

O mundo avorçado pelo da môn

Carl Sagan

ia. das letras

2

CIÊNCIA E ESPERANÇA

Dois homens chegaram a um buraco no céu. Um pediu ao outro ajuda para se erguer até a abertura... Mas era tão bonito no céu que o homem que espiou pela beirada esqueceu tudo, esqueceu o companheiro a quem tinha prometido ajudar a subir e simplesmente saiu correndo para entrar em todo o esplendor celeste.

De um poema em prosa esquimó iglulik, do início do século xx, recitado por Inugpasuguk a Knud Rasmussen, o explorador ártico da Groenlândia

Fui criança num tempo de esperança. Queria ser cientista desde os primeiros dias de escola. O momento que marcou essa vontade foi quando entendi pela primeira vez que as estrelas são sóis poderosos, quando conectei a compreender que elas devem estar tremendamente distantes para surgirem como simples pontos de luz no céu. Nem sei se já conhecia a palavra "ciência" naquele tempo, mas queria de algum modo mergulhar em toda essa grandiosidade. Eu estava seduzido pelo esplendor do Universo, deslumbrado pela perspectiva de compreender como as coisas realmente funcionam, de ajudar a revelar mistérios profundos, de explorar novos mundos — talvez até literalmente. Tive a boa sorte de ver esse sonho em parte concretizado. Para mim, o fascínio da ciência continua tão atraente e novo quanto naquele dia, há mais de meio século, em que me mostraram as maravilhas da Feira Mundial de 1939.

Divulgar a ciência — tentar tornar os seus métodos e descobertas acessíveis aos que não são cientistas — é o passo que se segue natural

e imediatamente. Não explicar a ciência me parece perverso. Quando alguém está apaixonado, quer contar a todo o mundo. Esse livro é um testemunho pessoal de meu caso de amor com a ciência, que já dura toda uma vida.

Mas há outra razão. A ciência é mais do que um corpo de conhecimento, é um modo de pensar. Tenho um pressentimento sobre a América do Norte dos tempos de meus filhos ou de meus netos — quando os Estados Unidos serão uma economia de serviços e informações; quando quase todas as principais indústrias manufatureiras terão fugido para outros países; quando tremendos poderes tecnológicos estarão nas mãos de uns poucos, e nenhum representante do interesse público poderá sequer compreender de que se trata; quando as pessoas terão perdido a capacidade de estabelecer seus próprios compromissos ou questionar compreensivelmente os das autoridades; quando, agarrando os cristais e consultando nervosamente os horóscopos, com as nossas faculdades críticas em decadência, incapazes de distinguir entre o que nos dá prazer e o que é verdade, voltaremos a escorregar, quase sem notar, para a superstição e a escuridão.

O emburrecimento da América do Norte é muito evidente no lento declínio do conteúdo substantivo nos tão influentes meios de comunicação, nos trinta segundos de informações que fazem furor (que agora já são dez segundos ou menos), na programação de padrão nivelado por baixo, na apresentação crédula da pseudociência e da superstição, mas especialmente numa espécie de celebração da ignorância. No momento em que escrevo, o vídeo mais alagado na América do Norte é o filme *Dumb and Dumber* [Débil e Lóide]. *Beavis and Butthead* continuam populares (e influentes) entre os jovens que vêem televisão. A lição clara é que estudar e aprender — e não se trata apenas de ciência, mas de tudo o mais — é evitável, até indesejável.

Nós criamos uma civilização global em que os elementos mais cruciais — o transporte, as comunicações e todas as outras indústrias, a agricultura, a medicina, a educação, o entretenimento, a proteção ao meio ambiente e até a importante instituição democrática do voto — dependem profundamente da ciência e da tecnologia. Também criamos uma ordem em que quase ninguém compreende a ciência e a tecnologia. É uma receita para o desastre. Podemos escapar ilusos por algum tempo, porém mais cedo ou mais tarde essa mistura inflamável de ignorância e poder vai explodir na nossa cara.

A candle in the dark é o título de um livro corajoso, baseado em grande parte na Bíblia, escrito por Thomas Ady e publicado em Lon-

dres em 1656, que ataca a caça às bruxas, então na ordem do dia, tachando-a de fraude "para enganar o povo". Qualquer doença ou tempestade, qualquer coisa fora do comum, era atribuída à bruxaria. As bruxas devem existir, escreveu Ady, citando a argumentação dos "negociantes de bruxas", "do contrário como é que essas coisas existem ou vêm a acontecer?". Durante grande parte de nossa história tínhamos tanto medo do mundo exterior, com seus perigos imprevisíveis, que aceitávamos de bom grado qualquer coisa que promettesse suavizar ou atenuar o terror por meio de explicações. A ciência é uma tentativa, em grande parte bem-sucedida, de compreender o mundo, de controlar as coisas, de ter domínio sobre nós mesmos, de seguir um rumo seguro. A microbiologia e a meteorologia explicam hoje o que há alguns séculos era considerado causa suficiente para queimar mulheres na fogueira.

