dinâmica de propagação da informação mudaram”, disse-me Tim Berners-Lee, que inventou a World Wide Web em 1990.⁴

O volume de informações cresce de forma exponencial. Entretanto, uma pequena parte dessas informações é útil — a proporção entre sinal e ruído pode estar em declínio. Precisamos encontrar maneiras melhores para distingui-los.

Este livro trata menos daquilo que conhecemos e mais da diferença entre o que conhecemos e o que acreditamos conhecer, recomendando uma estratégia que nos permita eliminar essa lacuna. Tal manobra requer um salto gigantesco rumo à abordagem bayesiana, à previsão e à probabilidade, e, em seguida, alguns pequenos passos.

Pense de modo probabilístico

O teorema de Bayes começa e termina com uma expressão probabilística quanto à ocorrência de um evento na vida real. Ele não exige que você acredite que o mundo é intrinsecamente incerto; o teorema foi proposto na época em que a regularidade das leis de Newton era o paradigma dominante na ciência. Entretanto, exige que você aceite que suas percepções subjetivas do mundo são aproximações da verdade.

À primeira vista, esse elemento probabilístico do método bayesiano pode parecer desconfortável. A não ser que você tenha crescido jogando cartas ou outros jogos de azar, é pouco provável que tenha sido estimulado a pensar dessa maneira. As aulas de matemática dedicam mais tempo a assuntos abstratos, como geometria e cálculo, do que à probabilidade e à estatística. Em muitas profissões, expressões de incerteza são confundidas com admissão de fraqueza.

Quando se começa a fazer essas estimativas de probabilidade, elas podem parecer pouco úteis. Porém, há duas boas notícias. Primeiro, as estimativas são apenas um ponto de partida: o teorema de Bayes obrigará você a revisá-las e aperfeiçoá-las à medida que encontrar novas informações. Segundo, há indícios de que podemos aprender a melhorá-las. As forças armadas, por exemplo, treinaram soldados nessas técnicas,⁵ alcançando bons resultados.⁶ Também existem indícios de que os médicos refletem sobre seus diagnósticos à maneira bayesiana.⁷

Deve ser melhor seguir o exemplo de médicos e soldados do que dos analistas de televisão.

* * *

O cérebro humano processa informações por aproximação.⁸ Isso é menos um fato existencial e mais uma necessidade biológica: percebemos muito mais coisas do que nossa consciência pode processar e, para lidar com esse problema, categorizamos as informações segundo regularidades e padrões.

Em situações de grande estresse, as regularidades desaparecem. Estudos com pessoas que sobreviveram a desastres como os atentados de 11 de setembro revelaram que elas conseguiam recordar detalhes pormenorizados de suas experiências, mas, em geral, sentiam-se bastante desligadas dos ambientes em que se encontravam.⁹ Sob essas circunstâncias, nossos primeiros instintos e aproximações podem ser bastante inadequados, deixando de reconhecer, muitas vezes, a gravidade da ameaça. Pessoas que foram forçadas a tomar decisões sob extremo estresse antes, como num campo de batalha, tiveram maior probabilidade de se tornar heróis, liderando os outros a uma situação de segurança.¹⁰

No dia a dia, nosso cérebro também simplifica e aproxima da mesma maneira. Com a experiência, as simplificações e as aproximações tornam-se um guia útil, constituindo nosso conhecimento operacional.¹¹

Entretanto, não são perfeitas, e muitas vezes não percebemos quão toscas são.

Considere as sete afirmações a seguir, relacionadas à hipótese da eficiência dos mercados e à possibilidade de um investidor individual vencer ou não o mercado de ações. Todas são aproximações, mas cada uma se baseia na anterior para se tornar um pouco mais precisa.

1. Nenhum investidor pode vencer o mercado de ações.
2. Nenhum investidor pode vencer o mercado de ações a longo prazo.
3. Nenhum investidor pode vencer o mercado de ações a longo prazo em relação ao seu nível de risco.
4. Nenhum investidor pode vencer o mercado de ações a longo prazo em relação ao seu nível de risco e considerando seus custos de transação.
5. Nenhum investidor pode vencer o mercado de ações a longo prazo em relação ao seu nível de risco e considerando seus custos de transação, a não ser com informações privilegiadas.
6. Poucos investidores vencem o mercado de ações a longo prazo em relação ao seu nível de risco e considerando seus custos de transação, a não ser com informações privilegiadas.
7. É difícil dizer quantos investidores vencem o mercado de ações a longo prazo, pois há muito ruído nos dados, mas sabemos que a maior parte não consegue esse objetivo em relação ao seu nível de risco, uma vez que as negociações não produzem retorno líquido em excesso, mas implicam custos de transação; assim, a não ser que tenha informações privilegiadas, é provável que você se saia melhor se investir num fundo de índice.

A primeira aproximação — que afirma que nenhum investidor pode vencer o mercado de ações — parece ser bastante poderosa. Quando chegamos à última, que está repleta de expressões de incerteza, não temos

algo que caiba num banner. Entretanto, trata-se de uma descrição mais completa do mundo objetivo.

Não há problemas com uma aproximação aqui e ali. Se você tivesse encontrado um estranho que nada soubesse sobre o mercado de ações e informasse a ele que é difícil vencê-lo, mesmo nos termos mais toscos da primeira afirmação, ainda seria muito melhor do que não saber nada.

O problema existe quando confundimos aproximação e realidade. Ideólogos como os porcos-espinhos de Phil Tetlock comportam-se dessa maneira. As afirmações mais simples parecem mais universais ou testemunhos de uma verdade maior ou de uma teoria mais grandiosa. Tetlock descobriu, porém, que seus porcos-espinhos eram péssimos em fazer previsões. Eles desconsideram todas as pequenas e confusas informações que tornam a vida real e as previsões, mais precisas.

Temos cérebros grandes, mas vivemos num universo enorme ao ponto de ser incompreensível. A virtude em pensar de modo probabilístico está em nos forçarmos a parar e a “cheirar” os dados — reduzindo o ritmo e considerando as imperfeições em nossa forma de pensar. Com o tempo, veremos que esse hábito aperfeiçoa nossos processos decisórios.

Conheça seu ponto de partida

O teorema de Bayes exige que determinemos — de maneira explícita — a probabilidade de ocorrência de um evento *antes* de ponderarmos os indícios, e chama essa estimativa de crença anterior.

De onde devem vir nossas crenças anteriores? O ideal seria utilizarmos nossa experiência passada ou, melhor, a experiência coletiva da sociedade. Essa é uma das funções úteis dos mercados. Eles não são perfeitos, mas, em grande parte do tempo, o discernimento coletivo é melhor do que nossa opinião isolada. Os mercados formam um bom ponto de partida para ponderar novos indícios, particularmente se você não tiver dedicado muito tempo a estudar um problema.

É evidente que os mercados não estão disponíveis para todos os casos. Muitas vezes, precisaremos escolher outra coisa como parâmetro de comparação. Até o senso comum pode funcionar como antecedente bayesiano, como uma proteção contra o excesso de credulidade nos resultados produzidos por modelos estatísticos — que são, em sua maioria, aproximações simplistas, mesmo que pareçam prometer precisão matemática. Informação só se transforma em conhecimento quando é contextualizada. Sem contexto, não é possível diferenciar sinal e ruído, e nossa busca pela verdade pode ser inundada por falsos positivos.

O que não é aceitável, em termos do teorema de Bayes, é fingir uma *inexistência* de crenças anteriores. É preciso tentar reduzir as tendenciosidades, mas dizer que elas inexistem é um sinal de que existem sim, e em abundância. Declarar suas crenças desde o começo — dizer “é daqui que venho”¹² — é uma maneira de agir com boa-fé e reconhecer que você percebe a realidade através de um filtro subjetivo.

Tente e erre

Talvez este seja o princípio bayesiano de mais fácil aplicação: fazer muitas previsões. Você pode não querer apostar sua empresa ou seu meio de vida, especialmente no começo,^{CXI} mas é a única maneira de acertar.

O teorema de Bayes diz que devemos atualizar nossas previsões sempre que formos apresentados a novas informações. Uma versão menos literal dessa ideia é apenas experimentar e errar. Empresas que “entendem” o Big Data, como Google, não estão investindo muito tempo no “país dos modelos”.^{CXII} Ao contrário, realizam milhares de experimentos todos os anos e testam suas ideias com clientes reais.

O teorema de Bayes nos estimula a ser disciplinados ao pesar novas informações. Se nossas ideias forem válidas, devemos estar dispostos a testá-las, apresentando hipóteses que podem ser negadas e submetendo-as a uma previsão. Na maior parte do tempo, não compreendemos a quantidade de

ruídos presentes nos dados, por isso tendemos a atribuir peso demais aos dados mais recentes. Os repórteres de política costumam esquecer que existe uma margem de erro nas pesquisas de opinião, enquanto os de economia nem sempre fazem um bom trabalho ao transmitir o verdadeiro grau de imprecisão inerente às estatísticas. Em geral, são os pontos fora da curva que chegam às manchetes.

No entanto, podemos ter a tendência oposta quando nos dedicamos demais, de maneira pessoal ou profissional, a um problema, sem mudar nossa mentalidade quando mudam os fatos. Se for um dos porcos-espinhos de Tetlock, um especialista pode ser orgulhoso demais para mudar sua previsão quando os dados são incongruentes com sua teoria do mundo. Sectários que esperam que todas as ideias caibam num banner percorrerão os vários estágios do luto até aceitarem o fato de que simplificaram demais a realidade.

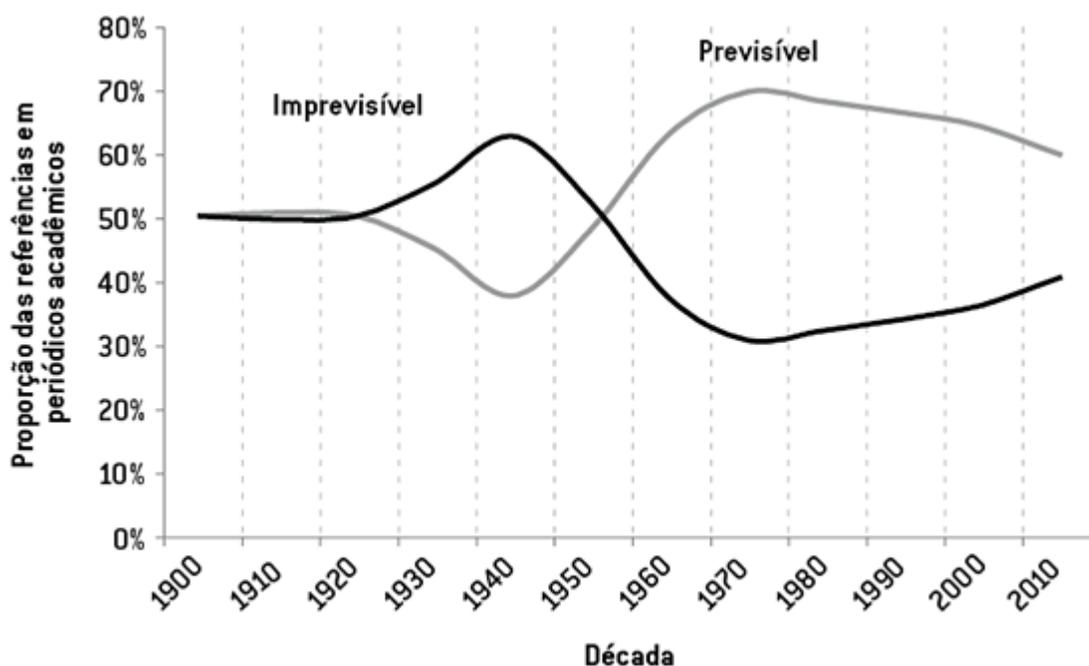
Quanto mais disposto você estiver a testar suas ideias, mais rápido evitará esses problemas e aprenderá com seus erros. Nos filmes, as novas ideias ocorrem a protagonistas que contemplam o oceano à espera de uma boa ideia. Na vida real, é raro que novas ideias nos ocorram quando estamos inertes.¹³ Tampouco as “grandes ideias” precisam nascer assim. Com mais frequência, é com pequenos passos incrementais — e, às vezes, acidentais — que avançamos.

Nossas percepções da previsibilidade

A razão que torna a previsão tão difícil para nós é a mesma que a torna importante: é o ponto em que realidade objetiva e subjetiva se encontram. Distinguir sinal e ruído requer tanto conhecimento científico quanto autoconhecimento: a serenidade para aceitar as coisas que não podemos prever, a coragem para prever aquilo que podemos e a sabedoria para saber a diferença entre uma coisa e outra.¹⁴

Nossa opinião sobre o grau de previsibilidade do mundo aumentou e diminuiu ao longo dos anos. Uma medida simples dessa variação pode ser alcançada contando o número de vezes que as palavras “*predictable*” [previsível] e “*unpredictable*” [imprevisível] são usadas em periódicos acadêmicos.¹⁵ No início do século XX, ambas eram usadas com a mesma frequência. A Grande Depressão e a Segunda Guerra Mundial catapultaram o termo “imprevisível” à posição dominante. Quando o mundo saiu dessas crises, “previsível” voltou à moda, chegando ao auge na década de 1970. Nos últimos anos, o uso de “imprevisível” voltou a estar em alta.

FIGURA C.2: A PERCEÇÃO DA PREVISIBILIDADE ENTRE 1900 E 2012



Essas percepções sobre previsibilidade são mais afetadas pelos modismos da ciência¹⁶ e por nossa memória curta — alguma coisa terrível aconteceu *há pouco tempo*? — do que por qualquer mudança real em nossa capacidade de previsão. Quão bons pensamos ser ao fazer previsões e quão bons somos podem até mesmo ser fatores inversamente correlacionados. A

década de 1950, época em que o mundo ainda estava abalado pela guerra e era visto como imprevisível, foi um tempo de maior produtividade econômica¹⁷ e científica¹⁸ do que a década de 1970, quando acreditávamos que podíamos prever tudo, mas não podíamos.

Os ecos dessas mudanças de atitude foram muito além dos periódicos acadêmicos. Se traçássemos um gráfico semelhante, mensurando o uso das palavras “*predictable*” e “*unpredictable*” na *ficção* escrita em inglês, teríamos um resultado quase igual ao apresentado na Figura C.2.¹⁹ Um desastre imprevisível, mesmo sem efeito direto sobre nós, abala a confiança que temos de que controlamos nosso destino.

Entretanto, nossa tendência é pensar que somos melhores em prever do que somos na vida real. Os doze primeiros anos do novo milênio foram difíceis, marcados por uma sequência de desastres imprevistos. Que possamos ressurgir das cinzas abatidos, mas não vencidos, um pouco mais modestos quanto à nossa capacidade de previsão e um pouco menos propensos a repetir nossos erros.

[CXI](#) Você pode até aperfeiçoar suas habilidades em áreas como esportes, que oferecem ricos bancos de dados e excelentes oportunidades para testar suas técnicas. A escalação das chaves da Associação Estudantil de Atletismo dos Estados Unidos pode ser uma diversão menor do que você imagina, em especial se levada a sério.

[CXII](#) Um sinal de que você está passando muito tempo no “país dos modelos” é usar a palavra “previsão” para se referir ao ajuste de seus modelos em relação a dados *passados*. Como descrevi no Capítulo 5, é muito fácil ceder ao *sobreajuste* de um modelo, acreditando ter captado o sinal quando, na verdade, estamos apenas descrevendo ruídos. Ater-se à definição simples e básica de uma previsão como algo que se aplica apenas a um evento *futuro* pode reduzir o risco de ocorrência desses erros.

AGRADECIMENTOS

Como observou o escritor Joseph Epstein, é muito melhor ter escrito um livro do que estar escrevendo um livro. O processo requer uma enorme quantidade de paciência, organização e disciplina, qualidades que não possuo e que não são muito estimuladas ao escrever um blog.

Sendo assim, dependi bastante de muitas outras pessoas, que tinham tais qualidades em abundância e cuja sabedoria me ajudou a moldar este trabalho de diversas maneiras, grandiosas e pequenas.

Gostaria de agradecer aos meus pais, Brian David Silver e Sally Thrun Silver, a quem dedico este livro, e à minha irmã, Rebecca Silver.

Agradeço a Virginia Smith, por ser uma editora maravilhosa em todos os aspectos. Ela, assim como Laura Stickney, Ann Godoff e Scott Moyers, acreditou no propósito do livro. Fizeram algumas concessões para concretizá-lo e, ainda assim, toleraram muitas desculpas quando precisei de prazos maiores para chegar lá.

Agradeço à minha agente literária, Sydelle Kramer, pela ajuda em conceber e vender o projeto. Seus conselhos foram sempre certos: dóceis o suficiente, mas não demais, nas muitas ocasiões em que o livro parecia correr o risco de descarrilar.

Agradeço à minha assistente de pesquisa, Arikia Millikan, grande entusiasta do projeto, e cuja influência se reflete em seu profundo interesse por ciência e tecnologia. Obrigado também a Julia Kamin, cujas habilidades de organização ajudaram a apontar o caminho quando o livro estava num estágio crítico. Agradeço a Jane Cavolina e Ellen Cavolina Porter, que produziram transcrições de alta qualidade em prazos curtos.

Obrigado a Emily Votruba, Veronica Windholz, Kaitlyn Flynn, Amanda Dewey e John Sharp por produzirem o livro em um prazo bastante apertado e por entenderem que “hoje” significava, geralmente, “hoje à noite”, e que “hoje à noite” significava, muitas vezes, “cinco da manhã”.

Obrigado, Robert Gauldin, pelo amor e apoio. Obrigado, Shashank Patel, Kim Balin, Bryan Joiner, Katie Halper, Jason MacLean, Maryam Saleh e Jessica Klein, por tolerarem minhas conversas sobre o livro por horas a fio, em algumas ocasiões, e por esconderem-se por semanas, em outras.

Agradeço a Micah Cohen, do *New York Times*, que me ajudou de incontáveis maneiras.

Obrigado aos meus chefes e colegas no *New York Times*, especialmente Megan Liberman, Jim Roberts, David Leonhardt, Lisa Tozzi, Gerry Mullany, Rick Berke, Dick Stevenson, Derek Willis, Matt Ericson, Greg Veis e Hugo Lindgren, que confiaram em mim para gerenciar, ao mesmo tempo, as demandas do ciclo de produção do livro e das notícias. Obrigado a Bill Keller, Gerry Marzorati e Jill Abramson, por me introduzirem à família *New York Times*.

Agradeço a John Sides, Andrew Gelman, Tom Schaller, Ed Kilgore, Renard Sexton, Brian McCabe, Hale Stewart e Sean Quinn pelas contribuições que deram ao blog FiveThirtyEight.

Agradeço a Richard Thaler e Anil Kashyap, da Universidade de Chicago, por revisarem os capítulos relacionados a economia e finanças. Obrigado, David Carr, Kathy Gauldin e Page Ashley, por me lembrarem da importância de terminar este projeto, e a Will Repko, por me instilar a ética profissional que o transformaria em realidade.

Obrigado a Gary Huckabay, Brandon Adams, Rafe Furst, Kevin Goldstein, Keith Urbahn, Matthew Vogel, Rachel Hauser, Jennifer Bloch, Thom Shanker, Kyu-Young Lee e Mark Goldstein por servirem como ponte e facilitadores em pontos-chave ao longo do caminho.

Consultei muitas pessoas sobre o título deste livro. Por darem suas opiniões, meus agradecimentos a Jonah Peretti, Andrea Harner, Kyle Roth, Jessi Pervola, Ruth Welte, Brent Silver, Richard Silver, Amanda Silver, Roie Lindegren, Len Lindegren, Zuben Jelveh, Douglas Jester, Justin Wolfers, J. Stephen Steppard, Robert Erikson, Katie Donalek, Helen Lee, Katha Pollitt, Jeffrey Toobin, David Roberts, Felix Salmon, Hillary Bok, Heather Hurlburt, Art Goldhammer, David Karol, Sara Robinson, Max Sawicky, Michael O'Hare, Marc Tracy, Daniel Davies, E. J. Graff, Paul Starr, Russ Wellen, Jeffrey Hauser, Dana Goldstein, Suzy Khimm, Jonathan Zasloff, Avi Zenilman, James Galbraith, Greg Anrig, Paul Waldman e Bob Kuttner.

O livro é bastante rigoroso quanto à citação da origem de suas ideias, mas algumas pessoas que entrevistei foram mais influentes para determinar a direção que o livro tomou do que poderíamos deduzir pelo número de vezes que aparecem no texto. A lista inclui Daniel Kahneman, Vasik Rajlich, Dr. Alexander “Sandy” McDonald, Roger Pielke Jr., John Rundle, Thomas Jordan, Irene Eckstrand, Phil Gordon, Chris Volinsky, Robert Bell, Tim Berners-Lee, Lisa Randall, Jay Rosen, Simon Jackman, Diane Lauderdale, Jeffrey Sachs, Howard Lederer, Rodney Brooks, Henry Abbott e Bruce Bueno de Mesquita, entre outros.

Espero, um dia, retribuir todos esses favores. Começarei pagando uma cerveja a qualquer um nessa lista — e mais três a qualquer um que deveria constar nela mas não consta.

Nate Silver
Brooklyn, Nova York

NOTAS

INTRODUÇÃO

- [1.](#) As descrições do início da Revolução Industrial variam de meados do século XVIII ao início do século XIX. A escolha do ano de 1775, de certo modo, é arbitrária por coincidir com a invenção do motor a vapor por James Watt e por ser um número redondo.
- [2.](#) PINKER, Steven. *The Better Angels of Our Nature: Why Violence Has Declined*. Nova York: Viking, 2011. Edição Kindle. Números de localização: 3279–3282.
- [3.](#) Grande parte da produção de manuscritos ocorria nos mosteiros. Devido aos seus numerosos mosteiros, a Bélgica tinha os mais altos índices de produção de manuscritos *per capita*. Liberados da necessidade de produzir manuscritos, alguns desses mosteiros passaram a se concentrar na produção de suas maravilhosas cervejas trapistas. Outra consequência inesperada: a invenção de Gutenberg pode ter tido participação indireta para melhorar a qualidade da cerveja no mundo.
- [4.](#) MARE, Albania De la. *Vespasiano da Bisticci Historian and Bookseller*. Londres: Universidade de Londres, 2007, p. 207.
- [5.](#) EISENSTEIN, Elizabeth. *A revolução da cultura impressa*. São Paulo: Ática, 1998.
- [6.](#) O que foi, será / o que se fez, se tornará a fazer: / não há nada de novo debaixo do sol! / Mesmo que alguém afirmasse de algo: / “Olha, isto é novo!” / Eis que já sucedeu em outros tempos muito antes de nós. / Ninguém se lembra dos antepassados, / e também aqueles que lhes sucedem não serão lembrados por seus pósteros. BÍBLIA SAGRADA. Português. *Bíblia de Jerusalém*. Eclesiastes, 1:9-11. Org. por ANDERSON, Ana Flora; STORNILO, Ivo e GORGULHO, Gilberto da Silva. São Paulo: Paulus, 2002, p. 1.072.
- [7.](#) MARE, Albania De la. Op. cit., p. 207.
- [8.](#) EISENSTEIN, Elizabeth. Op. cit.
- [9.](#) BURNIGH, Eltjo e ZANDEN, Jan Luiten Van. “Charting the ‘Rise of the West’: Manuscripts and Printed Books in Europe, a Long-Term Perspective from the Sixth

Through Eighteenth Centuries”. *Journal of Economic History*, vol. 69, n. 2; junho de 2009.

10. BIBLIOTECA DO CONGRESSO DOS ESTADOS UNIDOS. “Recognizing and Naming America”. Washington: Biblioteca do Congresso. Disponível em <http://www.loc.gov/rr/geogmap/waldexh.html>.
11. EISENSTEIN, Elizabeth. Op. cit.
12. INGLEBART, Louis Edward. *Press Freedoms: A Descriptive Calendar of Concepts, Interpretations, Events, and Court Actions, from 4000 B.C. to the Present*. Westport: Greenwood Publishing, 1987.
13. ROSADLO, Renato. “The Cultural Impact of the Printed Word: A Review Article”. *Comparative Studies in Society and History*. Andrew Shyrock (org.). Vol. 23, 1981, pp. 508-13. Disponível em <http://journals.cambridge.org/action/displayJournal?jid=CSS>.
14. EISENSTEIN, Elizabeth. Op. cit.
15. DICKENS, Arthur Geoffrey. *Reformation and Society in Sixteenth Century Europe*. Nova York: Harcourt, Brace & World, 1970, p. 51. Disponível em <http://www.goodreads.com/book/show/3286085-reformation-and-society-in-sixteenth-century-europe>.
16. PINKER, Steven. Op. cit.
17. NPR. Transcrição de “War and Violence on Decline in Modern Times”. 7 de dezembro de 2011. Disponível em <http://www.npr.org/2011/12/07/143285836/war-and-violence-on-the-decline-in-modern-times>.
18. BLACKMORE, Simon Augustine. *The Riddles of Hamlet*. Stratford: Stratford and Company, 1917. Disponível em <http://www.shakespeare-online.com/plays/hamlet/divineprovidence.html>.
19. Whose end is purposed by the mighty gods? / Yet Caesar shall go forth, for these predictions / Are to the world in general as to Caesar. SHAKESPEARE, William. *Júlio César*, Ato II, Cena II; ll. 27–29.
20. HARPER, Douglas. *Online Etymology Dictionary*. Disponível em <http://www.etymonline.com/index.php?term=forecast>.
21. HARPER, Douglas. Op. cit. Disponível em <http://www.etymonline.com/index.php?term=predict>.
22. Um texto representativo do século XVII usou o termo *forecast* da seguinte maneira: “Men in all trades consider... where ’tis best to buy, and what things are likeliest to sell, and forecast in their own minds, what ways and methods are likeliest to make them

thrive in their several occupations.” [Homens de todas as áreas consideram (...) onde é melhor comprar isso, e quais as mercadorias que mais vendem, e preveem em suas mentes que formas e métodos mais provavelmente os farão prosperar em suas variadas ocupações.] KETTLEWELL, John. *Five Discourses on So Many Very Important Points of Practical Religion*, 1696. Original em inglês disponível em <http://books.google.com/books?id=ADo3AAAAMAAJ&dq>.

23. Pelo menos não porque os calvinistas e protestantes acreditavam em predestinação.
24. WEBER, Max. *Ética protestante e o espírito do capitalismo*. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.
25. EISENSTEIN, Elizabeth. Op. cit.
26. DELONG, J. Bradford. *Estimating World GDP, One Million B.C.-Present*. Berkeley: University of California Press, 1988). http://econ161.berkeley.edu/TCEH/1998_Draft/World_GDP/Estimating_World_GDP.html.
27. A Figura I.2 baseia-se em estimativas de DeLong, embora convertidas para dólares americanos de 2010, e não de 1990, como no original.
28. Google Books Ngram Viewer. http://books.google.com/ngrams/graph?content=information+age%2C+computer+age&year_start=1800&year_end=2000&corpus=0&smoothing=3.
29. HOUGH, Susan. *Predicting the Unpredictable: The Tumultuous Science of Earthquake Prediction*. Princeton: Princeton University Press, 2009. Edição Kindle. Números de localização: 862-869.
30. SOLOW, Robert M. “We’d Better Watch Out”, *Nova York: New York Times Book Review*, 12 de julho de 1987. Disponível em <http://www.standupeconomist.com/pdf/misc/solow-computer-productivity.pdf>.
31. “U.S. Business Cycle Expansions and Contractions”. National Bureau of Economic Research, Disponível em <http://www.nber.org/cycles.html>.
32. Embora, como explicamos, as estatísticas econômicas sejam muito mais toscas do que as pessoas imaginam.
33. Os números são ajustados para dólares americanos de 2005.
34. Uso o número de pedidos de registro de patentes, e não o número de patentes concedidas porque a concessão de patentes pode ser lenta devido a pendências burocráticas. Entre os únicos feitos bipartidários do 112º Congresso estava a aprovação

do America Invents Act [Lei de Inventos] em setembro de 2011, por maioria de 89 votos a nove no Senado e que acelerou os pedidos de registro de patentes.

35. Para números sobre gastos com desenvolvimento e pesquisa nos EUA, ver “U.S. and International Research and Development: Funds and Alliances”, National Science Foundation. Disponível em <http://www.nsf.gov/statistics/seind02/c4/c4s4.htm>.

Para pedidos de registro de patentes, ver “U.S. Patent Statistics Chart Calendar Years 1963-2011”, U.S. Patent and Trade Office. Disponível em http://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/ocip/taf/us_stat.htm.

Observe que as estatísticas de pedidos de registro de patentes da Figura I.3 incluem apenas os de inventores que vivem nos EUA, pois o U.S. Patent and Trade Office também processa muitos pedidos de registro de patente originados no exterior.

36. IBM. “What Is Big Data?”. Disponível em <http://www-01.ibm.com/software/data/bigdata/>.

37. ANDERSON, Chris. “The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete”. *Wired*, 23 de junho de 2008. Disponível em http://www.wired.com/science/discoveries/magazine/16-07/pb_theory.

38. SILVER, Nate. “Models Based on ‘Fundamentals’ Have Failed at Predicting Presidential Elections”. Nova York: *The New York Times*. “FiveThirtyEight”. 26 de março de 2012. <http://fivethirtyeight.blogs.nytimes.com/2012/03/26/models-based-on-fundamentals-have-failed-at-predicting-presidential-elections/>.

39. IOANNIDIS, John P. A. “Why Most Published Research Findings Are False”. *PLOS Medicine*, n. 2, agosto de 2005, e124. Disponível em <http://www.plosmedicine.org/article/info:doi/10.1371/journal.pmed.0020124>.

40. OWENS, Brian. “Reliability of ‘New Drug Target’ Claims Called into Question”. *Nature*, “NewsBlog”. 5 de setembro de 2011. Disponível em http://blogs.nature.com/news/2011/09/reliability_of_new_drug_target.html.

41. Estimativa de Robert Birge, da Universidade de Syracuse. <http://www.sizes.com/people/brain.htm>.

42. Alvin Toffler, *Future Shock*. Nova York: Bantam Books, 1990, p. 362.

43. “The Polarization of the Congressional Parties”, VoteView.com. http://voteview.com/political_polarization.asp.

44. KAHAN, Dan M., et al. “The Polarizing Impact of Science Literacy and Numeracy on Perceived Climate Change Risks”. *Nature Climate Change*. 27 de maio de 2012.

Disponível

em

<http://www.nature.com/nclimate/journal/vaop/ncurrent/full/nclimate1547.html>.

45. POPPER, Karl. *The Logic of Scientific Discovery*. Abingdon: Routledge Classics, 2007, p. 10.

CAPÍTULO 1: UM ERRO DE PREVISÃO CATASTRÓFICO

1. “S&P/Case-Schiller Home Price Index: Las Vegas, NV.” Disponível em http://ycharts.com/indicators/case_schiller_home_price_index_las_vegas.
2. JONES, Jeffrey M. “Trust in Government Remains Low”. Gallup.com, 18 de setembro de 2008. Disponível em <http://www.gallup.com/poll/110458/trust-government-remains-low.aspx>.
3. Ainda que as pesquisas de opinião sobre o resgate tenham sido inconclusivas na época que ele foi aprovado, análises estatísticas posteriores sugerem que os integrantes do Congresso que votaram pelo resgate tiveram mais chances de perder o mandato. Ver, por exemplo, SILVER, Nate. “Health Care and Bailout Votes May Have Hurt Democrats”. Nova York: *The New York Times*. “FiveThirtyEight”. 16 de novembro de 2011. Disponível em <http://fivethirtyeight.blogs.nytimes.com/2010/11/16/health-care-bailout-votes-may-have-hurt-democrats/>.
4. Medido em comparação entre o PIB real e o potencial. No quarto semestre de 2011, a diferença entre os dois era de 778 bilhões de dólares ou pouco mais do que 2.500 dólares por cidadão americano. Ver CONGRESSO DOS ESTADOS UNIDOS. “Real Potential Gross Domestic Product”. Congressional Budget Office. Disponível em <http://research.stlouisfed.org/fred2/data/GDPPOT.txt>.
5. De um ponto de vista mais técnico, as classificações da S&P consideram apenas a probabilidade de inadimplência, em qualquer medida, enquanto as outras duas empresas também consideram a magnitude da possível inadimplência.
6. BARNETT-HART, Anna Katherine. “The Story of the CDO Market Meltdown: An Empirical Analysis”. Tese. Cambridge: Universidade de Harvard, p. 113. Disponível em <http://www.hks.harvard.edu/m-rcbg/students/dunlop/2009-CDOmeltdown.pdf>.
7. VAZZA, Diane; KRAEMER, Nicholas e GUNTER, Evan. “2010 Annual U.S. Corporate Default Study and Rating Transitions”. 30 de março de 2011. Disponível em <http://www.standardandpoors.com/ratings/articles/en/us?articleType=HTML&assetID=1245302234800>.
8. A S&P baixou a nota dos títulos do Tesouro dos EUA para AA+ em 2011.

9. ADELSON, Mark. “Default, Transition and Recovery: A Global Cross-Asset Report Card of Ratings Performance in Times of Stress”. Standard & Poor’s, 8 de junho de 2010. Disponível em <http://www.standardandpoors.com/products-services/articles/en/us/?assetID=1245214438884>.
10. BARNETT-HART, Anna Katherine. Op. cit.
11. A maior parte dos CDOs que não caíram logo em inadimplência apresenta hoje um valor quase desprezível; mais de 90% dos títulos lastreados em hipotecas emitidos entre 2006 e 2007 tiveram sua classificação rebaixada, desde então, para abaixo do grau de investimento (“BlackRock Solutions”, 7 de maio de 2010; apresentação feita para o autor por Anil Kashyap, Universidade de Chicago).
12. CÂMARA DOS DEPUTADOS DOS ESTADOS UNIDOS. “Testimony of Deven Sharma, President of Standard & Poor’s, Before the Committee on Oversight and Government Reform”. 22 de outubro de 2008. Disponível em <http://oversight-archive.waxman.house.gov/documents/20081022125052.pdf>.
13. Essa continua a ser, ainda hoje, a primeira linha de defesa da S&P. Quando contatei a porta-voz da instituição, Catherine Mathis, em setembro de 2011, pedindo uma entrevista a respeito das dívidas lastreadas em hipotecas, ela respondeu em tom quase idêntico. “Você deve deixar claro que nós não estávamos sozinhos”, escreveu ela num e-mail. “Muitos proprietários de imóveis, instituições financeiras, formuladores de políticas e investidores não esperavam que o mercado imobiliário americano sofresse uma queda tão abrupta como a que aconteceu.” A S&P recusou meu pedido por uma entrevista propriamente dita. Para mais informação a respeito do assunto, ver GERARDI, Kristopher S.; LEHNERT, Andreas; SHERLUND, Shane M. e WILLEN, Paul S. “Making Sense of the Subprime Crisis”, Public Policy Discussion Papers N. 09-1, Federal Reserve Bank of Boston, 22 de dezembro de 2008. Disponível em <http://www.bos.frb.org/economic/ppdp/2009/ppdp0901.htm>.
14. SCHILLER, Robert J. *Exuberância irracional*. São Paulo: Makron, 2000.
15. BAKER, Dean. “The Run-Up in Home Prices: Is It Real or Is It Another Bubble?”. Center for Economic and Policy Research, agosto de 2002. Disponível em <http://www.cepr.net/index.php/reports/the-run-up-in-home-prices-is-it-real-or-is-it-another-bubble/>.
16. THE ECONOMIST. “In Come the Waves”. 16 de junho de 2005. Disponível em http://www.economist.com/node/4079027?story_id=4079027.

