

## Índice

PAUL ou A Descoberta do Irracional	11
JOHN ou Os Sonhos Insensatos da Razão	37
PARTE I. Os Limites da Lógica	
Eugene Wigner. Só ele estava totalmente desperto.	55
Margit Kann von Neumann. Mimado, selvagem	62
Nicholas Augustus von Neumann. À cabeça da sua horda	64
Mariette Kövesi. O diabo à tua porta	69
George Pólya. Que tipo de rapaz é este?	74
Theodore von Kármán. Alguns perderam o juízo	81
Gábor Szegő. Um buraco em forma de deus	90
Eugene Wigner. O pesadelo de um matemático	97
PARTE II. O Delicado Equilíbrio de Terror	
Richard Feynman. Não consegui ver nada a não ser luz	115
Klára Dan. Uma arma matemática	128
Oskar Morgenstern. Um anjo estranho	137
Eugene Wigner. Os Cavaleiros Húngaros do Apocalipse	145
Julian Bigelow. Cabelo chamuscado e bigodes queimados	150
Richard Feynman. E então o mundo incendeia-se	160
PARTE III. Os Espíritos na Máquina	
Julian Bigelow. Um verdadeiro cientista louco	175

Sydney Brenner. Um verdadeiro profeta	182
Nils Aall Barricelli. Os homens das cavernas criaram os deuses	187
Klára Dan. Uma guerra climática	197
Eugene Wigner. Uma necessidade biológica	210
Marina von Neumann. Quanto é um mais um?	220
Vincent Ford. Ouvimos as máquinas a ganharem vida	228
Eugene Wigner. Para o progresso não existe cura	232
LEE ou As Ilusões da Inteligência Artificial	253
Preâmbulo	257
O Pedra Forte	260
Ideia Original	267
AlphaGo	276
Uma Incursão Brusca, Arrojada	284
Algo muito Belo, do Outro Mundo	289
Uma das Dez Mil Coisas	298
O Toque de Deus	305
<i>Game Over</i>	315
Calcular, Abandonar o Instinto	319
EPÍLOGO. O Deus do <i>Go</i>	323

PAUL

*ou*

A Descoberta do Irracional

Na manhã do dia 25 de setembro de 1933, o físico austríaco Paul Ehrenfest entrou no Instituto Pedagógico para Crianças Deficientes Mentais, em Amsterdão, e deu um tiro na cabeça do seu filho Vassily, de quinze anos, disparando depois contra si próprio.

Paul morreu instantaneamente, enquanto Vassily, que sofria de síndrome de Down, passou horas em agonia antes de ser declarado morto pelos mesmos médicos que haviam cuidado dele desde a sua chegada ao instituto, em janeiro desse mesmo ano. Vassily viera para Amsterdão porque o seu pai concluíra que a clínica onde ele passara quase dez anos, em Jena, no coração da Alemanha, já não era segura, agora que os nazis haviam ascendido ao poder. Vassily — ou melhor, Wassik, como quase toda a gente lhe chama — tivera de suportar graves deficiências físicas e mentais durante a sua curta vida; Albert Einstein, que gostava do pai da criança como de um irmão e frequentava regularmente a casa dos Ehrenfests em Leida, chamava a Wassik “pequeno gatinhante”, pois a criança tinha imensas dificuldades de locomoção, e sentia tantas dores nos joelhos que não conseguia sustentar-se de pé. Mas mesmo nesses momentos, o rapaz nunca perdia o seu entusiasmo, aparentemente ilimitado, e arrastava-se pelo tapete, com as inúteis pernas de rojo atrás de si, para ir receber à porta o seu “tio” favorito. Wassik passou a maior parte da sua vida internado, mas mesmo assim era um miúdo alegre, enviando frequentemente para os pais, em Leida, postais com pitorescas paisagens alemãs, ou cartas com relatos da sua vida diária, redigidas com uma letra insegura, nas quais lhes contava as coisas novas que

aprendera, lhes falava da doença do seu melhor amigo, e o quanto se esforçava para ser um bom menino, tal como lhe haviam ensinado, e o quão apaixonado estava por não uma mas duas raparigas da sua turma, além da professora, a Sra. Gottlieb, que era a pessoa mais amável e maravilhosa que alguma vez conhecera, palavras que traziam lágrimas aos olhos do seu pai, pois Paul Ehrenfest era, antes de tudo o resto, professor.