Ady também alertava para o perigo de "as nações perecerem por falta de conhecimento". Com frequência, a desgraça humana evitável é causada menos pela estupidez do que pela ignorância, sobretudo pela nossa ignorância sobre nós mesmos. Minha preocupação é que, especialmente com a proximidade do fim do milênio, a pseudociência e a superstição pareçam mais sedutoras a cada novo ano, o canto de sereia do irracional mais sonoro e atraente. Onde o escutam antes? Sempre que nossos preconceitos étnicos ou nacionais são despertados, nos tempos de escassez, em meio a desafios à auto-estima ou à coragem nacional, quando sofremos com nosso diminuto lugar e finalidade no Cosmos, ou quando o fanatismo ferve ao nosso redor — então, hábitos de pensamento conhecidos de eras passadas procuram se apoderar dos controles.

A chama da vela escorre. Seu pequeno lago de luz tremula. A escuridão se avoluma. Os demônios começam a se agitar.

Há muita coisa que a ciência não compreende, muitos mistérios que ainda devem ser resolvidos. Num Universo com dezenas de bilhões de anos-luz de extensão e uns 10 ou 15 bilhões de anos de idade, talvez seja assim para sempre. Tropeçamos constantemente em surpresas. Entretanto, para alguns escritores religiosos e da Nova Era, os cientistas acreditam que "só existe aquilo que descobrem". Os cientistas podem rejeitar revelações místicas para as quais não há outra evidência senão o testemunho de alguém, mas dificilmente acreditam que seu conhecimento da natureza seja completo.

A ciência está longe de ser um instrumento perfeito de conhecimento. É apenas o melhor que temos. Nesse aspecto, como em muitos outros, ela se parece com a democracia. A ciência, por si mesma, não pode defender linhas de ação humana, mas certamente pode iluminar as possíveis consequências de linhas alternativas de ação.

O modo científico de pensar é ao mesmo tempo imaginativo e disciplinado. Isso é fundamental para o seu sucesso. A ciência nos convida a acolher os fatos, mesmo quando eles não se ajustam às nossas preconcepções. Aconselha-nos a guardar hipóteses alternativas em nossas mentes, para ver qual se adapta melhor à realidade. Impõe-nos um equilíbrio delicado entre uma abertura sem barreiras para idéias novas, por mais heréticas que sejam, e o exame cético mais rigoroso de tudo — das novas idéias e do conhecimento estabelecido. Esse tipo de pensamento é também uma ferramenta essencial para a democracia numa era de mudanças.

Uma das razões para o seu sucesso é que a ciência tem um mecanismo de correção de erros embutido em seu próprio ângulo. Alguns talvez considerem essa caracterização demasiada ampla, mas para mim, toda vez que fazemos autocritica, toda vez que testamos nossas idéias no mundo exterior, estamos fazendo ciência. Quando somos indulgentes conosco mesmos e pouco críticos, quando confundimos especulações e fatos, escorregamos para a pseudociência e a superstição.

Toda vez que um artigo científico apresenta alguns dados, eles vêm acompanhados por uma margem de erro — um lembrete silencioso, mas insistente, de que nenhum conhecimento é completo ou perfeito. É uma calibração de nosso grau de confiança naquilo que pensamos conhecer. Se as margens de erro são pequenas, a acuidade de nosso conhecimento empírico é elevada; se são grandes, então é também enorme a incerteza de nosso conhecimento. Exceto na matemática pura (e, na verdade, nem mesmo nesse caso), não há certeza no conhecimento.

Além disso, os cientistas têm em geral o cuidado de caracterizar o status verídico de suas tentativas de compreender o mundo — que vão desde conjecturas e hipóteses, que são altamente experimentais, até as leis da Natureza, que são repetida e sistematicamente confirmadas por muitas pesquisas sobre o funcionamento do mundo. Mas até as leis da Natureza não são absolutamente certas. Pode haver novas circunstâncias nunca antes examinadas — dentro de buracos negros, por exemplo, ou dentro do elétron, ou perto da velocidade da luz —

em que até as nossas alardeadas leis da Natureza caem por terra e, por mais válidas que possam ser em circunstâncias comuns, necessitam de correção.