17. KRUGMAN, Paul. “That Hissing Sound”. Nova York: *The New York Times*. 8 de agosto de 2005. Disponível em <http://www.nytimes.com/2005/08/08/opinion/08krugman.html>.
18. Google “Insights for Search” beta; “housing bubble” (worldwide). Disponível em <http://www.google.com/insights/search/#q=housing%20bubble&cmpt=q>.
19. Google “Insights for Search” beta; “housing bubble” (EUA). Disponível em <http://www.google.com/insights/search/#q=housingbubble&cmtp=q&geo=US>.
20. Newslibrary.com, Search [ferramenta de pesquisa] (apenas para fontes nos EUA).
21. O volume de discussão presente na mídia e nos órgãos de informação cresceu paralelamente à bolha da bolsa de valores no fim dos anos 1990, cujas referências se multiplicaram por dez no noticiário entre 1994 e 1999, atingindo seu pico um pouco antes de os mercados desabarem.
22. MORRISEY, Janet. “A Corporate Sleuth Tries the Credit Rating Field”. Nova York: *The New York Times*. 26 de fevereiro de 2011. Disponível em <http://www.nytimes.com/2011/02/27/business/27kroll.html?pagewanted=all>.
23. VEIGA, Alex. “U.S. Foreclosure Rates Double”. *Associated Press*. 1º de novembro de 2007. Disponível em <http://www.azcentral.com/realestate/articles/1101biz-foreclosures01-ON.html>.
24. SMITH, Elliot Blair. “‘Race to the Bottom’ at Moody’s, S&P Secured Subprime’s Boom, Bust”. *Bloomberg*, 25 de setembro de 2008. Disponível em http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=ax3vfya_Vtdo.
25. Gestores de fundos de *hedge* e outros investidores requintados geralmente não fazem essa exigência: eles realizam seus próprios levantamentos a respeito de determinado título, e ficam felizes quando sua aposta contraria as previsões das agências de risco, quando estas são exigidas — o que geralmente acontece. Porém, fundos públicos de pensão e outros investidores institucionais, como fundos de doativos de universidades, estão presos a essa exigência. As poupanças da aposentadoria da Maria e da bolsa concedida ao João pela universidade dependem da precisão das agências de classificação, enquanto um fundo de *hedge* concede a si próprio a flexibilidade para realizar operações ágeis.
26. Em entrevista concedida por Jules Kroll.
27. Outro “ardil 22” reside no fato de que, historicamente, se exigia que uma NRSRO no negócio há pelo menos três anos começasse a atribuir classificações sobre o risco de

títulos. Mas, sem os lucros provenientes da avaliação de risco, não há como sustentar uma empresa dessas.

28. A Moody's é a única das três grandes agências que concentra a maior parte dos seus negócios apenas na área de avaliação de risco. A S&P, ao contrário, é parte da McGraw-Hill, uma empresa do ramo editorial, o que dificulta que suas movimentações financeiras sejam analisadas.
29. CHICAGO BOOTH SCHOOL. "Credit Rating Agencies and the Crisis".
30. KATZ, Jonathan; SALINAS, Emanuel e STEPHANOU, Constantinos. "Credit Rating Agencies: No Easy Regulatory Solutions". The World Bank Group's Crisis Response. Nota n. 8, outubro de 2009. Disponível em <http://rru.worldbank.org/documents/CrisisResponse/Note8.pdf>.
31. "Moody's Corporation Financials (NYSE:MCO)", Google Finance. Disponível em <http://www.google.com/finance?q=NYSE:MCO&fstype=ii>.
32. JONES, Sam. "Alphaville; Rating Cows". *Financial Times*. 23 de outubro de 2008. Disponível em <http://ftalphaville.ft.com/blog/2008/10/23/17359/rating-cows/>.
33. Idem.
34. "New CDO Evaluator Version 2.3 Masters 'CDO-Squared' Analysis; Increases Transparency in Market". Comunicado à imprensa lançado pela Standard & Poor's, 6 de maio de 2004. Disponível em http://www.alacrastore.com/research/s-and-p-credit-research-New_CDO_Evaluator_Version_2_3_Masters_CDO_Squared_Analysis_increases_Transparency_in_Market-443234.
35. BENMELECH, Efraim e DLUGOSZ, Jennifer. "The Alchemy of CDO Credit Ratings". *Journal of Monetary Economics*, n. 56, abril de 2009. Disponível em <http://www.economics.harvard.edu/faculty/benmelech/files/Alchemy.pdf>.
36. Mais tarde, a S&P realizou outra simulação, projetando um cenário ainda mais tenso — uma queda no mercado imobiliário forte o bastante para desencadear uma recessão — e chegou à mesma conclusão. Os resultados foram anunciados publicamente, porém, desde então, foram deletados do site da S&P.
37. ADAMS, Douglas. *Praticamente inofensiva*. Tradução de Marcia Heloisa Amarante, Rio de Janeiro: Sextante, 2006.
38. BENMELECH, Efraim e DLUGOSZ, Jennifer. Op. cit.
39. BARNETT-HART, Anna Katherine. Op. cit.
40. O índice de 20% de inadimplência se refere a um período ao longo de cinco anos.

- [41.](#) E pode piorar ainda mais. Esses títulos podem ainda ser combinados com derivativos de um tipo ou de outro, que são ainda mais alavancados. Por exemplo, cinco grupos Alfa de dívidas de hipotecas poderiam ser combinados num supergrupo Alfa, que recompensaria os investidores a menos que todos os cinco grupos Alfa subjacentes entrassem em inadimplência. As chances eram de apenas um em 336 nonilhões (10^{30}) se as hipotecas fossem totalmente desvinculadas umas das outras, porém seriam de uma em vinte se fossem perfeitamente relacionadas entre si, ou seja, se estivessem alavancadas por um múltiplo de 16.777.215.999.999.900.000.000.000.000.
- [42.](#) FENDER, Ingo e KIFF, John. “CDO Rating Methodology: Some Thoughts on Model Risk and Its Implications”. *BIS Working Papers*, n. 163, novembro de 2004.
- [43.](#) Depoimento de Gary Witt, ex-diretor executivo da Moody’s Investment Service à Comissão de Inquérito sobre a Crise Fiscal, 2 de junho de 2010. Disponível em http://fcic-static.law.stanford.edu/cdn_media/fcic-testimony/2010-0602-Witt.pdf.
- [44.](#) COMISSÃO DE INQUÉRITO SOBRE A CRISE FINANCEIRA. *Financial Crisis Inquiry Report: Final Report of the National Commission on the Causes of the Financial and Economic Crisis in the United States*. U.S. Government Printing Office, 2011, p. 121. Disponível em <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/GPO-FCIC/pdf/GPO-FCIC.pdf>.
- [45.](#) KNIGHT, Frank. *Risk, Uncertainty and Profit*. Nova York: Riverside Press, 1921. Disponível em <http://www.programme-finance.com/teletudiant/Knight.%20Risk,%20Uncertainty%20Profit.pdf>.
- [46.](#) Na modalidade de pôquer Texas hold’em, quando falta uma carta para completar a sequência.
- [47.](#) Por que isso ocorre? “Existem terrenos em abundância na maior parte dos EUA”, explicou-me Anil Kashyap numa mensagem. “De modo que o valor de uma casa e de um lote de terreno tem a ver com o custo de construção do imóvel. Com todo o progresso alcançado nas técnicas de construção, os custos vêm caindo constantemente. Daí uma expectativa de valorização ser questionável. A grande exceção se dá em locais onde existem restrições quanto à construção. Um bom indício para perceber isso é notar que quase não houve bolha no Texas. Por quê? Porque não existem zonas restritas e há poucas limitações naturais.”
- [48.](#) Durante a década de 1950, os consumidores contavam com balancetes extraordinariamente folgados. Por um grande número de motivos — prudência suscitada pelas lembranças da Grande Depressão, restrições nos preços e a produção de bens de consumo nos anos de guerra e um mercado de trabalho que florescia, exigindo

- toda a mão de obra disponível —, os americanos dispunham de um nível de poupança sem precedentes. Durante a Segunda Guerra Mundial, eles chegaram a poupar 25% das suas rendas, com taxas de poupança que se mantiveram elevadas nos anos seguintes.
49. GOVERNO DOS ESTADOS UNIDOS. “Historical Census of Housing Tables”. Housing and Household Economic Statistics Division, U.S. Census Bureau. Última atualização em 31 de outubro de 2011. Disponível em <http://www.census.gov/hhes/www/housing/census/historic/owner.html>.
50. MORGAN, David R.; PELISSERO, John P. e ENGLAND, Robert E. *Managing Urban America*. Washington: CQ Press, 2007.
51. GOVERNO DOS ESTADOS UNIDOS. “Annual Statistics: 2005”, Housing and Household Economic Statistics Division, U.S. Census Bureau. Última atualização em 31 de outubro de 2011. Disponível em <http://www.census.gov/housing/hvs/data/ann05ind.html>.
52. “Historical Income Tables: Families”. Housing and Household Economic Statistics Division, Estados Unidos. Census Bureau. Última atualização em 26 de agosto de 2008. Disponível em <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2Fwww.census.gov%2Fhhes%2Fwww%2Fincome%2Fhistinc%2Ff01AR.html&date=2009-04-12>.
53. Na realidade, como Anil Kashyap observou ao conversar comigo, as zonas de código de endereçamento postal que sofreram o maior aumento no âmbito dos empréstimos *subprime* apresentavam índices em queda para desemprego, criminalidade e deterioração de fundamentos econômicos. Ver MIAN, Atif e SUFI, Amir. “The Consequences of Mortgage Credit Expansion: Evidence from the U.S. Mortgage Default Crisis”. *Quarterly Journal of Economics*, 124, n. 4, 2009. Disponível em <http://qje.oxfordjournals.org/content/124/4/1449.short>, para mais detalhes.
54. LEONHARDT, David. “Be Warned: Mr. Bubble’s Worried Again”. Nova York: *The New York Times*, 21 de agosto de 2005. Disponível em <http://www.nytimes.com/2005/08/21/business/yourmoney/21real.html?pagewanted=all>.
55. GOVERNO DO JAPÃO. Índice de preço de imóveis em “Japan Statistical Yearbook 2012”. Instituto de Treinamento e Pesquisa Estatística. Disponível em <http://www.stat.go.jp/english/data/nenkan/1431-17.htm>.
56. CASE, Karl E. e SCHILLER, Robert J. “Is There a Bubble in the Housing Market?”. New Haven: Cowles Foundation for Research in Economics, Universidade de Yale, 2004. Disponível em <http://www.econ.yale.edu/~shiller/pubs/p1089.pdf>.

- [57.](#) Alguns economistas com quem falei, como Jan Hatzius, questionam os dados de Case e Shiller, observando que a qualidade das informações sobre imóveis é duvidosa para o período anterior aos anos 1950. Porém, mesmo tomando 1953 como ponto de partida — quando a qualidade dos dados melhora de modo significativo —, não foi constatado um aumento geral no valor das casas entre 1953 e 1996. Os supostos ganhos que os proprietários de imóveis julgaram ter obtido foram o bastante apenas para cobrir a inflação.
- [58.](#) “S&P/Case Shiller Home Price Index.”
- [59.](#) DEPARTAMENTO DE COMÉRCIO DOS ESTADOS UNIDOS. “New Private Housing Units Authorized by Building Permits”. Census Bureau. Disponível em <http://research.stlouisfed.org/fred2/dara/PERMIT.txt>.
- [60.](#) VEIGA, Alex. “U.S. Foreclosure Rates Double”. *Associated Press*, 1º de novembro de 2007. Disponível em <http://www.azcentral.com/realestate/articles/1101biz-foreclosures01-ON.html>.
- [61.](#) SOUTH FLORIDA BUSINESS JOURNAL. “Crist Seeks US\$ 50M for Homebuyers”. *South Florida Business Journal*, 13 de setembro de 2007. Disponível em <http://www.bizjournals.com/southflorida/stories/2007/09/10/daily44.html>.
- [62.](#) BAJAJ, Vikas. “Federal Regulators to Ease Rules on Fannie Mae and Freddie Mac”. Nova York: *The New York Times*, 28 de fevereiro de 2008. Disponível em <http://www.nytimes.com/2008/02/28/business/28housing.html>.
- [63.](#) Survey of Professional Forecasters, novembro de 2007. Ver Figura 1.5, na qual os economistas oferecem uma previsão das probabilidades de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) dos Estados Unidos durante 2008. As chances de uma queda de 2% ou mais no PIB é estimada em 0,22%; ou seja, uma em quinhentas. Na realidade, o PIB sofreu uma queda de 3,3% em 2008. Disponível em <http://www.phil.frb.org/research-and-data/real-time-center/survey-of-professional-forecasters/2007/spfq407.pdf>.
- [64.](#) Lares cuja renda está entre os índices de 20% e 80% na análise de distribuição de riqueza.
- [65.](#) WOLFF, Edward N. “Recent Trends in Household Wealth in the United States: Rising Debt and the Middle-Class Squeeze — an Update to 2007”. Artigo acadêmico, n. 589, Levy Economics Institute of Bard College, março de 2010. Disponível em http://www.levyinstitute.org/pubs/wp_589.pdf.
- [66.](#) MIAN, Atif R. e SUFI, Amir. “House Prices, Home Equity-Based Borrowing, and the U.S. Household Leverage Crisis”. Chicago Booth Research Paper N. 09-20, maio de

2010. Disponível em http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1397607.
67. A queda de 14% já desconta a inflação.
68. WOLFF, Edward N. Op. cit.
69. APPLEBAUM, Binyamin. “Gloom Grips Consumers, and It May Be Home Prices”. Nova York: *The New York Times*, outubro de 2011. Disponível em <http://www.nytimes.com/2011/10/19/business/economic-outlook-in-us-follows-home-prices-downhill.html?ref=business>.
70. BAKER, Dean. “The New York Times Discovers the Housing Wealth Effect”. The Center for Economic and Policy Research. “Beat the Press Blog”. 19 de outubro de 2011. Disponível em <http://www.cepr.net/index.php/blogs/beat-the-press/the-new-york-times-discovers-the-housing-wealth-effect>.
71. Os números se baseiam em relatórios do Fed de Nova York, que mostra uma média diária de 320 bilhões de dólares em negócios no mercado de títulos lastreados em hipotecas. Ao longo de 250 dias úteis, soma-se cerca de oitenta trilhões de dólares nesse tipo de negócio. Ver VICKERY, James e WRIGHT, Joshua. “TBA Trading and Liquidity in the Agency MBS”. *Staff Report*, n. 468, Fed de Nova York, agosto de 2010. Disponível em http://www.ny.frb.org/research/staff_reports/sr468.pdf.
72. Esse volume de negócios é bem grande quando comparado ao valor efetivo dos títulos garantidos por hipotecas, que girava em torno de oito trilhões de dólares.
73. MOSCOVITZ, Ilan. “How to Avoid the Next Lehman Brothers”. The Motley Fool. 22 de junho de 2010. Disponível em <http://www.fool.com/investing/general/2010/06/22/how-to-avoid-the-next-lehman-brothers.aspx>.
74. BLACKBURN, Robin. “The Subprime Crisis”. *New Left Review*, n. 50, março-abril de 2008. Disponível em <http://www.newleftreview.org/?view=2715>.
75. FERGUSON, Nial. “The Descent of Finance”. *Harvard Business Review*, julho-agosto de 2009. Disponível em <http://hbr.org/hbr-main/resources/pdfs/comm/fmglobal/the-descent-of-finance.pdf>.
76. MILES, David e BANCO DA INGLATERRA. “Monetary Policy in Extraordinary Times”, discurso feito no Centre for Economic Policy Research and London Business Scholl, 23 de fevereiro de 2011. Disponível em <http://www.bankofengland.co.uk/publications/Documents/speeches/2011/speech475.pdf>.

- [77.](#) INVESTOPEdia. “Case Study: The Collapse of Lehman Brothers”. Investopedia, 2 de abril de 2009. Disponível em <http://www.investopedia.com/articles/economics/09/lehman-brothers-collapse.asp#axzzlbZ61K9wz>.
- [78.](#) AKERLOF, George A. “The Market for ‘Lemons’: Quality Uncertainty and the Market Mechanism”. *Quarterly Journal of Economics*, 84, n. 3, agosto de 1970. Disponível em <http://sws.bu.edu/ellisrp/EC387/Papers/1970AkerlofLemonsQJE.pdf>.
- [79.](#) “Lehman Brothers F1Q07 (Qtr End 2/28/07) Earnings Call Transcript”. Seeking Alpha, 14 de março de 2007. Disponível em <http://seekingalpha.com/article/29585-lehman-brothers-flq07-qtr-end-2-28-07-earnings-call-transcript?part=qanda>.
- [80.](#) INVESTOPEdia. Op. cit.
- [81.](#) FIELD, Abigail. “Lehman Report: Why the U.S. Balked at Bailing Out Lehman”. *DailyFinance*, 15 de março de 2010. Disponível em <http://www.dailyfinance.com/2010/03/15/why-the-u-s-balked-at-bailout-out-lehman/>.
- [82.](#) Summers também exerceu a função de secretário de Tesouro no governo Clinton.
- [83.](#) Este é um exemplo dado por mim, não por Summers, que me ofereceu como exemplo o preço do trigo.
- [84.](#) Ainda que limonadas não se comportem desse modo, há debates entre economistas sobre se essa previsão se aplica a outra saborosa bebida: os vinhos franceses. Dentro de certos espectros de preços, o aumento do preço do vinho pode fazer com que aumente também sua demanda, já que os consumidores veem o preço alto como um indicador de qualidade superior. Contudo, ao fim de certo tempo, mesmo os enólogos mais indulgêntes não conseguirão pagar preços cada vez maiores, de modo que o feedback positivo não continuaria a se fazer sentir indefinidamente.
- [85.](#) Entrevista de George Akerlof ao autor. “Você pode saber quanto pagar pela casa A em comparação à casa B ou C porque pode afirmar que uma delas tem uma cozinha bem equipada, que vale 500 dólares a mais do que a Casa B, na qual não há utensílios na cozinha. Mas você não sabe qual deveria ser o valor total de determinada casa em si.”
- [86.](#) REINHART, Carmen M. e ROGOFF, Kenneth S. “The Aftermath of the Financial Crisis”. Working Paper 14656, NEBR Working Paper Series, National Bureau of Economic Research, janeiro de 2009. Disponível em http://www.bresserpereira.org.br/terceiros/cursos/Rogoff.Aftermath_of_Financial_Crises.pdf.

87. REINHART, Carmen M. e REINHART, Vincent R. “After the Fall”. Federal Reserve Bank of Kansas City Jackson Hole Symposium, agosto de 2010. Disponível em <http://www.kcfed.org/publicat/sympos/2010/reinhart-paper.pdf>.

88. Essa é uma das razões pelas quais pode não ser prejudicial — alguns estudos alegam que pode ser até benéfico — o fato de um presidente enfrentar uma recessão no início do mandato. A economia americana estava em recessão em 1982, por exemplo, mas se recuperou e alcançou o índice espetacular de 8% de crescimento em 1983 e de 6% em 1984, ajudando Ronald Reagan a obter uma vitória esmagadora em sua candidatura à reeleição. Existem, na realidade, alguns indícios de que presidentes dispõem de influência suficiente sobre as políticas monetária e fiscal para ajudar a perpetuar esses resultados. Desde 1948, a média de crescimento do PIB americano é de 2,7% no primeiro ano de mandato de um presidente e de 2,8% no segundo ano, mas de 4,2% no terceiro e quarto anos.

Para maiores discussões sobre o tema, ver BARTELS, Larry. “The President’s Fate May Hinge in 2009”. *The Monkey Cage*. 2 de novembro de 2011. Disponível em <http://themonkeycage.org/blog/2011/11/02/the-presidents-fate-may-hinge-on-2009-2/>.

89. KLEIN, Ezra. “Financial Crisis and Stimulus: Could This Time Be Different?”. Washington: *The Washington Post*, 8 de outubro de 2011. Disponível em http://www.washingtonpost.com/business/financial-crisis-and-stimulus-could-this-time-be-diferent/2011/10/04/g!QALuwdVL_story.html.

90. ROMER, Christina e BERNSTEIN, Jared. “The Job Impact of the American Recovery and Reinvestment Plan”, 9 de janeiro de 2009. Disponível em http://www.economy.com/mark-zandi/documents/The_Job_Impact_of_the_American_Recovery_and_Reinvestment_Plan.pdf.

91. KRUGMAN, Paul. “Behind the Curve”. Nova York: *The New York Times*, 8 de março de 2008. Disponível em <http://www.nytimes.com/2009/03/09/opinion/09krugman.html>.

92. ROFF, Peter. “Economists: Stimulus Not Working, Obama Must Rein in Spending”. *US News & World Report*, 10 de junho de 2010. Disponível em <http://www.usnews.com/opinion/blogs/peter-roff/2010/06/10/economists-stimulus-not-working-obama-must-rein-in-spending>.

93. Por exemplo, uma mesa-redonda promovida pelo *Wall Street Journal*, em janeiro de 2009, com o objetivo de traçar prognósticos, previu que o desemprego subiria para 8,5% no fim do ano. Ao contrário, o prognóstico da Casa Branca, se não houvesse estímulo,

previa 9,0%, enquanto a opção “com estímulo” previa 7,8%. Já que o grupo reunido pelo *Wall Street Journal* não tinha como saber, na época, o volume do estímulo que poderia ser aprovado, não é surpreendente que sua previsão tenha ficado em algum ponto entre essas duas hipóteses.

Contudo, a previsão “com estímulo” da Casa Branca alegava que o desemprego iria cair entre o primeiro e o segundo semestres de 2009, algo jamais previsto por um consenso entre os integrantes da mesa-redonda reunida pelo *Wall Street Journal* ou pelo simpósio Survey of Professional Forecasters. Então, ainda que o prognóstico da Casa Branca não estivesse tão afastado de previsões do setor privado ao antecipar o índice de desemprego ao fim de 2009, ele realmente antevia uma trajetória diferente, antecipando que a curva já estaria apontando para baixo àquela altura.

94. KLEIN, Ezra. Op. cit.

95. MATALONI, Lisa. “Gross Domestic Product: Fourth Quarter 2008 (Advance)”, Bureau of Economic Analysis, U.S. Department of Commerce, 30 de janeiro de 2009. Disponível em <http://www.bea.gov/newsreleases/national/gdp/2009/gdp408a.htm>.

96. DEPARTAMENTO DE COMÉRCIO DOS ESTADOS UNIDOS. “Real Gross Domestic Product, 1 Decimal”. Bureau of Economic Analysis. Disponível em <http://research.stlouisfed.org/fred2/data/GDPCL.txt>.

97. Em particular, o prognóstico para o índice de desemprego um ano antes da data da previsão.

98. Essa estimativa tem como base minha análise dos dados do simpósio Survey of Professional Forecasters.

99. SPILIMBERGO, Antonio; SYMANSKY, Steve e SCHINDLER, Martin. “Fiscal Multipliers”. Fundo Monetário Internacional, Fund Staff Position Note SPN/09/11, 20 de maio de 2009. Disponível em <http://econ.tu.ac.th/class/archan/RANGSUN/EC%20460/EC%20460%20Readings/Global%20Issues/Global%20Financial%20Crisis%2020072009/Academic%20Works%20By%20Institution/IMF/IMF%20Staff%20Position%20Notes/Fiscal%20Multipliers.pdf>.

100. “93% of Drivers Consider Themselves Above Average. Are You Above Average?”. Cheap Car Insurance, 24 de agosto de 2011. Disponível em <http://www.cheapcarinsurance.net/above-average-driver/>.

101. GOVERNO DOS ESTADOS UNIDOS. *Financial Crisis Inquiry Commission Report*, 2011. Disponível em <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/GPO-FCIC/pdf/GPO-FCIC.pdf>.

CAPÍTULO 2: VOCÊ É MAIS ESPERTO QUE UM ANALISTA DE TV?

1. SERVIÇO DE NOTÍCIAS DOS ESTADOS UNIDOS. Transcrições do programa *The McLaughlin Group*. 31 de outubro de 2008. Disponível em <http://www.mclaughlin.com/transcript.htm?id=687>.
2. “Iowa Electronic Markets”. Henry B. Tippie College of Business/Universidade de Iowa. Disponível em http://iemweb.biz.uiowa.edu/pricehistory/PriceHistory_GetData.cfm.
3. SERVIÇO DE NOTÍCIAS DOS ESTADOS UNIDOS. Transcrições do programa *The McLaughlin Group*, 7 de novembro de 2008. Disponível em <http://www.mclaughlin.com/transcript.htm?id=688>.
4. SILVER, Nate. “Debunking the Bradley Effect”. *Newsweek*, 20 de outubro de 2008. Disponível em <http://www.thedailybeast.com/newsweek/2008/10/20/debunking-the-bradley-effect.html>.
5. Pesquisas acadêmicas sobre *The McLaughlin Group* chegaram a conclusões semelhantes. Ver, por exemplo, SIGELMAN, Lee; MANHEIM, Jarol B; PIERCE, Susannah. “Inside Dopes? Pundits as Political Forecasters”. *The International Journal of Press Politics*, 1, n. 1, janeiro de 1996. Disponível em <http://hij.sagepub.com/content/1/1/33.abstract>.
6. As previsões não foram avaliadas por um entre os três seguintes motivos: a resposta do analista era vaga demais para constituir uma hipótese capaz de ser testada, a previsão dizia respeito a um episódio num futuro distante ou o analista havia se furtado a responder à pergunta, não fazendo qualquer previsão.
7. Dois analistas menos assíduos, Clarence Page e Mort Zuckerman, apresentaram resultados mais promissores, enquanto Crowley teve um desempenho ruim, mas nenhuma dessas tendências era significativa em termos estatísticos.
8. LYONS, Eugene. *Worker’s Paradise Lost*. Nova York: Paperback Library, 1967.
9. Desde então, Tetlock transferiu-se para a Universidade da Pensilvânia.
10. No entender de Tetlock, um “especialista” é qualquer um que ganhe a vida por meio de sua suposta competência em determinado campo — por exemplo, o correspondente do *Washington Post* em Moscou seria um especialista em URSS da mesma forma que um “soviólogo” de Berkeley.
11. TETLOCK, Phillip E. *Expert Political Judgment*. Princeton: Princeton University Press, 2006, p. 107-108.
12. A estimativa incorreta a respeito do PIB soviético explica-se, em parte, por a CIA ter considerado o impressionante setor militar e deduzido, a partir dele, uma estimativa

geral para o tamanho da economia. Porém, a União Soviética, em termos *per capita*, estava destinando aos gastos militares uma porcentagem muito maior do PIB do que faziam as economias capitalistas da Europa e América do Norte.

13. BERGSON, Abram. “How Big Was the Soviet GDP?”. *Comparative Economic Studies*, 22 de março de 1997. Disponível em <http://web.archive.org/web/20110404205347/http://www.allbusiness.com/government/630097-1.html>.
14. Parte dessa seção decorre de conversas com Bruce Bueno de Mesquita, cientista político da Universidade de Nova York.
15. MENAND, Louis. “Everybody’s an Expert”. *New Yorker*, 6 de dezembro de 2005. Disponível em http://www.newyorker.com/archive/2005/12/05/051205crbo_books1.
16. MORRIS, Dick. “Bush Will Rebound from Katrina Missteps”. *The Hill*, 7 de setembro de 2005.
17. GARDNER, Justin. “Dick Morris’ Crazy Electoral Map”. *Donkelephant.com*, 15 de outubro de 2008. Disponível em <http://www.dickmorris.com/2008/10/15/dick-morris-crazy-electoral-map/>.
18. MORRIS, Dick; MCGANN, Eileen. “Goal: 100 House Seats”. *DickMorris.com*, 27 de setembro de 2010. Disponível em <http://www.dickmorris.com/goal-100-house-seats/>.
19. MORRIS, Dick. “Krauthammer’s ‘Handicapping the 2012 Presidential Odds’”. *DickMorris.com*, 25 de abril de 2011. Disponível em <http://www.dickmorris.com/comments-on-krauthammers-handicapping-the-2012-presidential-odds/>.
20. TETLOCK, Phillip E. Op. cit., p. 79.
21. BARNES, James A. e BELL, Peter. “Political Insiders Poll”. *National Journal*, 28 de outubro de 2010. Disponível em <http://www.nationaljournal.com/magazine/political-insiders-poll-20101028?print=true>.
22. O modelo de previsão do site FiveThirtyEight, que não recorre a informações “internas”, acertou nove entre onze previsões sobre disputas eleitorais — um resultado melhor do que o obtido pelos democratas (que acertaram uma média de 6,9) e pelos republicanos (8,4).
23. Observem que essas previsões sequer são coerentes: se os membros que participavam da campanha democrata esperavam vencer quase todas as disputas menos importantes, por exemplo, deveriam ter previsto que o partido se sairia bem o bastante para manter a Câmara em seu poder.

24. Ainda que raça e gênero tenham sido fatores vitais na disputa de 2008, a mídia muitas vezes atribuía a eles a explicação para alguma coisa, mesmo que dispusesse de hipóteses melhores. Em alguns momentos das primárias de 2008, foi observado que Obama estava indo relativamente mal entre os eleitores hispânicos, inferindo-se que os hispânicos não confiavam em candidatos negros. Na realidade, descobri mais tarde, a desvantagem de Obama entre os hispânicos pouco tinha a ver com raça, mas com sua renda. Clinton costumava se sair melhor entre eleitores da classe trabalhadora — e, como muitos hispânicos fazem parte dessa classe, também se saía melhor nesse grupo. Porém, tomando a renda como referência, quase não havia diferença na performance de Clinton entre os brancos e os hispânicos. Na verdade, Obama não teve muita dificuldade para ganhar os votos hispânicos depois de concentrar seu foco contra o candidato republicano, John McCain, carregando dois terços desses votos.
25. THE NEW YORK TIMES. “Elections Results: House Big Board”. Nova York: *The New York Times*, 2 de novembro de 2010. Disponível em <http://elections.nytimes.com/2010/results/house/big-board>.
26. SILVER, Nate. “A Warning on the Accuracy of Primary Polls”. *FiveThirtyEight/The New York Times*, 1º de março de 2012. Disponível em <http://fivethirtyeight.blogs.nytimes.com/2012/03/01/a-warning-on-the-accuracy-of-primary-polls/>.
27. SILVER, Nate. “Bill Buckner Strikes Again”. *FiveThirtyEight/The New York Times*, 29 de setembro de 2011. Disponível em <http://fivethirtyeight.blogs.nytimes.com/2011/09/29/bill-buckner-strikes-again/>.
28. De outro modo, deveria ter sido, ao contrário, concedido ao congressista uma chance de 100% de vitória.
29. DICKINSON, Matthew. “Nate Silver Is Not a Political Scientist”. In: *Presidential Power: A Non-Partisan Analysis of Presidential Power*. Blogs Dot Middlebury, 1º de novembro de 2010. Disponível em <http://blogs.middlebury.edu/presidentialpower/2010/11/01/nate-silver-is-not-a-political-scientist/>.
30. WANG, Sam. “A Weakness in FiveThirtyEight.com”. *Princeton Election Consortium*, 8 de agosto de 2008. Disponível em <http://election.princeton.edu/2008/08/04/on-a-flaw-in-fivethirtyeightcom/>.
31. HIBBS JR., Douglas A. “Bread and Peace Voting in U.S. Presidential Elections”. *Public Choice*, 104, 10 de janeiro de 2000, p. 149-180. Disponível em

- <http://www.douglas-hibbs.com/HibbsArticles/Public%20Choice%202000.pdf>.
32. O modelo de Hibbs previu a vitória de Al Gore com 54,8% do total de votos dados aos dois partidos (ou seja, excluindo os votos dados a candidatos de outros partidos), quando, na realidade, Gore obteve 50,3% — um erro de 4,5%. Ele alegava que seu modelo assegurava uma margem de erro de dois pontos na previsão da fatia que caberia a cada candidato (ou quatro pontos na estimativa da diferença entre os dois candidatos). Seu prognóstico, portanto, superestimou o desempenho de Gore em 2,25 pontos, algo que só deveria ocorrer uma em oitenta vezes segundo a distribuição normal.
33. CAMPBELL, James E. “The Referendum That Didn’t Happen: The Forecasts of the 2000 Presidential Election”. *PS: Political Science and Politics*, março de 2001. Disponível em <http://cas.buffalo.edu/classes/psc/fczagare/PSC%20504/Campbell.pdf>.
34. GELMAN, Andrew; KING, Gary. “Why Are American Presidential Campaign Polls So Predictable?”. *British Journal of Political Science*, 23, n. 4, outubro de 1993. Disponível em http://www.rochester.edu/College/faculty/mperess/ada2007/Gelman_King.pdf.
35. SILVER, Nate. “Models Based on ‘Fundamentals’ Have Failed at Predicting Presidential Elections”. *FiveThirtyEight/The New York Times*, 26 de março de 2012.
36. Entre 1998 e 2008, a média das sondagens realizadas nas três semanas finais de campanha para o Senado errou por uma margem de cinco pontos, enquanto a média das sondagens sobre disputas para a Câmara errou por 5,8 pontos.
37. Uma crítica — não muito grave — que poderia ser feita à metodologia adotada pela Cook é classificar um número grande demais de disputas eleitorais como “Duvidosas”, mesmo quando existem indícios mais do que suficientes para apontar uma vantagem modesta para um candidato. A metodologia do FiveThirtyEight, que identifica um favorito em todas as disputas, não importa quão pequena seja a aparente vantagem, identificou o vencedor em 38 das cinquenta disputas (76%) que a Cook caracterizou como “Duvidosas” em 2010.
38. Entre 1998 e 2010, houve dezessete exemplos nos quais a Cook caracterizou a disputa eleitoral de um modo (favorecendo o Partido Democrata, por exemplo) enquanto a média das pesquisas apontava para uma conclusão oposta (por exemplo, uma margem estreita para o Partido Republicano). Os prognósticos da Cook acertaram em treze dos dezessete casos.
39. Kapanke perderia sua cadeira no Senado num referendo realizado em Wisconsin, em 2011.

40. SCHNEIDER, Scott. “Democrats Unfairly Accuse Dan Kapanke of Ethics Violations”. *La Crosse Conservative Examiner*, 27 de agosto de 2010. Disponível em <http://www.examiner.com/conservative-in-la-crosse/democrats-unfairly-accuse-dan-kapanke-of-ethics-violations>.
41. *Cook Political* acabaria mudando sua classificação de “Inclinado para os Democratas” para “Provavelmente Democrata” semanas mais tarde, devido aos indícios de deterioração da situação do partido no cenário político nacional, mas não por qualquer coisa que fora dita na entrevista de Kapanke.
42. MEEHL, Paul E. “When Shall We Use Our Heads Instead of the Formula”. *Journal of Counseling Psychology*, 4, n. 4, 1957, p. 268-273. Disponível em http://mcps.umn.edu/assets/pdf/2.10_Meehl.pdf.
43. HARPER, Douglas. *Online Etymology Dictionary*. Disponível em <http://etymonline.com/index.php?term=objective>.

CAPÍTULO 3: TUDO O QUE ME IMPORTA SÃO OS VS E OS DS

1. SILVER, Nate em KERI, Jonah et. al. *Baseball Between the Numbers: Why Everything You Know About the Game Is Wrong*. Nova York: Basic Books, 2006.
2. KNOBLER, Danny. “The Opposite of a ‘Tools Guy’, Pedroias’s Simply a Winner”. *CVSSports.com*, 18 de novembro de 2008. Disponível em <http://www.cbssports.com/mlb/story/11116048>.
3. SILVER, Nate. “Lies, Damned Lies: PECOTA Takes on Prospects, Wrap-up”. *BaseballProspectus.com*, 8 de março de 2006. Disponível em <http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=4841>.
4. Law também é ex-colaborador da *Baseball Prospectus*.
5. LAW, Keith. “May Rookies Struggling to Show They Belong”. *ESPN.com*, 12 de maio de 2007. Disponível em http://insider.espn.go.com/mlb/insider/columns/story?columnist=law_keith&id=2859877.
6. As estatísticas referentes ao dia a dia de Pedroia estão em *Baseball-Reference.com*.
7. CRAGGS, Tommy. “Dustin Pedroia Comes out Swinging”. Boston: *Boston Magazine*, abril de 2009. Disponível em <http://www.bostonmagazine.com/2009/03/dustin-pedroia/>.
8. Esse cálculo é baseado na distribuição binomial e parte da premissa de que um jogador passa por quinhentas vezes ao bastão (*at-bats*) (nas estatísticas, cada vez que um rebatedor enfrenta um arremessador).