Durante toda a sua vida, Paul padecera de severos acessos de melancolia e de uma depressão paralisante. Tal como o seu filho, fora uma criança débil, muitas vezes doente. Quando não estava a lidar com hemorragias nasais, ataques de tosse por causa da asma ou tonturas e dificuldades em respirar depois de fugir às perseguições dos colegas de escola que o escarneciam — *orelhas de porco, orelhas de burro, este judeu trata-se a murro!* —, simulava alguma outra doença, talvez uma febre, uma constipação ou uma dor de barriga insuportável, só para ficar em casa nos braços da mãe, escondido do exterior, na segurança do abraço materno, como se no fundo de si mesmo, de alguma forma, o pequeno Paul, o mais novo de cinco irmãos, pressentisse que a iria perder aos dez anos, e que todo o seu sofrimento anterior não era mais do que premonição, uma previsão dessa perda de que não ousava falar, a si mesmo ou aos demais, com medo de que, se o dissesse em voz alta, se encontrasse a coragem para o pôr em palavras, iria de algum modo acelerar a morte da sua mãe; então permanecia calado, receoso e triste, suportando um peso que nenhuma criança devia suportar, uma sombria presciência que o assombrou após a morte dela, após a morte do seu pai seis anos depois, e que o seguiria como o dobrar de um sino até ao dia da sua morte, pela sua própria mão, aos cinquenta e três anos.

Por muito que estivesse em conflito consigo mesmo e com o mundo, Paul era o membro mais talentoso da sua família e o melhor aluno em todas as turmas onde esteve. Era estimado pelos seus amigos, altamente apreciado pelos colegas e bem considerado pelos professores, mas nada o poderia convencer do seu próprio valor. Todavia, estava longe de ser introvertido; pelo contrário, partilhava tudo o que assimilava, deliciando quem o rodeava com fabulosas exibições de conhecimento e uma incrível capacidade para traduzir as ideias

mais complexas em imagens e metáforas que qualquer pessoa poderia entender, encadeando conceitos dos campos mais díspares, extraídos do número cada vez maior de livros de que se alimentava, com uma inteligência voraz e tão absorvente como uma esponja. Paul era capaz de absorver tudo à sua volta sem distinções. O seu cérebro era totalmente poroso, faltando-lhe, talvez, alguma membrana essencial; mais do que interessado no mundo, ele era invadido pelas suas inúmeras formas. Sem nada que lhe desse segurança, sentia-se como que em carne viva e exposto às informações que atravessavam constantemente, dum lado para o outro, a sua barreira hematoencefálica. Mesmo depois do doutoramento, e de solidamente estabelecido como notável professor, tendo sucedido ao grande Hendrik Lorentz na cadeira de física teórica da Universidade de Leida, a única coisa que realmente lhe dava prazer era entregar-se aos demais, ao ponto de, como disse um dos seus muitos e queridos alunos, “disseminar tudo o que nele havia de vivo e ativo”, pelo que às vezes parecia “dar tudo o que encontrara ou observara, sem acumular reservas, alguma espécie de fortaleza, dentro de si mesmo.”