Os seres humanos podem ansiar pela certeza absoluta; podem aspirar a alcançá-la; podem fingir, como fazem os partidários de certas religiões, que a atingiram. Mas a história da ciência — de longe o mais bem-sucedido conhecimento acessível aos humanos — ensina que o máximo que podemos esperar é um aperfeiçoamento sucessivo de nosso entendimento, um aprendizado por meio de nossos erros, uma abordagem assintótica do Universo, mas com a condição de que a certeza absoluta sempre nos escapará.

Estatemos sempre atolados no erro. O máximo que cada geração pode esperar é reduzir um pouco as margens dele e ampliar o corpo de dados a que elas se aplicam. A margem de erro é uma auto-avaliação visível e disseminada da confiabilidade de nosso conhecimento. Vêem-se frequentemente margens de erro nas pesquisas de opinião pública ("uma incerteza de mais ou menos 3%", por exemplo). Imaginem uma sociedade em que cada discurso nas *Atas do Congresso*, cada comercial de televisão, cada sermão tivesse uma margem de erro anexa ou algo equivalente.

Um dos grandes mandamentos da ciência é: "Desconfie dos argumentos de autoridade". (Sendo primatas, e portanto dados a hierarquias de poder, é claro que os cientistas nem sempre seguem esse mandamento.) Um número muito grande desses argumentos se mostrou dolorosamente errôneo. As autoridades devem provar suas afirmações como todo mundo. Essa independência da ciência, sua relutância ocasional em aceitar o conhecimento convencional, a torção perigosa para doutrinas menos autocríticas ou com pretensões a ter certezas.

Uma vez que a ciência nos leva a compreender como o mundo é na realidade, em vez de como desejávamos que fosse, suas descobertas podem não ser, em todos os casos, imediatamente compreensíveis ou satisfatórias. É possível que tenhamos um pouco de trabalho para reestruturar a nossa mentalidade. A ciência é muito simples. Quando se torna complicada, em geral é porque o mundo é complicado — ou porque *nós* é que *somos* complicados. Quando nos atastamos assustados da ciência, porque ela parece difícil demais (ou porque não fomos bem ensinados), abrimos mão da capacidade de cuidar de nosso futuro. Ficamos privados dos direitos civis. A nossa autoconfiança se deteriora.

Mas quando ultrapassamos essa barreira, quando as descobertas e os métodos da ciência se tornam claros para nós, quando compreendemos e empregamos esse conhecimento, sentimos uma profunda satisfação. Isso vale para todo mundo, mas sobretudo para as crianças — nascidas com vontade de conhecer, cientes de que devem viver num futuro moldado pela ciência, mas frequentemente convencidas em sua adolescência de que a ciência não é para elas. Sei pessoalmente, tanto por terem me explicado a ciência como pelas minhas tentativas de explicá-la aos outros, o quanto é gratificante quando a compreendemos, quando os termos obscuros de repente adquirem sentido, quando entendemos afinal do que se trata, quando maravilhas profundas nos são reveladas.

Em seu encontro com a Natureza, a ciência invariavelmente provoca um sentimento de reverência e admiração. O próprio ato de compreender é uma celebração da união, da incorporação, ainda que numa escala muito modesta, à magnificência do Cosmos. E ao longo do tempo o desenvolvimento cumulativo do conhecimento em todo o mundo converte a ciência em algo que é quase uma metainteligência, capaz de ultrapassar as fronteiras das nações e das gerações.

"Espírito" vem da palavra latina que significa "respirar". O que respiramos é o ar, que é certamente matéria, por mais fina que seja. Apesar do uso em contrário, não há na palavra "espiritual" nenhuma inferência necessária de que estamos falando de algo que não seja matéria (inclusive aquela de que é feito o cérebro), ou de algo que esteja fora do domínio da ciência. De vez em quando, sinto-me livre para empregar a palavra. A ciência não é só compatível com a espiritualidade; é uma profunda fonte de espiritualidade. Quando reconhecemos nosso lugar na imensidão de anos-luz e no transcorrer das eras, quando compreendemos a complexidade, a beleza e a sutileza da vida, então o sentimento sublime, misto de júbilo e humildade, é certamente espiritual. Como também são espirituais as nossas emoções diante da grande arte, música ou literatura, ou de atos de coragem altruísta exemplar como os de Mahatma Gandhi ou Martin Luther King. A noção de que a ciência e a espiritualidade são de alguma maneira mutuamente exclusivas presta um desserviço a ambas.

A ciência pode ser difícil de entender. Pode desafiar opiniões que nutrimos. Quando seus produtos são colocados à disposição de

políticos ou industrialistas, pode levar a armas de destruição em massa e a graves ameaças ao meio ambiente. Mas uma coisa é preciso reconhecer: ela cumpre a sua parte.