9. Ou, mais precisamente, o típico rebatedor. Arremessadores seguem padrões de amadurecimento diferentes e mais irregulares.
10. De modo mais específico, as habilidades de um rebatedor começam a declinar em ritmo acelerado a partir da temporada em que completa 32 anos.
11. SONAS, Jeff. “The Greatest Chess Player of All Time, Part II”. *Chessbase.com*, 28 de abril de 2004. Disponível em <http://en.chessbase.com/home/TabId/211/PostId/4002354>.
12. WEINBERG, Bruce; GALENSON, David. “Creative Careers: The Life of Cycles of Nobel Laureates in Economics”. Escritório de Pesquisa Econômica dos Estados Unidos. Working Paper n. 11799, novembro de 2005. Disponível em <http://www.econ.brown.edu/econ/sthesis/IanPapers/tcl.html>.
13. DEL JONES. “Does Age Matter When You’re CEO?”. *USA Today*, 11 de setembro de 2008. Disponível em http://www.usatoday.com/money/companies/management/2008-08-12-obama-mccain-age-ceos_N.htm.
14. HUCKABAY, Gary. “6-4-3”. *Baseball Prospectus*, 2 de agosto de 2002. Disponível em <http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=1581>.
15. LYLE, Arlo. “Baseball Prediction Using Ensemble Learning”. Tese. Universidade da Geórgia, 2007. Disponível em http://www.ai.uga.edu/IAI/Theses/lyle_arlo.pdf.
16. JAMES, Bill. *Whatever Happened to the Hall of Fame*. Nova York: Fireside, 1995, p. 89.
17. Ressalva-se, contudo, que, em parte significativa da fase final de processamento do Pecota, foi usada uma linguagem estatística chamada Stata.
18. Escolhi a Segunda Guerra Mundial como ponto de referência devido às muitas inovações introduzidas pouco depois, transformando o beisebol profissional no jogo moderno que é hoje em dia: a ruptura da barreira da cor por Jackie Robinson (1947), o primeiro torneio do World Series transmitido pela televisão (1947), o deslocamento de times para a Costa Oeste (1957) e a introdução do beisebol noturno, praticado já em 1935, mas que se tornou comum durante a guerra, quando os operários, depois de longas horas nas fábricas, precisavam de alguma distração.
19. SCHWARZ, Alan. “The Great Debate”. *Baseball America*, 7 de janeiro de 2005. Disponível em <http://www.baseballamerica.com/today/features/050107debate.html>.
20. Entrevista com Billy Beane.
21. SILVER, Nate. “What Tim Geithner Can Learn from Baseball”. *Esquire*, 11 de março de 2009. Disponível em <http://www.esquire.com/features/data/mlb-player-salaries-0409>.

22. Em consequência do contrato assinado em 2003 e de um acordo posterior, firmado em 2009, a *Baseball Prospectus* é agora a única proprietária e operadora do Pecota. A partir de 2010, seus prognósticos mostraram algumas mudanças, aprimoramentos e divergências em relação à metodologia original. Os métodos que descrevi se aplicam à versão 2003-2009.
23. SILVER, Nate. “PECOTA takes on the Field”. *Baseball Prospectus*, 16 de janeiro de 2004. Disponível em <http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=2515>.
24. SILVER, Nate. “Lies, Damned Lies: Projection Reflection”. *Baseball Prospectus*, 11 de outubro de 2006. Disponível em <http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=5609>.
25. Idem.
26. VAN DYCK, Dave. “Computer Crashes White Sox”. *Chicago Tribune*, 11 de março de 2007. Disponível em http://articles.chicagotribune.com/2007-03-11/sports/0703110075_1_computer-paul-konerko-projections.
27. SLOWINSKI, Steve. “The Projection Rundown: The Basics on Marcells, ZIPS, CAIRO, Oliver and the Rest”. *FanGraphs.com*, 16 de fevereiro de 2011. Disponível em <http://www.fangraphs.com/library/index.php/the-projection-rundown-the-basics-on-marcells-zips-cairo-oliver-and-the-rest/>.
28. SILVER, Nate. “Lies, Damned Lies: PECOTA Takes on Prospects, Wrap-up”. *Baseball Prospectus*, 8 de março de 2006. Disponível em <http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=4841>.
29. Existem muitas versões diferentes de WARP e de estatísticas similares. Como se esperaria, uso a versão da *Baseball Prospectus* para esses cálculos.
30. CAMERON, Dave. “Win Values Explained: Part Six”. *FanGraphs.com*, 2 de janeiro de 2009. Disponível em <http://www.fangraphs.com/blogs/index.php/win-values-explained-part-six/>.
31. SILVER, Nate. “Lies, Damned Lies: PECOTA Takes on Prospects, Introduction”. *Baseball Prospectus*, 1º de fevereiro de 2007. Disponível em <http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=5836>.
32. BASEBALL AMERICA. “All-Time Top 100 Prospects”, *Baseball America*, s/d. Disponível em <http://www.baseballamerica.com/today/prospects/rankings/top-100-prospects/all-time.html>.
33. BASEBALL-REFERENCE. “1997 Oakland Athletics Batting, Pitching & Fielding Statistics”. *Baseball-Reference.com*, s/d. Disponível em <http://www.baseball->

reference.com/teams/OAK/1997.shtml.

34. Deve ser observado, contudo, que, como a folha de pagamento média nas grandes equipes da MLB chega a 100 milhões de dólares, um sistema de previsões que permitisse a uma equipe gastar seu dinheiro com mais 2% de eficiência conseguiria uma economia de 2 milhões de dólares. Comparado aos salários anuais de cinco dígitos que analistas de estatísticas recebem nos escritórios das principais equipes da divisão superior, isso representa uma pechincha.
35. RETROSHEET. “Detroit Tigers 11, Kansas City Athletics 4: Game Played at Tuesday, April 13, 1965 (D) at Municipal Stadium”. *Retrosheet.org*. Disponível em <http://www.retrosheet.org/boxesetc/1965/B04130KC11965.htm>.
36. NEB. “John Sanders, Grand Island”. Fundação Hall da Fama de Nebraska, s/d. Disponível em <http://www.nebhalloffame.org/2002/sanders.htm>.
37. TREDER, Steve. “Cash in the Cradle: The Bonus Babies”. *The Hardball Times*, 1º de novembro de 2004. Disponível em <http://www.hardballtimes.com/main/article/cash-in-the-cradle-the-bonus-babies/>.
38. PESCA, Mike. “The Man Who Made Baseball’s Score a Hit”. *National Public Radio*, 30 de julho de 2009. Disponível em <http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=106891539>.
39. Saber por que os times insistiram, durante tanto tempo, em acreditar no contrário é uma questão a ser discutida: talvez pelo fato de uma base por bola ser percebida mais como um erro cometido pelo arremessador do que como uma habilidade exibida pelo rebatedor, talvez por ser vista como algo passivo demais numa cultura que valoriza o machismo. Contudo, o mundo do beisebol amadureceu a ponto de valorizar o OBP, que é agora a categoria que se equipara aos salários mais altos pagos aos jogadores com passes livres. O Oakland Athletics já não pode explorar a ineficiência: depois de anos terminando perto do topo da lista de *walks*, foram responsáveis por dez das catorze equipes da Liga Americana na categoria em 2009.
40. WINTERS, Ken C. “Adolescent Brain Development and Drug Abuse”. Instituto de Pesquisas de Tratamento, novembro de 2004. Disponível em http://www.factson tap.org/docs/2004Nov_AdolescentBrain.pdf.
41. Entrevista com John Sanders.
42. Em suas duas primeiras temporadas na liga profissional, os jogadores estão sujeitos à chamada cláusula de reserva, segundo a qual não podem assinar contratos com outro clube. Assim, o jogador tem pouco poder de barganha e costuma assinar um contrato

por um salário próximo ao piso de 490 mil dólares anuais (valores de 2013). Depois, do terceiro ao sexto ano, estão sujeitos à arbitragem, quando tanto eles quanto o clube podem apresentar propostas relativas ao salário, que serão julgadas por uma comissão de três pessoas. Porém, salários concedidos por meio dessa arbitragem costumam chegar a apenas 60% daqueles obtidos com passes livres e que contam com habilidades comparáveis, de modo que os times conseguem um desconto substancial ao contratar esses jogadores.

43. Não existe motivo algum para que um olheiro não classifique os recursos mentais de um jogador junto a seus recursos físicos.
44. GREENHOUSE, Jeremy. “Touching Bases: Best PITCHf/x Pitches of 2009”. *Baseball Analysts*, 4 de março de 2010. Disponível em http://baseballanalysts.com/archives/2010/03/top_pitchfx_pit.php.
45. Idem.
46. BASEBALL-ALMANAC. “Baseball Hall of Fame Second Basemen”. *Baseball Almanac*, s/d. Disponível em <http://www.baseball-almanac.com/hof/hofst2b.shtml>.
47. Parte das conversas com James foi extraída de uma ligação telefônica feita posteriormente.

CAPÍTULO 4: HÁ ANOS VOCÊS DIZEM QUE A CHUVA É VERDE

1. SERVIÇO NACIONAL DE METEOROLOGIA DOS ESTADOS UNIDOS. “Tropical Depression Twelve: ZCZC MIATCDAT2 ALL, TTAA00 KNHC DDHHMM”. Centro Nacional de Furacões/Serviço Nacional de Meteorologia, 23 de agosto de 2005. Disponível em <http://www.nhc.noaa.gov/archive/2005/dis/al122005.discus.001.shtml>.
2. Baseado em estatísticas do site StormPulse.com sobre as temporadas de furacões de 2000 a 2011 na bacia do Atlântico. O percentual exato de depressões tropicais que se tornaram furacões durante esse período foi de 43%, enquanto 88% tornaram-se, pelo menos, tempestades tropicais.
3. SERVIÇO NACIONAL DE METEOROLOGIA DOS ESTADOS UNIDOS. “Tropical Storm Katrina: ZCZC MIATCDAT2 ALL, TTAA00 KNHC DDHHMM”. 24 de agosto de 2005. Disponível em <http://www.nhc.noaa.gov/archive/2005/dis/al122005.discus.005.shtml>.
4. Por convenção, os ciclones só recebem nomes quando se tornam tempestades tropicais com velocidade de vento de pelo menos 62,7 km/h. Tornam-se furacões quando a

velocidade do vento sobe para 119 km/h. Sendo assim, por um breve período, a depressão tropical Doze foi a tempestade tropical Katrina até tornar-se o furacão Katrina.

5. AGÊNCIA NACIONAL DE OCEANOS E ATMOSFERA DOS ESTADOS UNIDOS. “Hurricane Katrina: ZCZC MIATCDAT2 ALL, TTAA00 KNHC DDHHMM”. Centro Nacional de Furacões/Serviço Nacional de Meteorologia, 27 de agosto de 2005. Disponível em <http://www.nhc.noaa.gov/archive/2005/dis/all122005.discus.016.shtml>.
6. “Washing Away: Special Report from the Times-Picayune”. *The Times-Picayune*, 23 a 27 de junho de 2002. Disponível em <http://www.nola.com/hurricane/content.ssf?washingaway/index.html>.
7. BOYD, Ezra. “The Evacuation of New Orleans for Hurricane Katrina: A Synthesis of the Available Data”. Apresentação feita na Conferência Nacional de Evacuação, 5 de fevereiro de 2010. Disponível em http://www.nationalevacuationconference.org/files/presentations/day2/Boyd_Ezra.pdf.
8. FUNDAÇÃO KAISER FAMILY et. al. “Survey of Hurricane Katrina Evacuees”. Washington Post, Universidade de Harvard e Fundação Kaiser Family, setembro de 2005. Disponível em <http://www.kff.org/newsmedia/upload/7401.pdf>.
9. HBO. “The Weatherman”, *Curb Your Enthusiasm*. Temporada 4, episódio 4, 25 de janeiro de 2004.
10. “The Mitt Romney Weathervane”. YouTube, 24 de dezembro de 2011. Disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=PWPxzDd661M>.
11. MILHAM, Willis I. *Meteorology. A Text-Book on the Weather, the Causes of Its Changes, and Weather Forecasting for the Student and General Reader*. Nova York: Macmillan, 1918.
12. ARISTÓTELES. *Meteorology*. Tradução para o inglês de E. W. Webster. Disponível em <http://classics.mit.edu/Aristotle/meteorology.html>.
13. LAPLACE, Pierre-Simon. *Ensaio filosófico sobre as probabilidades*. Rio de Janeiro: Contraponto Editora, 2010.
14. Não se deve confundir o princípio da incerteza com o *efeito do observador*, que é a ideia de que o ato de medir um sistema (como alvejar um feixe de laser em uma partícula de luz) interfere necessariamente nele. As duas crenças não são incompatíveis, mas o princípio da incerteza é uma declaração mais forte e menos intuitiva. Na verdade, Heisenberg acreditava que seu princípio era bastante contraintuitivo. Na

essência, a ideia é que, além de determinado grau de resolução, a partícula já não se comporta como um ponto de matéria no momento em que nos consideramos capazes de identificar onde está, comportando-se como algo muito diferente: uma *onda* em movimento. A demonstração mais satisfatória que vi está em um vídeo do físico Walter Lewin, do Massachusetts Institute of Technology. “Quantum Mechanics, the Uncertainty Principle, Light Particles”. YouTube, 4 de agosto de 2007. Disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=KT7xJ0tjB4A>.

15. VISIT LONDON. “London Weather”. Guia Oficial de Londres. Disponível em <http://www.visitlondon.com/weather>.

16. Parte do fracasso de Richardson resultou de um erro de especificação de certa forma pequeno, conforme revelou-se depois. Se tivesse corrigido o problema, teria gerado uma previsão com melhor exatidão.

17. CHARNEY, J. G.; FJÖRTOFT, R. e VON NEUMANN, J. “Numerical Integration of the Barotropic Vorticity Equation”. *Tellus*, 2, 1950, p. 237–254. Disponível em <http://mathsci.ucd.ie/~plynch/eniac/CFvN-1950.pdf>.

18. INTEL. “Moore’s Law”. Intel Corporation. 2005. Disponível em ftp://download.intel.com/museum/Moores_Law/Printed_Materials/Moores_Law_2pg.pdf.

19. O artigo de Lorenz foi apresentado em uma palestra da Associação Americana pelo Avanço da Ciência, em 29 de dezembro de 1972, antes de ser publicado em livro. Ver LORENZ, Edward N. *A essência do caos*. Brasília: UnB, 1996. O texto original pode ser encontrado em <http://www.washington.edu/uwpress/search/books/LORESS.html>.

20. ALLCHIN, Douglas. “Penicillin and Chance”. SHiPS Resource Center. O texto original pode ser encontrado em <http://www1.umn.edu/ships/updates/fleming.htm>.

21. Entrevista com Richard Loft.

22. 5^5 é igual a 298.023.223.876.953.000, cerca de 298 quatrilhões. Mas 5^6 é igual a 931.322.574.615.479.000.000, ou cerca de 931 *quintilhões*. Esse “pequeno” erro nos faria superestimar o valor que tentávamos derivar por um fator de 3.125.

23. Sim, cálculo serve para alguma coisa.

24. O Centro Nacional de Pesquisa Atmosférica é separado dessa parte da burocracia. Seus recursos provêm de um consórcio de universidades voltadas para a pesquisa, sem fins lucrativos, com recursos da Fundação Nacional de Ciência, por isso suas instalações são melhores.

25. AGÊNCIA NACIONAL DE OCEANOS E ATMOSFERA DOS ESTADOS UNIDOS. “History of the National Weather Service”. Departamento de Assuntos Públicos/Serviço Nacional de Meteorologia/Agência Nacional de Oceanos e Atmosfera. Disponível em <http://www.weather.gov/pa/history/index.php>.
26. GOVERNO DO ESTADO DE NEBRASKA. “The Blizzard of 1988”. Sociedade para a História do Estado de Nebraska. Última atualização em 4 de junho de 2004. Disponível em http://www.nebraskahistory.org/publish/markers/texts/blizzard_of_1888.htm.
27. Os meteorologistas de nível mais baixo podem começar no grau cinco na folha de pagamentos do governo, em que os salários são de 27 mil dólares anuais sem ajustes ao custo de vida.* O salário mais alto de um empregado do governo nessa escala é de cerca de 130 mil dólares mais ajustes ao custo de vida.
- * Nos Estados Unidos, é gerado um índice relativo ao custo de vida — a soma dos custos de diversos bens e serviços despendidos por um indivíduo em determinada região —, que influi sobre o reajuste da maioria dos salários. (N. do T).
28. SERVIÇO NACIONAL DE METEOROLOGIA DOS ESTADOS UNIDOS. “National Weather Service: FY 2012 Budget Highlights”. Agência Nacional de Oceanos e Atmosfera/Departamento de Comércio dos Estados Unidos. Disponível em http://www.corporateservices.noaa.gov/nbo/fy12_budget_highlights/NWS_FY12_One_pager.pdf.
29. _____. “Weather Impact on USA Economy”. *National Oceanic and Atmospheric Association Magazine*, 1^o de novembro de 2001. Disponível em <http://www.magazine.noaa.gov/stories/mag4.htm>.
30. Provavelmente não é só coincidência: a previsão do tempo acontece 24 horas por dia, sete dias por semana, e todos no Centro de Meteorologia Mundial se revezam no turno da noite. Nele, não há luz solar nem janelas; em dado momento, me senti num submarino.
31. AGÊNCIA NACIONAL DE OCEANOS E ATMOSFERA DOS ESTADOS UNIDOS. “HPC% Improvement to NCEP Models (1-Inch Day 1 QPF Forecast)”. Centro de Previsão Hidrometeorológica. Disponível em <http://www.hpc.ncep.noaa.gov/images/hpcvrf/linQPFImpann.gif>.
32. _____. “HPC Pct Improvement vs MOS (Max Temp MAE: Stations Adjusted >= 1 F)”. Centro de Previsão Hidrometeorológica. Disponível em <http://www.hpc.ncep.noaa.gov/images/hpcvrf/max1.gif>.

- [33.](#) _____. “Weather Fatalities”. Serviço Nacional de Meteorologia. Disponível em http://www.nws.noaa.gov/om/hazstats/images/weather_fatalities.pdf.
- [34.](#) _____. “NHC Tropical Cyclone Forecast Verification”. Centro Nacional de Furacões/Serviço Nacional de Meteorologia. Atualizado em 1º de março de 2012. Disponível em <http://www.nhc.noaa.gov/verification/verify5.shtml>.
- [35.](#) Há outro tipo de competição pelos dólares do contribuinte. Enquanto a lembrança do furacão Katrina perdurar — um acontecimento que, além das perdas humanas, criou um precedente para a responsabilidade do governo por desastres naturais —, é provável que o Serviço Nacional de Meteorologia esteja imune aos cortes de orçamento. A preocupação com orçamentos continua sendo uma paranoia em Camp Springs, pois existe o temor de que uma mente brilhante em Washington comece a achar que os computadores estão atuando muito bem e decida que meteorologistas humanos são redundantes. O orçamento proposto pelo presidente Barack Obama para o Serviço Nacional de Meteorologia em 2013 aumentou o financiamento para satélites climáticos, mas houve redução para operações e pesquisas básicas.
- [36.](#) As estimativas de tráfego são do site Alexa.com.
- [37.](#) Embora 25 centímetros de neve pareçam uma precipitação muito maior do que 2,5 centímetros de chuva, são, na verdade, quase a mesma coisa, pois as moléculas de chuva são menos densas. Vinte e cinco centímetros de neve derretida geram, normalmente, 2,5 centímetros de água.
- [38.](#) MURPHY, Allan H. “What Is a Good Forecast? An Essay on the Nature of Goodness in Weather Forecasting”. *American Meteorological Society*, 8, junho de 1993, p. 281–293. Disponível em: http://www.swpc.noaa.gov/forecast_verification/Assets/Bibliography/i1520-0434-008-02-0281.pdf.
- [39.](#) “History for Lansing, MI: Friday January 13, 1978”. Disponível em http://www.wunderground.com/history/airport/KLAN/1978/1/13/DailyHistory.html?req_city=Lansing&req_state=MI&req_statename=Michigan.
- [40.](#) Os dados são cortesia de Eric Floehr, do site ForecastWatch.com.
- [41.](#) Na verdade, prever 50% de possibilidade de chuva é uma ação ousada, pois, em média, chove em apenas 20% dos dias em qualquer localização dos Estados Unidos.
- [42.](#) Em dado momento antes da eleição presidencial americana em 2012, fui convidado para uma conversa com um grupo de executivos e disse que a melhor previsão apontava

que Barack Obama e Mitt Romney tinham, cada um, 50% de chance. Eles exigiram que eu não ficasse em cima do muro e lhes desse uma resposta realista.

[43.](#) O viés úmido identificado por Floehr refere-se à previsão de precipitação com maior frequência do que ocorre na realidade. Não significa que os meteorologistas preveem pouca precipitação relacionada a chuvas. Na realidade, Floehr descobriu que os meteorologistas tendem a *subestimar* precipitações associadas a tempestades de inverno mais severas, como a nevasca denominada pela imprensa como *snowpocalypse* [neve apocalíptica] que afetou a cidade de Nova York em 2012.

[44.](#) Embora seja uma maneira muito importante para julgar uma previsão, a calibração não nos diz tudo. No longo prazo, por exemplo, chove em cerca de 20% dos dias em qualquer local escolhido de forma aleatória nos Estados Unidos. Portanto, podemos ter uma previsão *bem calibrada* apenas “advinhando” que existe uma chance de 20% de chuva. Entretanto, essa previsão não tem habilidade real e apenas recorre à climatologia. A contraparte da calibração é o que chamamos de discriminação ou resolução, uma medida da variação de suas previsões de um caso para o próximo. Um meteorologista que prevê, com frequência, chances de 0% ou de 100% de chuva vai se sair melhor no quesito discriminação do que uma pessoa que sempre posiciona suas previsões em torno em 50%.

As boas avaliações de previsões dão conta dessas duas propriedades — seja de modo individual, seja com medidas estatísticas, como o escore de Brier, que tenta dar conta de ambas as propriedades ao mesmo tempo.

O motivo pelo qual afirmo que a calibração é a melhor medida de uma previsão é pragmático: a maior parte dos especialistas em previsão não tem dificuldades com a discriminação. Na verdade, discriminam demais — ou seja, suas previsões são confiantes demais.

[45.](#) AGÊNCIA NACIONAL DE OCEANOS E ATMOSFERA. “Performance Characteristics and Biases of the Operational Forecast Models”. Departamento de Previsões Climáticas de Louisville, KY/Serviço Nacional de Meteorologia, 23 de maio de 2004. Disponível em <http://www.crh.noaa.gov/lmk/soo/docu/models.php>.

[46.](#) LICHTENSTEIN, Sarah; FISCHHOFF, Baruch; PHILLIPS, Lawrence D. “Calibration of Probabilities: The State of the Art to 1980”. Decision Research/Perceptronics/ Departamento de Pesquisa Naval, 1986. Disponível em <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA101986>.

47. BICKEL, J. Eric; KIM, Seong Dae. “Verification of the Weather Channel Probability of Precipitation Forecasts”. *American Meteorological Society*, 136, dezembro de 2008, p. 4867-4881. Disponível em http://faculty.engr.utexas.edu/bickel/Papers/TWC_Calibratiin.pdf.
48. EGGLESTON, J. D. “How Valid Are TV Weather Forecasts?”. *Freakonomics.com*, 21 de abril de 2008. Disponível em <http://www.freakonomics.com/2008/04/21/how-valid-are-tv-weather-forecasts/comment-page-6/#comments>.
49. Entrevista com Max Mayfield.
50. Mayfield nasceu em 19 de setembro de 1948, tinha 56 anos quando ocorreu o Katrina; hoje, tem sessenta e poucos.
51. O cone da incerteza deveria abranger dois terços dos possíveis locais por onde a tempestade passaria, embora, segundo Max Mayfield, as tempestades se mantenham dentro do cone com mais frequência na teoria do que na prática.
52. “Vermont Devastation Widespread, 3 Confirmed Dead, 1 Man Missing”. *BurlingtonFree-Press.com*, 29 de agosto de 2011. Disponível em <http://www.burlingtonfreepress.com/article/20110829/NEWS02/110829004/Vermont-devastation-widespread-3-confirmed-dead-1-man-missing>.
53. ASSOCIATED PRESS. “Hurricane Rita Bus Owner Found Guilty”. *USA Today*, 3 de outubro de 2006. Disponível em http://www.usatoday.com/news/nation/2006-10-03-rita-bus_x.htm.
54. “Hurricane Katrina Timeline”. The Brookings Institution, s/d. Disponível em <http://www.brookings.edu/fp/projects/homeland/katrinatimeline.pdf>.
55. BRINKLEY, Douglas. “How New Orleans Drowned”. *Vanity Fair*, junho de 2006. Disponível em http://www.vanityfair.com/politics/features/2006/06/brinkley_excerpt200606.
56. ELDER, Keith et al. “African Americans’ Decisions Not to Evacuate New Orleans Before Hurricane Katrina: A Qualitative Study”. *American Journal of Public Health*, 97, Suplemento 1 (abril de 2007). Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1854973>.
57. GLADWIN, H.; PEACOCK, W. G. “Warning and Evacuation: A Night for Hard Houses”. *Hurricane Andrew: Ethnicity, Gender, and the Sociology of Disasters*. Oxford, Inglaterra: Routledge, 1997, p. 52-74.
58. BRINKLEY, Douglas. Op. cit.
59. “Hurricane Katrina Timeline”. Op.cit.

60. “Houston Shelter Residents’ Reports of Evacuation Orders and Their Own Evacuation Experiences” em “Experiences of Hurricane Katrina Evacuees in Houston Shelters: Implications for Future Planning”. BRODIE, Mollyann; WELTZIEN, Erin; ALTMAN, Drew; BLENDON, Robert J.; BENSON, John M. *American Journal of Public Health*, 9, n. 8, agosto de 2006, pp. 1.402-1.408. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1522113/table/t2/>.
61. RIPLEY, Amanda. *Impensável*. São Paulo: Globo, 2008.

CAPÍTULO 5: DESESPERADAMENTE EM BUSCA DE SINAL

1. DOLLAR, John. “The Man Who Predicted the Earthquake”. Londres: *The Guardian*, 5 de abril de 2010. Disponível em <http://www.guardian.co.uk/world/2010/apr/05/laquila-earthquake-prediction-giampaoligiuliani>.
2. THE ECONOMIST. “Scientists in the Dock”. *The Economist*, 17 de setembro de 2011. Disponível em <http://www.economist.com/node/21529006>.
3. PIELKE, Roger A. “Lessons of the L’Aquila Lawsuit”. *Bridges*, 31, outubro de 2011. Disponível em http://sciencepolicy.colorado.edu/admin/publication_files/2011.36.pdf.
4. BBC. “Eyewitnesses: Italy Earthquake”. BBC News, 6 de abril de 2009. Disponível em <http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/7985248.stm>.
5. TAYLOR, Michael. “L’Aquila, Guiliani, and the Price of Earthquake Prediction”. *The Pattern Connection*, 7 de julho de 2010. Disponível em <http://patternizer.wordpress.com/2010/07/07/laquila-guiliani-and-the-price-of-earthquake-prediction/>.
6. BINGHAM, John. “L’Aquila Dogged by Earthquakes Through 800 Year History”. *Telegraph*, 6 de abril de 2009. Disponível em <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/italy/5113215/LAquila-dogged-by-earthquakes-through-800-year-history.html>.
7. STUCCHI, M.; MELETTI, C.; RAVIDA, A.; D’AMIO, V.; CAPERA, A. “Historical Earthquakes and Seismic Hazard of the L’Aquila Area”. *Progettazione Sismica*, 1, n. 3, 2010, p. 23-24.
8. MALKIN, Elisabeth. “Once Built on a Lake, Mexico City Now Runs Dry”. Nova York: *The New York Times*, 16 de março de 2006. Disponível em <http://www.nytimes.com/2006/03/16/world/americas/16iht-mexico.html>.

9. NOSENGO, Nicola. “Italian Earthquake Toll Highlights Poor Preparedness”. *Nature News*, 22 de maio de 2012. Disponível em <http://blogs.nature.com/news/2012/05/italian-earthquake-toll-highlights-poor-preparedness.html>.
10. “Così Posso Prevedere I Terremoti In Abruzzo Ci Sono 5 Apparecchi”. *La Repubblica*, 6 de abril de 2009. Traduzido para o inglês pelo Google Translate. Disponível em <http://www.repubblica.it/2009/04/sezioni/cronaca/terremoto-nord-roma/giulianigiampaolo/giulianigiampaolo.html>.
11. HILL, Symon. “Earthquakes and Bad Theology”. *Symon Hill’s Blog/Ekklesia*, 17 de janeiro de 2010. Disponível em <http://www.ekklesia.co.uk/node/11032>.
12. PIKE, William. “The Haiti and Lisbon Earthquakes: ‘Why, God?’”. *Encyclopedia Britannica*, 19 de janeiro de 2010. Disponível em <http://www.britannica.com/blogs/2010/01/the-haiti-and-lisbon-earthquakes-why-god/>.
13. BRAINARD, Rick. “The 1755 Lisbon Earthquake”. *18th Century History*, 2005. Disponível em <http://www.history1700s.com/articles/article1072.shtml>.
14. HOUGH, Susan. “Confusing Patterns with Coincidences”. *Nova York: The New York Times*, 11 de abril de 2009. Disponível em <http://www.nytimes.com/2009/04/12/opinion/12hough.html>.
15. ROACH, John. “Can the Moon Cause Earthquakes?”. *National Geographic News*, 23 de maio de 2005. Disponível em http://news.nationalgeographic.com/news/2005/05/0523_050523_moonquake.html.
16. Desde 1900, os dez terremotos mais letais mataram cerca de 1,6 milhão de pessoas, comparado ao 1,2 milhão de vítimas fatais de furacões. ROSENBERG, Matt. “Top 10 Deadliest World Hurricanes Since 1900”, *About.com*. Disponível em <http://geography.about.com/od/physicalgeography/a/deadlyhurricane.htm>. “Earthquakes with 1,000 or More Deaths Since 1900”. Agência de Geologia dos Estados Unidos, s/d. Disponível em http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/world_deaths.php.
17. Falo aqui sobre a percepção, não sobre a realidade. No sentido literal, terremotos são muito mais comuns do que furacões; todos os anos, ocorrem milhões deles, comparados a apenas algumas dezenas de furacões. Entretanto, em sua grande maioria, são pequenos e pouco perceptíveis, a não ser que você tenha um sismômetro. Os furacões, por outro lado, quase sempre chegam às manchetes.
18. “Legends of Unusual Phenomena Before Earthquakes — Wisdom or Superstition?”. *Earthquakes and Animals — From Folk Legends to Science*. Hackensack: World

- Scientific Publishing, 2005. Disponível em http://www.worldscibooks.com/etextbook/5382/5382_chap01.pdf.
19. Giuliani recebeu uma avaliação muito positiva no respeitável jornal britânico *Guardian*, por exemplo ver DOLLAR, John. Op. cit.
20. WILSON, Ed; DRYSDALE, Don; REINSIMAR, Carrie. “CEPEC Keeps Eye on Earthquake Predictions”. Departamento de Conservação do Estado da Califórnia, 23 de outubro de 2009. Disponível em <http://www.consrv.ca.gov/index/news/Pages/CEPECKeepsEyeOnEarthquakePredictions.aspx>.
21. GRANT, R. A.; HALLIDAY, T. “Predicting the Unpredictable: Evidence of Pre-Seismic Anticipatory Behaviour in the Common Toad”. *Journal of Zoology*, 700, 25 de janeiro de 2010. Disponível em <http://image.guardian.co.uk/sys-files/Environment/documents/2010/03/30/toads.pdf>.
22. Um problema óbvio do artigo é que o *timing* do comportamento dos sapos coincide muito com os sísmicos prévios em L’Aquila — bem mais do que com o terremoto principal. Sendo assim, se eles fossem sensíveis a terremotos, parece muito mais provável que estivessem reagindo a esses eventos anteriores, e não “prevendo” o terremoto principal. É óbvio que os sismógrafos também detectaram esses eventos.
23. BAK, Per. *How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality*. Nova York: Springer, 1999. Edição Kindle. Número de localização: 1357.
24. AGÊNCIA DE PESQUISA GEOLÓGICA DOS ESTADOS UNIDOS. “FAQs— Earthquake Myths”. Agência de Pesquisa Geológica dos Estados Unidos (USGS), s/d. Disponível em <http://earthquake.usgs.gov/learn/faq/?categoryID=6&faqID=13>.
25. Segundo a USGS, há 95,4% de chance de um terremoto de magnitude pelo menos 6,75 atingir alguma parte em um raio de cem quilômetros em volta de São Francisco nos próximos cem anos e 97,6% de chance de acontecer o mesmo em Los Angeles. A probabilidade de uma entre as duas cidades sofrer um grande terremoto é de 99,9%.
26. AGÊNCIA DE PESQUISA GEOLÓGICA DOS ESTADOS UNIDOS. “2009 Earthquake Probability Mapping”. Agência de Pesquisa Geológica dos Estados Unidos, s/d. Disponível em <http://geohazards.usgs.gov/eqprob/2009/>.
27. _____. “Earthquake Facts and Statistics”. Agência de Pesquisa Geológica dos Estados Unidos, s/d. Disponível em <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/year/eqstats.php>.

28. As exceções estão em regiões prósperas e ricas em terremotos, como Califórnia, Japão e Itália, onde existem sismógrafos em cada esquina.
29. Foi em 1964 que a manutenção dos registros de terremotos de médio porte melhorou de forma significativa.
30. SISTEMA SÍSMICO AVANÇADO DOS ESTADOS UNIDOS. “Composite Earthquake Catalog”. Sistema Sísmico Avançado dos Estados Unidos/Centro de Dados de Terremotos do Norte da Califórnia, s/d. Disponível em <http://quake.geo.berkeley.edu/cnss/>.
31. Num quadrado medindo três graus de latitude por três graus de longitude, cujo centro ficaria próximo a Teerã.
32. AGÊNCIA DE PESQUISA GEOLÓGICA DOS ESTADOS UNIDOS. “Largest and Deadliest Earthquakes by Year: 1990–2011”. Agência de Pesquisa Geológica dos Estados Unidos, s/d. Disponível em <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/year/byyear.php>.
33. TRANSPARENCY. “Corruption Perceptions Index 2011”. *Transparency.org*, 2011. Disponível em <http://cpi.transparency.org/cpi2011/>.
34. JAISWAL, Kishor; WALD, David. “An Empirical Model for Global Earthquake Fatality Estimation”. *Earthquake Spectra*, 26, n. 4, novembro de 2010. Disponível em [http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/pager/prodandref/Jaiswal_&_Wald_\(2010\)_Empirical_Fatality_Model.pdf](http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/pager/prodandref/Jaiswal_&_Wald_(2010)_Empirical_Fatality_Model.pdf).
35. Uma relação derivada de modo empírico e conhecida como lei de Omori dita que o número de réplicas é inversamente proporcional à quantidade de tempo decorrido desde o primeiro terremoto. Em outras palavras, é mais provável que as réplicas ocorram pouco após um terremoto do que dias depois.
36. Esse gráfico e os outros abrangem uma grade de um grau de latitude por um grau de longitude, ficando o epicentro do terremoto principal no centro dessa área. A exceção é a imagem 4D (para Reno, Nevada), pois não houve terremoto principal. A prefeitura de Reno serve como centro nesse caso.
37. INSTITUTO NACIONAL DE GEOFÍSICA E VULCANOLOGIA DA ITÁLIA. Disponível em http://web.archive.org/web/20101114020542/http://cnt.rm.ingv.it/earthquakes_list.php.
38. A magnitude exata do terremoto ocorrido em Tóquio é controversa. O banco de dados que usei para gerar os gráficos lista-o com a magnitude 9,1; em outras fontes, sua magnitude é 9,0.