Como físico, Paul Ehrenfest não fez descobertas revolucionárias, mas gozou do respeito absoluto de figuras imponentes como Niels Bohr, Paul Dirac e Wolfgang Pauli. Escassas horas depois de o ter conhecido, Albert Einstein escreveu que sentia “como se houvesse uma comunhão entre os nossos sonhos e aspirações”. Estes amigos de Paul admiravam não só os seus dotes críticos e intelectuais, mas também algo bastante diferente, uma virtude que costuma faltar entre os gigantes: ética, carácter, além de uma vontade profunda, avassaladora no entender de alguns, de compreender, de apreender o cerne das coisas. Ehrenfest buscava incansavelmente aquilo a que chamava *der springende Punkt*, o ponto crucial, o cerne da questão, pois para ele, deduzir um resultado por meios lógicos nunca era suficiente: “Isso é como dançar numa só perna”, dizia, “quando a essência está em reconhecer conexões, significados e associações em todas as direções”. Para Ehrenfest, a verdadeira compreensão era uma experiência de corpo inteiro, algo que envolvia todo o seu ser, e não apenas o cérebro ou a razão. Paul era ateu, um cético e um questionador, com um padrão de verdade tão rígido que por vezes

se tornava uma figura caricata para os seus pares: em 1932, no final de uma reunião de três dezenas dos melhores físicos da Europa no Instituto Niels Bohr em Copenhaga, apresentou-se uma paródia do *Fausto* para comemorar o centenário de Goethe, e Paul foi designado para representar o papel do grande estudioso Heinrich Faust, relutante em deixar-se convencer pelo demónio Mefistófeles — representado por Wolfgang Pauli — da existência do neutrino, uma partícula fundamental que fora recentemente postulada. Os seus pares chamavam-lhe a Consciência da Física, e embora nessa alcunha houvesse uma farpa escondida, devido à oposição implacável de Ehrenfest ao caminho que não apenas a física, mas todas as ciências exatas pareciam estar a tomar durante as primeiras décadas do século xx, muitos dos seus colegas visitavam-no regularmente na sua casa em Leida, situada em frente à universidade, do outro lado do rio, para testarem as suas ideias nele e na sua mulher, já que Tatyana Alexeyevna Afanassjewa era uma excelente matemática por mérito próprio. Foi coautora de alguns dos artigos científicos mais importantes de Ehrenfest, incluindo aquele que o tornou célebre (embora pouco tenha feito pela sua carreira) e que acabaria por conduzir à sua nomeação como sucessor do muito reverenciado Lorentz: o artigo era uma sinopse sobre mecânica estatística, o tema preferido do seu mentor, o malfadado Ludwig Boltzmann. Boltzmann foi um dos mais fortes defensores da hipótese atômica, um verdadeiro precursor, que descobriu pela primeira vez o papel que a probabilidade desempenha no comportamento e nas propriedades dos átomos. Como Ehrenfest, Boltzmann sofreu também muito durante a sua vida inquieta e desditosa, tolhido por severos acessos de mania incontrollável e profundas depressões, cujos efeitos foram agravados pelo feroz antagonismo que as suas ideias revolucionárias geraram entre os seus pares. Ernst Mach, um positivista inflexível, que defendia que os físicos não deviam falar dos átomos senão como constructos teóricos — visto que, à época, não havia nenhuma prova direta da existência dos mesmos — perseguiu e zombou infundamente de Boltzmann, interrompendo uma das suas palestras sobre os átomos com a malévola pergunta: “Já viu algum?” O Touro, como os amigos chamavam a Boltzmann, por causa da sua corpulência e da sua

tenacidade obstinada, desesperou perante a ferocidade dos seus críticos, e embora tenha estabelecido uma das equações fundamentais da física moderna — a sua interpretação estatística da segunda lei da termodinâmica —, na sua vida pessoal não conseguiu escapar ao lento e constante avanço de um distúrbio mental que parecia, como a entropia do universo que ele tão maravilhosamente havia capturado na sua equação, ir aumentando de forma contínua e irreversível, conduzindo a uma aleatoriedade e decadência inevitáveis. Boltzmann admitiu a alguns colegas que vivia no perpétuo terror de perder subitamente o juízo a meio duma aula. Perto do final da vida, mal conseguia respirar devido à asma, a sua visão deteriorou-se ao ponto de já não conseguir ler, e as suas enxaquecas e dores de cabeça tornaram-se tão insuportáveis que o seu médico lhe ordenou que se abstivesse completamente de qualquer atividade científica. Em setembro de 1906, Boltzmann enforcou-se com uma pequena corda nas barras transversais do caixilho da janela num quarto do Hotel Ples, durante as férias de verão em Duino, perto de Trieste, enquanto a mulher e a filha nadavam nas serenas águas azul-turquesa do Adriático.