Nem todo ramo da ciência pode prever o futuro — a paleontologia não tem essa capacidade —, mas muitos o conseguem, e com uma exatidão espantosa. Se você quiser saber quando será o próximo eclipse do Sol, pode procurar mágicos ou místicos, mas terá melhor sorte com os cientistas. Eles lhe dirão onde se posicionar na Terra, quando terá de estar nesse lugar, e se vai ser um eclipse parcial, total ou anular. Eles conseguem prever rotineiramente um eclipse solar, com exatidão de minutos, um milênio antes. Você pode ir ao feiteiro-curandeiro para que ele desfaga o feitiço que causa a sua anemia perniciosa, ou tomar vitamina B₁₂. Se quiser salvar o seu filho da poliomielite, pode rezar ou vacinar. Se está interessado em saber o sexo da criança antes do nascimento, pode consultar todas as oscilações do chumbo na linha de prumo (esquerda/direita, um menino; para frente/para trás, uma menina — ou talvez seja o contrário), mas elas acertarão, em média, apenas uma em duas vezes. Se quiser uma precisão real (nesse caso, de 99%), tente amniocentese e ultra-som. Tente a ciência.

Pense em quantas religiões tentam se validar com profecias. Pense em quantas pessoas se baseiam nestas, por mais vagas e irrealizadas que sejam, para fundamentar ou sustentar as suas crenças. No entanto, já houve alguma religião com a precisão profética e a confiabilidade da ciência? Não existe nenhuma religião no planeta que não deseje ter uma capacidade comparável — precisa e repetidamente demonstrada diante de cétricos convictos — de prever os acontecimentos futuros. Nenhuma outra instituição humana chega perto de seu desempenho.

Serão essas declarações um culto no altar da ciência? Estarei substituindo uma fé por outra, igualmente arbitrária? A meu ver, de forma alguma. O sucesso da ciência, diretamente observado, é a razão por que detendo o seu emprego. Se outra coisa funcionasse melhor, eu a defenderia. A ciência evita a crítica filosófica? Ela se define como tendo o monopólio da “verdade”? Pense de novo naquele eclipse que acontecerá daqui a mil anos. Compare todas as doutrinas de que se lembrar, observe as previsões que oferecem sobre o futuro, verifique quais delas são vagas, quais são precisas, e que doutrinas — todas sujeitas à falibilidade humana — têm dentro de si mecanismos de correção de erros. Leve em consideração o fato de que ninguém é perfeito. E então simplesmente adote aquela que, numa comparação

justa, funciona (em oposição a parece) melhor. Se doutrinas diferentes são superiores em campos bem distintos e independentes, temos certamente a liberdade de escolher várias — isto é, se não contradisserem umas às outras. Longe de ser idolatria, esse é o meio pelo qual podemos distinguir os falsos ídolos da realidade.

Qual é o segredo do sucesso da ciência? Em parte, é esse mecanismo embutido de correção de erros. Não existem questões proibidas na ciência, assuntos delicados demais para ser examinados, verdades sagradas. Essa abertura para novas idéias, combinada com o mais rigoroso exame cético de todas as idéias, separa o joio do trigo. Não importa o quanto você é inteligente, augusto ou amado. Tem de provar a sua tese em face de uma crítica determinada e especializada. A diversidade e o debate são valorizados. É estimulada a discussão de idéias — substantivamente e em profundidade.

O processo da ciência pode parecer confuso e desordenado. De certo modo, ele é. Se a ciência é examinada em seu aspecto cotidiano, é claro que se descobre que os cientistas experimentam toda a gama da enoção, personalidade e caráter humanos. Mas há uma faceta realmente extraordinária para quem está de fora: o grau de crítica considerado aceitável ou até desejável. Os cientistas iniciantes recebem um estímulo caloroso e inspirado de seus mentores. Mas, no exame oral para obtenção do título de Ph.D., o pobre estudante de pós-graduação é submetido a um intimidador fogo cruzado de perguntas, formuladas pelos próprios professores que têm o futuro do candidato nas suas mãos. Naturalmente os estudantes ficam nervosos; quem não ficaria? Na verdade, eles se prepararam para isso durante anos. Mas todos compreendem que, nesse momento crítico, têm que ser capazes de responder às perguntas minuciosas feitas pelos especialistas. Assim, ao se preparar para defender as suas teses, eles devem praticar um hábito de pensamento muito útil: antecipar as perguntas. Eles têm que perguntar: em que ponto da minha dissertação existe um ponto fraco que as outras pessoas poderiam encontrar? É melhor identificá-lo antes que elas o façam.