- [39.](#) HOUGH, Susan. *Predicting the Unpredictable: The Tumultuous Science of Earthquake Prediction*. Princeton: Princeton University Press, 2010. Edição Kindle. Números de localização: 1098-1099.
- [40.](#) _____. Op. cit. Números de localização: 1596-1598.
- [41.](#) _____. Op. cit. Números de localização: 1635-1636.
- [42.](#) *Anchorage Daily News*, 27 de junho de 1981, p. A-10.
- [43.](#) HOUGH, Susan. Op. cit. Número de localização: 1706.
- [44.](#) BAKUN, W. H.; LINDH, A. G. “The Parkfield, California, Earthquake Prediction Experiment”. *Science*, 229, n. 4714, 16 de agosto de 1985. Disponível em <http://earthquake.usgs.gov/research/parkfield/bakunLindh85.html>.
- [45.](#) HOUGH, Susan. Op. cit. Números de localização: 488-491.
- [46.](#) Entrevista com John Rundle.
- [47.](#) AGENCE FRANCE-PRESSE. “UCLA Geophysicist Warns 6.4 Quake to Hit LA by Sept. 5”. *Space Daily.com*, 15 de abril de 2004. Disponível em <http://www.spacedaily.com/news/tectonics-04d.html>.
- [48.](#) SHEBALIN, P.; KEILIS-BOROK, V.; GABRIELOV, A.; ZALIAPIN, I.; TURCOTTE, D. “Short-term Earthquake Prediction by Reverse Analysis of Lithosphere Dynamics”. *Tectonophysics*, 413, 13 de dezembro de 2005. Disponível em http://www.math.purdue.edu/~agabriel/RTP_Tect.pdf.
- [49.](#) ZECHAR, J. Douglas; ZHUANG, Jiancang. “Risk and Return: Evaluating Reverse Tracing of Precursors Earthquake Predictions”. *Geophysical Journal International*, 17 de maio de 2010. Disponível em <http://bemlar.ism.ac.jp/zhuang/pubs/zechar10.pdf>.
- [50.](#) De modo análogo, uma pesquisa no Google News não retornou registro algum sobre as previsões de Keilis-Borok em 2003.
- [51.](#) Minha impressão, após conversar com o Dr. Keilis-Borok, é que ele estava agindo com boa-fé, mas nem sempre é o que fazem os previsores. Às vezes, em especial no caso de previsões econômicas, eles trapaceiam, revisando o método depois da ocorrência do fato e alegando que o novo modelo teria previsto um evento que deixaram passar em tempo real. De qualquer maneira, nada substitui o claro registro público de uma previsão realizada antes do evento.
- [52.](#) BRIDGES, Andrew. “Decade After Northridge, Earthquake Predictions Remain Elusive”. *Associated Press State & Local Wire*, 12 de janeiro de 2004.
- [53.](#) “Information About the Keilis-Borok California Earthquake Prediction”. Agência de Pesquisa Geológica dos Estados Unidos, s/d. Disponível em

http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2004/KB_prediction.php.

54. ZECHAR, J. Douglas; ZHUANG, Jiancang, op. cit.

55. MIGNAN, Arnaud; KING, Geoffrey; BOWMAN, David. “A Mathematical Formulation of Accelerating Moment Release Based on the Stress Accumulation Model”. *Journal of Geophysical Research*, 112, BO7308, 10 de julho de 2007. Disponível em http://geology.fullerton.edu/dbowman/Site/Publications_files/Mignan_etal_JGR2007_1.pdf.

56. MIGNAN, Arnaud; KING, Geoffrey; BOWMAN, David; LACASSIN, Robin; DMOWSKA, Renata. “Seismic Activity in the Sumatra-Java Region Prior to the December 26, 2004 (Mw=9.0-9.3) and March 28, 2005 (Mw=8.7) Earthquakes”. *Earth and Planetary Science Letters*, 244, 13 de março de 2006. Disponível em http://esag.harvard.edu/dmowska/MignanKingBoLaDm_SumatAMR_EPSL06.pdf.

57. Para especificar, a linha reta da Figura 5.6C é gerada por uma técnica chamada Regressão de Lowess, que funciona para muitas coisas e não leva, por si só, ao sobreajuste, mas exige que se defina um parâmetro de uniformidade que modela qualquer coisa, desde um ajuste muito rígido a um ajuste muito solto. Nesse caso, é óbvio, escolhi um ajuste rígido a ponto de não ser plausível.

58. Por exemplo, aplicar uma curva com sobreajuste a dados fora da amostra — os círculos da Figura 5.5 — explicará apenas cerca de 40% de sua variância. Essa deterioração substancial de dados da amostra para dados fora dela é característica do sobreajuste de um modelo.

59. DYSON, Freeman. “Turning Points: A Meeting with Enrico Fermi”. *Nature*, 427, 22 de janeiro de 2004. Disponível em <http://www.nature.com/nature/journal/v427/n6972/full/427297a.html>.

60. BABYAK, Michael A. “What You See May Not Be What You Get: A Brief, Nontechnical Introduction to Overfitting in Regression-Type Models”. *Psychosomatic Medicine*, 66, 19 de fevereiro de 2004. Disponível em http://os1.amc.nl/mediawiki/images/Babyak_-_overfitting.pdf.

61. RAGHEB, M. “Fukushima Earthquake and Tsunami Station Blackout Accident”, s/d. Disponível em <https://netfiles.uiuc.edu/mragheb/www/NPRE%20402%20ME%20405%20Nuclear%20Power%20Engineering/Fukushima%20Earthquake%20and%20Tsunami%20Station%20Blackout%20Accident.pdf>.

- [62.](#) FACKLER, Martin. “Tsunami Warnings, Written in Stone”. *The New York Times*, 20 de abril de 2011. Disponível em <http://www.nytimes.com/2011/04/21/world/asia/21stones.html?pagewanted=all>.
- [63.](#) De maneira específica, isso representa um quadrado de um grau de latitude por um grau de longitude, com 38,32 graus ao norte e 142,37 graus ao leste no centro.
- [64.](#) GELLER, Robert J. “Shake-up Time for Japanese Seismology”. *Nature*, 472, n. 7.344, 28 de abril de 2011. Disponível em <http://kitosh.k.u-tokyo.ac.jp/uploader2/src/8.pdf>.
- [65.](#) Para ser preciso, as chances são de cerca de 20%.
- [66.](#) As chances de um rebatedor que tenha 30% de rendimento perder em todos os lançamentos são de cerca de 17%, pressupondo-se que as rebatidas sejam independentes.
- [67.](#) EARTHSKY.ORG STAFF. “Scientists Did Not Expect 9.0 Magnitude Earthquake in Japan”. *Fast-Company.com*, 25 de março de 2011. Disponível em <http://www.fastcompany.com/1742641/scientists-did-not-expect-90-magnitude-earthquake-in-japan>.
- [68.](#) STEIN, Seth; OKAL, Emile A. “The Size of the 2011 Tohoku Earthquake Need Not Have Been a Surprise”. *Eos Transactions American Geophysical Union*, 92, n. 27, 5 de julho de 2011, p. 227. Disponível em <http://www.earth.northwestern.edu/people/seth/Texts/tohoku.pdf>.
- [69.](#) Segundo o catálogo do Sistema Sísmico Avançado dos Estados Unidos, houve doze terremotos de magnitude 7 na região medindo dez graus de latitude e dez graus de longitude em cada direção a partir do epicentro do Grande Terremoto de Sumatra, ocorrido em 2004, mas nenhum com magnitude 8 ou superior durante esse período.
- [70.](#) A exemplo de outros terremotos, há controvérsias quanto à magnitude exata do Grande Terremoto de Sumatra; várias estimativas falam em algo entre 9,0 e 9,3. Uso neste livro uma estimativa média de 9,2.
- [71.](#) GELLER, Robert J. Op. cit.
- [72.](#) “2 Hours of Brown Noise (Read Description)”. YouTube, 25 de fevereiro de 2012. Disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=0BfyKQaf0TU>.
- [73.](#) BORGHESE, Livia. “Italian Scientists on Trial Over L’Aquila Earthquake”. *CNN World*, 20 de setembro de 2011. Disponível em http://articles.cnn.com/2011-09-20/world/world_europe_italy-quake-trial_1_geophysics-and-vulcanology-l-aquila-seismic-activity?s=PM:EUROPE.

74. JORDAN, Thomas H.; JONES, Lucile M. “Operational Earthquake Forecasting: Some Thoughts on Why and How”. *Seismological Research Letters*, 81, n. 4, julho/agosto de 2010. Disponível em http://earthquake.usgs.gov/aboutus/nepec/meetings/10Nov_Pasadena/Jordan-Jones_SRL-81-4.pdf.
75. CHANG, Alicia. “Location a Major Factor in New Zealand Earthquake Devastation”. *Washington Post*, 22 de fevereiro de 2011. Disponível em <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2011/02/22/AR2011022205105.html>.
76. LEEA, Ya-Ting; TURCOTTEA, Donald L.; HOLLIDAY, James R.; SACHS, Michael K.; RUNDLEA, John B.; CHEN, Chien-Chih; TIAMPOE, Kristy F. “Results of the Regional Earthquake Likelihood Models (RELM) Test of Earthquake Forecasts in California”. Academia de Ciências dos Estados Unidos, 26 de setembro de 2011. Disponível em <http://www.pnas.org/content/early/2011/09/19/1113481108.abstract?sid=ea35f085-e352-42a8-8128-19149a05c795>.

CAPÍTULO 6: COMO SE AFOGAR EM UM METRO DE ÁGUA

1. RUGABER, Christopher S. “Unexpected Jump in Unemployment Rate to 9.2% Stings Markets”. Denver: *Denver Post*, 9 de julho de 2011. Disponível em http://www.denverpost.com/business/ci_18444012.
2. HAUSER, Christine. “Two Jobs Reports Point to a Higher Gain in June”. Nova York: *The New York Times*, 7 de julho de 2011. Disponível em <http://www.nytimes.com/2011/07/08/business/economy/data-point-to-growth-in-jobs-in-june.html>.
3. Baseado em dados da Survey of Professional Forecasters/ Federal Reserve da Filadélfia. Disponível em <http://www.phil.frb.org/research-and-data/real-time-center/survey-of-professional-forecasters/anxious-index/>.
4. PIELKE JR., Roger A. “Lessons of the L’Aquila Lawsuit” *Bridges*, 31, outubro de 2011. Disponível em http://sciencepolicy.colorado.edu/admin/publication_files/2011.36.pdf.
5. TOMASZKIEWICZ, Teri. “Disaster Isn’t Over When Media Leave: Discovering the Meaning of Memorial Day in North Dakota”. *Milwaukee Journal Sentinel*, 1º de junho de 1997.
6. SHELBY, Ashley. *Red River Rising: The Anatomy of a Flood and the Survival of an American City*. St. Paul: Borealis Books, 2004.

7. Na verdade, empregou-se em Grand Forks o equivalente a sessenta centímetros de sacos de areia, o que significa que sua proteção total foi de cerca de quinze ou dezesseis metros quando a enchente chegou. Entretanto, não foi suficiente para impedir uma enchente de 16,5 metros.
8. Esse número pode ser derivado da margem de erro, pressupondo-se que o erro esteja distribuído de modo normal.
9. A Figura 6.1 não está em escala.
10. PIELKE, Roger A. “Who Decides? Forecasts and Responsibilities in the 1997 Red River Flood”. *Applied Behavioral Science Review*, 7, n. 2, 1999. Disponível em http://128.138.136.233/admin/publication_files/resource-81-1999.16.pdf.
11. Idem.
12. VEIGA, Alex. “U.S. Foreclosure Rates Double”, 1º de novembro de 2007. Disponível em <http://www.azcentral.com/realestate/articles/1101biz-foreclosures01-ON.html>.
13. STEMPEL, Jonathan. “Countrywide Financial Plunges on Bankruptcy Fears”. *Reuters*, 16 de agosto de 2007. Disponível em <http://uk.reuters.com/article/2007/08/16/countrywide-financial-idUKNOA62283620070816>.
14. TAYLOR, John B. *Getting Off Track: How Government Actions and Interventions Caused, Prolonged, and Worsened the Financial Crisis*. Stanford: Hoover Institution Press, 2009. Edição Kindle. Número de localização: 361.
15. Observe, porém, que os economistas atribuíram uma chance maior, de cerca de 20%, a um PIB negativo em todos os quatro trimestres financeiros.
16. Na realidade, essa estimativa de um em quinhentos é um pouco generosa, pois se aplicava a qualquer leitura de PIB abaixo de 2% negativos enquanto o PIB real, de 3,3% negativos, era bem mais baixo. Embora os economistas não o tenham quantificado de forma explícita, podemos inferir que teriam atribuído uma chance de somente um em dois mil para uma leitura do PIB de 3,3% negativos ou menos.
17. De maneira mais específica, analisei as previsões feitas em todos os novembros sobre o crescimento do PIB para o ano seguinte, por exemplo, a previsão para crescimento do PIB feita em novembro de 1996 tendo em mente o ano de 1997.
18. CLEMENTS, Michael P. “An Evaluation of the Survey of Professional Forecasters Probability Distribution of Expected Inflation and Output Growth”. *Journal of Economic Literature*, 22 de novembro de 2002. Disponível em <http://www.icmacentre.ac.uk/pdf/seminar/clements2.pdf>.

19. Baseado na distribuição binomial, a chance de uma previsão bem calibrada estar fora de seu intervalo de previsão de 90% em seis ocasiões em dezoito anos é de apenas 0,6%, ou cerca de uma chance em 150.
20. Esse cálculo abrange todas as edições da Survey of Professional Forecasters entre o quarto trimestre de 1968 e o quarto trimestre de 2010, exceto alguns casos iniciais, nos quais não se pediu que os economistas emitissem uma previsão anual.
21. LOUNGANI, Prakash. “The Arcane Art of Predicting Recessions”. *Financial Times* via *International Monetary Fund*, 18 de dezembro de 2000. Disponível em <http://www.imf.org/external/np/vc/2000/121800.htm>.
22. EVANS, Kelly e IZZO, Phil. “Economists’ U.S. Outlook Dims”. *Wall Street Journal* Forecasting Panel. Fevereiro de 2009. Disponível em <http://online.wsj.com/article/SB123445757254678091.html>.
23. RIEKE, Torsten. “Ganz oben in der Wall Street”. *Handelsblatt*, 19 de outubro de 2005. Disponível em <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/management/koepfe/ganz-oben-in-der-wall-street/2565624.html>.
24. FEDERAL RESERVE DE SAINT LOUIS. “Federal Reserve Economic Data”. Pesquisa Econômica/Federal Reserve Bank de St. Louis. Disponível em <http://research.stlouisfed.org/fred2/>.
25. ACHUTHAN, Lakshman e BENERJI, Anirvan. *Beating the Business Cycle: How to Predict and Profit from Turning Points in the Economy*. Nova York: Random House, 2004. Edição Kindle. Números de localização: 1476-1477.
26. NBER. “U.S. Business Cycle Expansions and Contractions”. Escritório de Pesquisa Econômica dos Estados Unidos. Disponível em <http://www.nber.org/cycles.html>.
27. De forma específica, o mercado de ações conforme medido pelo índice S&P 500.
28. A NFL original incluía as equipes Pittsburgh Steelers, Baltimore Colts (hoje Indianapolis Colts) e Cleveland Browns (cuja versão original se tornou o Baltimore Ravens). Na definição usual do indicador, esses times pertencem à Conferência Nacional de Futebol Americano original, mesmo que, desde então, tenham passado para a Conferência de Futebol Americano, sucessora da NFL. O uso dessa definição um tanto arcaica é outro sinal de que o indicador é fabricado.
29. Por exemplo, explicar o crescimento do mercado de ações por meio de um modelo de regressão simples que usa a afiliação à conferência do time vencedor do Super Bowl e um prazo constante como suas únicas entradas no modelo geraria essa estimativa.

- [30.](#) POWERBALL. “Powerball: Prizes and Odds”. Multi-State Lottery Association. Disponível em http://www.powerball.com/powerball/pb_prizes.asp.
- [31.](#) ACHUTHAN, Lakshman e BENERJI, Anirvan. Op. cit. Edição Kindle. Número de localização: 1478.
- [32.](#) SPERLING, Gene. “The Insider’s Guide to Economic Forecasting”. *Inc. Magazine*, 1º de agosto de 2003. Disponível em http://www.inc.com/magazine/20030801/forecasting_pagen_3.html.
- [33.](#) Idem.
- [34.](#) WOODHAM, Douglas M. “Are the Leading Indicators Signaling a Recession?”. *Federal Reserve Bank of New York Review*, outono de 1984. Disponível em http://www.newyorkfed.org/research/quarterly_review/1984v9/v9n3article8.pdf.
- [35.](#) Por “tempo real”, refiro-me aos valores do Leading Economic Index disponíveis aos previsores antes das revisões dos dados e da composição do índice. Ver DIEBOLD, Francis X; RUDEBUSCH, Glenn D. “Forecasting Output with the Composite Leading Index: A Real-Time Analysis”. *Journal of the American Statistical Association*, 86, n. 415, setembro de 1991, p. 603-610.
- [36.](#) PERRY, Mark J. “Consumer Confidence Is a Lagging Indicator: Expect Post-Recession Gloom Through 2010”. *Seeking Alpha*, 29 de outubro de 2009. Disponível em <http://seekingalpha.com/article/169740-consumer-confidence-is-a-lagging-indicator-expect-post-recession-gloom-through-2010>.
- [37.](#) LUCAS, Robert. “Econometric Policy Evaluation: A Critique” e BRUNNER, Karl; MELTZER, A. “The Phillips Curve and Labor Markets”. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy: American Elsevier*, 1976, p. 19-46. Disponível em http://pareto.uab.es/mcreel/reading_course_2006_2007/lucas1976.pdf.
- [38.](#) GOODHART, C. A. E. “Problems of Monetary Management: The U.K. Experience”. Banco Central da Austrália: *Papers in Monetary Economics*, 1975.
- [39.](#) Para essa condição, os economistas usam o termo exogeneidade.
- [40.](#) Crescimento da quantidade de empregos conforme medido pela mudança de percentual em folhas de pagamento não agrícolas.
- [41.](#) “Ano”, nesse caso, refere-se à mudança entre o segundo trimestre de 2009 e o primeiro trimestre de 2010.
- [42.](#) “U.S. Business Cycle Expansions and Contractions”. Escritório de Pesquisa Econômica dos Estados Unidos.

- [43.](http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2011/02/weodata/weorept.aspx?pr.x=38&pr.y=9&sy=1980&ey=2016&scsm=1&ssd=1&sort=country&ds=.&br=1&c=158&s=NGDP_R&grp=0&a=) FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL. “Japan: Gross Domestic Product, constant prices (National currency)”. Banco de Dados Global Insight and Nomura via Fundo Monetário Internacional. Última atualização em 2010. Disponível em http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2011/02/weodata/weorept.aspx?pr.x=38&pr.y=9&sy=1980&ey=2016&scsm=1&ssd=1&sort=country&ds=.&br=1&c=158&s=NGDP_R&grp=0&a=.
- [44.](http://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/files/fomcminutes20071031.pdf) FEDERAL RESERVE. “Minutes of the Federal Open Market Committee”. Federal Reserve System, 30-31 de outubro de 2007. Disponível em <http://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/files/fomcminutes20071031.pdf>.
- [45.](http://www.federalreserve.gov/Pubs/FEDS/2007/200760/200760pap.pdf) REIFSCHNEIDER, David; TULIP, David. “Gauging the Uncertainty of the Economic Outlook from Historical Forecasting Errors”. *Finance and Economics Discussion Series*. Divisões de Pesquisa, Estatística e Finanças, Federal Reserve Board, 19 de novembro de 2007. Disponível em <http://www.federalreserve.gov/Pubs/FEDS/2007/200760/200760pap.pdf>.
- [46.](#) Na análise de renda, o governo pode fazer um trabalho melhor ao estimá-la por meio da análise de declarações de imposto de renda (por menos que gostem, os americanos são relativamente honestos quando se trata de pagar impostos). Entretanto, a renda obtida em janeiro de 2009 seria declarada somente em 15 de abril de 2010. A essa altura, o governo poderia levar mais alguns meses para coletar todos os dados e relatá-los ao Departamento de Análise Econômica. Assim, por mais útil que sejam essas informações, talvez só estivessem disponíveis depois de dezoito meses ou dois anos, tarde demais para serem usadas pelos previsores. Contudo, o governo continua aperfeiçoando as estimativas de indicadores como o PIB por muitos anos depois, por meio do que se conhece como revisões de *benchmark*.
- [47.](http://www.philadelphiafed.org/research-and-data/real-time-center/real-time-data/data-files/ROUTPUT/) FEDERAL RESERVE. “Historical Data Files for the Real-Time Data Set: Real GNP/GDP (ROUTPUT)”. Federal Reserve da Filadélfia. Disponível em <http://www.philadelphiafed.org/research-and-data/real-time-center/real-time-data/data-files/ROUTPUT/>.
- [48.](#) Para ser preciso, a margem de erro é de 95%.
- [49.](#) Por sorte, o caso oposto também pode ocorrer. O governo relatou um crescimento negativo no terceiro trimestre de 1981, mas os dados agora dizem que a economia cresceu quase 5%.
- [50.](#) Embora os economistas não prestem atenção suficiente à distinção entre tempo real e dados revisados quando apresentam suas previsões. As revisões tendem a alinhar melhor

diferentes indicadores econômicos, mas dados são muito mais confusos quando revelados em tempo real. Na primavera de 2012, por exemplo, alguns indicadores econômicos (como renda pessoal) eram quase recessionistas, enquanto outros (como a produção industrial) sugeriam forte crescimento. Em alguns anos, é provável que os dados desse período sejam muito mais limpos e contem uma história mais consistente; os valores referentes à renda pessoal serão revisados para cima ou os números da produção industrial serão revisados para baixo. Entretanto, é tarde demais para os economistas tentarem fazer uma previsão. Desenvolver um modelo de previsão com base em dados revisados leva a superestimar a facilidade da tarefa.

51. É sério. Basta comparar, num gráfico, os erros cometidos pelas previsões anuais do PIB feitas pela Survey of Professional Forecasters e uma tendência temporal para descobrir que não ocorre melhoria geral desde 1968.
52. ECRI. “U.S. Economy Tipping into Recession”. Economic Cycle Research Institute, 30 de setembro de 2011. Disponível em http://www.businesscycle.com/reports_indexes/reportssummarydetails/1091.
53. ISIDORE, Chris. “Forecast Says Double-Dip Recession Is Imminent”. *CNNMoney*, 30 de setembro de 2011. Disponível em http://money.cnn.com/2011/09/30/news/economy/double_dip_recession/index.htm.
54. ECRI. Op. cit.
55. ACHUTHAN, Lakshman; BENERJI, Anirvan. Op. cit. Edição Kindle. Números de localização: 192-194.
56. ANDERSON, Chris. “The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete”. *Wired*, 16, n. 07, 23 de junho de 2008. Disponível em http://www.wired.com/science/discoveries/magazine/16-07/pb_theory.
57. Não divulgo previsões econômicas, mas também não alegaria ter sido otimista na época.
58. Diversos métodos similares em termos conceituais e baseados em indicadores principais previram um crescimento considerável na época ou, pelo menos, uma chance muito pequena de recessão. Ver VAN VUUREN, Dwaine. “U.S. Recession: An Opposing View”. *Advisor Perspectives*, 3 de janeiro de 2012. Disponível em http://www.advisorperspectives.com/newsletters12/US_Recession-An_Opposing_View.php.

Embora a metodologia da ECRI seja um pouco opaca, seus índices podem ter atribuído muita ênfase aos preços de *commodities*, que caíam no final de 2011, depois de

passarem algum tempo numa espécie de bolha.

59. De 30 de setembro de 2011 (o S&P 500 fechou em 1131,42) a 30 de março de 2012 (quando o S&P fechou em 1379,49).

60. BLODGET, Henry. “ECRI’s Lakshman Achuthan: No, I’m Not Wrong — We’re Still Headed for Recession”. *Daily Ticker/Yahoo! Finance*, 9 de maio de 2012. Disponível em <http://finance.yahoo.com/blogs/daily-ticker/ecri-lakshman-achuthan-no-m-not-wrong-still-145239368.html>.

61. Nas previsões feitas em todos os meses de novembro entre 1968 a 2009, em que a Survey of Professional Forecasters especulava sobre o PIB do ano seguinte, a raiz quadrada do erro quadrático médio (RMSE) na previsão de um economista chegava a 2,27 pontos, enquanto a RMSE na previsão agregada era de 1,92 ponto. Assim, a média das previsões reduziu o erro em cerca de 18%.

62. MCNEES, Stephen K. “The Role of Judgment in Macroeconomic Forecasting Accuracy”. *International Journal of Forecasting*, 6, n. 3, outubro de 1990, p. 287-299. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016920709090056H>.

63. Ray C. Fair, de Yale, é quase o único economista que conheço que utiliza apenas modelos estatísticos, sem aplicar-lhes qualquer ajuste. Examinei a exatidão das previsões feitas pelo modelo de Fair, publicadas de forma regular desde 1984. Em alguns casos, não são ruins: as previsões para o PIB e para a inflação geradas pelo modelo são, de modo geral, tão boas quanto as feitas por previsores tradicionais. No entanto, as previsões sobre o desemprego sempre foram muito pobres e seu desempenho está se deteriorando, pois subestimou de modo considerável a magnitude da recente recessão ao mesmo tempo em que exagerou as perspectivas de recuperação. Um dos problemas dos modelos estatísticos é que tendem a ter bom desempenho até um entre seus pressupostos ser violado e surgir uma situação nova. Nesse caso, eles podem produzir previsões muito imprecisas. Uma crise financeira global representaria uma nova situação para um modelo “treinado” em dados econômicos posteriores à Segunda Guerra Mundial, uma vez que não havia dados durante aquele período.

64. Por exemplo, se alguns economistas fossem melhores do que outros na previsão do PIB, esperaríamos que aqueles que fizeram mais previsões precisas em anos pares (2000, 2002 e 2004) também o fizessem nos anos ímpares (2001, 2003 e 2005). Porém, quando dividi os dados da Survey of Professional Forecasters dessa maneira, havia pouca correlação entre os dois. Os economistas que fizeram melhores previsões nos anos pares ficaram apenas na média nos anos ímpares e vice-versa.

65. BAUER, Andy; EISENBEIS, Robert A.; WAGGONER, Daniel F.; ZHA, Tao. “Forecast Evaluation with Cross-Sectional Data: The Blue Chip Surveys”. Banco Federal de Atlanta. *Economic Review*, 2003. Disponível em http://www.frbatlanta.org/filelegacydocs/bauer_q203.pdf.
66. LASTER, David; BENNETT, Paul; GEOUM, In Sun. “Rational Bias in Macroeconomic Forecasts”. *Quarterly Journal of Economics*, 114, n. 1, 1999, p. 293-318. Disponível em http://www.newyorkfed.org/research/staff_reports/sr21.pdf.
67. Idem.
68. REIFSCHNEIDER, David; TULIP, Peter. “Gauging the Uncertainty of the Economic Outlook from Historical Forecasting Errors”, op. cit. Disponível em <http://www.federalreserve.gov/pubs/feds/2007/200760/200760abs.html>.
69. Idem.
70. Na Figura 6.6, as linhas pretas indicando a média histórica são calibradas à previsão média do crescimento do PIB em 2012 pela Survey of Professional Forecasters feita em novembro de 2011, calculada em 2,5%.
71. KAHN, Jeremy. “The Man Who Would Have Us Bet on Terrorism — Not to Mention Discard Democracy and Cryogenically Freeze Our Heads — May Have a Point (About the Betting, We Mean)”. *Fortune* via *CNN Money*, 15 de setembro de 2003. Disponível em http://money.cnn.com/magazines/fortune/fortune_archive/2003/09/15/349149/index.htm.
72. HANSON, Robin. “Futarchy: Vote Values, but Bet Beliefs”. Washington: Universidade George Mason, 2000. Disponível em <http://hanson.gmu.edu/futarchy.html>.
73. SALMON, Felix. “Why the Correlation Bubble Isn’t Going to Burst”. *Reuters*, 19 de agosto de 2011. Disponível em <http://blogs.reuters.com/felix-salmon/2011/08/19/why-the-correlation-bubble-isnt-going-to-burst/>.

CAPÍTULO 7: UM MODELO A SEGUIR

1. A narrativa dos primeiros parágrafos baseia-se, em grande parte, em dois relatos: um artigo da *New York Times Magazine*, datado de 5 de setembro de 1976, e DI JUSTO, Patrick. “The Last Great Swine Flu Epidemic”. *Salon.com*, 28 de abril de 2009. Disponível em http://www.salon.com/news/environment/feature/2009/04/28/1976_swine_flu.

2. A gripe A/Victoria recebeu esse nome devido a sua aparente origem no estado australiano de Victoria, onde fica Melbourne. Foi a cepa dominante de gripe sazonal em meados da década de 1970.
3. TAUBENBERGER, Jeffery K.; MORENS, David M. “1918 Influenza: The Mother of All Pandemics”. *Emerging Infectious Diseases*, 12, n. 1, janeiro de 2006. Disponível em <http://www.webcitation.org/5kCUIGdKu>.
4. BARR, John. “The Site of Origin of the 1918 Influenza Pandemic and Its Public Health Implications”. *Journal of Translational Medicine*, 2, n. 3, janeiro de 2004.
5. Entre vários exemplos, cito BRODY, Jane E. “Influenza Virus Continues to Keep Scientists Guessing”. *New York Times*, 23 de julho de 1976. Disponível em <http://query.nytimes.com/mem/archive/pdf?res=F30E16FB3E5B167493C1AB178CD85F428785F9>.
6. DI JUSTO, Patrick., Op. cit.
7. SCHMECK JR., Harold M. “Flu Experts Soon to Rule on Need of New Vaccine”. Nova York: *The New York Times*, 21 de março de 1976. Disponível em <http://select.nytimes.com/gst/abstract.html?res=F40711FC355E157493C3AB1788D85F428785F9>.
8. DI JUSTO, Patrick. Op. cit..
9. *The New York Times*, 23 de abril de 1976.
10. O custo projetado do programa de vacinação em si foi de 180 milhões de dólares. Contudo, os democratas — sentindo a urgência e o desespero de Ford — também conseguiram associar mais de 1 bilhão de dólares em gastos não relacionados.
11. Embora existam menos casos de gripe durante o verão do que ao longo do inverno, parte do motivo é que as pessoas não procuram a existência de uma gripe no verão e que aquelas que apresentam sintomas semelhantes podem ser diagnosticadas com outras doenças, disse-me o Dr. Alex Ozonoff, da Universidade de Harvard.
12. RENSBERGER, Boyce. “U.S. Aide Doubts a Heavy Flu Toll”. Nova York: *The New York Times*, 2 de julho de 1976. Disponível em <http://select.nytimes.com/gst/abstract.html?res=F30614F83F5B167493C0A9178CD85F428785F9>.
13. *The New York Times*, 9 de junho de 1976.
14. *The New York Times*, 20 de julho de 1976.
15. *The New York Times*, 8 de junho de 1976.

16. Vale a pena assisti-los, pois parecem ter saído de um filme de John Waters. Ver, por exemplo, “1976 Swine Flu Propaganda”. YouTube, 27 de abril de 2009. Disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=ASibLqwVbsk>.

17. DI JUSTO, Patrick. Op. cit.

18. SCHMECK, Harold M. “Swine Flu Program I Halted in 9 States as 3 Die After Shots; Deaths Occur in Pittsburgh”. Nova York: *The New York Times*, 13 de outubro de 1976. Disponível em <http://select.nytimes.com/gst/abstract.html?res=F00910F63F5A167493C1A8178BD95F428785F9>.

19. Em 1976, cerca de três mil pessoas de 65 anos ou mais teriam morrido nos Estados Unidos todos os dias.

20. O *New York Times*, por exemplo, argumentou o seguinte num editorial de 14 de outubro:

É concebível que os catorze idosos que supostamente faleceram logo após a vacinação tenham morrido por outras causas. As autoridades governamentais encarregadas do programa alegam que tudo não passa de uma coincidência, afirmando que idosos morrem todos os dias. Os americanos até se familiarizaram com uma nova estatística: entre cada cem mil pessoas entre 65 e 75 anos, haverá de nove a dez mortes em cada período de 24 horas sob circunstâncias normais.

Mesmo segundo as estatísticas oficiais, é desconcertante que três idosos de uma clínica em Pittsburgh, todos vacinados na mesma hora, tenham morrido algumas horas depois. A tragédia pode ter ocorrido por acaso, mas é muito improvável que tal grupo de mortes ocorra a um grupo tão peculiar por mera coincidência.

Embora seja um pouco persuasiva, essa lógica é acompanhada de uma falácia estatística comum, que consiste no fato de que, enquanto as chances de três pessoas idosas *específicas* morrerem no mesmo dia depois de serem vacinadas na mesma clínica são remotas, as chances de *um grupo qualquer* de três idosos morrer *numa clínica qualquer num dia qualquer* são muito maiores.

Pressupondo-se que cerca de 40% dos idosos americanos tenham sido vacinados nos onze primeiros dias do programa, cerca de nove milhões de pessoas de 65 anos ou mais teriam recebido a vacina no início de 1976. Pressupondo-se que existissem cinco mil clínicas no país, haveria 164 vacinações por clínica por dia. Uma pessoa com 65 anos ou mais tem uma chance em sete mil de morrer em qualquer dia específico; as chances de pelo menos três pessoas morrerem no mesmo dia, num grupo de 164 pacientes, é muito remota, de cerca de 480 mil contra um. Entretanto, segundo nossos pressupostos,

havia 55 mil oportunidades para que esse evento “extremamente improvável” ocorresse — cinco mil clínicas multiplicadas por onze dias. As chances de uma coincidência parecida ocorrer em algum lugar dos Estados Unidos, portanto, eram muito maiores: apenas oito contra uma.

21. DI JUSTO, Patrick. Op. cit.

22. EVANS, David; CAUCHEMEZ, Simon; HAYDEN, Frederick G. “Prepandemic Immunization for Novel Influenza Viruses: ‘Swine Flu’ Vaccine, Guillain-Barré Syndrome, and the Detection of Rare Severe Adverse Events”. *Journal of Infectious Diseases*, 200, n. 3, 2009, p. 321-328. Disponível em <http://www.journals.uchicago.edu/doi/pdf/10.1086/603560>.

23. KINDY, Kimberly. “Officials Are Urged to Heed Lessons of 1976 Flu Outbreak”. *The Washington Post*, 9 de maio de 2009. Disponível em <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2009/05/08/AR2009050802050.html>.

24. *The New York Times*, 30 de dezembro de 1976.

25. Houve relatos esporádicos na imprensa sobre outros casos de gripe suína, como no estado de Wisconsin, mas nunca foram confirmados pelo Centro de Controle de Doenças e, pelo menos, nunca foram além de uma única vítima documentada.

26. DOSHI, Peter. “Trends in Recorded Influenza Mortality: United States, 1900-2004”. *American Journal of Public Health*, 98, n. 5, maio de 2008. Ver “Figura 3”. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2374803/figure/f3/>.

27. Na verdade, como a margem de Carter sobre Ford consistia em apenas dois pontos em todo o país, é possível que o fiasco tenha custado a ele a eleição. Entretanto, diversos outros fatores poderiam ser responsáveis pelo resultado.

28. SCHMECK, Harold M. “U.S. Discloses Shortage of Swine Flu Vaccine for Children 3 to 17”. Nova York: *The New York Times*, 16 de novembro de 1978. Disponível em <http://select.nytimes.com/gst/abstract.html?res=F70E17F9395B167493C4A8178AD95F428785F9>.

29. *The New York Times*, 19 de maio de 1979.

30. Por sorte, foram anos muito brandos para o vírus. Se houvesse uma grande pandemia no final da década de 1970, seria muito difícil persuadir as pessoas a se vacinarem e, como resultado, poderiam ocorrer milhares de mortes desnecessárias.

31. *The New York Times*, 5 de setembro de 1976.