*Fala a verdade, escreve-a de forma clara e defende-a até ao fim*, era o lema pessoal de Boltzmann, que Paul, seu discípulo, levava a peito. A maior parte do respeito que Ehrenfest infundiu entre tantos físicos notáveis devia-se à sua capacidade de aclarar as ideias de outros e capturar a sua essência fundamental, transmitindo esse conhecimento com tanto vigor e paixão que o público era atraído pelo seu pensamento como se estivesse sob um feitiço. “As suas aulas são magistrais. Raras vezes ouvi alguém falar de forma tão brilhante e fascinante. É extraordinária a forma como dispõe de expressões significativas, de observações espirituosas e da dialética. Sabe como tornar concretas e intuitivamente claras as coisas mais difíceis. Os argumentos matemáticos são traduzidos por ele em imagens facilmente compreensíveis”, escreveu o grande físico teórico alemão Arnold Sommerfeld, que apreciava e ao mesmo tempo temia a fama de Ehrenfest como grande inquisidor da física. Paul não se esquivava a apontar as falhas nos argumentos dos outros, fazendo-o com a mesma crítica impiedosa que dedicava a si próprio; esse seu papel foi particularmente importante durante a fatídica Conferência Solvay de



1927, quando a física clássica e a mecânica quântica se enfrentaram, alterando para sempre os fundamentos desse ramo da ciência. Ehrenfest fez a mediação entre os dois principais intervenientes — Einstein, que abominava o peso que o acaso, a indeterminação, a probabilidade e a incerteza tinham na nova ciência do quantum, e Bohr, que procurava entronizar uma física fundamentalmente diferente para o mundo subatômico. A certa altura, Ehrenfest subiu ao palco por entre a algazarra de cerca de trinta vencedores do Prémio Nobel, que gritavam uns com os outros em francês, inglês, alemão, holandês e dinamarquês, e rabiscou no quadro alguns versículos da Bíblia: *Pois ali o Senhor confundiu as línguas de todos os habitantes da Terra*. Toda a gente se riu, mas as furiosas discussões prosseguiram durante dias, com a mecânica quântica a sair vitoriosa sobre o esquema da física clássica, apesar de, ou talvez devido ao facto de, ser completamente contrária ao senso comum. Embora Ehrenfest estivesse firmemente do lado do novo, e muito mais aberto do que o seu amigo Einstein aos princípios revolucionários vindos de Bohr, Heisenberg, Born e Dirac, não conseguia sacudir a impressão de que fora cruzada uma fronteira fundamental, de que um demónio, ou talvez um génio, havia incubado na alma da física, e de que nem a sua nem qualquer geração posterior seriam capazes de o devolver ao interior da lâmpada. A acreditar nas novas regras que governavam o reino interior do átomo, o mundo inteiro deixara subitamente de ser tão sólido e real como antes. “De certeza que há no purgatório um sector especial para os professores de mecânica quântica!”, escreveu Paul a Einstein quando voltou de Solvay para Leida, mas todas as suas tentativas de gracejar não puderam reduzir a velocidade da sua descida para o escuro poço em que parecia precipitar-se cada vez mais depressa, sobretudo devido à estranha direção que a sua sagrada disciplina estava a tomar, cheia como estava agora de contradições lógicas, incertezas e indeterminações que ele já não conseguia explicar aos seus queridos alunos, visto ele próprio já não as conseguir compreender. Em maio de 1931, numa carta a Niels Bohr, Ehrenfest confessou os seus receios: “Perdi completamente o contacto com a física teórica. Já não consigo ler nada, e sinto-me incompetente para compreender o que faz ou não sentido nesta enxurrada de