Os encontros científicos vivem cheios de disputas. Há colóquios universitários em que o conferencista mal discursou trinta segundos e já se ouvem perguntas e comentários devastadores da plateia. É instigante examinar os procedimentos aos quais um relatório escrito é submetido para possível publicação numa revista científica, sendo depois enviado pelo editor a juízes anônimos que têm como tarefa

fazer as seguintes perguntas: O autor fez alguma besteira? Existe alguma coisa nesse trabalho que seja suficientemente interessante para ser publicada? Quais são as deficiências desse artigo? Os resultados mais importantes foram descobertos por outra pessoa? A argumentação é adequada, ou o artigo deveria ser reavaliado depois que o autor realmente demonstrar aquilo que nesse trabalho, por ora, é ainda apenas especulação? E tudo isso é *anônimo*: o autor não sabe quem são os críticos. Essa é a expectativa comum na comunidade científica.

Por que toleramos tudo isso? Gostamos de ser criticados? Não, nenhum cientista gosta disso. Todo cientista tem um sentimento de propriedade em relação a suas idéias e descobertas. Mesmo assim, ninguém responde aos críticos: "Esperem um pouco; essa idéia é realmente boa; gosto muito dela; não lhe fez mal algum; por favor, deixem-na em paz". Em vez disso, a regra dura mas justa é que, se não funcionam, as idéias devem ser descartadas. Não se devem desperdiçar neurônios com o que não funciona. Eles devem ser aplicados em novas idéias que expliquem melhor os dados. O físico britânico Michael Faraday alertou contra a tentação poderosa

de procurar as evidências e aparências que estão a favor de nossos desejos, e desconsiderar as que lhes fazem oposição [...]. Acolhemos com boa vontade o que concorda com nossas idéias, assim como resistimos com desgosto ao que se opõe a nós, enquanto todo preceito de bom senso exige exatamente o oposto.

A crítica válida presta um favor ao cientista.

Algumas pessoas consideram a ciência arrogante — especialmente quando pretende rebater opiniões arraigadas ou introduz conceitos bizarras que parecem contraditórios ao senso comum. Como um terremoto que confunde a nossa confiança no próprio solo que estamos pisando, pode ser profundamente perturbador desafiar as nossas crenças habituais, fazer estremecer as doutrinas em que aprendemos a confiar. Ainda assim, sustento que a ciência é, em essência, humildade. Os cientistas não procuram impor as suas necessidades e desejos à Natureza; ao contrário, interrogam-na humildemente e levam a sério o que descobrem. Sabemos que cientistas reverenciados cometeram erros. Compreendemos a imperfeição humana. Insistimos na verificação independente e — na medida do possível — quantitativa dos princípios propostos. Com frequência estimulamos, desafiámos, procuramos contradições ou pequenos erros residuais persistentes.

propomos explicações alternativas, encorajamos a heresia. Concedemos nossos prêmios mais valorizados àqueles que convincentemente refutam crenças estabelecidas.

Eis um dentre muitos exemplos. As leis do movimento e a lei do inverso do quadrado da gravitação, associadas ao nome de Isaac Newton, são apropriadamente classificadas entre as realizações mais sublimes da espécie humana. Trezentos anos mais tarde, usamos a dinâmica de Newton para prever os eclipses. Anos depois de seu lançamento, a bilhões de quilômetros da Terra (apenas com correções diminutas feitas por Einstein), a nave espacial chega a um ponto predeterminado na órbita do mundo alvo, justamente quando esse mundo vem passando. A precisão é espantosa. Evidentemente, Newton sabia o que estava fazendo.

Mas os cientistas não se dão por satisfeitos em deixar o razoável em paz. Têm procurado persistentemente fissuras na armadura newtoniana. Em velocidades elevadas e gravidades fortes, a física de Newton se desmantela. Essa é uma das grandes descobertas da relatividade especial e geral de Albert Einstein, uma das razões para sua memória ser tão exaltada. A física newtoniana é válida numa ampla gama de condições, inclusive as da vida cotidiana. Mas em certas circunstâncias muito inusitadas para os seres humanos — afinal, não temos o hábito de viajar quase à velocidade da luz — ela simplesmente não dá a resposta correta: ela não se ajusta às observações da Natureza. A relatividade especial e a geral são indistinguíveis da física newtoniana em sua esfera de validade, mas fazem previsões muito diferentes — previsões que concordam com a observação — nessas outras condições (alta velocidade, forte gravidade). A física de Newton se revela uma aproximação da verdade, boa em algumas circunstâncias com que estamos rotineiramente familiarizados, ruim em outras. É uma maravilhosa e justamente celebrada realização da inteligência humana, mas tem suas limitações.