- [32.](#) Não é muito comum, mas a gripe pode ser transmitida por outras espécies de mamíferos, como baleias e cavalos.
- [33.](#) De fato, devido ao papel que os animais desempenham para dar origem à gripe, é provável que fosse impossível erradicá-la por completo durante muito tempo (como fizemos com algumas outras doenças, como a catapora), a não ser que a erradicássemos também em pássaros e porcos. Ver também SCIENCE 2.0. “Avian Flu Research Sheds Light on Swine Flu — and Why Influenza A Can Never Be Eradicated”. *Scientific Blogging/Science* 2.0, 1º de maio de 2009. Disponível em http://www.science20.com/news_articles/avian_flu_research_sheds_light_swine_flu_and_why_influenza_can_never_be_eradicated.
- [34.](#) MOORE, John R. “Swine Productions: A Global Perspective”. *Alltech Inc./Engormix.com*, acessado em 20 de maio de 2012. Disponível em http://en.engormix.com/MA-pig-industry/articles/swine-production-global-perspective_124.htm.
- [35.](#) NATION MASTER. “Food Statistics > Pork Consumption per Capita (Most Recent) by Country”. *NationMaster.com*, acessado em 20 de maio de 2012. Disponível em http://www.nationmaster.com/graph/foo_por_con_per_cap-food-pork-consumption-per-capita.
- [36.](#) NEWSWEEK. “Disease and Terror”. *Newsweek*, 29 de abril de 2009. Disponível em <http://www.thedailybeast.com/newsweek/2009/04/30/disease-and-terror.html>.
- [37.](#) Embora existam teorias alternativas de que o H1N1 se originou, na realidade, na Ásia. Por exemplo ver MCNEIL JR., Donald G. “In New Theory, Swine Flu Started in Asia, Not Mexico”. *New York Times*, 23 de junho de 2009. Disponível em <http://www.nytimes.com/2009/06/24/health/24flu.html>.
- [38.](#) BLACKWELL, Tom. “Flu Death Toll in Mexico Could Be Lower Than First Thought”. *National Post*, 29 de abril de 2009. Disponível em <http://web.archive.org/web/20100523224652/http://www.nationalpost.com/news/story.html?id=1547114>.
- [39.](#) TUCKMAN, Jo e BOOTH, Robert. “Four-Year-Old Could Hold Key in Search for Source of Swine Flu Outbreak”. *The Guardian*, 27 de abril de 2009. Disponível em <http://www.guardian.co.uk/world/2009/apr/27/swine-flu-search-outbreak-source>.
- [40.](#) BRADSHER, Keith. “Assessing the Danger of New Flu”. Nova York: *The New York Times*, 27 de abril de 2009. Disponível em <http://www.nytimes.com/2009/04/28/health/28hong.html?scp=35&sq=h1n1&st=nyt>.

- [41.](#) THE NEW YORK TIMES. “Tracking Swine Flu Cases Worldwide”. Nova York: *The New York Times*, 23 de abril de 2011. Disponível em <http://www.nytimes.com/interactive/2009/04/27/us/20090427-flu-update-graphic.html>.
- [42.](#) PRESIDÊNCIA DOS ESTADOS UNIDOS. “Report to the President on U.S. Preparations for 2009-H1N1 Influenza”. Conselho Presidencial dos Estados Unidos sobre Ciência e Tecnologia, 7 de agosto de 2009. Disponível em http://www.whitehouse.gov/assets/documents/PCAST_H1N1_Report.pdf.
- [43.](#) BIALIK, Carl. “Swine Flu Count Plagued by Flawed Data”. Nova York: *Wall Street Journal*, 23 de janeiro de 2010. Disponível em <http://online.wsj.com/article/SB10001424052748704509704575019313343580460.html>.
- [44.](#) Isso pode ter sido, em parte, porque a vacina contra o H1N1 parecia proporcionar alguma proteção contra as cepas sazonais da gripe, que, pela primeira vez em muitos anos, não produziu pico discernível em janeiro e em fevereiro como, em geral, faz.
- [45.](#) DAVIES, Stephen. “The Great Horse-Manure Crisis of 1894”. *The Freeman*, 54, n. 7, setembro de 2004. Disponível em http://www.fee.org/the_freeman/detail/the-great-horse-manure-crisis-of-1894.
- [46.](#) PETTY, Sir William. *An Essay Concerning the Multiplication of Mankind*. Londres: Mark Pardoe, 1686.
- [47.](#) FREJKA, Tomas. “World Population Projections: A Concise History”. Center for Policy Studies. *Working Papers*, n. 66, março de 1981. Disponível em http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAAR555.pdf.
- [48.](#) EL NASSER, Haya. “World Population Hits 7 Billion”. *USA Today*, 31 de outubro de 2011.
- [49.](#) BAILEY, Ronald. “Seven Billion People Today — Malthusians Still Wrong (and Always Will Be)”. *Reason.com*, 31 de outubro de 2011. Disponível em <http://reason.com/blog/2011/10/31/seven-billion-people-today-mal>.
- [50.](#) FREJKA, Tomas, Op. cit.
- [51.](#) DEPARTAMENTO DE SAÚDE DOS ESTADOS UNIDOS. “U.S. HIV and AIDS Cases Reported Through December 1999”. Centros para Controle e Prevenção de Doenças. *HIV/AIDS Surveillance Report*, 11, n. 2. Disponível em <http://www.cdc.gov/hiv/topics/surveillance/resources/reports/pdf/hasr1102.pdf>.
- [52.](#) HYMAN, James M. e STANLEY, E. Ann. “Using Mathematical Models to Understand the AIDS Epidemic”. *Mathematical Biosciences*, 90, 1988, p. 415-473.

Disponível em <http://math.lanl.gov/~mac/papers/bio/HS88.pdf>.

53. A versão que apliquei aqui foi transformar em logaritmo tanto a variável Ano quanto a variável Casos de Aids para calcular o expoente via análise de regressão. O intervalo de confiança de 95% do expoente 95 variou de 2,2 a 3,7 por esse método, com um valor mais provável de 2,9. Quando aplicadas a dez anos no futuro, essas diferenças modestas transformam-se numa gama muito ampla de resultados possíveis.
54. CARTER, Richard; MENDIS, Kamini N. “Evolutionary and Historical Aspects of the Burden of Malaria”. *Clinical Microbiology Reviews*, 15, n. 4, outubro de 2002, p. 564-594, “Tabela 4”.
55. Observe que, na literatura, o R_0 costuma ser apresentado como uma faixa. Apresentei aqui o ponto médio dessa faixa para facilitar a leitura. Fontes: 1) malária: SMITH, David L.; MCKENZIE, F. Ellis; SNOW, Robert W.; HAY, Simon I. “Revisiting the Basic Reproductive Number for Malaria and Its Implications for Malaria Control”. *PLoS Biology*, 5, n. 3, março de 2007. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1802755/>; 2) ebola: CHOWELL, G.; HENGARTNER, N. W.; CASTILLO-CHAVEZ, C.; FENIMORE, P. W.; HYMAN, J. M. “The Basic Reproductive Number of Ebola and the Effects of Public Health Measures: The Cases of Congo and Uganda”. *Journal of Theoretical Biology*, 229, n. 1, 7 de julho de 2004, p. 119-126. Disponível em <http://math.lanl.gov/~gchowell/publications/ebolaJTB.pdf>; 3) gripe: LIPSITCH, Marc; MILLS, Christina; ROBINS, James. “Estimates of the Basic Reproductive Number for 1918 Pandemic Influenza in the United States: Implications for Policy”. *Global Health Security Initiative*, 2005. Disponível em http://www.ghsi.ca/documents/Lipsitch_et_al_Submitted%2020050916.pdf; 4) gripe e gripe sazonal: NEALE, Todd. “2009 Swine Flu More Transmissible Than Seasonal Flu”. *MedPage Today*, 11 de maio de 2009. Disponível em <http://www.medpagetoday.com/InfectiousDisease/SwineFlu/14154>; 5) aids: ANDERSON, R. M.; MAY, R. M. “Population Biology of Infectious Diseases: Part I”. *Nature*, 280, 2 de agosto de 1979, p. 361-367; 6) SARS: WALLINGA, J.; TEUNIS, P. “Different Epidemic Curves for Severe Acute Respiratory Syndrome Reveal Similar Impacts of Control Measures”. *American Journal of Epidemiology*, 160, n. 6, 2004, p. 509-516.; 7) outras: CDC. “History and Epidemiology of Global Smallpox Eradication” em *Smallpox: Disease, Prevention, and Intervention*. Centros para Controle e Prevenção de Doenças. Disponível em

- <http://www.bt.cdc.gov/agent/smallpox/training/overview/pdf/eradicationhistory.pdf>><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1802755/>; 2) ebola: CHOWELL, G.; HENGARTNER, N. W.; CASTILLO-CHAVEZ, C.; FENIMORE, P. W.; HYMAN, J. M. “The Basic Reproductive Number of Ebola and the Effects of Public Health Measures: The Cases of Congo and Uganda”. *Journal of Theoretical Biology*, 229, n. 1, 7 de julho de 2004, p. 119-126. Disponível em <http://math.lanl.gov/~gchowell/publications/ebolaJTB.pdf>; 3) gripe: LIPSITCH, Marc; MILLS, Christina; ROBINS, James. “Estimates of the Basic Reproductive Number for 1918 Pandemic Influenza in the United States: Implications for Policy”. *Global Health Security Initiative*, 2005. Disponível em http://www.ghsi.ca/documents/Lipsitch_et_al_Submitted%2020050916.pdf; 4) gripe e gripe sazonal: NEALE, Todd. “2009 Swine Flu More Transmissible Than Seasonal Flu”. *MedPage Today*, 11 de maio de 2009. Disponível em <http://www.medpagetoday.com/InfectiousDisease/SwineFlu/14154>; 5) aids: ANDERSON, R. M.; MAY, R. M. “Population Biology of Infectious Diseases: Part I”. *Nature*, 280, 2 de agosto de 1979, p. 361-367; 6) SARS: WALLINGA, J.; TEUNIS, P. “Different Epidemic Curves for Severe Acute Respiratory Syndrome Reveal Similar Impacts of Control Measures”. *American Journal of Epidemiology*, 160, n. 6, 2004, p. 509-516.; 7) outras: CDC. “History and Epidemiology of Global Smallpox Eradication” em *Smallpox: Disease, Prevention, and Intervention*. Centros para Controle e Prevenção de Doenças. Disponível em <http://www.bt.cdc.gov/agent/smallpox/training/overview/pdf/eradicationhistory.pdf>.
56. DEPARTAMENTO DE SAÚDE DOS ESTADOS UNIDOS. “Acquired Immunodeficiency Syndrome (aids) Weekly Surveillance Report”. Centros para Controle e Prevenção de Doenças, 31 de dezembro de 1984. Disponível em <http://www.cdc.gov/hiv/topics/surveillance/resources/reports/pdf/surveillance84.pdf>.
57. HEREK, Gregory M.; CAPITANIO, John P. “AIDS Stigma and Sexual Prejudice”. *American Behavioral Scientist*, 42, 1999, p. 1126-1143. Disponível em http://psychology.ucdavis.edu/rainbow/html/abs99_sp.pdf.
58. LACEY, Marc; MALKIN, Elisabeth. “First Flu Death Provides Clues to Mexico Toll”. *The New York Times*, 30 de abril de 2009. Disponível em <http://www.nytimes.com/2009/05/01/health/01oaxaca.html?scp=28&sq=h1n1&st=nyt>.
59. TUCKMAN, Jo e BOOTH, Robert, Op. cit.

- [60.](#) Pesquisa da CNN/Time/ORC International com eleitores republicanos de Iowa entre 21 e 27 de dezembro de 2011. Disponível em <http://i2.cdn.turner.com/cnn/2011/images/12/28/topstate3.pdf>.
- [61.](#) Pesquisa da Selzer & Company com eleitores republicanos de Iowa. *Des Moines Register*, 27-30 de dezembro de 2011. Disponível em <http://www.desmoinesregister.com/assets/pdf/FullTopLineResults.pdf>.
- [62.](#) FISHER, Marshall L.; HAMMON, Janice H.; OBERMEYER, Walter R.; RAMAN, Ananth. “Making Supply Meet Demand in an Uncertain World”. *Harvard Business Review*, maio de 1994. Disponível em <http://hbr.org/1994/05/making-supply-meet-demand-in-an-uncertain-world/ar/1>.
- [63.](#) Encontrei um caso semelhante ao prestar consultoria para um grande estúdio de cinema de Hollywood em 2009. O estúdio, antenado e orientado por dados em muitos aspectos, acreditava que determinado fim de semana — digamos, por exemplo, o primeiro fim de semana de outubro — era um momento bom para lançar um filme importante, embora não correspondesse a nenhuma data importante no calendário. O estúdio tivera um filme cujo desempenho fora inesperadamente bom naquela época do ano, em grande parte por ser uma ótima obra. O estúdio, porém, atribuía seu sucesso ao período do ano em que foi lançado. A cada ano subsequente, portanto, guardavam seus melhores lançamentos para esse fim de semana de outubro e faziam grande publicidade em torno da estreia. É natural que um bom filme, bem divulgado, se saia bem, independentemente da data de lançamento. No entanto, essa prática satisfazia a previsão de que o início de outubro era um bom momento para lançar um filme e reafirmava ainda mais sua crença.
- [64.](#) Esse cálculo é baseado no número de crianças classificadas como autistas e que, assim, têm direito a programas de educação especial em escolas públicas no âmbito da IDEAS. DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO DOS ESTADOS UNIDOS. “Table 45. Children 3 to 21 Years Old Served Under Individuals with Disabilities Education Act, Part B, by Type of Disability: Selected Years, 1976–77 through 2008–09”. Centro de Estatísticas da Educação dos Estados Unidos/Instituto de Ciências da Educação dos Estados Unidos. *Digest of Educational Statistics*, 2010. Disponível em http://nces.ed.gov/programs/digest/d10/tables/dt10_045.asp.
- [65.](#) Na Figura 7.4, os números para artigos que discutem o autismo são ajustados de modo a refletir o volume geral de trabalhos no banco de dados NewsLibrary.com em dado ano e, depois, indexados de modo a estar na mesma escala que o número de crianças da

rede pública que recebem programas de educação especial para autistas no âmbito da IDEAS.

- [66.](#) YAMASHITA, Tomohisa; IZUMI, Kiyoshi; KURUMATANI, Koichi. “Effective Information Sharing Based on Mass User Support for Reduction of Traffic Congestion”. Quinta Conferência Internacional de Sistemas Complexos do Instituto de Sistemas Complexos de New England, 16-21 de maio de 2004. Disponível em <http://www.necsi.edu/events/iccs/openconf/author/papers/fl90.pdf>.
- [67.](#) YOUN, Hyejin; JEONG, Hawoong; GASTNER, Michael T. “The Price of Anarchy in Transportation Networks: Efficiency and Optimality Control”. *Physical Review Letters*, 101, agosto de 2008. Disponível em <http://arxiv.org/pdf/0712.1598.pdf>.
- [68.](#) KOKKO, Hanna. “Useful Ways of Being Wrong”. *Journal of Evolutionary Biology*, 18, 2005, p. 1155-1157. Disponível em http://biology.anu.edu.au/hosted_sites/kokko/Publ/index.html.
- [69.](#) KERMACK, W. O.; MCKENDRICK, A. G. “A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics”. *Proceedings of the Royal Society A*, 115, 1927, p. 700-721.
- [70.](#) TRUONG, H-H. M. et al. “Increases in Sexually Transmitted Infections and Sexual Risk Behaviour Without a Concurrent Increase in HIV Incidence Among Men Who Have Sex with Men in San Francisco: A Suggestion of HIV Serosorting?”. *Sexually Transmitted Infections*, 82, n. 6, 2006, p. 461-466.
- [71.](#) “Fadiga da camisinha” é a expressão para homens gays que estavam cansados de ouvir que precisavam usar camisinha sempre que transassem.
- [72.](#) MAUGH II, Thomas H. “Experts Fear Resurgence of HIV Infection”. *Los Angeles Times*, 8 de julho de 2000. Disponível em <http://articles.latimes.com/2000/jul/08/news/mn-49552>.
- [73.](#) Nesse contexto, HSH é o termo preferido na literatura médica, mais preciso do que *homossexual* e, em especial, *gay*, que muitas vezes se referem mais à identidade do que ao comportamento sexual. Alguns homens que se identificam como heterossexuais (ou bissexuais), entretanto, transam com outros homens, e alguns homens que se identificam como gays podem transar com mulheres ou ser celibatários.

74. Departamento de Saúde Pública de São Francisco.
75. HALL, Christopher S. e BOLAN, Gail. “Syphilis and HIV”. *HIV InSite Knowledge Base Chapter*. Universidade da Califórnia, junho de 2006. Disponível em <http://hivinsite.ucsf.edu/InSite?page=kb-05-01-04>.
76. TRUONG, H-H M. et al. Op. cit.
77. JIN, Fengyi et al. “Per-Contact Probability of HIV Transmission in Homosexual Men in Sydney in the Era of HAART”. *AIDS*, 24, 2010, p. 907-913. Disponível em http://www.who.int/hiv/events/artprevention/jin_per.pdf.
78. Grande parte da pesquisa sugeria que os homens HIV-positivos estavam impulsionando a tendência: a maior parte destes preferia transar com outros parceiros HIV-positivos, especialmente se planejassem não usar camisinha. O advento da internet, bem como vários tipos de redes de apoio no mundo off-line, facilitou muito esse processo.
79. GREEN, Larry. “Measles on Rise Nationwide; Chicago Worst Hit”. Los Angeles: *Los Angeles Times*, 5 de agosto de 1989. Disponível em http://articles.latimes.com/1989-08-05/news/mn-469_1_chicago-health.
80. LESSLER, Justin et al. “Transmissibility of Swine Flu at Fort Dix, 1976”. *Journal of the Royal Society Interface*, 4, n. 15, agosto de 2007, p. 755-762. Disponível em <http://rsif.royalsocietypublishing.org/content/4/15/755.full>.
81. Idem.
82. “Manter-se sofisticadamente simples” era uma expressão usada pelo falecido economista Arnold Zellner.
83. “Healthy Hand Washing Survey 2011”. Bradley Corp. Disponível em <http://www.bradleycorp.com/handwashing/2011handwashingsurvey>.
84. Ver http://www.altpenis.com/penis_news/20060710032108data_trunc_sys.shtml.
85. RHEE, Alisa Joy. “An Agent-Based Approach to HIV/AIDS Epidemic Modeling: A Case Study of Papua New Guinea”. Tese. Instituto de Tecnologia de Massachusetts, 2006. Disponível em <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/34528>.
86. MEI, Shan et al. “Complex Agent Networks Explaining the HIV Epidemic Among Homosexual Men in Amsterdam”. *Mathematics and Computers in Simulation*, 80, n. 5, janeiro de 2010. Disponível em <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1743988>.
87. MCNEIL JR., Donald G. “Predicting Flu with the Aid of (George) Washington”. *The New York Times*, 3 de maio de 2009. Disponível em

<http://www.nytimes.com/2009/05/04/health/04model.html?hp>.

88. BABYAK, Michael A. “What You See May Not Be What You Get: A Brief, Nontechnical Introduction to Overfitting in Regression-Type Models”. *Statistical Corner/Psychosomatic Medicine*, 66, 2004, p. 411-421.
89. Mesmo sendo uma espécie de experimento teórico que levará anos para gerar resultados úteis, um modelo de previsão pode nos ajudar a entender o escopo de um problema. Não há grande probabilidade de que a equação de Drake, fórmula que serve como estrutura conceitual para prever o número de espécies extraterrestres inteligentes na galáxia, gere previsões altamente úteis e verificáveis em nosso tempo de vida — tampouco enquanto durar a civilização humana. As incertezas são grandes demais. Muitos de seus parâmetros são desconhecidos numa ordem de grandeza e, dependendo dos valores utilizados, podem gerar respostas muito variadas: desde que estamos sozinhos no universo até que existem bilhões e bilhões de espécies extraterrestres. Entretanto, a equação de Drake é uma lente bastante útil para que os astrônomos reflitam sobre a vida, o universo e tudo o mais.
90. BOX, George E. P.; DRAPER, Norman R. *Empirical Model-Building and Response Surfaces*. Nova York: Wiley, 1987, p. 424.
91. “Norbert Wiener”. Wikiquote.org. Disponível em http://en.wikiquote.org/wiki/Norbert_Wiener.

CAPÍTULO 8: MENOS, MENOS E MENOS ERRADO

1. LAZENBY, Roland. *The Show: The Inside Story of the Spectacular Los Angeles Lakers in the Words of Those Who Lived It*. Nova York: McGraw-Hill Professional, 2006.
2. HEISLER, Mark. “The Time’s Rankings: Top to Bottom/NBA”. Los Angeles: *Los Angeles Times*, 7 de novembro de 1999.
3. SPOUSTA, Tom. “Pro Basketball: Trail Blazers Have Had Some Success Containing O’Neal”. Nova York: *The New York Times*, 20 de maio de 2000. Disponível em <http://www.nytimes.com/2000/05/20/sports/pro-basketball-trail-blazers-have-had-some-success-containing-o-neal.html?scp=2&sq=lakers+portland&st=nyt>.
4. ASSOCIATED PRESS. “Blazer Blowout Shows need for ‘Sheed’”. Associated Press, 22 de maio de 2000. Disponível em <http://web.archive.org/web/20041226093339/http://sportsmed.starwave.com/nba/2000/20000522/recap/porlal.html>.

5. SPOUSTA, Tom. “Pro Basketball: Game 2 Was a Blur as Lakers Lost Focus”. Nova York: *The New York Times*, 24 de maio de 2000. Disponível em <http://www.nytimes.com/2000/05/24/sports/pro-basketball-game-2-was-a-blur-as-lakers-lost-focus.html?scp=3&sq=lakers+portland&st=nyt>.
6. _____. “Pro Basketball: Lakers Rally and Get Back on Track”. Nova York: *The New York Times*, 24 de maio de 2000. Disponível em <http://www.nytimes.com/2000/05/27/sports/pro-basketball-lakers-rally-and-get-back-on-track.html?scp=14&sq=lakers+portland&st=nyt>.
7. _____. “Pro Basketball: Everything Comes Up Roses for the Lakers”. Nova York: *The New York Times*, 29 de maio de 2000. Disponível em <http://www.nytimes.com/2000/05/29/sports/pro-basketball-everything-comes-up-roses-for-the-lakers.html?scp=16&sq=lakers+portland&st=nyt>.
8. SPORTS ILLUSTRATED. “Seventh Heaven: Blazers Send Series Back to L.A. for Game 7”. *Sports Illustrated*, 3 de junho de 2000. Disponível em http://sportsillustrated.cnn.com/basketball/nba/2000/playoffs/news/2000/06/02/lakers_blazers_gm6_ap/.
9. Ou seja, 300 mil dólares ao vencer a aposta de 200 mil dólares feita no Portland, com as chances cotadas a três para dois, menos os 80 mil dólares que Voulgaris havia apostado no Lakers.
10. SPOUSTA, Tom. “Pro Basketball: Trail Blazers Follow Plan to the Bitter End”. Nova York: *The New York Times*, 7 de junho de 2000. Disponível em <http://www.nytimes.com/2000/06/05/sports/pro-basketball-trail-blazers-follow-plan-to-the-bitter-end.html?scp=28&sq=lakers+portland&st=nyt>.
11. Informações jogo a jogo baixadas de *Basketballvalue.com*. Disponível em <http://basketballvalue.com/downloads.php>.
12. O cálculo baseia-se numa análise de regressão logística realizada por mim a partir de todas as partidas da temporada regular 2009-2010 da NBA, em que a variável independente é a diferença do placar entre o time da casa e a equipe visitante quando faltavam catorze minutos de jogo, e a variável dependente é o time da casa vencer ou não a partida. O modelo de regressão proporciona um valor de 0,056 quando a margem de diferença no placar é de dezesseis; ou seja, o time de casa tem 5,6% de chances de conquistar vitória quando estiver perdendo por dezesseis pontos, o que se traduz numa probabilidade de dezessete para um contra ele. Arredondei um pouco, para quinze para um, porque um time que está perdendo por dezesseis pontos em casa é, geralmente,

inferior ao seu adversário, enquanto o Lakers e o Blazers tinham uma relação mais equilibrada.

13. No começo da noite, as chances de Voulgaris vencer sua aposta eram de 50%: um índice de 60% de chance de o Lakers vencer o Blazers no último jogo multiplicado pela possibilidade de o Lakers derrotar o Pacers se chegasse à final, que estimei em 83%. Àquela altura do jogo, as chances de o Lakers conquistar o campeonato tinham caído a 5%: os 6% de chances de voltar para derrotar o Blazers multiplicado por 83% de chance de vencer o Pacers.
14. HITTI, Miranda. “Testosterone Ups Home Field Advantage”. *WebMD Health News*, 21 de junho de 2006. Disponível em <http://www.webmd.com/fitness-exercise/news/20060621/testosterone-ups-home-field-advantage>.
15. A maior parte das ligas esportivas realiza esse processo de seleção no sentido inverso: o time com o pior desempenho é o primeiro a selecionar os novos jogadores. Na NBA, sendo o basquete um esporte em que o talento de um único astro pode fazer uma enorme diferença, a liga promove um sorteio na ordem de seleção de modo a desencorajar os times a entregarem jogos ao final da temporada para, assim, terem uma posição mais favorável para selecionar talentos. Contudo, quanto pior for o desempenho de um time maiores serão suas chances no sorteio, e, desse modo, muitas equipes deixam de jogar seu melhor basquete nessa situação.
16. Essa assimetria não existiria na mesma medida se as equipes de basquete fossem mais focadas em estatísticas de desempenhos individuais na defesa. Porém, é relativamente fácil medir o ataque e é relativamente difícil medir a defesa; alguns times sequer tentam medir desempenhos individuais na defesa. Portanto, um jogador que faz uma cesta terá seu valor de mercado aumentado num grau maior do que a desvalorização sofrida por um jogador de defesa que “entrega” uma cesta ao adversário.
17. BASKETBALL-REFERENCE. “2001-02 Cleveland Cavaliers Schedule and Results”. *Basketball-Reference.com*. Disponível em http://www.basketball-reference.com/teams/CLE/2002_games.html.
18. Na média, um time ficará por cima ou por baixo em cinco jogos seguidos por volta de cinco vezes durante toda a disputa do campeonato, o que resulta em 150 séries similares por temporada, considerando trinta equipes da NBA.
19. BELLHOUSE, Dr. R. “The Reverend Thomas Bayes FRS: A Biography to Celebrate the Tercentenary of His Birth”. *Statistical Science*, 19, n. 1, 2004, p. 3-43. Disponível em <http://www2.isye.gatech.edu/~brani/isybayes/bank/bayesbiog.pdf>.

20. Bayes também pode ter sido um ariano, no sentido de ser adepto dos ensinamentos de Arias, líder dos primeiros cristãos que consideravam Jesus o divino filho de Deus em vez de (como fazia a maior parte dos cristãos daquela época e de hoje) uma manifestação direta de Deus.
21. BAYES, Thomas. “Divine Benevolence: Or an Attempt to Prove That the Principal End of the Divine Providence and Government is the Happiness of His Creatures”. Disponível em <http://archive.org/details/DivineBenevolenceOrAnAttemptToProveThatThe>.
22. Idem.
23. Idem.
24. O falecido reverendo Sr. Bayes, conforme comunicado pelo Sr. Price em carta a John Canton, M. A. e F. R. S. “An Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances”. *Philosophical Transactions of The Royal Society of London*, 53, 1763, p. 370-418. Disponível em <http://www.stat.ucla.edu/history/essay.pdf>.
25. GILLIES, Donald A. “Was Bayes a Bayesian?”. *Histhoria Mathematica*, 14, n. 4, novembro de 1987, p. 325-346. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0315086087900656>.
26. HUME, David. “Cause and Effect” em *An Enquiry Concerning Human Understanding* (1772). Indianápolis: Hackett Publishing Company, 1993. Disponível em <http://www.marxists.org/reference/subject/philosophy/works/en/hume.htm>.
27. Alguns cristãos consideram que a probabilidade bayesiana é mais compatível com sua visão de mundo. Sob a égide do teorema de Bayes, se atribuirmos uma probabilidade prévia de 100% à hipótese de que um Deus cristão existe, nenhum grau de evidência terrena abalará essa convicção. É plausível que Bayes tivesse consciência dessa propriedade. Ao apresentar o ensaio de Bayes, Richard Price mencionou que o teorema ajudou a confirmar “a existência de Deus”.
- Para mais discussões a esse respeito, ver BISHOP, Steve. “Christian Mathematicians – Bayes, God & Math: Thinking Christianly About Mathematics”. *Education*, 22 de março de 2012. Disponível em <http://godandmath.com/2012/03/22/christian-mathematicians-bayes/>.
28. “Fundamental Atheism”. Free Atheist Church. Disponível em <http://sites.google.com/site/freeatheistchurch/fundamental-atheism>.
29. MCGRAYNE, Sharon Bertsch. *The Theory That Would Not Die: How Bayes’ Rule Cracked the Enigma Code, Hunted Down Russian Submarines, and Emerged*

- Triumphant from Two Centuries of Controversy*. New Haven: Yale University Press, 2012. Edição Kindle. Número de localização: 427-436.
30. LOVETT, E. O. “The Great Inequality of Jupiter and Saturn”. *Astronomical Journal*, 15, n. 351, 1895, p. 113-127.
31. MCGRAYNE, Sharon Bertsch. Op. cit.
32. LAPLACE, Pierre-Simon. *Ensaio filosófico sobre as probabilidades*. Rio de Janeiro: Contraponto Editora, 2010.
33. SCHULTE, Bret. “How Common Are Cheating Spouses?”. *U.S. News & World Report*, 27 de março de 2008. Disponível em <http://www.usnews.com/news/national/articles/2008/03/27/how-common-are-cheating-spouses>.
34. DEPARTAMENTO DE SAÚDE DOS ESTADOS UNIDOS. “Breast Cancer Risk by Age”. Centros para Controle e Prevenção do Câncer de Mama. Atualizado pela última vez em 13 de agosto de 2010. Disponível em <http://www.cdc.gov/cancer/breast/statistics/age.htm>.
35. REAL AGE. “Understanding Breast Exam Results — False Negative — False Positive Results”. *RealAge.com*. Disponível em <http://www.realage.com/womens-health/breast-exam-results>.
36. SINGLETARY, S. Eva; ROBB, Geoffrey L.; HORTOBAGYI, Gabriel N. “Advanced Therapy of Breast Disease”. *B. C. Decker*, 30 de maio de 2004.
37. KOLATA, Gina. “Panel Urges Mammograms at 50, Not 40”. *Nova York: The New York Times*, 16 de novembro de 2009. Disponível em <http://www.nytimes.com/2009/11/17/health/17cancer.html>.
38. KAHAN, Dan M. et al. “The Polarizing Impact of Science Literacy and Numeracy on Perceived Climate Change Risks”. *Nature Climate Change*, 27 de maio de 2012. Informações complementares disponíveis em <http://www.nature.com/nclimate/journal/v2/n10/full/nclimate1547.html>.
39. Vinte e cinco mil dias antes de 11 de setembro de 2001 nos levariam a 1942.
40. IOANNIDIS, John P. A. “Why Most Published Research Findings Are False”. *PLOS Medicine*, 2, el24, agosto de 2005. Disponível em <http://www.plosmedicine.org/article/info:doi/10.1371/journal.pmed.0020124>.
41. OWENS, Brian. “Reliability of ‘New Drug Target’ Claims Called into Question”. *NewsBlog/Nature*, 5 de setembro, 2011. Disponível em http://blogs.nature.com/news/2011/09/reliability_of_new_drug_target.html.

- [42.](#) MCGRAYNE, Sharon Bertsch. Op. cit.
- [43.](#) STOLLEY, Paul D. “When Genius Errs: R. A. Fischer and the Lung Cancer Controversy”. *American Journal of Epidemiology*, 133, n. 5, 1991. Disponível em <http://www.epidemiology.ch/history/PDF%20bg/Stolley%20PD%201991%20when%20genius%20errs%20-%20RA%20fisher%20and%20the%20lung%20cancer.pdf>.
- [44.](#) AGRESTI, Alan e HITCHCOCK, David B. “Bayesian Inference for Categorical Data Analysis”. *Statistical Methods & Applications*, 14, 2005, p. 297-330. Disponível em http://www.stat.ufl.edu/~aa/articles/agresti_hitchcock_2005.pdf.
- [45.](#) ALDRICH, John. “R. A. Fischer on Bayes and Bayes’ Theorem”. *Bayesian Analysis*, 3, n.1, 2008, p. 161-170. Disponível em <http://ba.stat.cmu.edu/journal/2008/vol03/issue01/aldrich.pdf>.
- [46.](#) MCGRAYNE, Sharon Bertsch. Op. cit.
- [47.](#) SCHWEDER, Tore. “Fisherian or Bayesian Methods of Integrating Diverse Statistical Information?”. *Fischeries Research*, 37, n. 1-3, agosto de 1998, p. 61-75. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783698001271>.
- [48.](#) REAL CLEAR POLITICS. “2008 New Hampshire Democratic Primary Polls”. *RealClearPolitics.com*. Disponível em http://www.realclearpolitics.com/epolls/2008/president/nh/new_hampshire_democratic_primary-194.html.
- [49.](#) SILVER, Nate. “Rasmussen Polls Were Biased and Inaccurate; Quinnipiac, SurveyUSA Performed Strongly”. *FiveThirtyEight/New York Times*, 4 de novembro de 2010. Disponível em <http://fivethirtyeight.blogs.nytimes.com/2010/11/04/rasmussen-polls-were-biased-and-inaccurate-quinnipiac-surveyusa-performed-strongly/>.
- [50.](#) GRANT, R. A.; HALLIDAY, T., Op. cit.
- [51.](#) “Hate Group Formation Associated with Big-Box Stores”. *ScienceNewslines.com*, 11 de abril de 2012. Disponível em <http://www.sciencenewslines.com/psychology/2012041121000031.html>.
- [52.](#) ALDRICH, John. Op. cit.
- [53.](#) MCGRAYNE, Sharon Bertsch. Op. cit. Número de localização: 11.
- [54.](#) FISCHER, Sir Ronald A. *Smoking: The Cancer Controversy*. Edimburgo: Oliver and Boyd, 1959. Disponível em <http://www.york.ac.uk/depts/math/histstat/smoking.htm>.
- [55.](#) MARSTON, Jean. “Smoking Gun”. *NewScientist*, n. 2646, 8 de março de 2008. Disponível em <http://www.newscientist.com/article/mg19726460.900-smoking-gun.html>.

- [56.](#) MCGRAYNE, Sharon Bertsch. Op. cit.
- [57.](#) STOLLEY, Paul D. Op. cit.
- [58.](#) Idem.
- [59.](#) TUCKMAN, Jo; BOOTH, Robert. “Four-Year-Old Could Hold Key in Search for Source of Swine Flu Outbreak”. Londres: *The Guardian*, 27 de abril de 2009. Disponível em <http://www.guardian.co.uk/world/2009/apr/27/swine-flu-search-outbreak-source>.
- [60.](#) MCGRAYNE, Sharon Bertsch. Op. cit.
- [61.](#) NICKERSON, Raymond S. “Null Hypothesis Significance Testing: A Review of an Old and Continuing Controversy”. *Psychological Methods*, 5, n. 2, 2000, p. 241-301. Disponível em <http://203.64.159.11/richman/plogxx/gallery/17/%E9%AB%98%E7%B5%B1%E5%A0%B1%E5%91%8A.pdf>.
- [62.](#) GELMAN, Andrew; SHALIZE, Cosma Tohilla. “Philosophy and Practice of Bayesian Statistics”. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 11 de janeiro de 2012, p. 1-31. Disponível em <http://www.stat.columbia.edu/~gelman/research/published/philosophy.pdf>.
- [63.](#) Ainda que existam diversas formulações a respeito dos passos exigidos pelo método científico, essa versão foi extraída, em grande parte, de “Appendix E: Introduction to the Scientific Method”. Universidade de Rochester. Disponível em http://teacher.pas.rochester.edu/phy_labs/appendix/appendix.html.
- [64.](#) KUHN, Thomas S. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press, 1996. Edição Kindle, 22/10/2010.
- [65.](#) COHEN, Jacob. “The Earth is Round ($p < .05$)”. *American Psychologist*, 49, n. 12, dezembro de 1994, p. 997-1003. Disponível em http://ist-socrates.berkeley.edu/~maccoun/PP279_Cohen1.pdf.
- [66.](#) GILL, Jeff. “The Insignificance of Null Hypothesis Significance Testing”. *Political Research Quarterly*, 52, n. 3, setembro de 1999, p. 647-674. Disponível em <http://www.artsci.wustl.edu/~jgill/papers/hypo.pdf>.
- [67.](#) ANDERSON, David R.; BURNHAM, Kenneth P.; THOMPSON, William L. “Null Hypothesis Testing: Problems, Prevalence and an Alternative”. *Journal of Wildlife Management*, 64, n. 4, 2000, p. 912-923. Disponível em <http://cat.inist.fr/%3FaModele%3DafficheN%26cpsidt%3D792848>.

68. BRIGGS, William M. “It is Time to Stop Teaching Frequentism to Non-Statisticians”. *ArXiv.org*, 13 de janeiro de 2012. Disponível em <http://arxiv.org/pdf/1201.2590.pdf>.
69. KRANTZ, David H. “The Null Hypothesis Testing Controversy in Psychology”. *Journal of the American Statistical Association*, 44, n. 448, dezembro de 1999. Disponível em <http://www.jstor.org/discover/10.2307/2669949?uid=3739832&uid=4&uid=3739256&sid=47698905120317>.

CAPÍTULO 9: FÚRIA CONTRA AS MÁQUINAS

1. DEPARTAMENTO DO INTERIOR DOS ESTADOS UNIDOS. “Poe Invents the Modern Detective Story”. Casa de Edgar Allan Poe em Filadélfia/Serviço Nacional de Parques. Disponível em <http://www.nps.gov/edal/forteachers/upload/detective.pdf>.
2. EATON, Nick. “Gallup: Bill Gates Is America’s Fifth-Most Admired Man”. *Seattle Post-Intelligencer*, 27 de dezembro de 2010. Disponível em <http://blog.seattlepi.com/microsoft/2010/12/27/gallup-bill-gates-is-americas-fifth-most-admired-man/>.
3. PAN, Joann. “Apple Tops Fortune’s ‘Most Admired’ List for Fifth Year in a Row”. *Mashable*, 2 de março de 2012. Disponível em <http://mashable.com/2012/03/02/apple-tops-fortunes-most-admired-list-five-years-straight-video/>.
4. KRAVETS, David. “Stock-Picking Robot ‘Marl’ Is a Fraud, SEC Says”. “Threat Level”, *Wired*, 23 de abril de 2012. Disponível em <http://www.wired.com/threatlevel/2012/04/stock-picking-robot/>.
5. “What Is the Stock Trading Robot ‘MARL?’”. *Squidoo.com*. Disponível em <http://www.squidoo.com/StockTradingRobotMARL>.
6. PHILADELPHIA INQUIRER. “Computer Predicts Odds of Life, Death”. *Orlando Sentinel*, 9 de julho de 1992. Disponível em http://articles.orlandosentinel.com/1992-07-09/news/9207090066_1_apache-system-critical-care-critical-care.
7. MONFORT, Nick. *Twisty Little Passages: An Approach to Interactive Fiction*. Boston: MIT Press, 2005, p. 76.
8. SHANNON, Claude E. “Programming a Computer for Playing Chess”. *Philosophical Magazine*, Series 7, 41, N. 314, março de 1950. Disponível em http://archive.computerhistory.org/projects/chess/related_materials/software/2-0%20and%202-1.Programming_a_computer_for_playing_chess.shannon/2-

- [0%20and%20-](#)
[1.Programming a computer for playing chess.shannon.062303002.pdf.](#)
9. CHASE, William C. e SIMON, Herbert A. “The Mind’s Eye in Chess”, em *Visual Information Processing*. Nova York: Academic Press, 1973.
 10. HARPER, Douglas. *Online Etymology Dictionary*. Disponível em <http://www.etymonline.com/index.php?term=eureka>
 11. TVERSKY, Amos e KAHNEMAN, Daniel. “Judgement Under Uncertainty: Heuristics and Biases”. *Science*, 185, 27 de setembro de 1974, p. 1.124-1.131. Disponível em http://www.econ.yale.edu/~nordhaus/homepage/documents/tversky_kahn_science.pdf.
 12. HIMIAK, Lauren. “Bear Safety Tips”. National & States Parks/About.com. Disponível em <http://usparks.about.com/od/backcountry/a/Bear-Safety.htm>.
 13. BILLWALL. “Who Is the Strongest Chess Player?”. *Chess.com*, 27 de outubro de 2008. Disponível em <http://www.chess.com/article/view/who-is-the-strongest-chess-player>.
 14. HSU, Feng-hsiung; ANANTHARAMAN, Thomas; CAMPBELL, Murray; NOWATZYK, Andreas. “A Grandmaster Chess Machine”. *Scientific American*, outubro de 1990. Disponível em <http://www.disi.unige.it/person/DelzannoG/AI2/hsu.html>.
 15. Idem.
 16. NOVA. “The Chip vs. The Chessmaster” (documentário), 26 de março de 1991.
 17. KASPAROV, Garry. “The Chess Master and the Computer”. *New York Review of Books*, 11 de fevereiro de 2010. Disponível em <http://www.nybooks.com/articles/archives/2010/feb/11/the-chess-master-and-the-computer/>.
 18. “Frequently Asked Questions: Deep Blue”. IBM Research via Internet Archive WayBack Machine Beta. Disponível em <http://web.archive.org/web/20071028124110/http://www.research.ibm.com/deepblue/meet/html/d.3.3a.shtml#difficult>.
 19. “Chess Opening Explorer”. *Chessgames.com*. Disponível em <http://www.chessgames.com/perl/explorer>.
 20. CAMPBELL, Murray; HOANE JR., A. Joseph; HSU, Feng-hsiung. “Deep Blue”. *Sjen.org*, 1º de agosto de 2001. Disponível em <http://sjeng.org/ftp/deepblue.pdf>.
 21. “Frequently Asked Questions: Deep Blue”. IBM Research.

22. “I, Nf3 d5, 2. g3 Bg4”. Chess Opening Explorer/*Chessgames.com*. Disponível em <http://www.chessgames.com/perl/explorer?node=1959282&move=3&moves=Nf3.d5.g3Bg4&nodes=74.77705.124843.1959282>.
23. Trocar um bispo por um cavalo no início do jogo, como o Deep Blue ameaçou fazer, pode não ser uma boa jogada, uma vez que bispos são mais valiosos quando um jogador ainda conserva ambos no tabuleiro. Se você tem apenas um bispo, seu adversário pode se deslocar com relativa impunidade pela metade das casas que o bispo remanescente não tem como cobrir. Em outras palavras, seria melhor ter um cavalo e os dois bispos do que dois cavalos e um bispo.
24. “Position Search”. *Chessgames.com*. Disponível em <http://www.chessgames.com/perl/chess.pl?node=1967201>.
25. GROOT, Adriaan D. *Thought and Choice in Chess*. Amsterdã: Amsterdam University Press/Amsterdam Academic Archive, 2008.
26. Idem.
27. SHANNON, Claude E. Op. cit.
28. “Uly, 23 de janeiro de 2010 (2:52 P.M.)”. Comentário em “Computer Eval — Winning Chances” por PPIPPER, no Rybka Chess Community Forum. Disponível em http://rybkaforum.net/cgi-bin/rybkaforum/topic_show.pl?tid=15144.
29. “Kasparov vs. Deep Blue, Game 1”. *Chess Corner*, 3 de maio de 1997. Disponível em <http://www.chesscorner.com/games/deepblue/dblue1.htm>.
30. BYRNE, Robert. “In Late Flourish, a Human Outcalculates a Calculator”. *New York Times*, 4 de maio de 1997. Disponível em <http://www.nytimes.com/1997/05/04/nyregion/in-late-flourish-a-human-outcalculates-a-calculator.html?scp=3&sq=kasparov&st=nyt>.
31. DEKA. “Analysis by Rybka 3 14ply”, 26 de fevereiro de 2010. Disponível em <http://web.zone.ee/chessanalysis/study%20on%20chess%20strenght.pdf>.
32. FRIEDEL, Frederic. “Garry Kasparov vs. Deep Blue”. *ChessBase.com*, maio de 1997. Disponível em <http://www.chessbase.com/columns/column.asp?pid=146>.
33. Idem.
34. Idem.
35. IBM. “Deep Blue: Overview”. *IBM100 Icons of Progress*. Disponível em <http://www.research.ibm.com/deepblue/games/game2/html/move34b.shtml>.
36. O movimento correto continua a ser tema de debate. Os outros computadores da época — menos avançados do que o Deep Blue — concluíram que Qb6, o avanço com

a rainha, seria a jogada certa por uma ampla margem. Porém, o fato de o Deep Blue se desviar do que seria o modo típico de um computador jogar tornou incomum aquele movimento. Quando coloquei nessa posição um computador contemporâneo chamado Rybka, ele também optou por Qb6, mas concluiu que a situação deixava uma margem estreita, cuja diferença somava um valor de não mais do que três décimos de um peão em termos de força. A diferença é pequena o suficiente para imaginarmos o Deep Blue, uma máquina um tanto idiossincrática e criada para enfrentar Kasparov, optando por essa linha alternativa.

37. ASHLEY, Maurice; WOLFF, Patrick; SEIRAWAN, Yasser. “Game 2, black 36... axb5”. *IBM Research Real-Text Commentary*, 11 de maio de 2007. Disponível em <http://web.archive.org/web/20080614011112/http://www.research.ibm.com/deepblue/games/game2/html/move36b.shtml>
38. O confronto real num estúdio de TV planejado para o evento e instalado no 35º andar do edifício Equitable Center, onde não era autorizada a presença de espectadores.
39. WEBER, Bruce. “Computer Defeats Kasparov, Stunning the Chess Experts”. Nova York: *The New York Times*, 5 de maio de 1997. Disponível em <http://www.nytimes.com/1997/05/05/nyregion/computer-defeats-kasparov-stunning-the-chess-experts.html>.
40. WEBER, Bruce. “Wary Kasparov e Deep Blue Draw Game 3”. Nova York: *The New York Times*, 7 de maio de 1997. Disponível em <http://www.nytimes.com/1997/05/07/nyregion/wary-kasparov-and-deep-blue-draw-game-3.html>.
41. FRIEDEL, Frederic. “Garry Kasparov vs. Deep Blue”. *Multimedia Report/ChessBase Magazine*, 58. Disponível em <http://www.chessbase.com/columns/column.asp?pid=146>.
42. WEBER, Bruce. “Swift and Slashing, Computer Topples Kasparov”. Nova York: *The New York Times*, 12 de maio de 1997. Disponível em <http://www.nytimes.com/1997/05/12/nyregion/swift-and-slashing-computer-topples-kasparov.html>.
43. Essa metáfora foi tomada emprestada de Bill Wyman, um crítico de música do *Chicago Reader*, que o classificou como o maior momento da história do rock. WYMAN, Bill. “The 100 Greatest Moments in Rock History”. *Chicago Reader*, 28 de setembro de 1995. Disponível em <http://www.chicagoreader.com/chicago/the-100-greatest-moments-in-rock-history/Content?oid=888578>.

44. CAMPBELL, Murray; HOANE JR., A.; HSU Feng-hsiung. Op. cit..
45. PAGE, Larry. “PageRank: Bringing Order to the Web”. *Stanford Digital Library Project*, 18 de agosto de 1997. Disponível em <http://web.archive.org/web/20020506051802/www-diglib.stanford.edu/cgi-bin/WP/get/SIDL-WP-1997-0072?l>.
46. “How Search Works”. Google via YouTube, 4 de março de 2010. Disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=BNHR6IQJZs>.
47. Em entrevista concedida por Vasik Rajlich.
48. “Amateurs beat GMs in PAL/CSS Freestyle”. *ChessBase News*, 22 de junho de 2005. Disponível em <http://www.chessbase.com/newsdetail.asp?newsid=2467>.
49. KASPAROV, Garry. “The Chess Master and the Computer”, op. cit.

CAPÍTULO 10: A BOLHA DO PÔQUER

1. “Chris MoneyMaker Ranking History” em *The Mob Poker Database/Thehendonmob.com*. Disponível em http://pokerdb.thehendonmob.com/player_graphs/chris_moneymaker_18826.
2. Joguei pela primeira vez num pequeno evento do World Series de pôquer em 2005, ainda que não tenha participado do torneio principal, valendo 10 mil dólares, até 2009.
3. A esperteza residia numa cláusula que exigia participação de certo número de rodadas antes de qualquer cliente sacar seus ganhos.
4. O exemplo a seguir é idealizado, no sentido de que aplicaremos um processo matemático um tanto formal e rigoroso para avaliar uma mão de pôquer bastante típica, junto à visão mais instintiva que o jogador deve usar na mesa. No verdadeiro pôquer, os jogadores precisam tomar decisões com muito mais rapidez, tanto por razões de etiqueta quanto por temerem revelar informações aos oponentes ao contemplar, por muito tempo, as cartas. Contudo, todos os jogadores de pôquer se esforçam para adotar o processo de pensamento aqui descrito, de maneira consciente ou não. A questão reside em saber quem consegue fazer a estimativa mais precisa sob a pressão suscitada por uma partida de pôquer.
5. Se o oponente aumentasse a aposta tendo uma mão medíocre, como um par de noves no *river*, estaria fazendo-o como um blefe, já que ele não esperaria que igualássemos sua aposta se contarmos com uma mão fraca.
6. SILVER, Nate. “Sanity Check: 88 Hand”. *Twoplustwo.com*, 14 de maio de 2012. Disponível em <http://forumserver.twoplustwo.com/56/medium-stakes-pl-nl/sanity-check->

- [88-hand-1199549/](#).
7. “Biggest Pot in TV Poker History — Tom Dwan vs Phil Ivey Over 1,1 Milion”. YouTube, 28 de janeiro de 2010. Disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=GnxFohpliqM>.
 8. “About Tom Dwan”. *PokerListings.com*. Disponível em http://www.pokerlistings.com/poker-player_tom-dwan.
 9. LOCKE. “Isildurl & the Poker Economy”. *PokerTableRatings.com*, 11 de dezembro de 2009. Disponível em <http://www.pokertableratings.com/blog/2009/12/isildurl-the-poker-economy/>.
 10. “Player Profile: durrrrr”. *Highstakes DataBase*. Disponível em <http://www.highstakesdb.com/profiles/durrrr.aspx>.
 11. “About Tom Dwan”. *PokerListings.com*.
 12. As citações incluídas neste livro foram extraídas de uma entrevista com Dwan por telefone, em maio de 2012, mas estive com ele em ocasiões anteriores.
 13. CHEN, Bill; ANKENMAN, Jerrod. “The Mathematics of Poker”. *Conjelco*, 30 de novembro de 2006.
 14. BILLINGS, Darse. “Algorithms and Assessment in Computer Poker”. Tese submetida ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade de Alberta, 2006. Disponível em <http://www.cs.virginia.edu/~evans/poker/readings/billings-chl.pdf>.
 15. ANGELO, Tommy. *Elements of Poker*. Tommy Angelo Operations, 13 de dezembro de 2007, p. 209. Edição Kindle.
 16. KOCH, Robert. *Living Life the 80/20 Way*. Boston: Nicholas Brealey Publishing, 2004.
 17. Minha análise limitou-se aos jogadores que participaram de partidas com *big blinds* de ao menos 2 dólares, valor mínimo para permitir algum ganho potencial que possa garantir a existência de jogadores profissionais.
 18. De forma mais exata, dividi os dados da amostragem em meses pares e ímpares. Se um jogador for competente, deverá mostrar-se capaz de vencer nos meses pares e ímpares. Apliquei, em seguida, uma análise regressiva para prever o índice de vitórias de um jogador (aferido pelo número de apostas *big blinds* ganhas em cada cem mãos) em cada metade da amostragem. Considera-se que os resultados da análise regressiva devem ser equivalentes ao índice de sucesso do jogador obtido a longo prazo. As variáveis na regressão representavam o índice de vitórias obtidas pelo jogador, multiplicado pelo logaritmo natural do número de mãos que tivesse jogado, junto com a variável do

número de mãos que baixou, comparado àquelas que recebeu. Jogadores muito contidos, que utilizam poucas mãos, ou muito atirados, baixando muitas mãos, têm chances menores de repetir seu sucesso num período seguinte, mantendo outros fatores num mesmo patamar — na realidade, isso era, com frequência, um indício melhor para prever o índice de sucesso de um jogador do que seu índice de vitórias passadas, a não ser que tenha jogado uma quantidade muito grande de partidas.

19. As mesas de pôquer on-line tinham, em geral, dez lugares. As mesas de pôquer de cassinos convencionais, com sede própria, costumam contar com nove lugares.
20. Nos dados relativos ao pôquer on-line, a comissão da casa era, segundo meus cálculos, o equivalente a 57 dólares por cada cem mãos. A cifra poderia ser bastante semelhante à aplicada num cassino convencional. O Bellagio, por exemplo, costumava cobrar de seus fregueses uma taxa de 6 dólares por cada trinta minutos de jogo. Para tomar parte de cem mãos de pôquer sem limite no ambiente de um cassino, um jogador precisaria gastar, em geral, quatro horas numa mesa (num jogo de ritmo bastante lento). Assim, ele precisaria pagar oito vezes aquela taxa; ou seja, um total de 48 dólares. Some-se a habitual gorjeta de 1 dólar ao crupiê quando se ganha uma partida e chegaremos a mais ou menos a mesma quantia de 57 dólares. Não foi adotada qualquer compensação para incluir as cortesias — e os custos embutidos — dos drinques gratuitos oferecidos em Las Vegas.
21. “Escuta, o negócio é o seguinte: se não sacar quem é o otário na sua primeira meia hora à mesa, então o otário é você.” *Cartas na mesa* (filme). Disponível em <http://www.monologuedb.com/dramatic-male-monologues/rounders-mike-mcdermott/>.
22. “Guy Laliberte’s Accounts on Full Tilt Poker Down Millions of Dollars in 2008”. *Poker-KingBlog.com*, 2 de janeiro de 2009. Disponível em <http://www.pokerkingblog.com/2009/01/02/guy-laliberte-the-engine-of-the-high-stakes-economy-on-full-tilt-poker/>.
23. Os jogos tendiam a apresentar maior incidência de *peixes* no inverno, quando mais pessoas ficam em casa, conectadas à internet, e no verão, quando o World Series de pôquer era disputado.
24. MCMANUS, James. “Full Tilt Boogie: The UIGEA and You”. *Grantland.com*, 8 de dezembro de 2011. Disponível em http://www.grantland.com/story/_/id/7333093/uigea-you.
25. HAVEL, Rocco. “Taking Stock of the UIGEA”. *Tight Poker*, 16 de abril de 2008. Disponível em <http://www.tightpoker.com/news/taking-stock-of-the-uigea-487/>.

26. ADAMS, Branon. “The Poker Economy”. *Bluff Magazine*, novembro de 2006. Disponível em <http://www.bluffmagazine.com/magazine/The-Poker-Economy-Brandon-Adams-584.htm>.
27. SILVER, Nate. “After ‘Black Friday’, American Poker Faces Cloudy Future”. *FiveThirtyEight/New York Times*, 20 de abril de 2011. Disponível em <http://fivethirtyeight.blogs.nytimes.com/2011/04/20/after-black-friday-american-poker-faces-cloudy-future/>.
28. Com base num mínimo de cinquenta vezes ao bastão tanto em abril quanto em maio.
29. Aqui, o beisebol difere de um esporte como o tênis, em que, dada a estrutura do jogo, mesmo diferenças modestas em termos de competência se manifestam com muita rapidez. Os melhores jogadores do mundo, como Rafael Nadal e Novak Djokovic, vencem cerca de 55% dos pontos que disputam — pouco mais do que a metade. Contudo, centenas de pontos são disputados ao longo de uma partida enquanto jogadores de beisebol passam quatro ou cinco vezes ao bastão. Seria uma tolice concluir que Nadal é melhor atleta do que Josh Hamilton. Porém, Nadal quase sempre vence, enquanto Hamilton, em muitas noites, não acerta uma sequer. No tênis, o longo prazo se concretiza muito mais rapidamente.
30. Essa estimativa se baseia em minha própria história, assim como nas estatísticas relativas a outros jogadores de hold'em e incluídas em meu banco de dados.
31. CHEN, Bill; ANKENMAN, Jerrod, Op. cit., p. 40-43.
32. Contudo, como a distribuição do índice de vitórias entre os jogadores de pôquer quase com certeza não acompanha a curva do sino (a distribuição normal), esse cálculo se torna ainda mais complicado. Segundo nossa utilização do princípio de Pareto para previsão, a linha é oblíqua, tendendo para a esquerda, com uma “cauda achatada” que indica os jogadores perdedores.
33. HARRIS, Martin. “Polaris 2.0 Defeats Stoxpoker Team in Man-Machine Poker Championship Rematch”. *PokerNews.com*, 10 de julho de 2008. Disponível em <http://www.pokernews.com/news/2008/07/man-machine-II-poker-championship-polaris-defeats-stoxpoker-.htm>.
34. “Poker Services”. *Poker Royalty*. Disponível em <http://pokerroyalty.com/services/>.
35. “Annual per Capita Lottery Sales, by Educational Attainment”. *Bp0.blogger.com*. Disponível em http://bp0.blogger.com/_bYktpmngnXA/RclJid4kTxI/AAAAAAAAAHU/PnDE3-Orpqc/s1600-h/Compound_Chart3.JPG.

36. ANGELO, Tommy, Op. cit.

37. Idem.

CAPÍTULO 11: SE NÃO PUDE VENCÊ-LOS...

1. BANCO MUNDIAL. “Stocks Traded, Total Value (% of GDP)”. Indicadores de Desenvolvimento Mundial do Banco Mundial. Disponível em <http://data.worldbank.org/indicador/CM.MKT.TRAD.GD.ZS>.

2. CNN. “Fortune 500”. CNN Money. Disponível em http://money.cnn.com/magazines/fortune/fortune500/2009/full_list/101_200.html.

3. BANCO MUNDIAL. “Stocks Traded, Turnover Ratio (%)”. Indicadores de Desenvolvimento Mundial do Banco Mundial. Disponível em <http://data.worldbank.org/indicador/CM.MKT.TRNR/countries>.

4. JEFFRIES, Adriane. “High-Frequency Trading Approaches the Speed of Light”. BetaBeat.com, 17 de fevereiro de 2012. Disponível em <http://www.betabeat.com/2012/02/17/high-frequency-trading-approaches-the-speed-of-light/>.

5. ODEAN, Terrance. “Do Investors Trade Too Much?”. *American Economic Review*, 89, n. 5, dezembro de 1999, p. 1279–1298. Disponível em http://web.ku.edu/~finpko/myssi/FIN938/Odean_Do%20Investors%20Trade%20Too%20Much_AER_1999.pdf.

6. FINETTI DE, Bruno. “La Prévision: Ses Lois Logiques, Ses Sources Subjectives”. *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 7, 1937.

7. Os mercados fornecem informações valiosas, independentemente de participarmos ou não de seu meio. Um economista pode odiar bananas, recusando-se a comprá-las no supermercado a qualquer preço, mas, mesmo assim, pode estar interessado em saber quanto custam para ajudá-lo a calcular a taxa de inflação, enquanto o dono do pomar pode estar interessado em saber o preço da fruta para decidir se deve ou não plantar mais bananeiras.

Economistas chamam essa propriedade de “descoberta do preço”, considerada uma entre as principais vantagens da economia de livre mercado. O preço comum de qualquer bem ou serviço funciona como uma valiosa informação quanto à sua oferta e à sua procura, controlando o preço. Se os preços são determinados por uma autoridade central, é muito mais complicado determinar quais bens devem ser produzidos.

8. SHARPE, William F. *Investments*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1978.

9. CHESLER, Caren. “A Better World”. *The American* (American Enterprise Institute), maio-junho de 2007. Disponível em <http://www.american.com/archive/2007/may-june-magazine-contents/a-better-world>.
10. Iowa Electronic Markets. Disponível em http://iemweb.biz.uiowa.edu/pricehistory/pricehistory_SelectContract.cfm?market_ID=214.
11. Segundo entrevista com Justin Wolfers e David Rothschild.
12. ROTHSCHILD, David. “Forecasting Elections: Comparing Prediction Markets, Polls, and Their Biases”. *Public Opinion Quarterly*, 73, n. 5, 2009, p. 895-916. Disponível em <http://assets.wharton.upenn.edu/~rothschild/RothschildPOQ2009.pdf>.
13. O Intrade sofre com tendências sistemáticas — e talvez previsíveis. Em particular, pesquisas feitas por Wolfers e por outros demonstraram que o mercado sofre algo que se conhece como tendências do azarão (*favorite-long shot bias*), que significa que os apostadores tendem a valorizar demais eventos de baixa probabilidade. Por exemplo, o Intrade pode sugerir uma chance em dez para a ocorrência de eventos quando, na realidade, eles ocorrem apenas uma vez em cada vinte ocasiões no longo prazo. Outros eventos, que o mercado deu a entender que teriam uma chance em trinta, podem ocorrer, na verdade, apenas uma em cada cem vezes. A correção desse viés foi suficiente para que o Intrade tivesse um desempenho melhor do que em 2008, segundo o artigo de Rothschild, enquanto o blog FiveThirtyEight saiu-se bem melhor sem esse ajuste.
14. O erro de previsão nesse contexto seria medido, em geral, pela raiz quadrada do erro quadrático médio.
15. BAUER, Andy; EISENBEIS, Robert A.; WAGGONER, Daniel F.; ZHA, Tao. “Forecast Evaluation with Cross-Sectional Data: The Blue Chip Surveys”. *Economic Review* (Federal Reserve de Atlanta), 2003. Disponível em http://www.frbatlanta.org/filelegacydocs/bauer_q203.pdf.
16. SERVAN-SCHREIBER, Emile; WOLFERS, Justin; PENNOCK, David M.; GALEBACH, Brian. “Prediction Markets: Does Money Matter?”. *Electronic Markets*, 14, n. 31, setembro de 2004. Disponível em http://hcs.ucla.edu/lake-arrowhead-2007/Paper6_Watkins.pdf.
17. Vários modelos usados nas eleições de 2010 para o Congresso americano, por exemplo, basearam-se apenas nas pesquisas do Gallup. Embora o instituto seja, em geral, uma boa empresa, suas pesquisas erraram bastante naquele ano, indicando uma

vitória muito maior para os republicanos do que obtiveram na prática — talvez oitenta a noventa cadeiras no lugar das 63 que conseguiram. No entanto, a média das pesquisas geraria um resultado bastante próximo do evento real.

18. “Super Tuesday 2012 on Intrade”. *Intrade.com*, 8 de março de 2012. Disponível em <http://www.intrade.com/v4/reports/historic/2012-03-07-super-tuesday-2012/>.

19. SILVER, Nate. “Intrade Betting Is Suspicious”. *FiveThirtyEight*, 24 de setembro de 2008. Disponível em <http://www.fivethirtyeight.com/2008/09/intrade-betting-is-suspicious.html>.

20. SILVER, Nate. “Evidence of Irrationality at Intrade” e “Live Coverage: Alabama and Mississippi Primaries”. *FiveThirtyEight/The New York Times*, 13 de março de 2012. Disponível em <http://fivethirtyeight.blogs.nytimes.com/2012/03/13/live-coverage-alabama-and-mississippi-primaries/#evidence-of-irrationality-at-intrade>.

21. Na realidade, nunca apostei no Intrade, pois considero que seria um conflito de interesses.

22. De forma mais específica, espero (ou acredito) que minhas estimativas de probabilidade subjetivas (meus antecedentes bayesianos) possam ser, em média, melhores do que as sugestões do Intrade. Considero menos provável que isso seja verdade em relação aos modelos de previsão que utilizamos, uma vez que partem de certos pressupostos simplificadores e que é importante refletir com cuidado se seu modelo ou o consenso é falho quando há uma divergência entre eles. (Com mais frequência, seu modelo será falho.) Se você acompanhar o blog *FiveThirtyEight*, lerá, por vezes, que deve apostar contra o próprio modelo do *FiveThirtyEight* exatamente por esse motivo.

23. FAMA, Eugene F. “My Life in Finance”. *Annual Review of Financial Economics*, 3, 2011, p. 1-15. Disponível em http://faculty.chicagobooth.edu/brian.barry/igm/fama_mylifeinfinance.pdf.

24. _____. “The Behavior of Stock-Market Prices”. *Journal of Business*, 38, n. 1, janeiro de 1965, p. 34-105. Disponível em http://stevereads.com/papers_to_read/the_behavior_of_stock_market_prices.pdf.

25. *Idem*, p. 40.

26. Pesquisa no Google Scholar. Disponível em http://scholar.google.com/scholar?q=BEHAVIOR++OF+STOCKMARKET++PRICES&hl=en&btnG=Search&as_sdt=1%2C33&as_sdt=on.

27. De acordo com uma busca nos arquivos do Google News, o nome de Fama só foi mencionado na imprensa tradicional após aparecer num artigo, de 1971, do *New York Times*. BENDER, Marylin. “Chicago School Foes to the Head of the Class”. Nova York: *The New York Times*, 23 de maio de 1971. Disponível em <http://query.nytimes.com/mem/archive/pdf?res=F00614F8355F127A93C1AB178ED85F458785F9>.
28. SHARPE, William F. “Mutual Fund Performance”. *Journal of Business*, 39, n. 1, janeiro de 1966. Parte 2: Supplement on Security Prices, p. 119-138. Disponível em <http://finance.martinsewell.com/fund-performance/Sharpe1966.pdf>.
29. A amostra consiste em todos os fundos mútuos listados como *balanced large-capitalization American equities funds* [fundos de ações equilibrado de empresas americanas da categoria large cap] pelo visualizador de fundos mútuos do E*Trade em 1º de maio de 2012, excluindo os fundos de índice. Os fundos também precisavam ter resultados relatados para cada um dos dez anos entre 2002 e 2011. Pode haver alguma tendenciosidade introduzida, uma vez que alguns fundos que tiveram desempenho ruim nesse período já não estão disponíveis aos investidores.
30. Os gráficos A, B, C e E são falsos. O gráfico D retrata o real movimento do índice Dow durante os primeiros mil dias da década de 1970. O gráfico F retrata o real movimento no índice Dow Jones durante os primeiros mil dias da década de 1980. Se você acertou, parabéns! Envie seu currículo, acompanhado de uma carta de apresentação, para Mad Money, 900 Sylvan Ave., Englewood Cliffs, NJ 07632.
31. FAMA, Eugene F. “Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work”. *Journal of Finance*, 25, n. 2, 1970, p. 383-417.
32. Entrevista com Eugene Fama.
33. ZIOBROWSKI, Alan J.; CHENG, Ping; BOYD, James W.; ZIOBROWSKI, Brigitte J. “Abnormal Returns from the Common Stock Investments of the U.S. Senate”. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 39, n. 4, dezembro de 2004. Disponível em <http://www.walker.d.people.cofc.edu/400/Sobel/P-04.%20Ziobrowski%20-%20Abnormal%20Returns%20US%20Senate.pdf>.
34. Google Scholar. Disponível em http://scholar.google.com/scholar?hl=en&q=%22efficient+markets%22&as_sdt=0%2C33&as_ylo=1992&as_vis=0.
35. Google Scholar. Disponível em http://scholar.google.com/scholar?hl=en&q=%22efficient+markets+hypothesis%22&btnG=Search&as_sdt=1%2C33&as_ylo=2000&as_vis=0.

- [36. Google Scholar. Disponível em \[http://scholar.google.com/scholar?as_q=&num=10&as_epq=theory+of+evolution&as_oq=&as_eq=&as_occt=any&as_sau thors=&as_publication=&as_ylo=1992&as_yhi=&as_sdt=1&as_subj=bio&as_sdtf=&as_sdt=33&btnG=Search+Scholar&hl=en\]\(http://scholar.google.com/scholar?as_q=&num=10&as_epq=theory+of+evolution&as_oq=&as_eq=&as_occt=any&as_sau thors=&as_publication=&as_ylo=1992&as_yhi=&as_sdt=1&as_subj=bio&as_sdtf=&as_sdt=33&btnG=Search+Scholar&hl=en\).](http://scholar.google.com/scholar?as_q=&num=10&as_epq=theory+of+evolution&as_oq=&as_eq=&as_occt=any&as_sau thors=&as_publication=&as_ylo=1992&as_yhi=&as_sdt=1&as_subj=bio&as_sdtf=&as_sdt=33&btnG=Search+Scholar&hl=en)
- [37. BYRNE, John Aidan. “Elkins/McSherry: Global Transaction Costs Decline Despite High Frequency Trading”. *Institutional Investor*, 1º de novembro de 2010. Disponível em <http://www.institutionalinvestor.com/Popups/PrintArticle.aspx?ArticleID=2705777>.](http://www.institutionalinvestor.com/Popups/PrintArticle.aspx?ArticleID=2705777)
- [38.](#) Para ser mais específico, uma regressão linear do sinal do preço da ação naquele dia (em que “1” indicava um movimento positivo e “-1” indicava um movimento negativo) em relação ao preço da ação no dia anterior. A tendência também é bastante significativa sob o ponto de vista estatístico se analisarmos uma regressão da mudança percentual no preço da ação em relação ao dia anterior. Observe, porém, que as formas padrão de análise de regressão pressupõem que os erros seguem uma distribuição normal, algo que o mercado de ações não obedece. Economistas como Fama acreditam que isso é um problema quando se trata da aplicação de testes estatísticos à análise de padrões nos preços das ações.
- [39.](#) Fundos de índice não estavam tão disponíveis em 1976. A análise pressupõe que os retornos do investidor seguiriam o índice Dow Jones.
- [40.](#) Isso é muito pior do que o retorno médio do mercado. Embora a década de 2000 tenha sido ruim para o mercado financeiro, um investidor que adquirisse ações e não as vendesse teria 9 mil dólares, e não 4 mil dólares, ao fim do período.
- [41. PEREZ, Carlota. “The Double Bubble at the Turn of the Century: Technological Roots and Structural Implications”. *Cambridge Journal of Economics*, 33, 2009, p. 779-805. Disponível em \[http://www.relooney.info/Cambridge-GFC_14.pdf\]\(http://www.relooney.info/Cambridge-GFC_14.pdf\).](http://www.relooney.info/Cambridge-GFC_14.pdf)
- [42.](#) Com base numa comparação entre faturamento de empresas de tecnologia que aparecem na lista Fortune 500 e de todas as empresas da mesma lista em 2010. As empresas de tecnologia consideradas foram Amazon.com, Apple, Avaya, Booz Allen Hamilton, Cisco Systems, Cognizant Technology Solutions, Computer Sciences, Corning, Dell, eBay, EMC, Google, Harris, Hewlett-Packard, IBM, Liberty Media, Microsoft, Motorola Solutions, NCR, Oracle, Pitney Bowes, Qualcomm, SAIC, Symantec, Western Digital, Xerox e Yahoo!.
- [43.](#) De forma mais específica, um aumento de 90% no valor ao longo de cinco anos, ajustado por dividendos e pela inflação, o que corresponderia a um aumento anual de 14% — o dobro da taxa de longo prazo, de 7%.

44. CASOS NOS QUAIS O ÍNDICE S&P 500 AUMENTOU 90% AO LONGO DE UM PERÍODO DE CINCO ANOS

Ano(s)	Quebra?	Descrição
1881-1883	Não	Embora as ações tenham perdido 36% de seu valor nominal entre junho de 1881 e janeiro de 1885, grande parte da desvalorização deveu-se à grave deflação que afetava o país na época. O evento não deveria ser considerado uma quebra, embora os retornos tenham ficado abaixo da média mesmo depois de ajustados pela inflação.
1901	Sim	Pânico de 1901. Confinado, a princípio, a um setor um tanto limitado — as ações de ferrovias, que, por acaso, eram muito populares entre os pequenos investidores —, a recessão espalhou-se para o mercado como um todo e o índice S&P 500 perdeu mais de um quarto de seu valor entre 1901 a 1903.
1925-1930	Sim	Depressão. Os preços das ações despencaram quase 80% durante o período de três anos entre 1929 e 1932, em meio à pior crise financeira da história.
1937	Sim	Recessão de 1937-1938. As ações perderam mais de 40% de seu valor ao longo de um período de catorze meses, à medida que a economia entrou numa grave recessão.
1954-1959	Não	O início da década de 1950 foi excelente para comprar ações, pois os Estados Unidos se beneficiavam do boom de prosperidade ocorrido no pós-guerra. No final da década, a situação tornou-se menos favorável, à medida que os preços das ações se tornaram instáveis.
1986-1987	Sim	A Segunda-Feira Negra aconteceu em 19 de outubro de 1987, quando o índice Dow caiu quase 23% num único dia. Um investidor que perseverasse ao longo do período teria uma ótima rentabilidade na década de 1990.
1989	Não	Um investidor que comprasse em 1989 obteria os robustos retornos da década de 1990 sem viver o trauma da Segunda-Feira Negra. Foi uma boa época para comprar ações.
1997-2000	Sim	Quebra das empresas pontocom. Uma pessoa que comprasse ações do índice S&P 500 na alta do mercado em agosto de 2000 e vendesse na baixa, em fevereiro de 2003, perderia quase metade de seu dinheiro. Um investidor com um portfólio rico em ações de empresas de tecnologia estaria em situação ainda pior.