Entretanto, de acordo com nossa compreensão da falibilidade humana, escutando o conselho de que podemos assintoticamente nos aproximar da verdade, sem jamais alcançá-la em sua plenitude, os cientistas estão estudando condições em que a relatividade geral pode entrar em colapso. Por exemplo, a relatividade geral prevê um fenômeno surpreendente chamado ondas gravitacionais. Elas nunca foram detectadas diretamente. Mas, se não existem, há algo de fundamentalmente errado com a relatividade geral. Os pulsares são estrelas de

nêutrons que giram rapidamente e cujas taxas de cintilação já podem ser medidas com uma precisão de quinze casas decimais. Prevê-se que dois pulsares muito densos, em órbita um ao redor do outro, irradie quantidades copiosas de ondas gravitacionais — que com o tempo vão alterar levemente as órbitas e os períodos de rotação das duas estrelas. Joseph Taylor e Russell Hulse, da Universidade de Princeton, usaram esse método para testar as previsões da relatividade geral de forma inteiramente nova. Pelo que conheciam até então, os resultados seriam incompatíveis com a relatividade geral, e eles teriam derrubado um dos pilares principais da física moderna. Não só estavam dispostos a desafiar a relatividade geral, como foram bastante encorajados a fazê-lo. O resultado foi que as observações dos pulsares binários forneceram uma verificação precisa das previsões da relatividade geral, e por isso Taylor e Hulse receberam em conjunto o prêmio Nobel de física de 1993. De diversas maneiras, muitos outros físicos estão testando a relatividade geral — por exemplo, tentando detectar diretamente as esquivas ondas gravitacionais. Esperam forçar a teoria até o ponto de ruptura e descobrir se não há condições da Natureza em que o grande progresso de Einstein no campo do conhecimento comece, por sua vez, a dar sinais de avaria.

Esse empenho continuará enquanto houver cientistas. A relatividade geral é certamente uma descrição inadequada da Natureza em nível quântico, mas mesmo que não o fosse, mesmo que a relatividade geral fosse válida em toda parte e para sempre, que melhor meio de nos convencer de sua validade do que um esforço combinado para descobrir as suas falhas e limitações?

Essa é uma das razões pelas quais as religiões organizadas não me inspiram confiança. Que líderes dos principais credos reconheçam que suas crenças talvez sejam incompletas ou errôneas, e criam institutos para revelar possíveis deficiências doutrinárias? Além do teste da vida cotidiana, quem verifica sistematicamente as circunstâncias em que os ensinamentos religiosos tradicionais talvez já não se apliquem? (É concebível que as doutrinas e a ética que podem ter funcionado muito bem nos tempos patriarcais, patrísticos ou medievais sejam totalmente inválidas no mundo bastante diferente que habitamos hoje.) Que sermões examinem imparcialmente a hipótese de Deus? Que prêmios os célicos religiosos ganham das religiões estabelecidas — ou, nesse aspecto, que recompensas os célicos sociais e econômicos recebem da sociedade em que vivem?

A ciência, observa Ann Druyan, está sempre nos sussurrando ao ouvido: "Lembre-se, você é novo nisso. Pode estar equivocado. Já errou antes". Apesar de todo o discurso da humildade, mostrem-me algo comparável na religião. Acredita-se que as Escrituras sejam de inspiração divina — uma expressão com muitos significados. Mas e se forem simplesmente criadas por seres humanos falíveis? Os milagres são comprovados, mas e se forem, ao contrário, uma mistura de charlatanismo, estados de consciência desconhecidos, percepções errôneas de fenômenos naturais e doença mental? Nenhuma religião contemporânea e nenhum credo da Nova Era me parecem levar realmente em consideração a grandiosidade, a magnificência, a sutileza e a complexidade do Universo revelado pela ciência. O fato de que tão poucas descobertas da ciência moderna estejam prefiguradas nas Escrituras lança, a meu ver, ainda mais dúvida sobre a sua inspiração divina.

Mas é claro que posso estar errado.

Leiam os dois parágrafos seguintes — não para compreender a ciência descrita, mas para ter uma noção do estilo de pensar do autor. Ele está se confrontando com anomalias, aparentes paradoxos na física; "assimetrias", como ele as chama. O que podemos aprender com elas?