45. O título original do livro *Dow 100,000* era, ao que parece, o mais modesto *Dow 30,000*, até seu editor perceber essa possibilidade de mudança. Infiro isso porque a descrição original do livro, na Amazon.com, refere-se a ele como *Dow 30,000*, enfatizando a previsão de que o índice aumentaria para 30.000 até 2010. O livro também previa que o índice subiria para 100.000 até 2020, razão de seu novo título. Ver <http://www.amazon.com/Dow-100-000-Fact-Fiction/dp/0735201374>. Acessado em 25 de novembro de 2011.
46. Por “retorno real” refiro-me ao preço da ação mais dividendos, porém descontada a inflação. Nesse caso, parte-se do pressuposto de que os dividendos são reinvestidos no índice de ações de forma automática.
47. GREENSPAN, Alan. “The Challenge of Central Banking in a Democratic Society”. Remarks at the Annual Dinner and Francis Boyern Lecture of The American Enterprise Institute for Public Policy Research, Washington, 5 de dezembro de 1996. Disponível em <http://www.federalreserve.gov/boarddocs/speeches/1996/19961205.htm>.
48. Gráficos como os mostrados na Figura 11.7 parecem muito ricos de dados, mas decepcionam um pouco. Há elementos para representar cada ano de retornos do mercado de ações: um dos círculos do gráfico, por exemplo, representa o comportamento das ações nos vinte anos entre 1960 e 1980. Outro círculo representa o comportamento do mercado entre 1961 e 1981. O problema é que esses períodos se sobrepõem e, portanto, os mesmos dados são contados duas vezes. Se analisarmos o desempenho dos preços das ações a cada vinte anos, não teremos, na verdade, tantos dados com os quais trabalhar. O P/E pode ser calculado pela primeira vez para o ano de 1881. Comece aí e avance vinte anos de cada vez: 1901, 1921, 1941, 1961, 1981 e 2001. O período que podemos analisar termina depois de apenas seis pontos de dados.
49. É óbvio que sua aposta deve ser a mais alta possível se você tiver certeza quanto ao comportamento da ação.
50. “Henry Blodget’s Risky Bet on the Future of News”. *Bloomberg Businessweek*, 8 de julho de 2010. Disponível em http://www.businessweek.com/print/magazine/content/10_29/b4187058885002.htm.
51. MITCHELL, Dan; MARTIN, Scott. “Amazon Up 46 Points; Report ‘Clarified’”. *CNET News*, 16 de dezembro de 1998. Disponível em <http://news.cnet.com/2100-1017-219176.html>.

52. YAHOO!. “(AMZN) Historical Prices”. *Yahoo! Finance*. Disponível em <http://finance.yahoo.com/q/hp?s=AMZN&a=00&b=1&c=1997&d=11&e=25&f=2011&g=d>.
53. As ações da Amazon.com subiram a 302 dólares em 16 de dezembro de 1988, após começarem o dia a 243 dólares, fechando a 289 dólares.
54. Entre as mais de cem pessoas que entrevistei para este livro, eu teria grande satisfação em publicar a transcrição completa da conversa com apenas dois ou três, entre eles Blodget.
55. *Denver Post*, 16 de abril de 1998.
56. O preço de uma ação da Amazon é, hoje, cerca de seis vezes menor do que em 1998, por causa da maior quantidade de acionistas.
57. LUNDBORG, Zinta. “Report Card: Henry Blodget”. *The Street*, 27 de junho de 2000. Disponível em <http://www.thestreet.com/markets/analystrankings/977502.html>.
58. “Vested Interest”. *PBS Now*, 31 de maio de 2002. Disponível em <http://www.pbs.org/now/politics/wallstreet.html>.
59. SEC. Securities and Exchange Commission/United States District Court/Southern District of New York. “Plaintiff — against — Henry Mckelvey Blodget, Defendant”, 28 de abril de 2003. Disponível em <http://www.sec.gov/litigation/complaints/comp18115b.htm>.
60. _____. “The Securities and Exchange Commission, NASD and the New York Stock Exchange permanently Bar Henry Blodget from the Securities Industry and Require \$4 Million Payment”, 28 de abril de 2003. Disponível em <http://www.sec.gov/news/press/2003-56.htm>.
61. CARR, David. “Not Need to Know but Nice to Know”. *MediaTalk/The New York Times*, 24 de novembro de 2003. Disponível em <http://www.nytimes.com/2003/11/24/business/mediatalk-not-need-to-know-but-nice-to-know.html?ref=henryblodget>.
62. Define-se quebra (*crash*), aqui, como um declínio de 20% nos preços das ações, descontados dividendos e inflação.
63. “Securities Industry Employment 2Q 2010”. *Securities Industry and Financial Markets Association Research Report*, 5, n. 13, s/d. Disponível em [http://www.cdfa.net/cdfa/cdfaweb.nsf/fbaad5956b2928b086256efa005c5f78/7b5325c9447d35518625777b004cfb5f/\\$FILE/SecuritiesIndustry_Employment_20100810_SIFMA.pdf](http://www.cdfa.net/cdfa/cdfaweb.nsf/fbaad5956b2928b086256efa005c5f78/7b5325c9447d35518625777b004cfb5f/$FILE/SecuritiesIndustry_Employment_20100810_SIFMA.pdf).

64. Há também indícios de que os analistas sabem quando uma ação é perdedora muito antes do momento em que estarão dispostos a informar o fato ao público e que o revelam aos clientes de investimento de sua empresa antes de divulgarem a informação ao público em geral. Por exemplo, ver BUSS, Jeffrey A.; GREEN, T. Clifton; JEGADEESH, Narasimhan. “Buy-Side Trades and Sell-Side Recommendations: Interactions and Information Content”. Universidade Emory, janeiro de 2010. Disponível em http://www.bus.emory.edu/cgreen/docs/busse.green,jegadeesh_wp2010.pdf.
65. SORESCU, Sorin; SUBRAHMANYAN, Avanidhar. “The Cross-Section of Analyst Recommendations”. *Recent Work*. Anderson Graduate School of Management/Universidade da Califórnia Los Angeles, 9 de janeiro de 2004. Disponível em <http://escholarship.org/uc/item/76x8k0cc;jsessionid=5ACA605CE152E3724AB2754A1E35FC6A#page-3>.
66. NORRIS, Floyd. “Another Technology Victim: Top Soros Fund Manager Says He ‘Overplayed’ Hand”. Nova York: *The New York Times*, 29 de abril de 2000. Disponível em <http://www.nytimes.com/2000/04/29/business/another-technology-victim-top-soros-fund-manager-says-he-overplayed-hand.html?pagewanted=2&src=pm>.
67. BOGLE, John C. “Individual Investor, R.I.P.”. Nova York: *Wall Street Journal*, 3 de outubro de 2005.
68. LEWELLEN, Jonathan. “Institutional Investors and the Limits of Arbitrage”. *Journal of Financial Economics*, 102, 2011, p. 62-80. Disponível em <http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/jon.lewellen/docs/Institutions.pdf>.
69. Investidores individuais, por tenderem a negociações menos volumosas, compõem uma fração ainda menor de todas as negociações. Um estudo recente (EVANS, Alicia Davis. “A Requiem for the Retail Investor?”. *Virginia Law Review*, 14 de março de 2009. Disponível em <http://www.virginialawreview.org/content/pdfs/95/1105.pdf>). sustenta que os investidores individuais respondem por apenas 2% do volume de transações na bolsa de valores de Nova York.
70. Digamos que um operador tenha a oportunidade de apostar 1 milhão de dólares do capital de sua empresa numa curta posição no mercado. Ele acredita que existe uma chance de 55% de o mercado sofrer uma quebra ao longo do próximo ano e uma chance de 45% de que o mercado melhore. A aposta é boa. Se o analista tiver calculado as chances de modo correto, o retorno esperado por ele é de 100 mil dólares.

Mas as motivações podem não se mostrar dessa maneira para o operador em si. Existe uma alta probabilidade de que ele seja demitido se errar na aposta. Vendas a descoberto não são populares em Wall Street, em especial quando seu desempenho é inferior à atuação de seus colegas. Ele pode se beneficiar, até certo ponto, se apostar certo, mas não o suficiente para compensar o risco. É melhor esperar até que a quebra seja inevitável, quando todos os operadores cairão juntos.

71. SCHARFSTEIN, David S.; STEIN, Jeremy C. “Herd Behavior and Investment”. *American Economic Review*, 80, n. 3, junho de 1990, p. 465-479. Disponível em <http://wsl.ad.economics.harvard.edu/faculty/stein/files/AER-1990.pdf>.

72. WERMERS, Russ. “Mutual Fund Herding and the Impact on Stock Prices”. *Journal of Finance*, 7, n. 2, abril de 1999, p. 581-622. Disponível em <http://www.rhsmith.umd.edu/faculty/rwermers/herding.pdf>.

73. A participação total em 2007 foi estimada com base em dados do Banco Mundial. (Disponível em http://databank.worldbank.org/ddp/html-jsp/QuickViewReport.jsp?RowAxis=WDI_Series~&ColAxis=WDI_Time~&PageAxis=WDI_Ctry~&PageAxisCaption=Country~&RowAxisCaption=Series~&ColAxisCaption=Time~&NEW_REPORT_SCALE=1&NEW_REPORT_PRECISION=0&newReport=yes&ROW_COUNT=1&COLUMN_COUNT=51&PAGE_COUNT=1&COMMA_SEP=true).

Para 1980, baseou-se em dados sobre capitalização de mercado dentro da bolsa de valores de Nova York (“Annual reported volume, turnover rate, reported trades [mils. of shares]”). Disponível em

http://www.nyxdata.com/nysedata/asp/factbook/viewer_edition.asp?mode=table&key=2206&category=4) multiplicados pelo índice de todas as participações de ações nos Estados Unidos para a capitalização de mercado da bolsa de valores de Nova York em 1988, segundo dados do Banco Mundial. Todos os números foram ajustados para a cotação do dólar em 2007.

74. SUROWIECKI, James. *The Wisdom of Crowds*. Nova York: Random House, 2004.

75. SILVER, Nate. “Intrade Betting Is Suspicious”, op. cit.

76. KOLANOVIC, Marko; SILVESTRI, Davide; LEE, Tony S. K.; NAITO, Michiro. “Rise of Cross-Asset Correlations”. *Global Equity Derivatives and Delta One Strategy*. J. P. Morgan, 16 de maio de 2011. Disponível em <http://www.cboe.com/Institutional/JPMCrossAssetCorrelations.pdf>.

77. THALER, Richard H. “Anomalies: The Winner’s Curse”. *Journal of Economic Perspectives*, v. 2, n. 1, 1998, p. 191-202. Disponível em

- [http://econ.ucdenver.edu/Beckman/Econ%204001/thaler-winner's %20curse.pdf](http://econ.ucdenver.edu/Beckman/Econ%204001/thaler-winner's%20curse.pdf).
78. KAHNEMAN, Daniel. *Rápido e devagar: duas formas de pensar*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.
79. ODEAN, Terrance. Op. cit.
80. LAMONT, Owen A. e THALER, Richard H. “Can the Market Add and Subtract? Mispricing in Tech Stock Carve-outs”. *Journal of Political Economy*, 111, n. 2, 2003, p. 227-268. Disponível em [http://faculty.chicagobooth.edu/john.cochrane/teaching/Empirical Asset Pricing/lamont%20and%20thaler%20add%20and%20subtract%20jpe.pdf](http://faculty.chicagobooth.edu/john.cochrane/teaching/Empirical_Asset_Pricing/lamont%20and%20thaler%20add%20and%20subtract%20jpe.pdf).
81. Pouco risco, mas não nenhum. Havia uma pequena quantidade de risco decorrente da possibilidade de que o IRS (Internal Revenue Service) rejeitasse o *spin-off*.
82. LAMONT, Owen A. e THALER, Richard H. Op. cit.
83. SCHEINKMAN, José; XIONG, Wei. “Overconfidence and Speculative Bubbles”. *Journal of Political Economy*, 111, n. 6, 2003, p. 1183-1220. Disponível em http://web.ku.edu/~finpko/myssi/FIN938/Schienkman%20%26%20Xiong.volume-return.JPE_2003.pdf.
84. BLACK, Fisher. “Noise”. *Journal of Finance*, 41, n. 3, 1986.
85. GROSSMAN, Sanford J.; STIGLITZ, Joseph E. “On the Impossibility of Informationally Efficient Markets”. *American Economic Review*, 70, n. 3, junho de 1980, p. 393-408. Disponível em <http://www.math.ku.dk/kurser/2003-1/invfin/GrossmanStiglitz.pdf>.
86. ORTEGA, Edgar. “NYSE Loses Market Share and NASDAQ Isn’t the Winner (Update3)”. *Bloomberg*, 24 de junho de 2009. Disponível em <http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=amB3bwJD1mLM>.
87. DANIEL, Kent; GRINBLATT, Mark; TITMAN, Sheridan; WERMERS, Russ. “Measuring Mutual Fund Performance with Characteristic-Based Benchmarks”. *Journal of Finance*, 52, 1997, p. 1.035-1.058.
88. EDWARDS, Franklin R.; CAGLAYA, Mustafa Onur. “Hedge Fund Performance and Manager Skill”. *Journal of Futures Markets*, 21, n. 11, novembro de 2001, p. 1.003-1.028.
89. HARRI, Ardian; BRORSEN, B. Wade. “Performance Persistence and the Source of Returns for Hedge Funds”. *Agricultural Economics Working Paper*. Universidade Estadual de Oklahoma, 5 de julho de 2002. Disponível em <http://www.hedgefundprofiler.com/Documents/166.pdf>.

90. BAUER, Rob; COSEMANS, Mathijs; EICHHOLTZ, Piet. “Option Trading and Individual Investor Performance”. *Journal of Banking & Finance*, 33, 2009, p. 731-746. Disponível em <http://arno.unimaas.nl/show.cgi?fd=15657>.
91. COVAL, Joshua D.; HIRSHLEIFER, David A.; SHUMWAY, Tyler. “Can Individual Investors Beat the Market?”. Escola de Finanças, Universidade de Harvard, Working Paper n. 04-025 e Negotiation, Organization and Markets, Universidade de Harvard, Working Paper n. 02-45, setembro de 2005. Disponível em <http://my.psychologytoday.com/files/attachments/5123/sept-2005-distributed-version.pdf>.
92. GRAHAM, Benjamin e ZWEIG, Jason. *The Intelligent Investor*. Nova York: Harper Collins, 2009. Edição revisada e Kindle. Há edição brasileira, porém anterior. Ver GRAHAM, Benjamin e ZWEIG, Jason. *O investidor inteligente*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2007.
93. O índice S&P 500 é quase sempre preferível ao índice Dow Jones para esses propósitos, tanto por incluir uma gama muito mais ampla e mais diversificada de ações quanto por ser ponderado segundo a capitalização de mercado de cada ação, e não segundo seus preços, o que significa que se sai muito melhor em reproduzir o portfólio do investidor médio.
94. “Investing”. *PollingReport.com*. Disponível em <http://www.pollingreport.com/invest.htm>.
95. Os cálculos baseiam-se nos dados de Robert Shiller sobre o mercado de ações, pressupõem que os dividendos são reinvestidos e ignoram os custos de transação.
96. Não se trata de um exemplo escolhido a dedo. A rentabilidade média anual de um investidor que tivesse seguido essa estratégia seria de 2,8% desde 1900.
97. BLACK, Fischer. Op. cit.
98. SORNETTE, Didier. *Why Stock Markets Crash: Critical Events in Complex Financial Systems*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2005. Edição Kindle. Número de localização: 3045.
99. Idem.
100. “Quotation #24926 from Classic Quotes”. *Quotations Page*. Disponível em <http://www.quotationspage.com/quote/24926.html>.

CAPÍTULO 12: UM CLIMA DE SAUDÁVEL CETICISMO

1. “History for Washington: Wednesday, June 22, 1988”. *Wunderground.com*. Disponível em <http://www.wunderground.com/history/airport/KDCA/1988/6/22/DailyHistory.html?>

[req_city=Ronald+Reagan+Washington+National&req_state=DC&req_statename=District+of+Columbia.](#)

2. EMANUEL, Kerry A. “Advance Written Testimony” (Audiência sobre mudança climática: examinando os processos usados para criar ciência e políticas). Comitê de Ciência, Espaço e Tecnologia do Congresso dos Estados Unidos, 31 de março de 2011. Disponível em <http://science.house.gov/sites/republicans.science.house.gov/files/documents/hearings/Emanuel%20testimony.pdf>.
3. HANSEN, James E. “The Greenhouse Effect: Impacts on Current Global Temperature and Regional Heat Waves”. Declaração ao Comitê de Energia e Recursos Naturais do Senado dos Estados Unidos, 23 de junho de 1988. Disponível em <http://image.guardian.co.uk/sys-files/Environment/documents/2008/06/23/ClimateChangeHearing1988.pdf>.
4. SHABECOFF, Philip. “Global Warming Has Begun, Expert Tells Senate”. *The New York Times*, 24 de junho de 1988. Disponível em <http://www.nytimes.com/1988/06/24/us/global-warming-has-begun-expert-tells-senate.html?pagewanted=all&src=pm>.
5. Em relação à maior parte dos países, as estatísticas sobre obesidade vieram do banco de dados “Índice de Massa Corporal” da Organização Mundial de Saúde. Disponível em <http://apps.who.int/bmi/index.jsp>.
Os dados sobre o consumo calórico são da FAO – Organização de Alimentos e Agricultura, pertencente à Organização das Nações Unidas. Disponível em http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/food_security_statistics/FoodConsumptionNutrients_en.xls.
6. LAHMEYER, Jan. “Nauru: General Data of the Country”. *Populstat.info*. Disponível em <http://www.populstat.info/Oceania/naurug.htm>.
7. Uma técnica comum requer que os adultos registrem, de forma obediente, tudo o que comem ao longo de semanas, confiando que o farão com honestidade mesmo havendo um estigma associado aos excessos alimentares (que ocorre mais em alguns países do que em outros).
8. HOUGHTON, J. T.; JENKINS, G. J.; EPHRAUMS, J. J.. “Report Prepared for Intergovernmental Panel on Climate Change by Working Group I”. *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990, p. XI.

9. WILLIAMS, David R. "Earth Fact Sheet". Nasa Goddard Space Flight Center. Última atualização em 17 de novembro de 2010. Disponível em <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/earthfact.html>.
10. KUSHNIR, Yochanan. "The Climate System". Universidade de Columbia. Disponível em <http://eesc.columbia.edu/courses/eec/lecture/radiation/>.
11. THE ASTRONOMY CAFE. "What Is the Typical Temperature on Mars?". *Astronomy Cafe*. Disponível em <http://www.astronomycafe.net/qadir/q2681.html>.
12. COFFEY, Jerry. "Temperature of Venus". *Universe Today*, 15 de maio de 2008. Disponível em <http://www.universetoday.com/14306/temperature-of-venus/>.
13. A temperatura em Vênus é, em média, muito mais alta do que em Mercúrio, que tem pouca atmosfera e cujas temperaturas variam de duzentos graus Celsius negativos a quatrocentos graus Celsius positivos ao longo de um dia típico.
14. ROSENBERG, Matt. "Coldest Capital Cities: Is Ottawa the Coldest Capital City?". *About.com*. Disponível em <http://geography.about.com/od/physicalgeography/a/coldcapital.htm>.
15. "Kuwait City Climate". *World-Climates.com*. Disponível em <http://www.world-climates.com/city-climate-kuwait-city-kuwait-asia/>.
16. Em agosto, a temperatura máxima média chega a 47 graus Celsius no Kuwait. A temperatura mínima chega a 27 graus Celsius negativos em Ulan Bator em janeiro.
17. RUSSELL, Randy. "Mercury Statistics". *Windows to the Universe*. Disponível em <http://www.windows2universe.org/mercury/statistics.html>.
18. "Human-Related Sources and Sinks of Carbon Dioxide". *Climate Change – Greenhouse Gas Emissions*. Environmental Protection Agency. Disponível em http://www.epa.gov/climatechange/emissions/co2_human.html.
19. DEPARTAMENTO DE COMÉRCIO DOS ESTADOS UNIDOS. "Full Mauna Loa CO₂ Record". *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide*. Laboratório de Pesquisa do Sistema Terrestre/Pesquisa da Agência Nacional de Oceanos e Atmosfera/Departamento de Comércio dos Estados Unidos. Disponível em http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/#mlo_full.
20. HELD, Isaac M.; SODEN, Brian J. "Water Vapor Feedback and Global Warming". *Annual Review of Energy and the Environment*, 25 de novembro de 2000, p. 441-475. Disponível em <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146%2Fannurev.energy.25.1.441>.

21. SCHMIDT, Gavin. "Water Vapor: Feedback or Forcing?". *RealClimate.com*, 6 de abril de 2005. Disponível em <http://www.realclimate.org/index.php?p=142>.
22. EMANUEL, Kerry A. Op. cit.
23. MERCER, J. H. "West Antarctic Ice Sheet and CO₂ Greenhouse Effect: A Threat of Disaster". *Nature*, 271, janeiro de 1978, p. 321-325. Disponível em http://stuff.mit.edu/~heimbach/papers_glaciology/nature_mercer_1978_wais.pdf.
24. Google Books Ngram Viewer. Disponível em http://books.google.com/ngrams/graph?content=greenhouse+effect%2Cglobal+warming%2Cclimate+change&year_start=1960&year_end=2010&orpus=0&smoothing=3.
25. As mesmas tendências, de um modo geral, estão presentes também em periódicos acadêmicos.
26. CONWAY, Erik. "What's in a Name? Global Warming vs. Climate Change". *Nasa.gov*. Disponível em http://www.nasa.gov/topics/earth/features/climate_by_any_other_name.html.
27. "No Need to Panic About Global Warming". Nova York: *Wall Street Journal*, 26 de janeiro de 2012. Disponível em http://online.wsj.com/article/SB10001424052970204301404577171531838421366.html?mod=WSJ_Opinion_LEADTop.
28. BANCO MUNDIAL. "Denmark Energy Use (kt of oil equivalent)". Dados do Banco Mundial via Google Public Data. Última atualização em 30 de março de 2012. Disponível em http://www.google.com/publicdata/explore?ds=d5bncppjof8f9&met_y=eg_use_pcap_kg_oe&idim=country:DNK&dl=en&hl=en&q=denmark+energy+consumption#!ctype=l&strail=false&bcs=d&nselm=h&met_y=eg_use_comm_kt_oe&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=region&idim=country:DNK&ifdim=region&hl=en&dl=en.
29. BANCO MUNDIAL. "United States Energy Use (kt of oil equivalent)". Dados do Banco Mundial via Google Public Data. Última atualização em 30 de março de 2012. Disponível em http://www.google.com/publicdata/explore?ds=d5bncppjof8f9&met_y=eg_use_pcap_kg_oe&idim=country:USA&dl=en&hl=en&q=denmark+energy+consumption#!ctype=l&strail=false&bcs=d&nselm=h&met_y=eg_use_comm_kt_oe&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=region&idim=country:DNK:USA&ifdim=region&hl=en&dl=en.
30. CBC. "FAQ: Copenhagen Conference 2009". *CBCNews.ca*, 8 de dezembro de 2009. Disponível em <http://www.cbc.ca/news/world/story/2009/12/01/f-copenhagen->

[summit.html](#).

31. SILVER, Nate. “Despite Protests, Some Reason for Optimism in Copenhagen”. *FiveThirtyEight.com*, 9 de dezembro de 2009. Disponível em <http://www.fivethirtyeight.com/2009/12/despite-protests-some-reasons-for.html>.
32. “Energy/Natural Resources: Lobbying, 2011”. *OpenSecrets.org*. Disponível em <http://www.opensecrets.org/industries/lobbying.php?ind=E>.
33. “The Climate Bet”. *Theclimatebet.com*. Disponível em <http://www.theclimatebet.com/gore.png>.
34. GREEN, Kesten C.; ARMSTRONG, J. Scott. “Global Warming: Forecasts by Scientists Verses Scientific Forecasts”. *Energy & Environment*, v. 18, n. 7+8, 2007. Disponível em <http://www.forecastingprinciples.com/files/WarmAudit31.pdf>.
35. Armstrong articula 139 princípios (e não 89) em seu site, embora nem todos pudessem ser aplicados a previsões do IPCC. ARMSTRONG, J. Scott. “Standards and Practices for Forecasting”. *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*. Nova York: Kluwer Academic Publishers, 17 de junho de 2001. Disponível em <http://forecastingprinciples.com/files/standardshort.pdf>.
36. Um problema é que algumas regras beiram a contradição. Por exemplo, um princípio de Armstrong sustenta que os meteorologistas devem “usar todas as variáveis importantes”, enquanto outros preconizam a virtude da simplicidade nos métodos de previsão. Na verdade, a relação entre parcimônia e abrangência na criação de um modelo de previsão é um dilema importante. Não tenho muita certeza de que seja possível realizar muita coisa quando se tenta resumir um modelo a uma série de prescrições conflitantes em vez de refletirmos de forma mais completa sobre o problema. Também me parece improvável, dado o número de regras que Armstrong sugere, que muitas previsões de qualquer natureza recebam uma nota alta segundo sua auditoria de previsões.
37. DAWIDOFF, Nicholas. “The Civil Heretic”. *New York Times Magazine*, 25 de março de 2009. Disponível em <http://www.nytimes.com/2009/03/29/magazine/29Dyson-t.html?pagewanted=all>.
38. ARMSTRONG, J. Scott. “Combining Forecasts”. *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*. Nova York: Kluwer Academic Publishers, 2001. Disponível em http://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1005&context=marketing_papers.
39. Entrevista com Chris Forest, da Universidade Estadual da Pensilvânia.

40. BANERJEE, Neela. “Scientist Proves Conservatism and Belief in Climate Change Aren’t Incompatible”. *Los Angeles Times*, 5 de janeiro de 2011. Disponível em <http://articles.latimes.com/2011/jan/05/nation/la-na-scientist-climate-20110105>.
41. EMANUEL, Kerry. *What We Know About Climate Change*. Boston: MIT Press, 2007.
42. BRAY, Dennis; VON STORCH, Hans. “CliSci2008: A Survey of the Perspectives of Climate Scientists Concerning Climate Science and Climate Change”. Instituto de Pesquisa Costeira, 2008. Disponível em <http://coast.gkss.de/staff/storch/pdf/CliSci2008.pdf>.
43. E essas dúvidas não são expressas apenas por anônimos; os cientistas são bastante cuidadosos ao designarem, nos relatórios do IPCC, em quais conclusões têm muita confiança e quais veem como mais especulativas.
44. BAILEY, Ronald. “An Inconvenient Truth: Gore as Climate Exaggerator”. *Reason.com*, 16 de junho de 2006. Disponível em <http://reason.com/archives/2006/06/16/an-inconvenient-truth>.
45. KAUFMAN, Leslie. “Among Weathercasters, Doubt on Warming”. *New York Times*, 29 de março de 2010. Disponível em <http://www.nytimes.com/2010/03/30/science/earth/30warming.html?pagewanted=all>.
46. GUTRO, Rob. “What’s the Difference Between Weather and Climate?”. Nasa, 1º de fevereiro de 2005. Disponível em http://www.nasa.gov/mission_pages/noaa-n/climate/climate_weather.html.
47. DEL GENIO, Anthony. “Clouds and Climate Change: The Thick and Thin of It”. Instituto Goddard de Estudos Espaciais/Nasa, dezembro de 2000. Disponível em http://www.giss.nasa.gov/research/briefs/delgenio_03/.
48. “KATRINA Graphics Archive”. Centro Nacional de Furacões/Serviço Nacional de Meteorologia. Disponível em http://www.nhc.noaa.gov/archive/2005/KATRINA_graphics.shtml.
49. SCHMIDT, Gavin. “Green and Armstrong’s Scientific Forecast”. *RealClimate.org*, 20 de julho de 2007. Disponível em <http://www.realclimate.org/index.php/archives/2007/07/green-and-armstrongs-scientific-forecast/>.
50. WIKIPEDIA. “Occam’s Razor”. *Wikipedia.org*. Disponível em http://en.wikipedia.org/wiki/Occam's_razor.
51. HOUGHTON, John Theodore; JENKINS, G. J.; EPHRAUMS, J. J. (orgs.). *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge: Cambridge University Press,

1990. Disponível em http://www.ipcc.ch/ipccreports/far/wg_I/ipcc_far_wg_I_full_report.pdf.
52. “1.6: The IPCC Assessments of Climate Change and Uncertainties”. *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2007. Disponível em http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch1s1-6.html.
53. ASSOCIATED PRESS. “New York Snow: Central Park Sets the October Record from Noreaster”. *Huffington Post*, 29 de novembro de 2011. Disponível em http://www.huffingtonpost.com/2011/10/29/new-york-snow-noreaster_n_1065378.html.
54. BARNARD, Anne; NIR, Sarah Maslin. “Cleaning Up After Nature’s Plays a Trick”. *The New York Times*, 30 de outubro de 2011. Disponível em <http://www.nytimes.com/2011/10/31/nyregion/october-snowstorm-sows-havoc-on-northeastern-states.html?pagewanted=all>.
55. O registro de temperatura do Central Park está entre os mais antigos dos Estados Unidos. É provável que o mais antigo do mundo esteja em English Midlands, sendo atualizado desde 1659.
56. “Average Monthly & Annual Temperatures at Central Park”. Eastern Regional Headquarters/Serviço Nacional de Meteorologia. Disponível em <http://www.erh.noaa.gov/okx/climate/records/monthannualtemp.html>.
57. Do ponto mais alto ao ponto mais alto e do ponto mais baixo ao ponto mais baixo. O ciclo vai do ponto mais baixo ao mais alto em cerca de metade desse tempo ou dezoito meses.
58. BOVE, Mark C. et al. “Effect of El Niño on U.S. Landfalling Hurricanes, Revisited”. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 79, n. 11 (1998). Disponível em http://www.aoml.noaa.gov/hrd/Landsea/el_nino/.
59. JAGGARD, Victoria. “Sun Headed into Hibernation, Solar Studies Predict”. *National Geographic News*, 14 de junho de 2011. Disponível em <http://news.nationalgeographic.com/news/2011/06/110614-sun-hibernation-solar-cycle-sunspots-space-science/>.
60. INESON, Sarah et al. “Solar Forcing of Winter Climate Variability in the Northern Hemisphere”. *Nature Geoscience*, 4, 9 de outubro de 2011, p. 753-757. Disponível em <http://www.nature.com/ngEO/journal/vaop/ncurrent/full/ngEO1282.html>.
61. MOORE II, Berrien; BRASWELL, B. H. “The Lifetime of Excess Atmospheric Carbon Dioxide”. *Global Biogeochemical Cycles*, v. 8, n. 1, 1994, p. 23-38. Disponível

- em <http://www.agu.org/pubs/crossref/1994/93GB03392.shtml>.
62. Nasa. “Global Land-Ocean Temperature Index in 0.01 Degrees Celsius Base period: 1951–1980”. Instituto Goddard de Estudos Espaciais. Disponível em http://data.giss.nasa.gov/gistemp/tabledata_v3/GLB.Ts+dSST.txt.
63. Alguns cientistas expressam uma preferência pelo registro do GISS/Nasa (Instituto Goddard de Estudos Espaciais) porque ele faz um trabalho melhor ao incluir o Ártico e algumas outras áreas onde estações de temperatura são escassas. Essa prática pode ser importante porque o aquecimento tem sido maior no Ártico do que em qualquer outra parte do globo.
64. “Global Temperature Anomalies”. Agência Nacional de Oceanos e Atmosfera. Disponível em ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/anomalies/annual.land_ocean.90S.90N.df_1901-2000mean.dat.
65. Unidade de Pesquisa Climática/Escola de Ciências Ambientais/Universidade de East Anglia. Disponível em <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/hadcrut3gl.txt>.
66. Agência Meteorológica do Japão. Disponível em http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/temp/list/an_wld.html.
67. Observe que os dois registros de satélites usam alguns dados subjacentes.
68. Algumas análises usaram, de forma equivocada, os registros de temperatura via satélite referentes à atmosfera superior, e não à atmosfera inferior. A previsão não é que a atmosfera superior vá aquecer de qualquer maneira — na verdade, pode até esfriar — por causa do efeito estufa.
69. Se, por um lado, a técnica dos satélites é um pouco menos precisa por basear-se em inferências, por outro, proporciona algumas vantagens em relação à medição de temperaturas em termômetros, como fazem as fontes tradicionais. Em particular, essas medições não estão sujeitas ao chamado “efeito da ilha de calor” — ou à tendência de cidades com alto grau de urbanização apresentarem temperaturas mais elevadas por causa do material usado nos prédios, que muitas vezes reflete o calor e, assim, tornam as áreas próximas um pouco mais quentes. Estudos sugerem que o impacto do efeito da ilha de calor é pequeno, e os registros de temperatura baseados em estações esforçam-se para corrigir esse desvio. Entretanto, é redundante ter medições por satélite além da temperatura baseada em estações.
70. Por exemplo, é possível ajustar os registros de temperatura à mesma escala ao examinar-se os anos nos quais se sobrepõem.