Sabe-se que a eletrodinâmica de Maxwell — tal como é geralmente compreendida na atualidade —, quando aplicada a corpos em movimento, leva a assimetrias que não parecem ser inerentes aos fenômenos. Tome-se, por exemplo, a ação eletrodinâmica recíproca de um ímã e um condutor. O fenômeno observável nesse caso só depende do movimento relativo do condutor e do ímã, enquanto a visão habitual traça uma distinção nítida entre os dois casos em que um ou outro desses corpos está em movimento. Pois, se o ímã está em movimento e o condutor está parado, surge na vizinhança do ímã um campo elétrico com certa energia definida, produzindo uma corrente nos lugares em que estão situadas partes do condutor. Mas, se o ímã está estacionário e o condutor em movimento, não surge nenhum campo elétrico na vizinhança do ímã. No condutor, entretanto, encontramos uma força eletromotora, para a qual não existe em si mesma energia correspondente, mas que dá origem — assumindo-se a igualdade de movimento relativo nos dois casos discutidos — a correntes elétricas de mesmo caminho e intensidade que aquelas produzidas pelas forças elétricas no caso anterior.

Exemplos desse tipo, junto com as tentativas frustradas de descobrir algum movimento da Terra relativo ao "éter", sugerem que os fenômenos da eletrodinâmica, assim como os da mecânica, não possuem propriedades que correspondam à idéia de repouso absoluto. Antes sugerem, como já foi demonstrado para a primeira ordem de pequenas quantidades, que as mesmas leis da eletrodinâmica e da óptica serão válidas para todos os sistemas de referência a que se aplicam as equações da mecânica.

O que o autor está tentando nos dizer nesses parágrafos? Tentarei explicar o pano de fundo da questão mais adiante neste livro. Por enquanto, podemos talvez reconhecer que a linguagem é parcimoniosa, técnica, cautelosa, clara e nem uma vírgula mais complicada do que o necessário. Pela forma como está expresso (ou pelo seu título sem ostentação, "Sobre a eletrodinâmica de corpos em movimento"), não se adivinharia de imediato que esse artigo representa a introdução crucial da teoria da relatividade especial no mundo, a passagem para a declaração triunfante da equivalência de massa e energia, o esvaziamento da pretensão de que nosso pequeno mundo ocupa um "sistema de referência privilegiado" no Universo e, sob vários aspectos, um acontecimento memorável na história humana. As palavras iniciais do artigo de Albert Einstein de 1905 são típicas do relatório científico. O texto é revigorantemente desinteressado, circunspeto, moderado em suas afirmações. Contrastem o seu tom contido com os produtos da publicidade moderna, dos discursos políticos, das declarações teológicas autoritárias — ou, se quiserem, com a propaganda na capa deste livro.

Observem como Einstein começa o seu artigo tentando extrair sentido de resultados experimentais. Sempre que possível, os cientistas experimentam. Os experimentos propostos dependem frequentemente das teorias que predominam no momento. Os cientistas estão decididos a testar essas teorias até o ponto de ruptura. Eles não confiam no que é intuitivamente evidente. Que a Terra é chata, era outra evidência. Que os corpos pesados caem mais rápido do que os leves, era outra evidência. Que as sanguessugas curam a maioria das doenças, era outra evidência. Que algumas pessoas são naturalmente e por decreto divino escravas, era outra evidência. Que existe um centro do Universo e que a Terra está situada nesse local nobre, era outra evidência. Que existe um padrão absoluto de repouso, era outra evidência. A verdade pode ser enigmática e ir contra a intuição. Pode

contradizer crenças profundamente arraigadas. Os experimentos são um modo de controlá-la.

Por ocasião de um jantar muitas décadas atrás, pediram ao físico Robert W. Wood que respondesse ao brinde: "À física e à metafísica". Por "metafísica", as pessoas então compreendiam algo semelhante à filosofia, isto é, verdades que só podiam ser reconhecidas pelo pensamento. Podiam ter incluído também a pseudociência. Wood respondeu com a seguinte argumentação:

O físico tem uma idéia. Quanto mais ele a examina, mais sentido parece ter. Ele consulta a literatura científica. Quanto mais lê, mais promissora se torna a idéia. Assim preparado, ele vai ao laboratório e delinea um experimento para testá-la. O experimento é trabalhoso. Muitas possibilidades são verificadas. A precisão da medição é refinada, as margens de erro reduzidas. Ele deixa as fichas caírem aleatoriamente. Está voltado apenas para o que o experimento ensina. No final de todo esse trabalho, por meio de experimentação cuidadosa, descobre que a idéia não tem valor. Assim o físico a descarta, liberta a sua mente da confusão do erro e passa a trabalhar em alguma outra coisa.*

A diferença entre a física e a metafísica, concluiu Wood ao levantar seu copo, não é que os profissionais de uma sejam mais inteligentes que os da outra. A diferença é que o metafísico não tem laboratório.