- [71.](#) Suas correlações (em que “1” representa uma correspondência exata e “0” representa nenhuma relação) são todas .90 ou superiores.
- [72.](#) HANSEN, J. et al. “Climate Impact of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide”. *Science*, 213, n. 4511, 28 de agosto de 1981. Disponível em http://thedgw.org/definitionsOut/..%5Cdocs%5CHansen_climate_impact_of_increasing_co2.pdf.
- [73.](#) OLDENBORGH, Geert Jan van e HAARSMA, Rein. “Evaluating a 1981 Temperature Projection”. *RealClimate.org*, 2 de abril de 2012. Disponível em <http://www.realclimate.org/index.php/archives/2012/04/evaluating-a-1981-temperature-projection/>.
- [74.](#) HANSEN, J. et al. “Global Climate Changes as Forecast by Goddard Institute for Space Studies Three-Dimensional Model”. *Journal of Geophysical Research*, 93, D8, 20 de agosto de 1988, p. 9.341-9.364. Disponível em <http://pubs.giss.nasa.gov/abs/ha02700w.html>.
- [75.](#) Uso a definição meteorológica de verão como os meses de junho, julho e agosto no hemisfério norte — e não a definição astronômica, que determina que a estação só começa em 21 de junho.
- [76.](#) Essa observação é resultado de minha avaliação pessoal sobre as previsões de Hansen. Veja também MCINTYRE, Steve. “Thoughts on Hansen et al. 1988”. *Climate Audit*, 16 de janeiro de 2008. Disponível em <http://climateaudit.org/2008/01/16/thoughts-on-hansen-et-al-1988/>.
- [77.](#) Os gráficos que acompanharam o relatório do IPCC mostravam um aumento mais ou menos linear na temperatura. Assim, embora saibamos que as temperaturas estão sujeitas a flutuações anuais consideráveis, as previsões indicavam sua elevação média: entre 0,02 e 0,05 grau Celsius por ano.
- [78.](#) PIELKE JR., Roger. “Verification of IPCC Sea Level Rise Forecasts 1990, 1995, 2001”. *Prometheus*, 15 de janeiro de 2008. Disponível em http://cstpr.colorado.edu/prometheus/archives/climate_change/001323verification_of_ipcc.html.
- [79.](#) “Policymakers’ Summary”. *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990, p. XVIII.
- [80.](#) Idem. “Figure 5”, p. XIX.
- [81.](#) “EU Greenhouse Gas Emissions: More Than Half Way to the 20% Target by 2020”. Agência Ambiental Europeia, 13 de abril de 2011. Disponível em

- <http://www.eea.europa.eu/pressroom/newsreleases/eu-greenhouse-gas-emissions-more>.
82. AGÊNCIA NACIONAL DE OCEANOS E ATMOSFERA DOS ESTADOS UNIDOS. Laboratório de Pesquisa do Sistema Terrestre. “Full Mauna Loa CO₂ Record”.
83. Ver Seção 2.7 em “IPCC Second Assessment: Climate Changes 1995”. Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática, p. 5. Refere-se a uma “melhor estimativa” de uma elevação de dois graus Celsius na temperatura de superfície global nos 110 anos entre 1990 e 2100, que se traduz em cerca de 1,8 grau Celsius por cem anos. A observação também expressa uma variedade de projeções entre 0,9 e 2,7 graus Celsius de aquecimento por século. Assim, até a extremidade superior da faixa de temperatura prevista pelo IPCC em 1995 postulava uma taxa de aquecimento menor (ainda que ligeiramente) do que sua melhor estimativa de 1990. Disponível em <http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2nd-assessment-en.pdf>.
84. PIELKE JR., Roger. “Verification of IPCC Temperature Forecasts 1990, 1995, 2001, and 2007”. Disponível em http://cstpr.colorado.edu/prometheus/archives/climate_change/001319verification_of_ipcc.html.
85. STROEVE, Julianne; HOLLAND, Marika M.; MEIER, Walt; SCAMBOS, Ted; SERREZE, Mark. “Arctic Sea Ice Decline: Faster Than Forecast”. *Geophysical Research Letters*, 34, 2007. Disponível em <http://www.ualberta.ca/~eec/Stroeve2007.pdf>.
86. NORDHAUS, William. “The Challenge of Global Warming: Economic Models and Environmental Policy”, 2007. Disponível em http://nordhaus.econ.yale.edu/dice_mss_072407_all.pdf.
87. ROOD, Richard B.; LEMOS, Maria Carmen; ANDERSON, Donald E. “Climate Projections: From Useful to Usability”. Universidade de Michigan, 15 de dezembro de 2010. Disponível em http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cts=1330695376711&ved=0CCsQEjAB&url=http%3A%2F%2Fclimateknowledge.org%2Fopenclimate%2Fdoclink%2F20101211_Projections_Usability_AGU_2010.ppt&ei=xcxQT7HYNoPg0QHNoMDqDQ&usq=AFQjCNH0X_mGc24M3bWTIVusJeltaZm_bA&sig2=bfPJPgcKUTj6czOP-WnegQ.
88. PETERSON, Thomas C.; CONNOLLEY, William M.; FLECK, John. “The Myth of the 1970s Global Cooling Scientific Consensus”. *Bulletin of the American*

- Meteorological Society*, setembro de 2008. Disponível em <http://scienceblogs.com/stoat/Myth-1970-Global-Cooling-BAMS-2008.pdf>.
89. GWYNNE, Peter. “The Cooling World”. *Newsweek*, 28 de abril de 1975. Disponível em http://denisdutton.com/newsweek_coolingworld.pdf.
90. SODEN, Brian J.; WETHERALD, Richard T.; STENCHIKOV, Georgiy L.; ROBOCK, Alan. “Global Cooling After the Eruption of Mount Pinatubo: A Test of Climate Feedback by Water Vapor”. *Science*, 296, 26 de abril de 2002. Disponível em <http://climate.envsci.rutgers.edu/pdf/SodenPinatubo.pdf>.
91. SMITH, S. J. et al. “Anthropogenic Sulfur Dioxide Emissions: 1850–2005”. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 11, 9 de fevereiro de 2011, p. 1101-1116. Disponível em <http://www.atmos-chem-phys.net/11/1101/2011/acp-11-1101-2011.pdf>.
92. SFALKE. “Country SO₂ Emissions”. *Community Initiative for Emissions Research and Applications*, 5 de outubro de 2010. Disponível em <http://ciera-air.org/wiki/country-so2-emissions>.
93. Para medidas do CO₂ nos núcleos antárticos, ver BARNOLA, J. M.; RAYNAUD, D.; LORIUS, C.. “Historical Carbon Dioxide Record from the Vostok Ice Core”. *Carbon Dioxide Information Analysis Center*. Disponível em <http://cdiac.ornl.gov/trends/co2/vostok.html>.
94. Para uma revisão dos estudos que revelam a duplicação do valor do CO₂ entre 1980 e 1995, ver KACHOLIA, Kavita; RECK, Ruth A. “Comparison of Global Climate Change Simulations for CO₂-Induced Warming: An Intercomparison of 108 Temperature Change Projections Published Between 1980 and 1995”. *Climatic Change*, v. 35, n. 1, 1997, p. 53-69. Disponível em <http://www.springerlink.com/content/g65v456v8621247m/>.
- Para uma revisão semelhante de estudos realizados antes de 1980, ver RECK, Ruth A. “Introduction to the Proceedings of the Workshop on the Responsible Interpretation of Atmospheric Models and Related Data”. General Motors Research Publication GMR-3800, 1981.
95. CALLENDAR, G. S. “The Artificial Production of Carbon Dioxide and Its Influence on Climate”. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 64, 1938, p. 223-240.
96. KACHOLIA, Kavita e RECK, Ruth A. Op. cit.

97. SKEPTICAL SCIENCE. “How Reliable Are Climate Models?”. *Skeptical Science*. Disponível em <http://www.skepticalscience.com/climate-models-intermediate.htm>.
98. IMPRENSA OFICIAL DO GOVERNO DOS ESTADOS UNIDOS. “Climate Change: Examining the Processes Used to Create Science and Policy”. Depoimento ao Comitê de Ciência, Espaço e Tecnologia do Congresso dos Estados Unidos, 31 de março de 2011. Disponível em <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CHRG-112hhr65306/pdf/CHRG-112hhr65306.pdf>.
99. O sucesso dos métodos de previsão que remontam à década de 1990 dependeu, ao contrário, do aquecimento elevado que ocorreu durante a década.
100. MCCRACKEN, Voros. “13 for His Last 24: Tomfoolery with Multiple Endpoints”. *Primate Studies*. Baseball Think Factory, 20 de março de 2001. Disponível em http://www.baseballthinkfactory.org/primate_studies/discussion/mccracken_2001-03-20_0/.
101. Armstrong estava disposto a reconhecer que havia alguma chance de que sua previsão de mudança zero se saísse mal em curto prazo. Disse-me que acreditava que suas chances de ganhar a aposta contra Gore — que analisava as elevações de temperatura ao longo da próxima década, não ao longo do próximo século — eram de cerca de 70%.
102. Essa estimativa baseia-se no índice de erro do coeficiente associado ao aumento da temperatura no modelo de regressão. Pressupõe-se que se conhece a quantidade exata de dióxido de carbono e que a taxa de CO₂ continuará subindo no mesmo ritmo anual que obteve entre 2002 e 2011. Na prática, o modelo subestima um pouco o erro — e, portanto, subestima também a possibilidade de uma década de resfriamento —, uma vez que desconhece a quantidade exata de CO₂ e por causa de qualquer incerteza em especificações no modelo.
103. WIKIPEDIA. “Climatic Research Unit E-Mail Controversy”. *Wikipedia.org*. Disponível em http://en.wikipedia.org/wiki/Climatic_Research_Unit_email_controversy.
104. CHU, Henry. “Panel Clears Researchers in ‘Climategate’ Controversy”. *Los Angeles: Los Angeles Times*, 15 de abril de 2010. Disponível em <http://articles.latimes.com/2010/apr/15/world/la-fg-climate-data15-2010apr15>.
105. Inclusive registros de satélite processados por empresas privadas.
106. NATURE. “Climate of Fear” (editorial). *Nature*, v. 464, n. 141, 11 de março de 2010. Disponível em

- <http://www.nature.com/nature/journal/v464/n7286/full/464141a.html>.
107. O site* é administrado pelo meteorologista Anthony Watts, daí o nome.
- * Trata-se de um trocadilho com a expressão informal *what's up with that?*, equivalente em português a “qual é a dessa?” [N. do T.]
108. Isso se aplica, em especial, se gostarmos das coisas como são. Nesse sentido, o conservadorismo — se definido como a preservação do *status quo* — argumenta com mais força do que o liberalismo em favor da ação para mitigar a mudança global.
109. SAAD, Lydia. “In U.S., Global Warming Views Steady Despite Warm Winter”. *Gallup.com*, 30 de março de 2012. Disponível em <http://www.gallup.com/poll/153608/global-warming-views-steady-despite-warm-winter.aspx>.
110. A relutância dos Estados Unidos e de outros países ocidentais a enfrentar a crescente dívida interna é outra consequência de nosso pensamento de curto prazo.
111. VOTE VIEW. “An Update on Political Polarization (Through 2011) — Part II”. *VoteView.com*. Disponível em <http://voteview.com/blog/?p=309>.
112. MANN, Thomas E. e ORNSTEIN, Norman J. “Let’s Just Say It: The Republicans Are the Problem”. *Washington Post*, 27 de abril de 2012. Disponível em http://www.washingtonpost.com/opinions/lets-just-say-it-the-republicans-are-the-problem/2012/04/27/gIQAxCVUIT_story.html.
113. KINSLEY, Michael. “The Gaffer Speaks”. *Times*, 23 de abril de 1988.
114. DEPARTAMENTO DE COMÉRCIO DOS ESTADOS UNIDOS. “Patents by Country, State, and Year; Utility Patents (December 2011)”. Equipe de Monitoramento da Tecnologia de Patentes/Departamento de Patentes e Marcas dos Estados Unidos. Disponível em http://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/cst_utl.htm.

CAPÍTULO 13: O QUE OS OLHOS NÃO VEEM O CORAÇÃO SENTE

1. Desde a Guerra de 1812. “A Sunday in December, Chapter 5: Fighting the Good Fight”. Los Angeles: *Los Angeles Times*, 3 de dezembro, 1991. Disponível em http://articles.latimes.com/1991-12-03/news/wr-753_1_pearl-harbor/3.
2. PEATTIE, Mark R. e EVANS, David C. Kaigun: *Strategy, Tactics, and Technology in the Imperial Japanese Navy 1887–1941*. Bethesda: Naval Institute Press; 1997.
3. WOHLSTETTER, Roberta. *Pearl Harbor: Warning and Decision*. Stanford: Stanford University Press, 1962, p. 385.
4. Idem, p. 173.

5. Idem, p. 12-13.
6. Idem, p. 385.
7. Alguns analistas acreditam que os porta-aviões estavam em movimento, mas numa rota mais ao sul, rumo às ilhas Marshall.
8. A votação foi 82 a zero no Senado dos Estados Unidos e 388 a um na Câmara. KLUCKHORN, Frank L. “U.S. Declares War, Pacific Battle Widens”. Nova York: *The New York Times*, 9 de dezembro de 1941.
9. RUMSFELD, Donald. *Known and Unknown: A Memoir*. Nova York: Sentinel, 2011. Edição Kindle. Número de localização: 6147-6148.
10. Idem. Número de localização: 814-816.
11. Urbahn foi o primeiro a divulgar a notícia da morte de Osama bin Laden, em maio de 2011. “Osama bin Laden Death First Revealed on Twitter”. Londres: *Daily Mirror*, 2 de maio de 2011. Disponível em <http://www.mirror.co.uk/news/uk-news/osama-bin-laden-death-first-179280>.
12. ASSOCIATED PRES, 10 de setembro de 1940. (Conforme impresso em *Tuscaloosa News*, 11 de setembro de 1941).
13. WOHLSTETTER, Roberta. Op. cit., p. 291.
14. KURUSU, Saburo. “Historical Inevitability of the War of Greater East Asia”, Foreign Broadcast Intelligence Service, Tóquio; 26 de novembro de 1942. <http://www.ibiblio.org/pha/policy/1942/421126a.html>.
15. WOHLSTETTER, Roberta. Op. cit., p. 1-2.
16. Idem, p. 3.
17. Idem, p. 387. O grifo está no original.
18. SHAKESPEARE, William. *Júlio César*. Ato I, Cena III, 1599.
19. Excluindo-se uma incursão bastante breve pelo rio Grande, feita pelas tropas mexicanas durante a guerra mexicano-americana em 1846, e um ataque à cidade de Columbus, Novo México, por Pancho Villa, em 1916.
20. MORRIS, Errol. “The Anosognosic’s Dilemma: Something’s Wrong but You’ll Never Know What It Is (Part 1)”. *Opinionator/The New York Times*, 20 de junho de 2010. Disponível em <http://opinionator.blogs.nytimes.com/2010/06/20/the-anosognosics-dilemma-1/>.
21. DEPARTAMENTO DE DEFESA DOS ESTADOS UNIDOS. “DoD News Briefing — Secretary Rumsfeld and Gen. Myers”. Transcrição. Departamento de Defesa dos

- Estados Unidos, 12 de fevereiro de 2002. Disponível em <http://www.defense.gov/transcripts/transcript.aspx?transcriptid=2636>.
22. RUMSFELD, Donald. Op. cit. Número de localização: 196.
23. ULLMAN, Harlan. “Known and Unknown Dangers (Terrorism)”. *National Interest*, 22 de março de 2006.
24. CONGRESSO DOS ESTADOS UNIDOS. “Report of the Joint Inquiry into the Terrorist Attacks of September 11, 2001”. 107º Congresso/2ª Sessão. Comitê de Inteligência do Congresso dos Estados Unidos/Comitê de Inteligência do Senado dos Estados Unidos, dezembro de 2002, p. 209-214
25. _____. “Statement by J. Gilmore Childers, Esq., Orrick, Herrington & Sutcliffe LLP New York City, New York, and Henry J. DePippo, Esq., Nixon Hargrave Devans & Doyle Rochester, New York”. *Foreign Terrorists in America: Five Years After the World Trade Center*. Subcomitê de Tecnologia, Terrorismo e Informação Governamental do Comitê Judiciário do Senado dos Estados Unidos, 24 de fevereiro de 1998. Disponível em <http://web.archive.org/web/20071227065444/http://judiciary.senate.gov/oldsite/childers.htm>.
26. “Major Terrorist Acts Suspected of or Inspired by al-Qaeda”. *InfoPlease.com*. Disponível em <http://www.infoplease.com/ipa/A0884893.html>.
27. THE WASHINGTON POST. “Two Months Before 9/11, an Urgent Warning to Rice”. Washington: *The Washington Post*, 1º de outubro de 2006. Disponível em <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2006/09/30/AR2006093000282.html>.
28. Idem.
29. Moussaoui, cujo visto havia expirado, foi preso por problemas de imigração.
30. COMISSÃO NACIONAL PARA ATAQUES TERRORISTAS. *The 9/11 Commission Report: Final Report of the National Commission on Terrorist Attacks upon the United States*. Nova York: Norton Trade E-Books, 2011. Edição Kindle. Número de localização: 6914.
31. Idem. Número de localização: 9243.
32. Idem. Número de localização: 9092.
33. Em parte, por causa das banalidades do sistema de segurança nacional; a burocracia está no extremo oposto da imaginação. Em Pearl Harbor, alguns sinais do iminente ataque japonês foram detectados pelo exército, outros foram detectados pela marinha,

alguns foram detectados em Washington e outros, no Havaí. No entanto, as informações não foram compartilhadas, por isso ninguém responsável pelas decisões pôde ter muitas ideias. Como escreveu Schelling, no livro de Wohlstetter:

“A surpresa, quando acontece a um governo, pode ser uma coisa complicada, difusa, burocrática. Inclui descuidos de responsabilidade, mas também a responsabilidade é tão mal definida (...) que a ação se perde. Inclui lacunas na inteligência, mas também uma inteligência que, como um colar de pérolas precioso demais para ser usado, é sensível demais para ser dada àqueles que precisam. Inclui o alarme que não soou, mas também o alarme que dispara com tanta frequência que precisa ser desativado (...) Inclui as contingências que não ocorrem a ninguém, mas também aquelas que todos presumem estarem sob o cuidado de outros.”

Do mesmo modo, o FBI, a CIA e os Departamentos de Estado e de Defesa dos Estados Unidos tinham informações muito importantes sobre os atentados de 11 de setembro. Rumsfeld disse-me que só soube de muitas revelações de George Tenet, por exemplo, ao ler seu livro. Enquanto isso, a administração Bush assumia o poder após o término do governo Clinton e contava com as rotineiras tarefas políticas a realizar. Rumsfeld, por exemplo, passou grande parte de seus nove primeiros meses tentando evitar cortes orçamentários.

34. COMISSÃO NACIONAL PARA ATAQUES TERRORISTAS. Op. cit. Número de localização: 9253.

35. Idem. Números de localização: 2907-2910.

36. SCHNEIER, Bruce. *Beyond Fear: Thinking Sensibly About Security in an Uncertain World*. Nova York: Springer, 2003. Edição Kindle. Números de localização: 951-952.

37. Observe, entretanto, que a estratégia camicase foi muito empregada no final da guerra, quando o Japão começou a perder, mas não foi usada em Pearl Harbor.

38. GLOBAL TERRORISM DATABASE. Consórcio Americano para o Estudo do Terrorismo e de Respostas ao Terrorismo/Departamento de Segurança Interna dos Estados Unidos/Universidade de Maryland. Disponível em http://www.start.umd.edu/gtd/search/Results.aspx?page=2&casualties_type=b&casualties_max=&start_yearonly=1979&end_yearonly=2000&dtp2=all&sAttack=1&count=100&expanded=no&charttype=line&chart=overtime&ob=GTDID&od=desc#results-table.

39. TVERSKY, Amos; KAHNEMAN, Daniel. “Availability: A Heuristic for Judging Frequency and Probability”. *Cognitive Psychology*, 5, n. 2, setembro de 1973, p. 207-

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010028573900339>.

40. “Nineteen hijackers using commercial airliners as guided missiles to incinerate three thousand men, women, and children was perhaps the most horrific single unknown unknown America has experienced”. RUMSFELD, op. cit. Números de localização: 196-198.
41. COMISSÃO NACIONAL PARA ATAQUES TERRORISTAS. Op. cit. Números de localização: 9198-9199.
42. CLAUSET, Aaron. “Macroevolution of Whales and the Dynamics of Morphological Disparities”. *2010 GSA Denver Annual Meeting*, 31 de outubro de 2010. Disponível em http://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=e7VI_HcAAAAJ&sortby=pubdate&citation_for_view=e7VI_HcAAAAJ:qxL8FJ1GzNcC.
43. MASON, Winter; CLAUSET, Aaron. “Friends FTW! Friendship and Competition in Halo: Reach”. *Arxiv*, 3 de março de 2012. Disponível em http://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=e7VI_HcAAAAJ&sortby=pubdate&citation_for_view=e7VI_HcAAAAJ:e5wmG9Sq2KIC.
44. CHANDEL, Brig. S. S. “Philosophy of Terrorism in Kashmir”. *Terrorism Articles*, 480. Instituto de Estudos sobre Paz e Conflitos, março de 2001. Disponível em <http://www.ipcs.org/article/terrorism/philosophy-of-terrorism-in-kashmir-480.html>.
45. GLOBAL TERRORISM DATABASE. Disponível em <http://www.start.umd.edu/gtd/downloads/Codebook.pdf>.
46. RAPOPORT, David C. “The Four Waves of Modern Terrorism”. *Anthropoetics*, 8, n. 1, 5 de junho de 2006. Disponível em <http://www.international.ucla.edu/media/files/Rapoport-Four-Waves-of-Modern-Terrorism.pdf>.
47. Usei um pequeno “truque” aqui, que Clauset também utiliza em sua obra. Os atentados terroristas que produzem um pequeno número de vítimas fatais — nesse caso, menos de cinco mortes — não se ajustam tão bem aos dados e são eliminados da análise. Em geral, não se faz algo assim; eliminar dados é uma prática condenável, a menos que haja uma boa razão. Nesse caso, porém, não existe muita diferença prática, pois, por mais numerosos que sejam, pequenos atentados terroristas são responsáveis por uma fração muito pequena do número total de mortes. Além disso, pode haver

tendências sutis na cobertura do banco de dados — incidentes maiores serão quase sempre incluídos, enquanto homicidas que vitimam uma ou duas pessoas podem não ser. E existe certa controvérsia sobre a inclusão dos próprios terroristas no número de mortes em caso de ataques suicidas — o RAND faz isso — que gera maior efeito quando o número de vítimas fatais é pequeno.

48. Nesse caso, um atentado da “escala do 11 de Setembro” refere-se a um ataque que mate pelo menos 2.749 pessoas. O total de mortos no 11 de Setembro foi um pouco maior — quase três mil pessoas —, mas o banco de dados RAND e a maior parte dos outros classificam os atentados ao World Trade Center, ao Pentágono e ao voo 93 da United Airlines como ataques separados (embora relacionados). Isso não faz muita diferença, porém: a previsão é que um atentado que provoque a morte de pelo menos três mil pessoas ocorra aproximadamente uma vez a cada 44 anos, e não uma vez a cada 41 anos.

49. SHEARER, Peter M.; STARK, Phillip B. “Global Risk of Big Earthquakes Has Not Recently Increased”. *PNAS*, 19 de dezembro de 2011. Disponível em <http://www.pnas.org/content/early/2011/12/12/1118525109.abstract>.

50. Num artigo escrito em 2012, que Clauset me enviou e submeteu ao periódico *Annals of Applied Statistics*, há um cálculo semelhante, com uma técnica mais refinada, que avaliou o risco de um atentado com a mesma escala que os ataques de 11 de setembro como algo entre 11% e 35% nos 33 anos entre 1968 e 2001. Isso implica um risco um pouco menor, mas ainda muito tangível, de um atentado semelhante, na ordem de uma vez a cada 130 anos.

51. “How Many People Died as a Result of Atomic Bombings?”. *Frequently Asked Questions*. Radiation Effects Research Foundation. Disponível em http://www.rerf.or.jp/general/qa_e/qa1.html.

52. HELFAND, Ira; FORROW, Lachlan; TIWARI, Jaya. “Nuclear Terrorism”. *British Medical Journal*, 324, n. 7.333, 9 de fevereiro de 2002, p. 356-359. Disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1122278/>.

53. HOGE, James. “Nuclear Terrorism’: Counting Down to the New Armageddon”. *The New York Times*, 5 de setembro de 2004. Disponível em <http://www.nuclearterror.org/nyt.htm>.

54. STOGEL, Stewart. “Bin Laden’s Goal: Kill 4 Million Americans”. *NewsMax.com*, 14 de julho de 2004. Disponível em <http://archive.newsmax.com/archives/articles/2004/7/14/215350.shtml>.

- [55.](http://scholar.google.com/scholar?hl=en&q=graham+allison&btnG=&as_sdt=1%2C33&as_sdtp=) Busca no Google Scholar. Disponível em http://scholar.google.com/scholar?hl=en&q=graham+allison&btnG=&as_sdt=1%2C33&as_sdtp=.
- [56.](#) ALLISON, Graham. *Nuclear Terrorism: The Ultimate Preventable Catastrophe*. Nova York: Times Books, 2004. Edição Kindle. Número de localização: 300.
- [57.](#) Na verdade, a Times Square recebeu esse nome por causa do jornal, como todos os funcionários atestam, com orgulho.
- [58.](#) ALLISON, Graham. Op. cit. Número de localização: 112.
- [59.](#) FRITELLI, J. F. et al. *Port and Maritime Security: Background and Issues*. Nova York: Novinka Books, 2003.
- [60.](#) “Status of World Nuclear Forces”. Federation of American Scientists. Disponível em <http://www.fas.org/programs/ssp/nukes/nuclearweapons/nukestatus.html>.
- [61.](#) ALLISON, Graham. Op. cit. Número de localização: 3258.
- [62.](#) GOLDENBERG, Suzanne. “Bush Threatened to Bomb Pakistan, Says Musharraf”. Londres: *The Guardian*, 21 de setembro de 2006. Disponível em <http://www.guardian.co.uk/world/2006/sep/22/pakistan.usa>.
- [63.](#) NEWTON-SMALL, Jay. “Bin Laden May Have Lived at Abbottabad Compound for Six Years”. *Swampland/Time*, 3 de maio de 2011. Disponível em <http://swampland.time.com/2011/05/03/bin-laden-may-have-lived-at-abbottabad-compound-for-six-years/>.
- [64.](#) ALBRIGHT, David; BRANNAN, Paul. “Pakistan Doubling Rate of Making Nuclear Weapons: Time for Pakistan to Reverse Course”. Instituto de Ciências e Segurança Internacional, 16 de maio de 2011. Disponível em <http://www.isis-online.org/isis-reports/detail/pakistan-doubling-rate-of-making-nuclear-weapons-time-for-pakistan-to-rever/>.
- [65.](#) “The Political Instability Index”. ViewsWire/Economist Intelligence Unit/*The Economist*. Disponível em http://viewswire.eiu.com/site_info.asp?info_name=social_unrest_table&page=noads&rf=0.
- [66.](#) BORUM, Randy. “Psychology of Terrorism”. *Encyclopedia of Peace Psychology*. Nova York: Springer Science, 2010, p. 62. Disponível em <http://worlddefensereview.com/docs/PsychologyofTerrorism0707.pdf>.
- [67.](#) HAFEZ, Mohammed M. “Suicide Terrorism in Iraq: A Preliminary Assessment of the Quantitative Data and Documentary Evidence”. *Studies in Conflict & Terrorism*, 29, n. 6, setembro de 2006, p. 531-559. Disponível em <https://www.ncjrs.gov/app/publications/Abstract.aspx?id=237341>.

68. O suborno ou a coação de cientistas nucleares é outra preocupação. Os Estados Unidos financiam um programa chamado Iniciativa de Cidades Nucleares, que ajuda os cientistas nucleares da antiga União Soviética a encontrarem outras fontes de emprego, em vez de caírem em mãos erradas.
69. “Dark Winter Exercise Overview”. Centro de Biossegurança/Centro Médico da Universidade de Pittsburg, 22-23 de junho de 2001. Disponível em http://www.upmc-biosecurity.org/website/events/2001_darkwinter/index.html.
70. Uso o termo *dano* de modo um pouco vago, pois os danos provocados por terremotos em escala humana nem sempre têm uma relação de um para um com sua liberação de energia.
71. WILSON, James Q.; KELLING, George L. “Broken Windows”. *The Atlantic*, março de 1982. Disponível em http://www.manhattan-institute.org/pdf/atlantic_monthly-broken_windows.pdf.
72. HARCOURT, Bernard E.; LUDWIG, Jens. “Reefer Madness: Broken Windows Policing and Misdemeanor Marijuana Arrests in New York City, 1989–2000”. *Criminology and Public Policy/University of Chicago Law & Economics/Olin Working Paper n. 317 e University of Chicago/Public Law Working Paper n. 142*, 2007. Disponível em http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=948753.
73. KEIZER, Kees; LINDENBERG, Siegwart; STEG, Linda. “The Spreading of Disorder”. *Science*, 322, n. 5908, dezembro de 2008, p. 1681-1685. Disponível em <http://www.sciencemag.org/content/322/5908/1681.abstract>.
74. HARCOURT, Bernard E.; LUDWIG, Jens. “Broken Windows: New Evidence from New York City and a Five-City Social Experiment”. *University of Chicago Law Review*, 73, 2006. Disponível em http://lawreview.uchicago.edu/sites/lawreview.uchicago.edu/files/uploads/73.1/73_1_Harcourt_Ludwig.pdf.
75. SCHNEIER, Bruce. “Beyond Security Theater”. *Schneier on Security*, 13 de novembro de 2009. Disponível em http://www.schneier.com/blog/archives/2009/11/beyond_security.html.
76. Idem. Edição Kindle. Número de localização: 1035.
77. SILVER, Nate. “Crunching the Risk Numbers”. Nova York: *Wall Street Journal*, 8 de janeiro de 2010. Disponível em <http://Online.wsj.com/article/SB10001424052748703481004574646963713065116.html>.

78. “Russian Authorities: Terrorist Bombing at Moscow Airport Kills 35”. *CNN Wire*, 24 de janeiro de 2011. Disponível em http://articles.cnn.com/2011-01-24/world/russia.airport.explosion_1_suicide-bomber-moscow-police-moscow-during-rush-hour?_s=PM:WORLD.
79. SILVERSTEIN, Ken. “The Al Qaeda Clubhouse: Members Lacking”. *Harper’s*, 5 de julho de 2006. Disponível em <http://www.harpers.org/archive/2006/07/sb-al-qaeda-new-members-badly-needed-1151963690>.
80. CLAUSET, Aaron; YOUNG, Maxwell; GLEDITSCH, Kristian Skrede. “On the Frequency of Severe Terrorist Events”. *Journal of Conflict Resolution*, 51, n. 1, fevereiro de 2007, p. 58-87. Disponível em http://www.cabdyn.ox.ac.uk/complexity_PDFs/CABDyN%20Seminars%202007_2008/Frequency%20Events_Gleditsch.pdf.
81. Pesquisa de opinião do *Jerusalem Post*, pela TNS/Teleseker, com quinhentos judeus de Israel entre 23-24 de janeiro de 2012. Disponível em <http://thejerusalemreport.files.wordpress.com/2012/02/poll-new.jpg>.
82. WEISBURD, David; JONATHAN, Tal; PERRY, Simon. “The Israeli Model for Policing Terrorism: Goals, Strategies, and Open Questions”. *Criminal Justice and Behavior*, 36, n. 12, dezembro de 2009, p. 1259-1278. Disponível em http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:yDYN99dbqWJ:scholar.google.com/&hl=en&as_sdt=0,33.
83. “Iraq: What Did Congress Know, and When?”. *FactCheck.org*, 19 de dezembro de 2005. Disponível em http://www.factcheck.org/iraq_what_did_congress_know_and_when.html.
84. “Report of the Select Committee on Intelligence on Postwar Findings About Iraq’s WMD Programs and Links to Terrorism and How They Compare with Prewar Assessments”. Senado dos Estados Unidos/109o Congresso, 2ª Sessão, 8 de setembro de 2006. Disponível em <http://intelligence.senate.gov/phaseiiaccuracy.pdf>.
85. CHULOV, Martin; PIDD, Helen. “Defector Admits to WMD Lies That Triggered Iraq War”. *The Guardian*, 15 de fevereiro de 2011. Disponível em <http://www.guardian.co.uk/world/2011/feb/15/defector-admits-wmd-lies-iraq-war>.
86. SCHNEIER, Bruce. Op. cit. Número de localização 1321-1322.
87. LAPAN, Harvey E.; SANDLER, Todd. “Terrorism and Signalling”. *European Journal of Political Economy*, 9, n. 3, agosto de 1993, p. 383-397;

88. COMISSÃO NACIONAL PARA ATAQUES TERRORISTAS. Op. cit. Números de localização: 9286-9287.
89. BABYAK, Michael A. “What You See May Not Be What You Get: A Brief, Nontechnical Introduction to Overfitting in Regression-Type Models”. *Psychosomatic Medicine*, 66, 2004, p. 411-421. Disponível em http://os1.amc.nl/mediawiki/images/Babyak_-_overfitting.pdf.

CONCLUSÃO

1. CARTWRIGHT, Brian. “That Great Derek Jeter Conspiracy”. *FanGraphs*, 17 de janeiro de 2009. Disponível em <http://www.fangraphs.com/blogs/index.php/the-great-derek-jeter-conspiracy/>.
2. O cometa Halley foi avistado pela primeira vez no Natal de 1758; ver BROWN, Peter Lancaster. *Halley and His Comet*. Suffolk, Inglaterra: Blandford Press, 1985.
3. WILLIAMS, Mary Frances. “The Sidus Iulium, the Divinity of Men, and the Golden Age in Virgil’s Aeneid”. *Leeds International Classical Studies*, 2, n. 1, 2003. Disponível em <http://lics.leeds.ac.uk/2003/200301.pdf>.
4. A data exata de invenção da World Wide Web é controversa, mas, em 1990, Berners-Lee estabeleceu a primeira conexão bem-sucedida entre um cliente HTTP e a internet. O conjunto de documentos de hipertexto chamado World Wide Web não deve ser confundido com a internet, rede que permite o acesso à World Wide Web e que, como todos sabem, foi inventada por Al Gore.
5. GUNZELMANN, Glenn; GLUCK, Kevin A. “Knowledge Tracing for Complex Training Applications: Beyond Bayesian Mastery Estimates”. *Proceedings of the Thirteenth Conference on Behavior Representation in Modeling and Simulation*. Laboratório de Pesquisa da Força Aérea dos Estados Unidos, 2004, p. 383-84. Disponível em http://act-r.psy.cmu.edu/papers/710/gunzelmann_gluck-2004.pdf.
6. LICHTENSTEIN, Sarah; FISCHHOFF, Baruch. “Training for Calibration”. *Relatório Técnico do Instituto de Pesquisa do Exército dos Estados Unidos TR-78-A32*. Preparado para o Instituto de Pesquisa em Comportamento e Ciências Sociais do Exército dos Estados Unidos, novembro de 1978. Disponível em <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA069703>.
7. GILL, Christopher J.; SABIN, Lora; SCHMIDT, Christopher H. “Why Clinicians Are Natural Bayesians”. *British Medical Journal*, 330, 7 de maio de 2005. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC557240/>.

8. POGGIO, Tomaso; GIROSI, Federico. “A Theory of Networks for Approximation and Learning”. *A.I. Memo 1140, C.B.I.P. Paper 31*. Laboratório de Inteligência Artificial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts/Centro de Processamento de Informações Biológicas/Whitaker College, julho de 1989. Disponível em <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA212359>.
9. RIPLEY, Amanda. *Impensável*. São Paulo: Globo, 2008.
10. Idem.
11. MOKYR, Joel. *The Gifts of Athena: Historical Origins of the Knowledge Economy*. Princeton: Princeton University Press, s/d. Edição Kindle. Números de localização: 160-162.
12. ROSEN, Jay. “The View from Nowhere: Questions and Answers”. *Jay Rosen’s Press Think*, 10 de novembro de 2010. Disponível em <http://pressthink.org/2010/11/the-view-from-nowhere-questions-and-answers/>.
13. Trata-se apenas de uma reflexão pessoal — não uma observação empírica —, mas sou um tanto literal quanto a esse ponto. Nos momentos em que me deparei com um problema espinhoso, ao trabalhar neste livro, considerei muito mais produtivo vaguear um pouco, submetendo meu cérebro a informações aleatórias, do que olhar para a tela do computador ou sentar-me num café. Uma das vantagens da vida em Nova York é o acesso 24 horas por dia, sete dias por semana, ao comportamento espontâneo de oito milhões de seres humanos que podem estimular sua mente ou sua memória.
14. Trecho derivado da Prece da Serenidade, de Reinhold Niebuhr. Disponível em <http://www.cptryon.org/prayer/special/serenity.htm>.
15. Os dados apresentados na Figura C.2 baseiam-se em pesquisas realizadas no catálogo JSTOR de periódicos impressos. Procurei casos em que as palavras “previsível” ou “imprevisível” aparecessem pelo menos uma vez no artigo (mas não ambas as palavras no mesmo artigo), organizando os resultados por década de publicação. Os percentuais refletidos na imagem representam o número de utilizações de “previsível” e “imprevisível” em relação ao seu número total.
16. FOUCAULT, Michel. *As palavras e as coisas*. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
17. O crescimento médio do PIB *per capita* global foi de 3,4% por ano na década de 1950, mas de 2,6% na década de 1970. Ver DELONG, J. Bradford. *Estimating World GDP. One Million B.C.-Present*. Berkeley: Universidade da Califórnia, 1988. Disponível em http://econ161.berkeley.edu/TCEH/1998_Draft/World_GDP/Estimating_World_GDP.html.

18. O número de pedidos de registro de patentes no Departamento de Marcas e Patentes dos Estados Unidos aumentou 18% ao longo da década de 1950, mas apenas 1% na década de 1970. Ver DEPARTAMENTO DE MARCAS E PATENTES DOS ESTADOS UNIDOS. “U.S. Patent Activity Calendar Years 1790 to the Present”. Disponível em http://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/h_counts.htm..
19. Google Books Ngram Viewer. Disponível em http://books.google.com/ngrams/graph?content=predictable%2Cunpredictable&year_start=1800&year_end=2000&corpus=4&smoothing=3.

SOBRE O AUTOR

© Robert Gauldin



Nate Silver é estatístico, escritor e fundador do blog sobre política FiveThirtyEight, do *New York Times*, e ganhou notoriedade por aliar análise estatística às campanhas eleitorais; Silver foi certo ao cravar que Barack Obama venceria as eleições presidenciais, bem como ao indicar os ocupantes das cadeiras no Senado e nos governos estaduais nas eleições americanas de 2008 a 2012. Foi incluído na lista das 100 pessoas mais influentes do mundo feita pela revista Time em 2009.