Para mim, há quatro razões principais para um esforço combinado que vise a transmitir a ciência — pelo rádio, TV, cinema, jornais, livros, programas de computadores, parques temáticos e salas de aula — a todos os cidadãos. Em todos os empregos da ciência, é insuficiente — na verdade, é perigoso — produzir apenas um grupo pequeno, altamente competente e bem remunerado de profissionais. Ao contrário, uma compreensão fundamental das descobertas e métodos da ciência deve ser divulgada na mais ampla escala.

- Apesar das inúmeras oportunidades de mau emprego, a ciência pode ser o caminho propício para vencer a pobreza e o atraso nas

(*) Como disse o físico pioneiro Benjamin Franklin: "Se continuarmos com esses experimentos, quantos sistemas bonitos não construímos que logo nos venhos obrigados a destruir?". Pelo menos, pensava ele, a experiência era o bastante para "ajudar a tornar humilde um homem vão".

nações emergentes. Ela faz funcionar as economias nacionais e a civilização global. Muitas nações compreendem essa realidade. É por isso que tantos estudantes de pós-graduação em ciência e engenharia nas universidades norte-americanas — que ainda são as melhores do mundo — vêm de outros países. O corolário, que os Estados Unidos às vezes deixam de compreender, é que abandonar a ciência é o caminho de volta à pobreza e ao atraso.

- A ciência nos alerta contra os perigos introduzidos por tecnologias que alteram o mundo, especialmente o meio ambiente de que nossas vidas dependem. A ciência providencia um sistema essencial de alerta antecipado.

- A ciência nos esclarece sobre as questões mais profundas das origens, naturezas e destinos — de nossa espécie, da vida, de nosso planeta, do Universo. Pela primeira vez na história humana somos capazes de adquirir uma verdadeira compreensão desses temas. Toda cultura sobre a Terra tem tratado deles e valorizado a sua importância. Todos nós nos sentimos tolos, quando abordamos essas questões grandiosas. A longo prazo, a maior dádiva da ciência talvez seja nos ensinar, de um modo ainda não superado por nenhum outro empenho humano, alguma coisa sobre nosso contexto cósmico, sobre o ponto do espaço e do tempo em que estamos, e sobre quem nós somos.

- Os valores da ciência e os da democracia são concordantes, em muitos casos indistinguíveis. A ciência e a democracia começaram — em suas encarnações civilizadas — no mesmo tempo e lugar, na Grécia dos séculos VI e VII a. C. A ciência confere poder a qualquer um que se der ao trabalho de aprendê-la (embora muitos tenham sido sistematicamente impedidos de adquirir esse conhecimento). Ela se nutre — na verdade necessita — do livre intercâmbio de idéias; seus valores são opostos ao sigilo. A ciência não mantém nenhum ponto de observação especial, nem posições privilegiadas. Tanto a ciência como a democracia encorajam opiniões não convencionais e debate vigoroso. Ambas requerem raciocínio adequado, argumentos coerentes, padrões rigorosos de evidência e honestidade. A ciência é um meio de desmascarar aqueles que apenas fingem conhecer. É um baluarte contra o misticismo, contra a superstição, contra a religião mal aplicada a assuntos que não lhe dizem respeito. Se somos fiéis a seus valores, ela pode nos dizer quando estamos sendo enganados. Ela fornece a correção de nossos erros no meio do caminho. Quanto mais difundidos forem a sua linguagem, regras e métodos, melhor a nossa chance de

preservar o que Thomas Jefferson e seus colegas tinham em mente. Mas os produtos da ciência também podem subverter radicalmente a democracia, de um modo jamais sonhado pelos denagogs pré-industriais.

Descobrir a gota ocasional da verdade no meio de um grande oceano de confusão e mistificação requer vigilância, dedicação e coragem. Mas, se não praticamos esses hábitos rigorosos de pensar, não podemos ter a esperança de solucionar os problemas verdadeiramente sérios com que nos defrontamos — e nos arriscamos a nos tornar uma nação de patetas, um mundo de patetas, prontos para sermos passados para trás pelo primeiro charlatão que cruzar o nosso caminho.

Um extraterrestre, recém-chegado à Terra — examinando o que em geral apresentamos às nossas crianças na televisão, no rádio, no cinema, nos jornais, nas revistas, nas histórias em quadrinhos e em muitos livros —, poderia facilmente concluir que fazemos questão de lhes ensinar assassínios, estupro, crueldades, superstições, credulidade e consumismo. Continuamos a seguir esse padrão e, pelas constantes repetições, muitas das crianças acabam aprendendo essas coisas. Que tipo de sociedade não poderíamos criar se, em vez disso, lhes incutíssemos a ciência e um sentimento de esperança?